

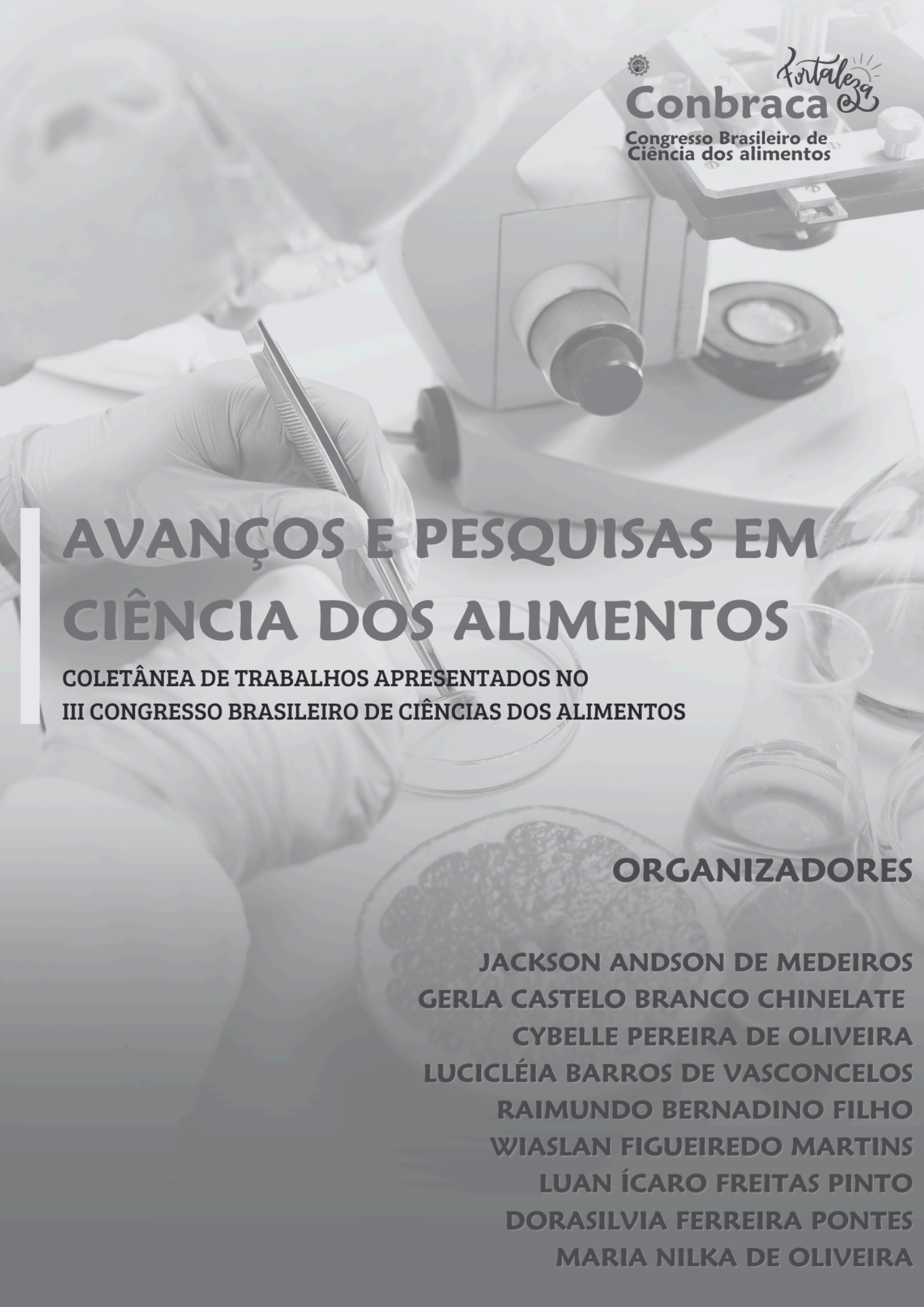
Conbraca Fortaleza 24
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos

# AVANÇOS E PESQUISAS EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

COLETÂNEA DE TRABALHOS APRESENTADOS NO
III CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS


## ORGANIZADORES

JACKSON ANDSON DE MEDEIROS
GERLA CASTELO BRANCO CHINELATE
CYBELLE PEREIRA DE OLIVEIRA
LUCICLÉIA BARROS DE VASCONCELOS
RAIMUNDO BERNADINO FILHO
WIASLAN FIGUEIREDO MARTINS
LUAN ÍCARO FREITAS PINTO
DORASILVIA FERREIRA PONTES
MARIA NILKA DE OLIVEIRA



Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos

# AVANÇOS E PESQUISAS EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

COLETÂNEA DE TRABALHOS APRESENTADOS NO
III CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS


## ORGANIZADORES

JACKSON ANDSON DE MEDEIROS
GERLA CASTELO BRANCO CHINELATE
CYBELLE PEREIRA DE OLIVEIRA
LUCICLÉIA BARROS DE VASCONCELOS
RAIMUNDO BERNADINO FILHO
WIASLAN FIGUEIREDO MARTINS
LUAN ÍCARO FREITAS PINTO
DORASILVIA FERREIRA PONTES
MARIA NILKA DE OLIVEIRA



Venda proibida



Open access



Revisado por pares


EDITOR-CHEFE

Jackson Andson de Medeiros
Agronfy

REVISÃO FINAL

Jackson Andson de Medeiros

CAPA

Jalmir de Medeiros Pereira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Medeiros, Jackson Andson de [Outros organizadores].
Avanços e Pesquisas em Ciência dos Alimentos: Coletânea de Trabalhos Apresentados no III Congresso Brasileiro de Ciências dos Alimentos / Jackson Andson de Medeiros [e outros organizadores].

Jardim do Seridó: Agronfy, 2025.

2ª edição. Formato digital. PDF.

Inclui referências bibliográficas e índice analítico.
ISBN: 978-65-85062-21-3
DOI: 10.53934/agronfy-2025-01

1. Ciência dos Alimentos 2. Segurança Alimentar 3. Sustentabilidade 4. Inovação Tecnológica 5. Qualidade 6. Nutrição 7. Saúde I. Agronfy(Brasil).

CDD 630





Todas as opiniões e textos presentes neste livro são de inteira responsabilidade de seus autores e coautores.



Agron Food Academy
agronfoodacademy.com

# COMISSÃO AVALIADORA

CLAUDILANE M. PONTES
CRISTIANO SILVA DA COSTA
CYBELLE PEREIRA DE OLIVEIRA
DANIELLE ALVES DA SILVA RIOS
DAYANA SILVA BATISTA SOARES
ELLEN GODINHO PINTO
GERLA CASTELLO BRANCO CHINELATE
JACKSON ANDSON DE MEDEIROS
JOÃO BATISTA BARBOSA
KELLEN MIRANDA SÁ
LARISSA PAIVA VIÉGAS
LIDERLANIO DE ALMEIDA ARAÚJO
LUAN ICARO FREITAS PINTO
LÚCIA RAQUEL RAMOS BERGER
LUCIANA NICODEMOS SALLES
MARIA IZABEL CARNEIRO FERREIRA
MÔNICA CORREIA GONÇALVES
MÔNICA VOSS
NEILA MELLO DOS SANTOS CORTEZ BARBOSA
RAFAEL SOUZA CRUZ
RAIMUNDO BERNADINO FILHO
RERISSON DO NASCIMENTO ALVES
SONARA DE FRANÇA SOUSA
SUZANA PEDROZA DA SILVA
THAMIRYS LORRANNE SANTOS LIMA
WIASLAN FIGUEIREDO MARTINS

# SOBRE O LIVRO

O livro oficial do III Congresso Brasileiro de Ciências dos Alimentos (CONBRACA) reúne uma seleção de trabalhos científicos que refletem os mais recentes avanços e inovações na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Realizado nos dias 28 e 29 de novembro de 2024, o evento destacou pesquisas de excelência, promovendo a integração entre academia, indústria e sociedade.

Dividido em capítulos e resumos, esta obra apresenta estudos relevantes que impulsionam o conhecimento técnico-científico. Cada trabalho conta com DOI individual e ISBN, assegurando sua visibilidade e impacto no cenário acadêmico nacional e internacional.

Ideal para pesquisadores, profissionais e estudantes da área, este livro é uma ferramenta essencial para compreender as tendências e desafios no campo dos alimentos. Além disso, celebra a troca de saberes promovida pelo CONBRACA, consolidando-o como um espaço de referência na construção do futuro da alimentação.

Agronfy
Agronfy.com.br

# SUMÁRIO

**Capítulo 01 _____ 28**

**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-01_____ 28**
**PERFIL FISICO-QUÍMICO, QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DE POLEN APICOLA PRODUZIDO NO NORTE DO ESTADO DO PIAUÍ 28**

**CAPÍTULO 02 ..... 42**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-02 ..... 42**
**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FEIJÃO PRETO (*PHASEOLUS VULGARES* L.) COMERCIALIZADO EM REDES DE SUPERMERCADOS DE SÃO LUÍS- MA _____ 42**

**CAPÍTULO 03 ..... 50**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-03 ..... 50**
**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE EXTRATOS DE ANTOCIANINAS DE FEIJÃO PRETO (*Phaseolus Vulgaris* L.) OBTIDOS UTILIZANDO DIFERENTES SOLVENTES_____ 50**

**CAPÍTULO 04 ..... 60**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-04 ..... 60**
**ANÁLISE DO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS EM AZEITES DE OLIVA COMERCIAIS _____ 60**

**CAPÍTULO 05 ..... 68**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-05 ..... 68**
**CARACTERIZAÇÃO DA POLPA INTEGRAL DE BACURI (*Platonia insignis* Mart.) DA REGIÃO DA MATA DOS COCAIS _____ 68**

**CAPÍTULO 06 ..... 76**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-06 ..... 76**
**APLICAÇÃO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS EM CARNES E PRODUTOS CÁRNEOS: UMA ALTERNATIVA PROMISSORA_____ 76**

**CAPÍTULO 07 ..... 87**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-07 ..... 87**

**A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA BIOACESSIBILIDADE EM ALIMENTOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA COM ÊNFASE EM COMPOSTOS FENÓLICOS _____ 87**

**CAPÍTULO 08 .....101**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-08 .....101**
**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA NO PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO E SANITIZAÇÃO DA COUVE-MANTEIGA (*Brassica oleracea acephala*) – UMA REVISÃO _____ 101**

**CAPÍTULO 09 .....111**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-09 .....111**
**COBERTURAS PARA QUEIJOS: REVISÃO ABRANGENTE SOBRE A PRESERVAÇÃO _____ 111**

**CAPÍTULO 10 .....125**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-10 .....125**
**BABAÇU, VINAGREIRA (HIBISCO), PEQUI, MASTRUZ, PITOMBA E GUABIRABA: ALIMENTOS FUNCIONAIS COMO ALTERNATIVAS NO COMBATE A SARS-COV-2 (COVID-19) _____ 125**

**CAPÍTULO 11 .....135**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-11 .....135**
**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO- QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA DE JENIPAPO (*Genipa Americana L.*) PARA OBTENÇÃO DE NOVOS ALIMENTOS FUNCIONAIS E NUTRACÊUTICOS _____ 135**

**CAPÍTULO 12 .....148**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-12 .....148**
**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE HAMBÚRGUERES INDUSTRIALIZADOS _____ 148**

**CAPÍTULO 13 .....153**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-13 .....153**
**FARINHA DE MARACUJÁ: APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS E SUAS PROPRIEDADES NUTRICIONAIS ___ 153**

**CAPÍTULO 14 ..... 163**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-14 ..... 163**
**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PÃES ELABORADOS COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE FARINHA DE TRIGO PELA FARINHA DA SEMENTE DE ABÓBORA _____ 163**

**CAPÍTULO 15 ..... 175**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-15 ..... 175**
**VIDA DE PRATELEIRA de *NUGGETS* PRODUZIDOS COM CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE CARCAÇAS DE TILÁPIA (*Oreochromis* sp.) COM MANDIOCA _____ 175**

**CAPÍTULO 16 ..... 185**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-16 ..... 185**
**INFLUÊNCIA DE REVESTIMENTOS NATURAIS À BASE DE CARBOXIMETILCELULOSE DE SÓDIO NA VIDA ÚTIL DE OVOS 185**

**CAPÍTULO 17 ..... 199**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-17 ..... 199**
**POTENCIAL BENÉFICO DO CAFÉ PARA A SAÚDE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA _____ 199**

**CAPÍTULO 18 ..... 210**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-18 ..... 210**
**DESENVOLVIMENTO DE GELEIA DE XIQUE-XIQUE (*Pilosocereus gounellei*) COM SPIRULINA (*Arthrospira platensis*): PROPRIEDADES FUNCIONAIS E FÍSICO-QUÍMICAS _____ 210**

**CAPÍTULO 19 ..... 221**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-19 ..... 221**
**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS GRÃOS DE CÁRTAMO (*Carthamus tinctorius* L.) _____ 221**

**CAPÍTULO 20 ..... 231**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-20 ..... 231**

**POTENCIAL ANTIBACTERIANO DE EXTRATOS DE FRUTOS DE CACTÁCEAS NATIVAS DO SEMIÁRIDO PARAÍBANO _____ 231**

**CAPÍTULO 21 .....245**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-21 .....245**
**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA DE MURICI (*Byrsonima Crassifolia*) _____ 245**

**CAPÍTULO 22 .....255**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-22 .....255**
**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE QUEIJO COALHO ARTESANAL COMERCIALIZADO EM SANHARÓ (PERNAMBUCO, BRASIL) ___ 255**

**CAPÍTULO 23 .....267**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-23 .....267**
**EFEITOS PROTETORES DA AVEIA PARA A SAÚDE CARDIOVASCULAR: UMA REVISÃO INTEGRATIVA_____ 267**

**CAPÍTULO 24 .....277**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-24 .....277**
**AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DA ÁGUA DE COCO RECONSTITUÍDA _____ 277**

**CAPÍTULO 25 .....286**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-25 .....286**
**ANÁLISE SENSORIAL PELA ÓTICA DAS CORES_____ 286**

**CAPÍTULO 26 .....295**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-26 .....295**
**APLICAÇÃO DE XILOGLUCANA EM SUCO CONCENTRADO DE MANGA, AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE E COMPARAÇÃO COM DIFERENTES MARCAS _____ 295**

**CAPÍTULO 27 .....302**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-27 .....302**

**RENDIMENTO DA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES DA TORTA DE CHIA (*Salvia hispanica*) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA DE SECAGEM** ____ **302**

**CAPÍTULO 28** ..... **311**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-28** ..... **311**
**PECTINAS E OLIGOSSACARÍDEOS PECTÍNICOS: APLICAÇÕES EM ALIMENTOS** ____ **311**

**CAPÍTULO 29** ..... **323**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-29** ..... **323**
**DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX) EM SUCOS INDUSTRIALIZADOS INTEGRAIS DE UVA** ____ **323**

**CAPÍTULO 30** ..... **329**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-30** ..... **329**
**A UTILIZAÇÃO DE PROBIÓTICOS NA MODULAÇÃO DA MICROBIOTA INTESTINAL PODE SER EFICAZ NO TRATAMENTO ADJUVANTE DA DEPRESSÃO?** ____ **329**

**CAPÍTULO 31** ..... **344**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-31** ..... **344**
**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DO EXTRATO DE TAMARINDO (*Tamarindus indica*) SECO EM ESTUFA.** ____ **344**

**CAPÍTULO 32** ..... **351**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-32** ..... **351**
**EFEITO DA EXTRAÇÃO POR ULTRASSOM NA AVALIAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FOLHAS DE MARACUJÁ (*PASSIFLORA EDULIS*)** ____ **351**

**CAPÍTULO 33** ..... **360**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-33** ..... **360**
**POTENCIAL ADSORTIVO DE ADSORVENTES POR INTERAÇÃO HIDROFÓBICA** ____ **360**

**CAPÍTULO 34** ..... **367**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-34 ..... 367**
**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MEL COM FLORADA SILVESTRE E MARMELEIRO DA CIDADE DE GARANHUNS DO ESTADO DE PERNAMBUCO _____ 367**

**CAPÍTULO 35 ..... 376**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-35 ..... 376**
**TENDÊNCIAS E APRIMORAMENTO NOS PROCESSOS TECNOLÓGICOS DA KOMBUCHA: REVISÃO DE LITERATURA _ 376**

**CAPÍTULO 36 ..... 388**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-36 ..... 388**
**PRODUÇÃO DE FILMES A BASE DE AMIDO COM TRATAMENTO DA SOLUÇÃO FILMOGÊNICA COM PLASMA A FRIO _____ 388**

**CAPÍTULO 37 ..... 395**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-37 ..... 395**
**PROCESSOS DE INATIVAÇÃO DE FATORES ANTINUTRICIONAIS NAS *PULSES*: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA _____ 395**

**CAPÍTULO 38 ..... 404**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-38 ..... 404**
**VALIDAÇÃO DE SISTEMA DE ASPERSÃO DE ÁGUA NO RESFRIAMENTO DE CARCAÇAS SUÍNAS EM AGROINDÚSTRIA DE SANTA CATARINA _____ 404**

**CAPÍTULO 39 ..... 414**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-39 ..... 414**
**RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM FRUTAS E HORTALIÇAS DO NORDESTE BRASILEIRO: UMA PREOCUPAÇÃO AMBIENTAL E DE SAÚDE PARA A POPULAÇÃO: REVISÃO DE LITERATURA _____ 414**

**CAPÍTULO 40 ..... 428**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-40 ..... 428**
**BIOFERTILIZANTES NA PROMOÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR: REVISÃO DE LITERATURA _____ 428**

**CAPÍTULO 41 ..... 441**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-41 ..... 441**
**AVALIAÇÃO COLORIMÉTRICA DE PRODUTOS DE ATUM INDUSTRIALIZADOS _____ 441**

**CAPÍTULO 42 ..... 455**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-42 ..... 455**
**RESÍDUOS DE ANTIBIÓTICO EM LEITE: OCORRÊNCIA, DANOS À SAÚDE PÚBLICA E PREJUÍZOS PARA OS LATICÍNIOS _____ 455**

**CAPÍTULO 43 ..... 467**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-43 ..... 467**
**ANÁLISE DE CARDÁPIOS DE UMA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO HOSPITALAR DO MUNICÍPIO DE TERESINA-PI_____ 467**

**CAPÍTULO 44 ..... 474**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-44 ..... 474**
**A EVOLUÇÃO DO *RECALL* DE ALIMENTOS, UM PANORAMA GLOBAL DAS AGÊNCIAS REGULADORAS E LEGISLAÇÕES: REVISÃO DE LITERATURA _____ 474**

**CAPÍTULO 45 ..... 488**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-45 ..... 488**
**CLASSIFICAÇÃO "NOVA" DE ALIMENTOS E A DUBIEDADE DO TERMO ULTRAPROCESSADOS: ANÁLISE DO GUIA ALIMENTAR PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA DE 2014 _____ 488**

**CAPÍTULO 46 ..... 500**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-46 ..... 500**
**AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM EM *BLENDS* DE HAMBÚRGUERES INDUSTRIALIZADOS _____ 500**

**CAPÍTULO 47 ..... 511**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-47 ..... 511**
**CARACTERIZAÇÃO MULTIFUNCIONAL DE BIOPOLÍMEROS PRODUZIDOS A PARTIR DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE**

**COCO BABAÇU E ALGINATO ENRIQUECIDOS COM BENTONITA PARA APLICAÇÃO EM EMBALAGENS _____ 511**

**CAPÍTULO 48 .....522**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-48 .....522**
**ESTUDO ESTATÍSTICO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE FILMES BIOPOLIMÉRICOS CONTENDO ÓLEO DE *Copaifera Langsdorffii* PARA APLICAÇÕES EM EMBALAGENS ALIMENTARES COM POTENCIAL BIOATIVO _____ 522**

**CAPÍTULO 49 .....534**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-49 .....534**
**ANÁLISE DA CONFORMIDADE DOS RÓTULOS DE BEBIDAS LÁCTEAS PROTEICAS UHT FRENTE À LEGISLAÇÃO VIGENTE _ 534**

**CAPÍTULO 50 .....541**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-50 .....541**
**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE BIOFILMES POLÍMERICOS DE ALGINATO ENRIQUECIDOS COM EXTRATO BRUTO DE *Euterpe edulis Martius* PARA PRODUÇÃO DE EMBAGENS ATIVA _____ 541**

**CAPÍTULO 51 .....554**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-51 .....554**
**EFEITOS FÍSICOS, QUÍMICOS E NUTRICIONAIS DECORRENTES DA APLICAÇÃO DA LUZ UV-C EM ALIMENTOS _____ 554**

**CAPÍTULO 52 .....565**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-52 .....565**
**LEVANTAMENTO DE REGISTROS DE IDENTIFICAÇÃO GEOGRÁFICA DE VINHOS NO BRASIL: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO A PARTIR DO BANCO DE DADOS DO INPI ____ 565**

**CAPÍTULO 53 .....574**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-53 .....574**
**CONTRIBUIÇÃO DA CERVEJA NA INGESTÃO DIÁRIA DAS MICOTOXINAS DESOXINIVALENOL, FUMONISINA FB1 E AFLATOXINAS TOTAIS DE CONSUMIDORES BRASILEIROS ____ 574**

**CAPÍTULO 54 ..... 588**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-54 ..... 588**
**ANÁLISE DA QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA EM LANCHONETES NA CIDADE DE PORTO-PI ..... 588**

**CAPÍTULO 55 ..... 599**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-55 ..... 599**
**CONFECÇÃO DE BIOFILMES À BASE DE MESOCARPO DE COCO BABAÇU E GELATINA ENRIQUECIDOS COM POLPA DE *Byrsonima Crassifolia (L.) Rich*: UM ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E ESTATÍSTICO ..... 599**

**CAPÍTULO 56 ..... 615**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-56 ..... 615**
**APRENDIZAGEM DE MÁQUINA NO ESTUDO DA ACEITAÇÃO SENSORIAL: UMA APLICAÇÃO AO CAFÉ ..... 615**

**CAPÍTULO 57 ..... 629**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-57 ..... 629**
**AVALIAÇÃO DAS EMOÇÕES GERADAS PELO CONSUMO DE ALIMENTOS EM CRIANÇAS, UTILIZANDO EMOJIS, PALAVRAS E UMA ABORDAGEM QUALITATIVA ..... 629**

**CAPÍTULO 58 ..... 642**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-58 ..... 642**
**AVALIAÇÃO SENSORIAL DE OVOS SUBMETIDOS A COBERTURA DE CASCA COM EXTRATO DE PRÓPOLIS ..... 642**

**CAPÍTULO 59 ..... 650**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-59 ..... 650**
**METANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE AFLATOXINA (M1) EM AMOSTRAS DE LEITES E DERIVADOS E SEUS EFEITOS PARA A SAÚDE HUMANA: REVISÃO DE LITERATURA ..... 650**

**CAPÍTULO 60 ..... 657**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-60 ..... 657**

**DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE SENSORIAL DE BISCOITO DE CHOCOLATE TIPO COOKIE ACRESCIDO COM FARINHA DA FOLHA DE VINAGREIRA (*Hibiscus Sabdariffa* L.) _____ 657**

**CAPÍTULO 61 ..... 664**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-61 ..... 664**
**TREINAMENTO DE EQUIPES PARA ANÁLISE SENSORIAL NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: REVISÃO DE LITERATURA_____ 664**

**CAPÍTULO 62 ..... 673**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-62 ..... 673**
**ANÁLISE, QUANTIFICAÇÃO E CONFORMIDADE DO TEOR DE SÓDIO EM PRODUTOS CÁRNEOS EMULSIONADOS _____ 673**

**CAPÍTULO 63 ..... 681**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-63 ..... 681**
**ÓLEOS ESSENCIAIS COMO AGENTES ANTIFÚNGICOS EM ALIMENTOS: REVISÃO DE LITERATURA_____ 681**

**CAPÍTULO 64 ..... 692**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-64 ..... 692**
**MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS *IN NATURA* OU MINIMAMENTE PROCESSADOS: UMA PERSPECTIVA ATUAL __ 692**

**CAPÍTULO 65 ..... 700**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-65 ..... 700**
**REVISÃO SISTEMÁTICA: BEBIDAS HIBRIDAS À BASE DE LEITE, POTENCIAL NUTRICIONAL E TECNOLÓGICO _____ 700**

**CAPÍTULO 66 ..... 709**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-66 ..... 709**
**PERFIL DA ESTRUTURA FÍSICA E FUNCIONAL DE UMA UAN HOSPITALAR EM TERESINA-PI _____ 709**

**CAPÍTULO 67 ..... 716**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-67 ..... 716**

**ANÁLISE SENSORIAL DE PREPARAÇÕES ELABORADAS COM REAPROVEITAMENTO DE ALIMENTOS ____ 716**

**CAPÍTULO 68 ..... 723**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-68 ..... 723**
**REVISÃO DE LITERATURA ____ 723**
**CONTROLE BIOLÓGICO: UMA ESTRATÉGIA SUSTENTÁVEL PARA GARANTIR SEGURANÇA ALIMENTAR E AMBIENTAL NA PRODUÇÃO DE AÇÚCAR ____ 723**

**CAPÍTULO 69 ..... 739**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-69 ..... 739**
**AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE A UTILIZAÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA ____ 739**

**CAPÍTULO 70 ..... 747**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-70 ..... 747**
**PERCEPÇÕES E PREFERÊNCIAS DO CONSUMIDOR: O USO DOS GRUPOS FOCAIS NO SEGMENTO DE ALIMENTOS ____ 747**

**CAPÍTULO 71 ..... 756**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-71 ..... 756**
**ELABORAÇÃO DE FORMULAÇÕES DE BISCOITO TIPO SEQUILHO ADICIONADO DE FARINHA DO RESÍDUO DE GOIABA ____ 756**

**CAPÍTULO 72 ..... 769**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-72 ..... 769**
**AVALIAÇÃO DA ACEITAÇÃO SENSORIAL DE BANANA CHIPS COM DIFERENTES TEORES DE SAL ____ 769**

**CAPÍTULO 73 ..... 776**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-73 ..... 776**
**EFEITO ANTIMICROBIANO DO REVESTIMENTO DE OVOS COM EXTRATO DE PRÓPOLIS SOB *Salmonella entérica* ____ 776**

**CAPÍTULO 74 ..... 784**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-74 ..... 784**
**CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE NUGGETS PRODUZIDOS COM CMS DE CARCAÇAS DE TILÁPIA COM MANDIOCA DURANTE O TESTE DE VIDA DE PRATELEIRA _____ 784**

**CAPÍTULO 75 ..... 792**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-75 ..... 792**
**QUANTIFICAÇÃO DE AERÓBIOS MESÓFILOS COMO INDICADORES DE HIGIENE EM CARNE MOÍDA COMERCIALIZADA EM AÇOUGUES DO DISTRITO FEDERAL _____ 792**

**CAPÍTULO 76 ..... 800**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-76 ..... 800**
**ELABORAÇÃO, AVALIAÇÃO SENSORIAL E TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA DE HAMBÚRGUER BOVINO *CLEAN LABEL*. _____ 800**

**CAPÍTULO 77 ..... 812**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-77 ..... 812**
**NOVOS MÉTODOS APLICADOS À ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO _____ 812**

**CAPÍTULO 78 ..... 828**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-78 ..... 828**
**EMBUTIDO DE PESCADO COM ADIÇÃO DE XILOGLUCANA: INOVAÇÕES NA ANÁLISE NÃO DESTRUTIVAS _____ 828**

**CAPÍTULO 79 ..... 841**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-79 ..... 841**
**DESENVOLVIMENTO E OTIMIZAÇÃO SENSORIAL DE BEBIDA FUNCIONAL À BASE DE AMÊNDOA DA CASTANHA DE CAJU ___ 841**

**CAPÍTULO 80 ..... 852**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-80 ..... 852**
**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE BEBIDA MISTA DE MARACUJÁ E PALMA FORRAGEIRA _____ 852**

**CAPÍTULO 81 ..... 859**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-81 ..... 859**
**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE BALAS MASTIGÁVEIS DE GUABIRABA (*CAMPOMANESIA AROMATICA)* COM DIFERENTES HIDROCOLOIDES _____ 859**

**CAPÍTULO 82 ..... 868**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-82 ..... 868**
**PROMOVENDO A ASSOCIAÇÃO ENTRE A CIÊNCIA DE ALIMENTOS E A GASTRONOMIA SOCIAL NO PROJETO SUPERAÇÃO NA COZINHA _____ 868**

**CAPÍTULO 83 ..... 878**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-83 ..... 878**
**DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DA CONSERVA DE POLPA DE PEQUI COM SALMOURA DE KOMBUCHA E CARACTERIZAÇÃO DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS POR CROMATOGRAFIA GASOSA _____ 878**

**CAPÍTULO 84 ..... 893**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-84 ..... 893**
**FORTIFICAÇÃO DE MASSA FRESCA COM ADIÇÃO DE FARINHA MISTA DE MANDACARU (*Cereus jamacaru*) E ORA-PRO-NÓBIS (*Pereskia aculeata*) _____ 893**

**CAPÍTULO 85 ..... 903**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-85 ..... 903**
**POTENCIAIS APLICAÇÕES DE ARROZ PIGMENTADO NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS _____ 903**

**CAPÍTULO 86 ..... 912**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-86 ..... 912**
**APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA DE ORGANOGEL EM GELADO COMESTÍVEL SABOR CHOCOLATE _____ 912**

**CAPÍTULO 87 ..... 926**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-87 ..... 926**

**DESENVOLVIMENTO E ACEITABILIDADE DE REQUEIJÃO CREMOSO COM ADIÇÃO DE CAJÁ E MARACUJÁ _____ 926**

**CAPÍTULO 88 .....935**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-88 .....935**
**PRODUÇÃO, PROPRIEDADES E APLICAÇÕES DE BIOPLÁSTICOS À BASE AMIDO E GELATINA COM GEL DE *ALOE VERA* _____ 935**

**CAPÍTULO 89 .....946**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-89 .....946**
**INOVAÇÃO EM PRODUTOS LÁCTEOS DIETÉTICOS E FUNCIONAIS: EFEITOS À SAÚDE, DESAFIOS E PERSPECTIVAS _____ 946**

**CAPÍTULO 90 .....960**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-90 .....960**
**PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS: ESTRATÉGIA DE DIVERSIFICAÇÃO DA SOCIOBIODIVERSIDADE COM A SOBERANIA ALIMENTAR _____ 960**

**CAPÍTULO 91 .....973**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-91 .....973**
**EXTRAÇÃO MEDIADA POR TECNOLOGIAS NÃO CONVENCIONAIS: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AQUECIMENTO ÔHMICO E ULTRASSOM DE ALTA INTENSIDADE _____ 973**

**CAPÍTULO 92 .....987**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-92 .....987**
**COMPOSIÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E FÍSICO-QUÍMICA DE GELEIA DE MANGA ENRIQUECIDA COM FARINHA DE LINHAÇA _____ 987**

**CAPÍTULO 93 .....997**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-93 .....997**
**SORO DE LEITE COMO MATERIAL DE PAREDE PARA MICROENCAPSULAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS: UMA REVISÃO _____ 997**

**CAPÍTULO 94 .....1011**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-94 ..... 1011**
**POTENCIAL NUTRICIONAL E ANTIOXIDANTE DE FRUTOS ENDÊMICOS E PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANCs) DA CAATINGA: UMA REVISÃO DA LITERATURA _____ 1011**

**CAPÍTULO 95 ..... 1022**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-95 ..... 1022**
**INFLUÊNCIA DO TAMANHO E APLICAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA MATURAÇÃO DA BANANA NANICA (*MUSA SPP.*) _____ 1022**

**CAPÍTULO 96 ..... 1035**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-96 ..... 1035**
**INFLUÊNCIA DE REVESTIMENTOS NATURAIS À BASE DE CARBOXIMETILCELULOSE DE SÓDIO NA VIDA ÚTIL DE OVOS 1035**

**CAPÍTULO 97 ..... 1050**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-97 ..... 1050**
**AVALIAÇÃO CENTESIMAL E DE COMPOSTOS FENÓLICOS DE *BLEND* DE FARINHAS DO BAGAÇO DE MALTE _____ 1050**

**CAPÍTULO 98 ..... 1057**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-98 ..... 1057**
**ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER BOVINO CLEAN LABEL COM SUBSTITUIÇÃO DE SAL DE CURA E GLUTAMATO MONOSSÓDICO POR SAL DE ERVAS _____ 1057**

**CAPÍTULO 99 ..... 1070**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-99 ..... 1070**
**ELABORAÇÃO E ANÁLISE BROMATOLÓGICA DE BOLOS PRODUZIDOS COM FARINHA DE CUPUAÇU (*THEOBROMA GRANDIFLORUM*) _____ 1070**

**CAPÍTULO 100 ..... 1076**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-100 ..... 1076**
**CONTAGEM DE CÉLULAS VIÁVEIS NO PROCESSO FERMENTATIVO DE KEFIR EM LEITE DE COCO ATRAVÉS DE DIFERENTES TRATAMENTOS DO INÓCULO _____ 1076**

**CAPÍTULO 101 ..... 1081**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-101 ..... 1081**
**APROVEITAMENTO DE COPRODUTOS DE LEGUMINOSAS NA PRODUÇÃO DE BISCOITOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA E ANÁLISE DE MERCADO _____ 1081**

**CAPÍTULO 102 ..... 1094**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-102 ..... 1094**
**DESENVOLVIMENTO DE ALIMENTOS PARA DIETA CETOGÊNICA: REVISÃO DE LITERATURA _____ 1094**

**CAPÍTULO 103 ..... 1101**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-103 ..... 1101**
**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BISCOITO COM RESIDUO DE MARACUJÁ *(PASSIFLORA EDULIS)* E COBERTURA DE GELEIA DE GUABIRABA (*CAMPOMANESIA AROMATICA)* _____ 1101**

**CAPÍTULO 104 ..... 1109**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-104 ..... 1109**
**KEFIR ARTESANAL: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA MATÉRIA-PRIMA E DO PRODUTO FINAL_____ 1109**

**CAPÍTULO 105 ..... 1122**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-105 ..... 1122**
**PROCESSAMENTO NÃO CONVENCIONAL DE POLPAS DE FRUTAS POR ULTRASSOM DE ALTA INTENSIDADE E SUA APLICAÇÃO EM PRODUTOS LÁCTEOS _____ 1122**

**CAPÍTULO 106 ..... 1134**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-106 ..... 1134**
**MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE PECTINAS: UMA REVISÃO _____ 1134**

**CAPÍTULO 107 ..... 1145**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-107 ..... 1145**

**ACOMPANHAMENTO DA FERMENTAÇÃO DE MELOMEL DE CAJÁ (*Spondias mombin* L.) _____ 1145**

**CAPÍTULO 108 ..... 1154**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-108 ..... 1154**
**TENDÊNCIAS DE PESQUISA E DESAFIOS ATUAIS NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO UTILIZANDO INSETOS _____ 1154**

**CAPÍTULO 109 ..... 1165**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-109 ..... 1165**
**INFLUÊNCIA DO TAMANHO E APLICAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA MATURAÇÃO DA BANANA NANICA (*MUSA SPP.*) _____ 1165**

**CAPÍTULO 110 ..... 1178**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-110 ..... 1178**
**IOGURTES FUNCIONAIS E SEUS BENEFÍCIOS À SAÚDE:UMA REVISÃO SISTEMÁTICA _____ 1178**

**CAPÍTULO 111 ..... 1188**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-111 ..... 1188**
**SORO DE LEITE COMO MATERIAL DE PAREDE PARA MICROENCAPSULAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS: UMA REVISÃO _____ 1188**

**CAPÍTULO 112 ..... 1201**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-112 ..... 1201**
**ADIÇÃO DE ACEROLA EM PÓ EM SORVETES DE ACEROLA: UMA AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA _____ 1201**

**CAPÍTULO 113 ..... 1209**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-113 ..... 1209**
**EXPECTATIVA DE CONSUMO DE BEBIDA VEGETAL FERMENTADA COM GRÃOS DE KEFIR _____ 1209**

**CAPÍTULO 114 ..... 1223**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-114 ..... 1223**
**DESENVOLVIMENTO E ACEITAÇÃO SENSORIAL DE LICOR DE CAJU ARTESANAL _____ 1223**

**CAPÍTULO 115 ..... 1230**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-115 ..... 1230**
**PRODUÇÃO DE IOGURTE ADICIONADO DE BATATA DOCE BIOFORTIFICADA*(Ipomoea batatas beauregard (*Lam.*)*: UMA ESTRATÉGIA DE ACEITAÇÃO SENSORIAL _____ 1230**

**CAPÍTULO 116 ..... 1243**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-116 ..... 1243**
**DESENVOLVIMENTO DE UM MACARRÃO INSTANTÂNEO ADICIONADO DE FARINHA DO ENDOCARPO DE BURITI (*Mauritia flexuosa*). _____ 1243**

**CAPÍTULO 117 ..... 1255**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-117 ..... 1255**
**DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS SENSORIAS E NUTRICIONAIS DO QUEIJO FRESCAL TRUFADO COM GOIABADA _____ 1255**

**CAPÍTULO 118 ..... 1268**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-118 ..... 1268**
**MELOMEL DE TAMARINDO: PARÂMETROS FERMENTATIVOS E FÍSICO-QUÍMICOS _____ 1268**

**CAPÍTULO 119 ..... 1279**

**DOI: 10.53934/AGRONFY-2025-01-119 ..... 1279**
**POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DA CARNAÚBA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA: REVISÃO DE LITERATURA_____ 1279**
**MERCÚRIO EM CAMARÕES DO LITORAL FLUMINENSE: AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONTAMINAÇÃO E IMPLICAÇÕES PARA O CONSUMO HUMANO _____ 1290**
**CARACTERIZAÇÃO PALINOLÓGICA DO PÓLEN APÍCOLA DA REGIAO DE ESPERANTINA - PI _____ 1291**

**ELABORAÇÃO E ACEITAÇÃO SENSORIAL DE BOLOS ENRIQUECIDOS COM A FARINHA DO "ARROZ DO BARRO" (*ORYZA SATIVA* L.) _____ 1292**
**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL DE FARINHA DA SEMENTE DE MURICI (BYRSONIMA CRASSIFÓLIA) E FOLHAS DE ORA-PRO-NÓBIS (PERESKIA ACULEATA) _____ 1293**
**CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE FARINHA DE COPRODUTO DE FEIJÃO CAUPI (*Vigna unguiculata*) _____ 1294**
**EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE ANTOCIANINAS DOS FRUTOS DA CARNAÚBA (*Copernicia prunifera*) _____ 1295**
**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO- QUÍMICA DE HAMBÚRGUER CRU E ASSADO ADICIONADO DE PROBIÓTICO 1296**
**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA FARINHA DA CASCA DO FRUTO DO BACURIZEIRO (*PLATONIA INSIGNS MART.*) _____ 1297**
**COMPOSTOS FENÓLICOS E FLAVONÓIDES TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna Unguiculata*) BIOFORTIFICADOS COM ZINCO _____ 1298**
**OBTENÇÃO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FARINHA DE SEMENTE DE MAMÃO FORMOSA (*Carica Papaya L.*)_____ 1300**
**AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DA ÁGUA DE COCO RECONSTITUÍDA _____ 1301**
**AÇÃO DA TECNOLOGIA DE PLASMA A FRIO EM AMIDO DE MILHO _____ 1302**
**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL E NUTRICIONAL DE *SNACKS* ELABORADOS A PARTIR DA FARINHA INTEGRAL DE FEIJÃO-MUNGO VERDE (*VIGNA RADIATA* (L.) R. WILCZEK). _____ 1303**
**COMPOSTOS BIOATIVOS, MINERAIS E FIBRAS ALIMENTARES EM BISCOITO TIPO SEQUILHO SEM GLÚTEN ADICIONADO DA FARINHA DE CHICHÁ (*STERCULIA STRIATA*) E COCO DESIDRATADO (*COCOS NUCIFERA*) ORGÂNICOS _____ 1305**
**O USO DO *NEAR-INFRARED SPECTROSCOPY* NA AVALIAÇÃO DE VITAMINA C EM TOMATES_____ 1306**
**EMBALAGEM INTELIGENTE ADICIONADA DE EXTRATO DE BETERRABA PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DO FILÉ DE ATUM _____ 1307**
**ANÁLISE DO POTENCIAL TECNOLÓGICO DO CAMAPU (*PHYSALIS ANGULATA L.)* COLHIDOS NA CIDADE DE SOBRAL. _____ 1308**
**DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DA CASCA DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*) OBTIDOS POR DIFERENTES TÉCNICAS E SOLVENTE EXTRATOR _____ 1309**
**ANÁLISE DO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E NUTRICIONAIS DO ÓLEO DE CASTANHA-DO-PARÁ _____ 1310**

**CARACTERIZAÇÃO *IN VITRO* DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DA CASCA DA SERIGUELA (*Spondias purpurea*) _____ 1311**
**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE POLPAS DE UMBU __ 1312**
**EFEITO DO TEMPO DE SONICAÇÃO NA EXTRAÇÃO DE PECTINA DAS CASCA DE MARACUJÁ_____ 1313**
**AVALIAÇÃO DA PÓS-COLHEITA DE MAÇÃS FUJI (*Malus x domestica)* QUANDO TRATADAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS_____ 1314**
**ESTUDO COMPARATIVO DA CAPACIDADE DE EXPANSÃO DE MILHO DE PIPOCA DE DIFERENTES MARCAS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE GARANHUNS-PE _____ 1315**
**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO CAMARÃO SECO COMERCIALIZADO EM UMA FEIRA LIVRE DE SALVADOR BAHIA, BRASIL. _____ 1316**
**AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS EM COUVE EM PÓ OBTIDA A PARTIR DE FOLHAS SUBMETIDAS A AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E TRATAMENTO COM HIPOCLORITO DE SÓDIO _____ 1317**
**SORBET MISTO DE FRUTO DA PALMA (*Opuntia fícus-indica*) E __ 1318**
**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS GRÃOS DE NÍGER (*Guizotia abyssinica*) _____ 1319**
**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE, COMPOSTOS BIOATIVOS E COMPOSIÇÃO PROXIMAL DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC's)_____ 1320**
**AVALIAÇÃO DO TEMPO D E EFICIÊNCIA ANTIMICROBIANA DOS FILMES BIODEGRADÁVEIS À BASE DE AMIDO DE INHAME COM ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA CÁSSIA_____ 1321**
**CRESCIMENTO DE BACTÉRIAS POTENCIALMENTE PROBIÓTICAS EM EXTRATO DE ERVILHA (*Pisum sativum*)_____ 1322**
**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOPOLÍMEROS DE ALGINATO E MESOCARPO DE BABAÇU CONTENDO *Curcuma longa L.* _____ 1323**
**IMPORTÂNCIA DA PRÁTICA DE BRANQUEAMENTO ANTES DO CONGELAMENTO PARA A PRESERVAÇÃO DA VIDA ÚTIL DE VEGETAIS _____ 1324**
**CARACTERIZAÇÃO DE MICROCÁPSULAS DE ÓLEO DE PEQUI (*Caryocar brasiliense*) INCORPORADAS DE ÁCIDO TÂNICO _____ 1325**
**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE ÓLEO DE BOCAIUVA MICROENCAPSULADO POR SPRAY DRYING _____ 1326**
**AVALIAÇÃO DO GRAU DE ESTERIFICAÇÃO DE PECTINAS DE PEQUI _____ 1327**
**REVESTIMENTO BIODEGRADÁVEL DE AMIDO MODIFICADO DE MANDIOCA E ÓLEO ESSENCIAL DE ERVA-DOCE (*Foeniculum vulgare*) COM APLICAÇÃO NA PÓS-COLHEITA EM MAMÃO _____ 1328**

**EFEITOS DA LEGUMINOSA *Parkia Biglobosa* – (Jacq.) R. Br. ex G Don) SOBRE PARÂMETROS LIPÍDICOS, HORMONAIS E INFLAMATÓRIO DE RATOS *WISTAR* OBESOS_____ 1329**
**IMPACTO DO CONSUMO DA LEGUMINOSA *Parkia Biglobosa* SOBRE O PESO, CONSUMO ALIMENTAR E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE RATOS OBESOS _____ 1330**
**ANÁLISE COMPARATIVA DE ATIVIDADES BIOLÓGICAS DA CELULOSE BACTERIANA SCOBY COM E SEM PURIFICAÇÃO _ 1332**
**CONSUMO DE CARBOIDRATOS DURANTE PROVA DE *MOUNTAIN BIKE*_____ 1333**
**SUCO DE TAMARINDO FERMENTADO PRÓBIOTICO: VIABILIDADE CELULAR E FITOQUÍMICOS_____ 1334**
**EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DA FARINHA DE SEMENTE DE MANGABA FERMENTADA POR Aspergillus terréus 1335**
**ANÁLISE DOS EFEITOS DE DIFERENTES TEMPERATURAS NAS CURVAS DE SECAGEM DA TORTA DE *Salvia hispanica* E AJUSTES DE MODELOS MATEMÁTICOS NA OTIMIZAÇÃO DE ALIMENTOS 1336**
**MAPEAMENTO DE ANTIMICROBIANOS PRESENTES EM MEL _ 1337**
**MODELAGEM MATEMÁTICA DO ASSAMENTO DE PEITO DE FRANGO COM GEOMETRIA REALISTA OBTIDA POR FOTOGRAMETRIA _____ 1338**
**ESTUDO COMPARATIVO DE PROCESSOS DE SECAGEM DE BANANA POR DIFERENTES MÉTODOS: SECADOR CONVENCIONAL E MICRO-ONDAS_____ 1339**
**AVALIAÇÃO DA SECAGEM DA POLPA DE JENIPAPO (*Genipa americana* L.) EM MICRO-ONDAS_____ 1340**
**MÉTODO KANBAN NA VALIDAÇÃO E CONTROLE DE PRODUTOS DO ESTOQUE DE ALIMENTOS EM UMA MATERNIDADE DE REFERÊNCIA NO MUNICÍPIO DE TERESINA-PI _____ 1341**
**ANÁLISE DO DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS EM UMA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO LOCALIZADA EM UMA MATERNIDADE DE REFERÊNCIA NO MUNICÍPIO DE TERESINA-PI _____ 1342**
**AVALIAÇÃO DOS EGRESSOS APÓS A CONCLUSÃO DO CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS UFV- *Campus* RIO PARANAÍBA _____ 1343**
**DIÓXIDO DE SILÍCIO EM EMBALAGENS ALIMENTÍCIAS: ESTUDO DA DIGESTÃO GASTROINTESTINAL E BIOACESSIBILIDADE POTENCIAL _____ 1344**
**GRAU DE PROCESSAMENTO DOS ALIMENTOS CONSUMIDOS POR MULHERES COM DOENÇA DE CROHN _____ 1345**
**LISTA DE VERIFICAÇÃO E SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE COMO FERRAMENTAS DE MELHORIA EM UMA INDÚSTRIA DE SALGADOS LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO _____ 1346**

**PESQUISA DE MERCADO E PERFIL DO CONSUMIDOR DE BEBIDA LÁCTEA ZERO LACTOSE _____ 1347**
**ANÁLISE DE RÓTULOS DE CAMARÕES COMERCIALIZADOS EM SUPERMERCADOS _____ 1348**
**AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO DOS MANIPULADORES DE PIZZAS SOBRE AS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CODÓ/MA _____ 1349**
**GESTÃO EFICIENTE DE SOBRAS EM *SELF-SERVICE* _____ 1350**
**DIAGNÓSTICO DA ROTULAGEM DE DIFERENTES MARCAS DO PÃO DE FORMA INTEGRAL _____ 1351**
**VERIFICAÇÃO DOS TEORES DE CREATINA E CAFEÍNA EM SUPLEMENTOS PARA ATLETAS POR MEIO DA ROTULAGEM _ 1352**
**MEDIDAS E PROTOCOLOS PARA A SEGURANÇA SANITÁRIA, DURANTE A COVID-19: ESTUDO EM RESTAURANTES COMERCIAIS, EM SALVADOR-BA _____ 1353**
**CARNE DE SOL: TRADIÇÃO E SISTEMA PRODUTIVO EM ITORORÓ, BAHIA _____ 1355**
**DESENVOLVIMENTO DE BIOCOMPÓSITOS AVANÇADOS COM ADIÇÃO DE POLIACRILONITRILA PARA MELHORAR A PERFORMANCE DE EMBALAGENS ALIMENTARES _____ 1356**
**PADRÕES DE HIGIENE E INFORMAÇÃO SOBRE ALÉRGENOS NOS RÓTULOS DE ALIMENTOS: PROTEÇÃO AOS DIREITOS DO CONSUMIDOR NO BRASIL _____ 1357**
**EFEITO DA POLIACRILONITRILA E VERMICULITA NAS PROPRIEDADES DE BIOCOMPÓSITOS FORMULADOS COM ALGINATO E AMIDO DO MESOCARPO DE COCO BABAÇU ____ 1358**
**ESTUDO DAS PROPRIEDADES DE BIOCOMPÓSITOS FORMULADOS COM ALGINATO E AMIDO DO MESOCARPO DE COCO BABAÇU INCORPORANDO MATRIZES DE REFORÇO_____ 1359**
**ANÁLISE DAS BOAS PRÁTICAS EM RESTAURANTES DE PRAÇA DE ALIMENTAÇÃO EM SHOPPING _____ 1360**
**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DE INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO EM TERESINA-PI_____ 1361**
**COMIDA DE RUA: AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS NA MANIPULAÇÃO DE ALIMENTOS_____ 1362**
**AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DOS RÓTULOS DE PESCADOS COMERCIALIZADOS EM COELHO NETO - MARANHÃO _____ 1363**
**DESENVOLVIMENTO DE REVESTIMENTOS BIOPOLIMÉRICOS À BASE DE AMIDO DO MESOCARPO DE COCO BABAÇU E FIBRAS DE ALGODÃO PARA PRODUÇÃO DE BIOEMBALAGENS _____ 1364**
**MAPEAMENTO DE REGISTROS DE IDENTIFICAÇÕES GEOGRÁFICAS DE QUEIJOS NO BRASIL _____ 1365**
**ROTULAGEM NUTRICIONAL DE FARINHA DE MILHO DO TIPO FLOCADO COMERCIALIZADO E PRODUZIDO EM TERESINA - PI _____ 1366**

**ANÁLISE DA QUANTIDADE DE PROTEÍNA INFORMADA EM RÓTULOS DE SUPLEMENTOS DE *WHEY PROTEIN* E A CONFORMIDADE COM A LEGISLAÇÃO VIGENTE _____ 1368**
**AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE REGULATÓRIA DA ROTULAGEM DE PRODUTOS ZERO LACTOSE EM SUPERMERCADOS DE TERESINA – PI _____ 1369**
**ANÁLISE DA PRESENÇA DE ADITIVOS EM ÁGUAS DE COCO COMERCIALIZADAS EM TERESINA-PI _____ 1370**
**ANÁLISE DA ROTULAGEM DE BARRAS DE CEREAIS COMERCIALIZADOS EM TERESINA- PIAUÍ_____ 1371**
**IMPACTO DA LEGISLAÇÃO ALIMENTAR NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS _____ 1372**
**ANÁLISE DE ROTULAGEM DE SARDINHAS (*Sardinella brasiliensis*) ENLATADAS _____ 1373**
**OBTENÇÃO DE FARINHA UTILIZANDO A CASCA DA BANANA 1374**
**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHA DO SUBPRODUTO DO UMBU-CAJÁ (*Spondias* spp.) _____ 1375**
**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE MELÃO MINIMAMENTE PROCESSADO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE QUITOSANA _____ 1376**
**RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA DE CEPAS DE *Escherichia coli* ISOLADAS DE LEITE BOVINO PRODUZIDO NO ESTADO DO MARANHÃO _____ 1377**
**INTRODUÇÃO DO PESCADO NA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR DURANTE A PRIMEIRA INFÂNCIA _____ 1378**
**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE ERVA-DOCE NA ATIVIDADE ANTIFÚNGICA FRENTE AO *COLLETOTRICHUM* SP. _____ 1379**
**APLICAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Zingiber officinale* COMO CONSERVANTE NATURAL NA PRODUÇÃO DE LINGUIÇA TOSCANA _____ 1380**
**INFLUÊNCIA DO TEMPO, TEMPERATURA E PH NO RENDIMENTO DE EXTRAÇÃO DE PECTINAS OBTIDAS PELO MESOCARPO DE PEQUI _____ 1381**
**SORBET MISTO DE FRUTO DA PALMA (*Opuntia fícus-indica*) E __ 1382**
**PERFIL MICROBIOLÓGICO DE EMBUTIDO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA INCORPORADO DE HEMICELULOSE NATURAL _____ 1383**
**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO FRUTO TOMATE PERA AMARELA EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO _____ 1384**
**ANÁLISE SENSORIAL DE UM GELADO COMESTÍVEL DO TIPO DINDIN PREPARADO COM KOMBUCHA E MANGA (*Mangifera indica* L.). _____ 1385**
**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS POLIMÉRICOS A BASE DE AMIDO DE MILHO COM ADIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL**

**DE LIMÃO NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATE CEREJA _____ 1386**
**ROTULAGEM GERAL E NUTRICIONAL DE QUEIJO MUÇARELA FRACIONADO EM ESTABELECIMENTOS DE GOIÂNIA, GOIÁS_ 1387**
**MERCÚRIO TOTAL EM MEXILHÕES *Perna perna* E *Mytilus chilensis* DISPONÍVEIS PARA COMERCIALIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE NITERÓI-RJ_____ 1388**
**DETERMINAÇÃO DA COR DE UMA BEBIDA MISTA EM PÓ ELABORADA COM LIMÃO, CENOURA, GENGIBRE ENRIQUECIDA COM *SPIRULINA* SPP _____ 1389**
**AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR *Escherichia coli* EM QUEIJOS PRODUZIDOS DE FORMA ARTESANAL E COMERCIALIZADOS NAS FÉRIAS LIVRES DO MUNICÍPIO DE AÇAILÂNDIA/MA _____ 1390**
**AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM AMBIENTAL DE EMBALAGENS PLÁSTICAS DE FARINHA DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) COMERCIALIZADA NAS PRINCIPAIS REDES DE SUPERMERCADOS DE SÃO LUÍS- MA _____ 1391**
**PESQUISA DE MERCADO: O HIDROMEL NA PARAÍBA _____ 1392**
**ANÁLISE SENSORIAL DE OVOS REVESTIDOS COM FÉCULA DE MANDIOCA E ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO_____ 1393**
**PERFIL DE PH EM FÓRMULAS INFANTIS: UM ESTUDO COMPARATIVO _____ 1394**
**EFEITO DO REVESTIMENTO DA CASCA DO OVO COM ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO SOB A CONTAMINAÇÃO POR Salmonella _____ 1395**
**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE ALMÔNDEGAS COMERCIALIZADAS EM ESTABELECIMENTOS VAREJISTAS DO MUNICIPIO DE FRUTAL, MINAS GERAIS _____ 1396**
**AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BEBIDA COMPOSTA ELABORADA COM USO COMBINADO DE CIRIGUELA E SORO DE LEITE ____ 1397**
**COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E ACEITAÇÃO DE BOLO ELABORADO COM BATATA BEAUREGARD BIOFORTIFICADA COM CAROTENOIDES._____ 1398**
**QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO MEL DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*APIS MELLIFERA*) DO TERRITÓRIO VALE DO CANINDÉ/PI _____ 1399**
**QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA CARNE DE SURURU RESFRIADA COMERCIALIZADA EM SÃO LUÍS-MA _____ 1400**
**ANÁLISE SENSORIAL DE EXTRATO DE QUIRERA DE ARROZ SABORIZADO COM POLPAS DE FRUTAS _____ 1401**
**BEBIDA LÁCTEA ENRIQUECIDA COM FARINHA DE SEMENTE DE JACA (*Artocarpus heterophyllus*): CARACTERIZAÇÃO E ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS _____ 1402**
**PROCESSAMENTO DE LEITE POR LUZ UV-C: IMPACTOS NA INATIVAÇÃO MICROBIANA _____ 1403**

**PROTÓTIPO DE CANUDO BIODEGRADÁVEL À BASE DE AMIDO, GELATINA E GEL DE *ALOE VERA* _____ 1404**
**ESTABILIDADE DE ANÁLOGO DE QUIBE À BASE DE FIBRA DE CAJU, LENTILHA E MACROALGA (*KAPPAPHYCUS ALVAREZII*): CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL _____ 1405**
**CARBONATAÇÃO DA ÁGUA DE COCO (*Cocus nucifera*) ENRIQUECIDA COM MICROCÁPSULAS DE POLPA DE COCO OBTIDAS PELO PROCESSO DE GELIFICAÇÃO IÔNICA _____ 1406**
**AVALIAÇÃO DA CINÉTICA DE SECAGEM DA FRUTA - PÃO SUBMETIDA A PRÉ-TRATAMENTO POR ULTRASSOM PARA SECAGEM CONVECTIVA _____ 1408**
**FILME COMESTÍVEL A PARTIR DE MUCILAGEM DE LINHAÇA MARROM E ALGA VERMELHA _____ 1409**
**ANÁLISE QUALITATIVA DA PRESENÇA DE FITOQUÍMICOS EM EXTRATOS DA FOLHA DA *PASSIFLORA EDULIS VAR. FLAVICARPA* ORIGINÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE_____ 1410**
**APLICAÇÃO DE UM REVESTIMENTO POLIMÉRICO EM TOMATE CEREJA (*Solanum lycopersicum var.*) PRODUZIDO COM FARINHA DE MESOCARPO DE COCO BABAÇU E ÓLEO ESSENCIAL DE LIMÃO TAITI (*Citrus latifólia Tanaka*) E A SUA INFLUÊNCIA NA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA _____ 1411**
**DESENVOLVIMENTO DE UMA BEBIDA FERMENTADA VEGETAL PROBIÓTICA UTILIZANDO KEFIR _____ 1412**
**ANÁLISE SENSORIAL DE SOBREMESAS FUNCIONAIS PARA O SUPORTE NUTRICIONAL DE PACIENTES COM DIABETES MELLITUS 2 _____ 1414**
**CINÉTICA FERMENTATIVA NA PRODUÇÃO DE MELOMEL GASEIFICADO DE SERIGUELA (*Spondias purpúrea* L.)_____ 1416**
**PRÓPOLIS VERDE COMO SUPLEMENTO PARA A PRODUÇÃO DE HIDROMEL _____ 1417**
**ELABORAÇÃO DE PICLES DE MANGA VERDE EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO ACÉTICO_____ 1418**
**ELABORAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE LINGUIÇA À BASE DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE CARCAÇAS DE TILÁPIA _____ 1419**
**OBTENÇÃO DE CORANTE AZUL NATURAL DE JENIPAPO PARA UTILIZAÇÃO COMO INSUMO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS_ 1420**
**GELEIA FUNCIONAL UTILIZANDO A CASCA DA GOIABA (*Psidium guajava L.*) E SEMENTES DE CHIA (*Salvia hispanica L.*): ANÁLISE DA PERCEPÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA DO CONSUMIDOR _____ 1421**
**ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE DE OPÇÕES VEGANAS E VEGETARIANAS EM RESTAURANTES DE PRAÇA DE ALIMENTAÇÃO _____ 1422**

**COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE BISCOITO INTEGRAL ELABORADO COM AMÊNDOAS DO CERRADO _____ 1423**
**ELABORAÇÃO DE GELEIA DE MANGA ESPADA _____ 1424**
**ESTABILIDADE DE BEBIDA COMPOSTA DE CIRIGUELA (*Spondias Purpurea*) E SORO DE LEITE _____ 1425**
**ELABORAÇÃO DE LINGUIÇA DE TRUTA DEFUMADA COM PINHÃO _____ 1426**
**ANÁLOGO A QUEIJO À BASE DE AMÊNDOAS DE CASTANHA DE CAJU E FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS: APELO FUNCIONAL? ___ 1427**
**FORMULAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE DOCES CREMOSOS A BASE DE GUABIROBA (*CAMPOMANESIA XANTHOCARPA* CAMBESS. O. BERG) ADICIONADOS COM FARINHA DE SEMENTES DE ARAUCÁRIA (*ARAUCÁRIA ANGUSTIFÓLIA* BERTOL) _____ 1428**
**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS EM MAÇÃS FUJI (*Malus x domestica)*. _____ 1429**
**ESTABILIDADE DE BEBIDA LÁCTEA COM ADIÇÃO DE FARINHA DE SEMENTE DE JACA (*Artocarpus heterophyllus*)_____ 1431**
**INFLUÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO DE AMIDO DE MILHO POR COPRODUTOS DE MARACUJÁ NA ANÁLISE SENSORIAL E COR INSTRUMENTAL DE BEBIDA LÁCTEA SABOR CHOCOLATE___ 1432**
**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DOS ADJUVANTES DE SECAGEM NA VIDA DE PRATELEIRA DE PÓS LIOFILIZADOS DE KOMBUCHA: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE ÁGUA E UMIDADE _____ 1433**
**ELABORAÇÃO DE BISCOITO TIPO AMANTEIGADO ENRIQUECIDO COM FARINHA DO MESOCARPO DE BABAÇU (*ORBIGNYA sp*.) COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL _____ 1434**
**FERMENTADO ALCOÓLICO DE BUTIÁ_____ 1435**
**DESENVOLVIMENTO DE DESIDRATADOR ELÉTRICO DE BAIXO CUSTO PARA ALIMENTOS_____ 1436**
**AVALIAÇÃO DE POLPAS DE FRUTAS PRODUZIDAS EM UMA AGROINDÚSTRIA NO INTERIOR DO MARANHÃO_____ 1437**



# Conbraca

Fortaleza

## Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos

# ANÁLISE DE ALIMENTOS

### III CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

**Use Ctrl+F para pesquisar e acessar os trabalhos apresentados no evento!**

**Capítulo 01**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-01**

# PERFIL FISICO-QUÍMICO, QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DE POLEN APICOLA PRODUZIDO NO NORTE DO ESTADO DO PIAUÍ

**Afra Maria do Carmo Bandeira do Nascimento*; Mariana de Morais Sousa; Luanne Morais Vieira Galvão; Romério Alves Carvalho da Silva; Silvia Maria de Freitas; Francisco de Assis Ribeiro dos Santos; Maria do Carmo Passos Rodrigues**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: afra.nascimento@ifpi.edu.br*

**Resumo**
O pólen apícola é o produto da aglutinação do pólen de flores com a saliva de abelhas operárias. Sua composição varia conforme a origem botânica tanto entre regiões distintas como na mesma região. Objetivou-se estabelecer o perfil físico-químico, microbiológico e atividade antioxidante do pólen apícola produzido e comercializado na região norte do estado do Piauí. Foram analisados os parâmetros de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, pH; quantificação de fenólicos totais e atividade antioxidante pelas metodologias de DPPH e ABTS; bem como testes microbiológicos no pólen. As análises físico-químicas e microbiológicas foram satisfatórias, com resultados dentro dos limites estabelecidos, exceto para umidade, porém o valor de atividade de água foi baixo o suficiente para prevenir alterações no produto. O conteúdo de fenólicos se assemelhou aos de outras pesquisas e a atividade antioxidante foi abaixo do que a literatura comparativa. Com os resultados, percebe-se que o pólen apícola produzido e comercializado por esta unidade é de boa qualidade e apto para ser utilizado como produto alimentício ou como matéria-prima.

**Palavras-chave:** bioativos; controle de qualidade; produto apícola

## INTRODUÇÃO

O pólen apícola é o resultado da aglutinação do pólen das flores, realizada por abelhas operárias, envolvendo néctar e suas substâncias salivares, o qual é recolhido na entrada da colmeia (1). Vários estudos versam sobre a sua caracterização físico-química, porém poucas pesquisas têm sido feitas para o desenvolvimento de produtos para alimentação humana.

Vincenzi (2) elencou como benefícios conferidos pelo pólen apícola: seu efeito de estimulante biológico de diferentes funções orgânicas; ação revitalizante, estimulador de apetite e da capacidade intelectual; que favorece o aumento da taxa de hemoglobina, atuando de forma benéfica em casos de anemia, particularmente em crianças, pela presença de ferro e vitamina B6; favorece a recuperação de pessoas que passaram por algum procedimento médico, tal como cirurgia; e apresenta capacidade de retardar o envelhecimento.

Além disso, o pólen apícola apresenta composição química de 10% a 40% de proteínas, 13% a 55% de carboidratos, 1% a 13% de lipídios, 0,3% a 20% de fibra bruta

e 2% a 6% de cinzas. As proteínas são de alto valor biológico, pois possuem todos os aminoácidos essenciais. Possui também diversos elementos minerais de importância, como o potássio, cálcio, magnésio, ferro, manganês, zinco, fosforo e vitaminas como b-caroteno, vitaminas C, D, E, vitaminas do complexo B e ácido fólico (3,4,5,6,7).

Somada a essa rica composição bromatológica, o trabalho de Rocha (8) traz uma compilação dos principais compostos fenólicos presentes no pólen apícola, apontando flavonoides glicosilados e ácidos hidroxicinâmicos. LeBlanc *et al*. (9) identificou os seguintes compostos fenólicos no pólen apícola dos Estados Unidos: ácidos *p*-hidroxibenzóico, *p*-cumárico, vanílico, gálico e ferúlico

Observa-se que a utilização do pólen apícola como ingrediente para a elaboração de produtos alimentícios representa um grande potencial industrial devido às inúmeras propriedades já notificadas em estudos: presença de compostos antioxidantes, proteínas com significativo valor biológico, aporte considerável de carboidratos, minerais, vitaminas e baixo teor lipídico, ou seja, um elemento que apresenta características aplicáveis tanto por ser fornecedor de energia como de proteínas.

Desta forma, no presente trabalho, objetivou-se estabelecer o perfil físico-químico e microbiológico do pólen apícola produzido e comercializado pelo Assentamento Vassouras no norte do estado do Piauí.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Obtenção das matérias primas

O pólen apícola foi obtido no período de fevereiro a abril de 2014, no assentamento Vassouras, zona rural da cidade de Esperantina, situado nas coordenadas 03º 54' 06" S 42º 14' 01" O, na forma desidratada e acondicionado em embalagens de polietileno a vácuo, sendo mantido ao abrigo da luz até o momento das análises e do processamento. O período escolhido foi o de maior produtividade da unidade produtora.

### Caracterização físico-química e química do pólen apícola

Os parâmetros avaliados foram umidade, resíduo fixo mineral (cinzas), proteína total, extrato etéreo (lipídios), carboidratos totais, atividade de água e pH. Para determinação da umidade e cinzas, utilizou-se o método gravimétrico descrito pelo Instituto Adolf Lutz (10). A determinação de elementos minerais foi realizada por laboratório terceirizado, utilizando as metodologias descritas para análise foliar, com abertura nitroperclórica e determinação em ICP. A atividade de água foi determinada com medidor de atividade de água Dew Point (AquaLab), segundo metodologia do IAL (11).

A análise de proteína seguiu a metodologia descrita pela IAL (10), com a utilização da técnica de Micro-Kjeldhal. A fração lipídica foi determinada pelo método Bligh-Dyer, extração a frio que utiliza a mistura de clorofórmio:metanol:água, conforme metodologia descrita por Min e Ellefson (12). Os açúcares totais foram determinados pelo método de Lane e Eynon, de acordo com o descrito por Almeida-Muradian, Arruda e Barreto (13). O pH foi determinado por leitura direta do sobrenadante em potenciômetro da marca Jenway.

### Compostos bioativos do pólen apícola

*Preparação dos extratos*

Produziu-se extratos aquoso e etanólico (95%) do pólen apícola, segundo metodologia proposta por Sousa, Vieira e Lima (14), conforme se observa na Figura 01.

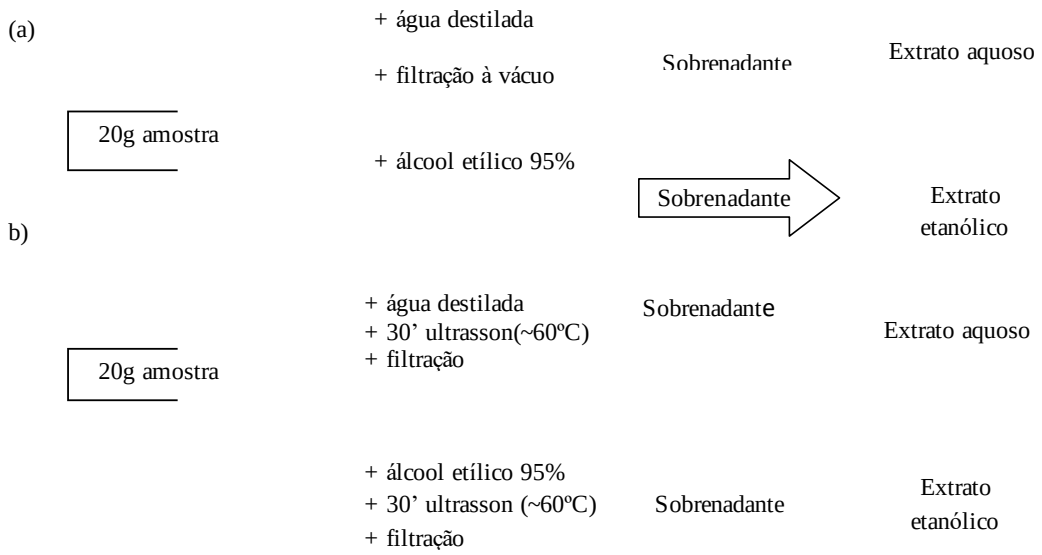



Figura 01 – Obtenção dos extratos aquoso e etanólico pelos dois sistemas: (a) direto e (b)
**Fonte:** Adaptado de Sousa, Vieira e Lima (2011).

*Quantificação dos compostos fenólicos*

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteau, utilizando ácido gálico como padrão de referência (15, 16). O conteúdo de fenólicos totais obtidos em pólen apícola foram expressos em mg de ácido gálico.$g^{-1}$ pólen.

*Avaliação da atividade antioxidante "in vitro": método de sequestro do radical DPPH•*

Foram preparadas 3 diluições de concentrações diferentes de cada extrato para avaliação da atividade antioxidante pelo método de captura do radical livre DPPH•, descrita por Brand-Wyllians, Cuvelier e Berset (17), adaptada por Vieira *et al*. (18). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 517 nm, após 30 minutos do início da reação. Todas as determinações foram realizadas em triplicata e acompanhadas de um controle (álcool etílico + solução etanólica de DPPH•). O decréscimo na absorbância das amostras e dos padrões foi medido e a capacidade de sequestrar radicais livres foi calculada com base na diminuição da absorbância observada.

*Método de sequestro do radical livre $ABTS^{\bullet+}$*

O método de captura do radical $ABTS^{\bullet+}$ utilizado foi o descrito por (19), adaptado por (14). Inicialmente formou-se o radical $ABTS^{\bullet+}$, a partir da reação de 7 mmol de ABTS com 2,45 mmol de persulfato de potássio, os quais foram incubados à temperatura ambiente, na ausência de luz, por 14 horas. Transcorrido esse tempo, a solução foi diluída em etanol até obter-se uma solução com absorbância de 0,700 ± 0,01 a 734 nm. Foram adicionados 40 µL dos extratos, diluídos em etanol, a 1960 µL do radical, determinando-se a absorbância em espectrofotômetro a 734 nm, após 30 minutos do início da reação. A queda na leitura da densidade ótica das amostras foi correlacionada com o controle (etanol + radical $ABTS^{\bullet+}$), estabelecendo-se a porcentagem de descoloração do radical $ABTS^{\bullet+}$.

**Avaliação microbiológica das matérias primas**

Realizou-se pesquisa de *Bacillus cereus*, *Salmonella sp.*, *coliformes totais e termotolerantes*, por serem microrganismos a serem averiguados em barras de cereais e similares, conforme RDC n 12 (1). Além de *Staphylococcus aureus* e bolores e leveduras, que são microrganismos de relevância para atestar a qualidade da matéria-prima. Todas as determinações seguiram metodologia da APHA (20).

**Análise estatística**

Os resultados obtidos foram analisados por ANOVA e pelo teste de Tukey a um nível de 5% de significância ($p<0,05$), utilizando-se o programa ASSISTAT versão 7.7 beta. Foram obtidos os valores médios e seus respectivos desvios-padrão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Análises Físico-Químicas e Químicas do Pólen Apícola**

Os parâmetros físico-químicos do pólen apícola encontram-se na Tabela 01, comparado aos valores-padrão fixados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA):

Tabela 01: Composição bromatológica e mineralógica do pólen desidratado

| Parâmetros | Média/dp | Padrão IN 63 | Minerais | mg/Kg | Campos *et al.*, 2008 mg/kg | Morgano *et al.*, 2012 mg/kg |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Umidade (%)** | 8,35±0,002 | Max. 4% | **P** | 12400 | 800-6000 | -- |
| **Cinzas (%)** | 3,77±0,02 | Max. 4% | **K** | 7000 | 4000-20000 | 6520±90 |
| **Proteínas totais (%)** | 22,11±0,15 | Mín. 8% | **Ca** | 3500 | 200-3000 | 838±20 |
| **Lipídeos (%)** | 6,64±0,2 | Mín. 1,8% | **Mg** | 500 | 200-3000 | 1085±23 |
| **Açúcares totais (%)** | 19,49±2,87 | 14,5% a 55% | **Zn** | 117 | 30-250 | 1424±46 |
| **pH** | 4,91±0,005 | 4 a 6 | **Fe** | 117 | 11-170 | 205,8±6,8 |
| **Atividade de água** | 0,175±0,002 | | **Na** | 44,7 | | 3297±530 |

Pelos resultados obtidos, percebe-se que todos os valores da composição bromatológica encontraram-se dentro do exigido pela legislação, exceto o teor de umidade que atingiu faixa superior ao máximo permitido. Esta remanescência pode, a longo prazo, promover depreciação na qualidade do pólen apícola, afetando sua estabilidade química, sendo meio para as enzimas presentes neste tipo de produto.

Além disso, essa umidade residual poderia ocasionar o crescimento de microrganismos deteriorantes e/ou patogênicos, entretanto esta situação pode ser contornada pela baixa atividade de água, pois a faixa registrada na amostra é bastante restritiva, tendo sido muito menor do que as médias obtidas por (21), (22) e (23), respectivamente 0,26-0,43; 0,21-0,37; e 0,38±0,04. Cabe ressaltar que valores abaixo de 0,60 garantem estabilidade microbiológica aos alimentos, porque mesmo fungos osmofílicos teriam dificuldade de se manterem viáveis (24).

O teor de umidade registrado nesta pesquisa foi inferior ao valor médio encontrado por (25), que estudaram a composição de pólen apícola comercializados na Bahia (9,79% de umidade); próxima aos valores médios apresentados por Nogueira *et al*. (21), que oscilou de 6,02% a 8,40% e de (26), de 7,4%; e bem abaixo dos que foram obtidos por (27), que verificaram valor médio de 24,1% de umidade. Contudo, divergiu significativamente dos de (28), (29) e (30), que foram, respectivamente, 3,37%, 3,47% e 1%.

Essa variação pode ser explicada por alguns fatores que estão interconectados, (30) afirmam que como o pólen apícola é altamente hidrofílico é muito importante a medição da umidade relativa do ar em períodos de amostragem. Outra razão seria a execução da amostragem, ou seja, casos em que a coleta é feita diretamente no apiário ou obtido em comércio, pois a embalagem do produto pode permitir uma maior troca de vapor de água com o ambiente externo e a técnica de secagem empregada e as condições de armazenamento do produto desidratado. Além disso, o método de determinação de umidade pode interferir nesta variação, pois alguns são mais sensíveis e precisos que outros.

O conteúdo de cinzas pode sugerir a ocorrência de contaminação por sujidades ambientais, como sedimentos arenosos, por isso é importante o atendimento deste quesito. A média encontrada para esta análise foi superior às verificadas por (29), (31), (22) e (23), contudo está enquadrado na legislação, divergências de espécies botânicas e de composição do solo podem ser razões que justifiquem a diferença, porque algumas espécies absorvem mais minerais do que outras, transferindo-os para suas células.

Para o teor proteico, Marchini *et al*. (32) em Piracicaba (SP) e Carpes *et al*. (33) no Sul do Brasil encontraram os valores de 20,33% e 20,47%, respectivamente; enquanto Alves *et al* (34) avaliou pólen apícola da região do Cariri cearense e encontrou valor médio de 26,43%. González-Martin *et al*. (35) investigaram as propriedades do pólen na Espanha e encontraram valores de proteínas entre 14 e 24%. Souza *et al*. (36), em estudo com abelhas sem ferrão da região amazônica encontrou valores entre 15,7 e 23,8%. Já Yang *et al*. (37) avaliando pólen apícola na China obteve escores de 14,26-28,95%, dados que corroboram a média encontrada neste trabalho. Entretanto, é possível detecção de valores inferiores, como foi o caso de Almeida *et al*. (25), cujo percentual foi de 6,44 a 14,44%. Estima-se que uma suplementação alimentar de 15 g/dia de pólen apícola seja suficiente para nutrir uma pessoa com a quantidade mínima de aminoácidos essenciais (38).

Os lipídeos representam uma fonte energética de reserva e são solventes de substâncias importantes como vitaminas A e E, mas também podem causar alterações nos alimentos quando estes são expostos a condições extremas, como incidência de luz, calor, oxigênio e umidade, gerando radicais livres. O pólen apícola, em geral, apresenta baixo teor lipídico. Arruda *et al*. (2013) estudando o pólen de Pariquera-Açu (São Paulo) e Modro *et al*. (29) de Minas gerais, registraram valores médios de 5,39% e 2,83-3,02%; Saavedra, Rojas e Delgado (39), com pólen do Peru, e Yang *et al*. (37), da China, verificaram, respectivamente, médias de 0,16% e 0,66-10,49%. Sattler (28), em regiões georreferenciadas do sul do Brasil, detectou faixas de 0,37% a 6,20%.

Pinto *et al*. (30), fazendo acompanhamento temporal das características físico-químicas do pólen, anotou valores de lipídeos variando de 2,6 a 6,4%. Como justificativa para essa variação ele conseguiu comprovar o efeito do período de coleta sobre a composição química do pólen, inclusive de lipídeos. Desta forma, esse pode ser apontado como um dos motivos pela divergência de valores, tendo em vista que todos os estudos

utilizados para esta comparação trabalharam com abelhas da espécie *Apis mellifera* e com amostras desidratadas.

O alto teor de açúcares redutores, em geral, pode ser justificado pela presença de mel e néctar no fluido que cimenta os grãos de pólen (23). Yang *et al*. (37) realizaram trabalho de definição do perfil físico-químico do pólen da China coletado na primavera de 2010, e a faixa para carboidratos foi de 59,43-75,65%; Pinto *et al*. (30) detectaram 28,2% de açúcares totais. Valores estes que foram superiores ao desta pesquisa, contudo há de se considerar que algumas espécies florais têm como recurso de atração de abelhas apenas o pólen, consequentemente as abelhas não entram em contato com o néctar e o teor de açúcares não é tão pronunciado.

Um fator que pode ter contribuído para essas variações consiste na composição botânica, pois ela tem influência direta sobre a composição química do produto final, logo a cada período de coleta pode haver diferenciações nos valores aferidos.

O valor de pH encontrado nesta pesquisa de 4,91 está dentro do estabelecido pela população, é bem próximo do declarado por (30): pH 5, e do valor médio apresentado por (22), 4,8; entretanto, distingue-se de alguns dos valores encontrados por (21) e (25), respectivamente, 4,23-5,17 e 4,55. O pólen sofre alterações químicas desde sua retirada até a maturação do produto dentro da colmeia promovendo decaimento do pH de aproximadamente 7,2 para 3,5-4,2 dentro da colmeia (40).

Portanto, o pH do pólen apícola sofre alterações frente a fatores bióticos e abióticos e alterações podem ocorrer também após a retirada do produto e desidratação (41). Essa medida é importante para a garantia da conservação do alimento, pois é um fator de alto impacto na restrição do crescimento de microrganismos, mas também apresenta efeito sobre as enzimas.

Dentre as bases de padronização que (3) montaram para pólen apícola, tem-se a de minerais. De acordo com eles, há considerável variação nesta composição dependendo do tipo de pólen. Percebe-se que dos elementos cujo padrão ele estabeleceu, apenas o fósforo ultrapassou consideravelmente o limite, mais que o dobro, condição esta que pode estar relacionada com a composição botânica ou com o solo da região.

Comparando os valores de minerais com os obtidos por Morgano *et al*. (42), que verificou o conteúdo de minerais de amostras de pólen desidratado de onze estados (incluindo o Piauí), nota-se uma certa semelhança entre alguns elementos, o cálcio foi ligeiramente superior a todos os que haviam sido detectados, sendo que o do estado de Sergipe foi o que mais se aproximou. O fósforo, que nesta pesquisa contribui com 12400mg/Kg de pólen, foi superior a todos os valores médios quantificados pelos autores supracitados.

Os valores para potássio foram alcançados apenas pelos estados de Sergipe e Distrito Federal. Contrariamente aos demais minerais, o magnésio se apresentou em menor proporção que a dos demais estados. Entre os microelementos, zinco e ferro foram destaques, pois superaram todas as médias obtidas nos estados em estudo; sódio apresentou um meio termo, ou seja, foi inferior a algumas e superior a outras amostras, enquanto o selênio se mostrou relativamente em maior proporção que os valores registrados em outros estados.

Os resultados obtidos nesta pesquisa, embora divergentes dos verificados por outros autores em alguns elementos, encontraram-se dentro da faixa estabelecida pelo MAPA, exceto a umidade, mas o próprio método de desidratação até peso constante pode ter influenciado negativamente ocasionando degradação de outros componentes que fossem mais voláteis que a água.

Note-se que o conteúdo proteico destas amostras é elevado considerando o limite mínimo exigido pelo MAPA, logo é um produto com grande potencial para elaboração de produtos com alto teor de proteínas. Percebe-se que o valor de lipídeos também não é excessivo, desta forma o consumo do pólen não promoveria um aumento considerável da cota energética diária do consumidor e o risco de sofrer algum tipo de oxidação é minimizado.

**Perfil Antioxidante**

O resultado exposto na Figura 02 denota que houve diferença de extração em relação ao solvente, o etanol conseguiu capturar mais substâncias que a água, contudo a utilização do sistema de ultrassom não agregou efeito positivo, o que induz a afirmar que a agitação mais vigorosa do agitador magnético é mais eficaz para amostras de pólen apícola.

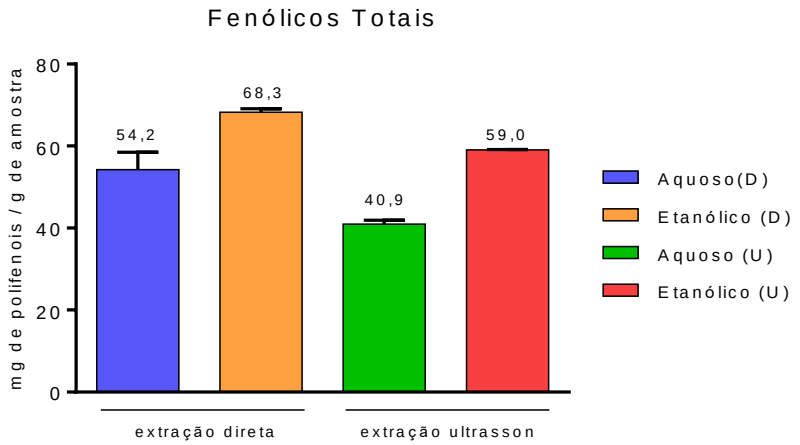



Figura 02 – Concentração de compostos fenólicos nos extratos de pólen apícola

É possível verificar significante diferença entre os resultados dentro de cada método de extração, bem como entre os solventes empregados. O teste que demonstrou maior variação entre as leituras foi o de extração direta em meio aquoso. Esta oscilação pode ser associada à afinidade das substâncias com o solvente, e o método de extração interfere na liberação destas nesses solventes.

Quando comparados com outros estudos, estes resultados aparecem bem mais sobressalentes, pois, em geral, a quantificação não foi tão significativa quanto nesta pesquisa. Neves, Alencar e Carpes (43) avaliaram amostras oriundas de Alagoas, Bahia, Sergipe e Minas Gerais e encontrou os valores de 13,78, 8,33, 7,01 e 6,9. Já (33) em amostras da região Sul do Brasil obteve valores que variaram de 19,28 a 48,90 mg/g. Menezes (16) encontrou valores expressivos cuja faixa variou de 14,31 a 132,39 mg/g, neste caso um os tipos polínicos dominantes eram de *Mimosa pudica* e *Eucalyptus*, sendo que as maiores concentrações de fenólicos foi detectada nesta última.

A variedade de compostos fenólicos está diretamente associada com a identidade botânica, isto é, conforme os tipos polínicos predominantes pode-se haver modificação neste perfil. É possível, inclusive, em uma mesma região de estudo ocorrer diferenças nesses valores, em virtude da modificação da flora e das fontes polínicas dessas abelhas. Desta forma, regiões geográficas distintas, biomas diferentes e períodos de coleta diversos tendem para valores oscilantes, porém isso não deve ser generalizado, ou seja, a dependência está nas substâncias presentes nas plantas visitadas.

Embora a quantificação de compostos fenólicos seja um bom instrumento para se afirmar o potencial antioxidante do pólen apícola, a análise não deve se restringir

apenas a essa parte, pois o fato de haver elevada quantidade de compostos fenólicos não significa necessariamente que essas substâncias apresentam efetiva ação protetora no organismo, por isso deve-se realizar testes *in vitro* da atividade de proteção que esses extratos podem promover.

As propriedades biológicas dos compostos fenólicos estão relacionadas com a atividade antioxidante que cada fenol exerce sobre determinado meio. A atividade dos antioxidantes, por sua vez, depende de sua estrutura química, podendo ser determinada pela ação da molécula como agente redutor (velocidade de inativação do radical livre, reatividade com outros antioxidantes e potencial de quelação de metais) (43). Por isso, o fato de uma amostra apresentar alto teor de compostos fenólicos não significa, necessariamente, que ela terá alta atividade de proteção.

Baseados nisto, os resultados expressos na tabela 02, expressam a eficácia de ação antioxidante deste produto. Foram utilizadas duas metodologias de determinação de ação protetora, pois cada método tem uma sensibilidade diferente, assim foi possível verificar qual é mais efetivo na determinação de atividade antioxidante desempenhada pelos extratos. Ao acompanhar as médias nota-se que o método de DPPH apresenta melhor desempenho e em concordância com os dados dos fenólicos totais, os extratos etanólicos foram os que demonstraram maior atividade.

Tabela 02 – Atividade de proteção dos extratos pelos métodos ABTS e DPPH

| AMOSTRA | % DE PROTEÇÃO (ABTS)* | % DE PROTEÇÃO (DPPH)* |
|---|---|---|
| **Direto Aquoso** | 23,8±7,5 | 55,1±4,62 |
| **Direto Etanólico** | 64,2±6,5 | 90,3±1,2 |
| **Ultrassom Aquoso** | 36,5±2,7 | 60,8± 0,4 |
| **Ultrassom Etanólico** | 63,8±10,5 | 86,3± 3,2 |

***IC 95% - Intervalo com 95% de confiança**

Carpes (23) esclarece que a atividade antioxidante do radical livre estável DPPH• se baseia na transferência de elétrons de um composto antioxidante para essa espécie radicalar. Carpes *et al*. (33) encontraram atividade antioxidante nos extratos de pólen mensurada pelo método do DPPH que variou de 30,54 a 94,73%, com uma média de 73,44±21,10%. As variações observadas tiveram como justificativa as diferentes composições das plantas de origem do pólen coletado e a sensibilidade do método.

Menezes (16) encontrou o mínimo de 37,94% de neutralização do radical DPPH na amostra que apresentou 82,8% de frequência do tipo polínico *Mimosa pudica* e um máximo de neutralização 93,21% na amostra que apresentou 99,2% de frequência do tipo polínico *Eucalyptus*, com uma média de 85,14% ± 1,17 de neutralização do radical DPPH.

LeBlanc *et al*. (9) trabalhando com pólen do Deserto de Sonora (Deserto Gila – EUA/Mex.), verificou que o gênero *Mimosa* foi o que apresentou maior atividade antioxidante, pelo método de DPPH e FRAP. Foram testados vários solventes dentre os quais o que obteve melhor resposta para DPPH foi o metanol, registrando atividade de 90,45%±0,69, no aquoso ele detectou atividade de 52,10%±3,03 e no etanólico, 75,90%±1,19, em método de extração direta.

Percebe-se a partir da atividade antioxidante, que o método mais sensível foi o de DPPH e o etanol o melhor solvente, evidenciando correlação positiva com o conteúdo de fenólicos totais. Viu-se também que os dados obtidos nesta pesquisa foram mais

significativos que os registrados por outros pesquisadores denotando maior riqueza em bioativos nessa amostragem.

**Análise Microbiológica do pólen apícola**

A qualidade microbiana é uma dentre as várias exigências relacionadas com os critérios de segurança a serem considerados nos alimentos. Os microrganismos podem alterar as propriedades do produto e representar risco para a saúde do consumidor, principalmente em se tratando de microrganismos patogênicos (44).

A partir das análises realizadas, chegou-se aos resultados expostos na Tabela 03, como dito anteriormente, não há padrão microbiológico para o pólen apícola, logo se utilizou tanto o padrão para barras de cereal (grupo 10 m) quanto o padrão estipulado por (4) (grupo 10d), tomando esses padrões por referência somente para balizar a coerência dos dados obtidos nesta pesquisa.

Tabela 03 – Resultados das análises microbiológicas do pólen apícola

| **Microrganismos** | **Pólen apícola** | **Padrão RDC 12 Grupo 10 m** | **Padrão RDC 12 Grupo 10 d** |
|---|---|---|---|
| Coliformes à 35ºC (NMP/g) | <3 | ------ | ------ |
| Coliformes à 45ºC (NMP/g) | <3 | 5x10 | 5,0x10² UFC/g |
| *Bacillus cereus* (UFC/g) | <10² | 5x10² | 5,0X10³ UFC/g |
| *Salmonella SP* | Ausente | Ausência em 25g | Ausência em 25g |
| Estafilococos coagulase positiva (UFC/g) | <10² | ---- | 5,0X10³ UFC/g |
| Bolores e leveduras (UFC/g) | 4,8x10² | ---- | ----- |

Os resultados obtidos encontram-se dentro da faixa aceita para ambos os grupos escolhidos da legislação, apontando para um controle adequado das condições de processamento deste produto. Cabe ressaltar que para a obtenção do pólen apícola desidratado não é permitido o uso de temperaturas excessivas, embora o tempo de exposição seja longo a temperatura não pode ultrapassar os 42ºC para não prejudicar a qualidade nutricional e funcional dos nutrientes presentes neste tipo de produto.

Os coliformes servem como indicadores de qualidade sanitária, logo quanto menor o valor quantificado significa que melhores são as condições de higiene e manipulação. Baseado no padrão que foi adotado, nota-se um distanciamento considerável. Santos (45) e Ferreira (46) também encontraram valores satisfatórios, enquanto (4) teve amostras que atingiram a faixa de 1,1x10³, contrariando o padrão adotado.

Rocha (8) expondo trabalhos realizados por Gilliam mostra que algumas espécies do gênero *Bacillus* foram as principais bactérias encontradas em pólen embalado do Panamá, sendo as abelhas a principal fonte de contaminação, ressaltando que sua importância é devida à sua atividade metabólica, especialmente, no que diz respeito à produção de enzimas proteolíticas, lipolíticas e glicosidases.

O consumo de alimentos que contenham uma concentração superior a $10^6$ *B. cereus*/g pode resultar em intoxicação alimentar, logo os valores obtidos nessa pesquisa encontram-se bem abaixo desse limite indicando baixo risco de desenvolvimento de intoxicação com o consumo deste produto.

A *Salmonella* sp é uma bactéria entérica de ampla distribuição ambiental, especialmente em condições sanitárias precárias, e sua presença em alimentos pode resultar em infecções alimentares; já os *Staphylococcus aureus* são microrganismos

presentes naturalmente nas mucosas humanas, contudo apenas as cepas coagulase positivas são capazes de causar intoxicações alimentares.

Hervatin (4) avaliou a presença de *Staphylococcus aureus* coagulase positivo e *Salmonella sp*, não observando crescimento de nenhum dos referidos microrganismos. A ausência de salmonela e o reduzido crescimento de estafilococos nesta pesquisa representa segurança de consumo deste produto, pois mesmo sendo o pólen obtido pelas abelhas em ambiente externo e sendo manipulado diretamente não ocorreu contaminação significativa.

Cabrera e Montenegro (47) avaliaram a capacidade bactericida de extrato aquoso de pólen apícola para alguns microrganismos, dentre eles o *S. aureus*, constatando que este microrganismo teve crescimento inibido em altas concentrações de pólen no extrato (>50%), contudo ainda menores do que as exigidas para inibição de *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa* e ressaltaram que a atividade antimicrobiana deve-se principalmente em função dos compostos fenólicos presentes no pólen apícola, vinculando diretamente com a origem botânica. Isto implicaria afirmar que para este microrganismo o pólen apícola apresentou larga capacidade de controle, especialmente porque é um produto com elevado conteúdo de compostos fenólicos.

Embora bolores e leveduras não tenham um padrão de comparação, é importante avaliar suas concentrações em função da possibilidade de produção de micotoxinas. Almeida *et al.* (25) encontraram valores de bolores e leveduras entre $1{,}5x10^2$ e $1{,}48x10^4$ UFC.g$^{-1}$ enquanto Santos *et al*. (48) encontraram valores de $1{,}0 \times 10^2$ a $9{,}7x10^3$ UFC/g, já Hervatin (4) fez análise em dois períodos do ano, de março/abril de 2007, onde suas faixas compreenderam crescimento de $1{,}5x10^4$ a $7{,}8x10^4$ UFC/g e o período de out/nov. cujos valores foram em torno de $9x10^4$ a $1{,}2x10^6$ UFC/g.

Rodrigues *et al*. (49) em amostras de pólen do Brasil detectaram a presença de *Penicillium sp., Aspergillus niger* e *Cladosporium cladosprioides* em 100% e 67% das amostras, respectivamente. De fato, as condições de conservação deste produto devem ser adequadas, pois se a $a_w$ e a temperatura não forem as mais corretas os fungos multiplicam-se podendo, algumas espécies produzir toxinas. Comparando os dados, pode-se notar que os resultados desta pesquisa nos levam a inferir que a probabilidade de haver contaminação com micotoxinas neste produto é muito pequena, aproximando-se mais dos resultados conseguidos por (46).

González *et al*., (50) afirmam que as fases críticas para a contaminação do pólen por fungos, são a permanência por longos períodos nos caça-pólens, o tempo e condições de secagem. Na primeira fase a umidade relativa do pólen pode aumentar, na segunda fase, deve evitar-se a secagem ao ar livre, porque a temperatura é baixa. Estes fatores favorecem tanto o crescimento dos fungos quanto a produção de micotoxinas.

Portanto, pode-se considerar que os resultados foram satisfatórios, pois todos os valores mantiveram-se abaixo do padrão de referência utilizado, desta forma pode-se afirmar que o produto beneficiado pelo Assentamento se encontra apto para o consumo humano não oferecendo riscos de causar toxinfecções alimentares.

## CONCLUSÕES

O Assentamento Vassouras, localizado na zona rural de Esperantina, porção norte do estado do Piauí, é um dos poucos produtores de pólen apícola no estado. É uma unidade que contou com auxílio da CODEVASF, na parte de infraestrutura e com alguns cursos avulsos sobre o aproveitamento deste rico produto, além do mel. Contudo, não tinham resultados laboratoriais que atestassem a qualidade do seu produto.

Após investigação dos parâmetros físico-químicos, verificou-se que os valores estavam dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira, exceto a umidade, que se apresentou moderadamente superior ao limite estabelecido, possivelmente influenciado pelo método de secagem empregado pelo apiário e/ou pelo próprio método analítico, contudo a atividade de água verificada pode garantir a estabilidade física e microbiológica do produto.

Os valores de compostos fenólicos, aspecto que mais sofre influência da flora visitada pelas abelhas, foram quantitativamente satisfatórios, especialmente no quesito atividade de proteção quando utilizado método de DPPH• cuja sensibilidade demonstrou maior potencial antioxidante. A análise microbiológica não revelou presença significativa de microrganismos patogênicos, garantindo a segurança de uso dos produtos para a alimentação humana.

A partir destes resultados, percebe-se que os processos executados pelo Assentamento estão sendo satisfatórios para a garantia de uma produção segura e eficiente de pólen apícola, o que implica em um produto com maior vida de prateleira e com baixo risco microbiológico.

## REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Ministério da Saúde. (2001) Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 7-E, 10 jan. 2001. p. 45–53.
2. VINCENZI, V. M. O pólen apícola como elemento potencializador dos efeitos advindos da atividade física orientada em idosas. [Dissertação]. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2004.
3. CAMPOS, M. G. R.; BOGDANOV, S.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; SZCZESNA, T.; MANCEBO, Y.; FRIGERIO, C.; FERREIRA, F. Pollen composition and standardisation of analytical methods. Journal of Apicultural Research and Bee World. 2008; 47(2): 156–163.
4. HERVATIN, H. L. Avaliação microbiológica e físico-química do pólen apícola in natura e desidratado sob diferentes temperaturas. [Dissertação]. UNICAMP: Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2009.
5. BOGDANOV, S. Pollen: collection, harvest, composition, quality. In: THE BEE pollen book. Mühlethurnen: Bee-Hexagon, 2016. ch. 1, PDF (13 p.). Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/StefanBogdanov/publication/304011810_Pollen_CCollectio_Harvest_Compostion_61Quality/links/5762c0c808aee61395bef502/Pollen-Collection-Harvest-Compostion-Quality.pdf. Acesso em: 7 jun. 2024.
6. NEGRÃO, A. F.; ORSI, R. O. Harvesting season and botanical origin interferes in production and nutritional composition of bee pollen. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 2018; 90 (1): 325-332.
7. LOPES, M. T. R.; BARRETO, A. L. H.; PEREIRA, F. M.; SOUZA, B. A.; FRANCO, L. J. D.; SILVA, S. S. L. Pólen apícola: características da produção e da qualidade. Embrapa Meio-Norte, 2022. (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X ; 283).
8. ROCHA, J. F. M. Avaliação do efeito de armazenamento na qualidade do pólen apícola. [Dissertação]. Instituto Politécnico Escola Superior Agrária de Brangança, Portugal, 2013.

9. LEBLANC, B.W., DAVIS, O.K., BOUE, S., DELUCCA, A., DEEBY. T. Antioxidant activity of Sonoran Desert bee pollen. Food Chemistry. 2009; 115: 1299-1305.
10. INSTITUTO ADOLF LUTZ (IAL). Normas analíticas do Instituto Adolf Lutz. São Paulo, 1985. 513 p.
11. INSTITUTO ADOLF LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de Alimentos. 4ª ed. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 2004.
12. NIELSEN, S. S. (edit.) Food analysis. 4 ed. USA: Springer, 2010.
13. ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; ARRUDA, V. A. S.; BARRETO, L. M. R. Manual de controle de qualidade do pólen apícola. São Paulo: APACAME, 2012.
14. SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. Brazilian Journal of Food Technology. 2011; 14 (3): 1-9.
15. Singleton, V. L.; Orthofer, R.; Lamuela-Raventos, R.M. Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. Methods in Enzymology. 1999; 299: 152-178.
16. MENEZES, J. D. S. Compostos bioativos do Pólen apícola. [Dissertação]. Universidade Federal da Bahia: Faculdade de Farmácia. Salvador, 2009.
17. BRAND-WILLIANS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschatt und-technologie. 1995; 28(1): 25-30.
18. VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. Revista Brasileira de Fruticultura. 2011; 33(3).
19. RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICEEVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation descolorization assay. Free Radical Biology and Medicine. 1999; 26: 1231-1237.

20. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA.Standard methods for the examination of water andwastwater. 18 th edition. Washington DC, 1992.
21. NOGUEIRA, C.; IGLESIAS, A.; FÉAS, X.; ESTEVINHO, L. M. Commercial Bee Pollen with Different Geographical Origins:A Comprehensive Approach. International Journal of Molecular Sciences. 2012; 13: 11173-11187.
22. FEAS, X.; VAZQUÉZ-TATO, M. P.; ESTEVINHO, L. SEIJAS, J. A.; IGLESIAS, A. Organic Bee Pollen: Botanical Origin, Nutritional Value, Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Microbiological Quality. Molecules. 2015; 17: 8359-8377.
23. CARPES, S. T. Estudo das características físico-químicas e biológicas do pólen apícola de *Apis mellifera* L. da região Sul do Brasil. [Tese]. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.
24. JAY, J. M. Modern food microbiology. 6th ed. EUA: Aspen food science text series, 2000.
25. ALMEIDA, A. M. M.; SOUZA, L. S.; VALETIM, I. B.; COSTA, J. G.; GOULART, M. O. F. Características físico-químicas e microbiológicas do pólen da microrregião de Ribeira do Pombal, Bahia, Brasil. Anais do Simpósio Internacional de Plantas Medicinais e Nutracêuticos. SBCTA, Aracaju, 2012.
26. ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; PAMPLONA, L. C.; COIMBRA, S.; MONIKA BARTH, O. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. Journal of Food Composition and Analysis. 2005; 18(1): 105–111.

27. FUNARI, S.R.C.; ROCHA, H. C.; SFORCIN, J. M.; FILHO, H. G.; CURI, P. R.; GOMES DIERCKX, S. M. A.; FUNARI, A. R. M.; OLIVEIRA ORSI, R. Composições bromatológica e mineral do pólen coletado por abelhas africanizadas (*Apismellifera* L.) em Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil. Arquivos Latinoamericanos de Producción Animal. 2003; 11(2): 88- 93.
28. SATTLER, J. A. G. Quantificação das vitaminas antioxidantes E (α-, β-, γ-, σ-tocoferol), C (ácido ascórbico), pró-vitamina A (α-, β-caroteno) e composição química do pólen apícola desidratado produzido em apiários georreferenciados da região Sul do Brasil. [Dissertação]. Universidade de São Paulo. Departamento de Alimentos. São Paulo, 2013.
29. ARRUDA, V. A. S.; PEREIRA, A. A. S.; FREITAS, A. S.; BARTH, O. M.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. Dried bee pollen: B complex vitamins, physicochemical and botanical composition. Journal of Food Composition and Analysis. 2013; 29: 100-105.
30. PINTOS, F. A.; CAMPOS, C. N.; BARRETO, L. M. R. C. Perfil físico-químico do pólen apícola produzido em Taubaté, Vale do Paraíba, sudeste do Brasil. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 2012; 20(1):1-6.
31. PINHEIRO, F. M.; COSTA, C. V. P. N.; BAPTISTA, R. C.; VENTURIERI, G. C.; PONTES, M. A. N. Pólen de abelhas indígenas sem ferrão *Melipona fasciculata e Melipona flavolineata*: caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. Embrapa. Belém (PA), 2012. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60389/1/polen-de-abelhas-indigenas-sem-ferrao-melipona.pdf >. Acesso em: 20/11/2014.
32. MARCHINI, L. C.; REIS, V. D. A.; MORETI, A. C. C. C. Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas africanizadas Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae) em Piracicaba, Estado de São Paulo. Ciênc. Rural. 2006; 36: 949–953.

33. CARPES, S. T.; PRADO, A.; MORENO, I. A. M.; MOURAO, G. B.; ALENCAR, S. M.; MASSON, M. L. Avaliação do potencial antioxidante do pólen apícola produzido na região sul do Brasil. Quim. Nova. 2008; 31(7): 1660-1664.
34. ALVES, R. F. Análise palinológica do pólen apícola produzido no estado de Sergipe, Brasil. [Dissertação]. Universidade Estadual de Feira de Santana. Departamento de Ciências Biológicas, Feira de Santana (BA), 2013.
35. GONZÁLEZ-MARTIN, I.; HERNÀNDEZ-HIERRO, J. M.; BARROS-FERREIRO, N.; CÓRDON-MARCOS, C.; GARCÌA-VILLANOVA, R. J. Use of NIRS technology with a remote reflectance fibre-optic probe for predicting major components in bee pollen. Talanta. 2007; 72: 998–1003.
36. SOUZA, R. C. S.; YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; OLIVEIRA, F. P. M. Valor nutricional do mel e pólen de abelhas sem ferrão da região amazónica. Acta Amazonica. 2004; 34: 333-336.
37. YANG, K.; WU, D.; YE, X.; LIU, D.; CHEN, J.; SUN, P. Characterization of Chemical Composition of Bee Pollen in China. J. Agric. Food Chem. 2013; 61:708−718.
38. SANTOS, F. A. R. Identificação botânica do pólen apícola. Magistra. 2011; 23(número especial), outubro, Cruz das Almas-BA.
39. Saavedra, K. I., Rojas, C., & Delgado, G. E. Características polínicas y composición químicadelpolenapícolacolectado en Cayaltí (Lambayeque – Perú). *Revista Chilena de Nutricion*. 2013; 40: 71–78.

40. ISIDOROV, V. A.; ISIDOROVA, A. G.; SCZCZEPANIAK, L.; CZYZEWSKA, U. Gas chromatographic–mass spectrometric investigation of the chemical composition of beebread. Food Chem. 2009; 115:1056–1063.
41. PERNAL, S. F.; CURRIE R. W. Pollen quality in fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.). Apidologie. 2000; 31: 387–409.
42. MORGANO, M. A.; MARTINS, M. C. T.; RABONATO, L. C.; MILANI, R. F.; YOTSUYANAGI, K.; RODRIGUEZ-AMAYALA, D. B. Inorganic Contaminants in Bee Pollen from Southeastern Brazil. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2010; 58; 6876–6883.
43. NEVES, L. C.; ALENCAR, S. M.; CARPES, S. T. Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonoides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera*. Brazilian Journal of Food Technology, VII BMCFB, junho 2009.
44. RODRIGUES, M. A. A.; KELLER, K. M.; KELLER, L. A. M.; OLIVEIRA, A. A.; ALMEIDA, T. X.; MARASSI, A. C.; KRÜGER, C. D.; BARBOSA, T. S.; LORENZON, M. C. A.; ROSA, C. A. R. Avaliação micológica e micotoxicológica do pólen da abelha jataí (*Tetragonisca angustula*) proveniente de ilha Grande. Revista Brasileira de Medicina Veterinária. 2008; 30: 249-253.
45. SANTOS, J. F. Avaliação das propriedades nutricionais de barras de cereais elaboradas com farinha de banana verde. [Dissertação]. Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.
46. FERREIRA, R. C. Avaliação das características físico-químicas e microbiológicas do pólen da *Melipona scutellaris* L. submetido a diferentes processos de desidratação. [Dissertação] Univerisade Federal da Bahia. Salvador, 2012.

47. CABRERA, C.; MONTENEGRO, G. Pathogen control using a natural Chilean bee pollen extract of known botanical origin. Ciencia e Investigación Agraria. 2013; 40(1): 223-230.
48. SANTOS, F. A. R. Identificação botânica do pólen apícola. Seminário Brasileiro de Própolis e Pólen. Ilhéus (BA), 2011.
49. RODRIGUES, M. A. A.; KELLER, K. M.; KELLER, L. A. M.; OLIVEIRA, A. A.; ALMEIDA, T. X.; MARASSI, A. C.; KRÜGER, C. D.; BARBOSA, T. S.; LORENZON, M. C. A.; ROSA, C. A. R. Avaliação micológica e micotoxicológica do pólen da abelha jataí (*Tetragonisca angustula*) proveniente de ilha Grande. Revista Brasileira de Medicina Veterinária. 2008; 30: 249-253.
50. GONZÁLEZ, G., HINOJO, M.J., MATEO, R., MEDINA, A. JIMÉNEZ, M. Occurrence of mycotoxin producing fungi in bee pollen. International Journal of Food Microbiology. 2005; 105: 1-9.

**Capítulo 02**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-02**

# AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FEIJÃO PRETO (*PHASEOLUS VULGARES* L.) COMERCIALIZADO EM REDES DE SUPERMERCADOS DE SÃO LUÍS- MA

**Solene Almeida Lopes[1]*; Valdenia Cristina Mendes Mendonça[1]**

**Solene Almeida Lopes- Email:sollopes4@gmail.com*
[1] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus São Luís – Maracanã, Brasil.

**Resumo:** Considerado como uma das culturas mais antigas do mundo, o feijão ganha destaque na alimentação humana por seus benefícios e impacto socioeconômico. Afim de evidenciar a qualidade do feijão realiza-se a classificação obedecendo ao Regulamento Técnico do Feijão. O objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros físicos e físico-químicos do feijão preto comercializado em redes de supermercados do município de São Luís- MA. O estudo foi realizado no laboratório de química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão- Campus São Luís Maracanã, com amostras embaladas de feijão preto, tipo 1, retiradas ao acaso de um grande mercado varejista do município, utilizando-se assim o delineamento inteiramente casualizado. As análises realizadas foram a classificação do feijão, análises físicas e físico-químicas. Os resultados obtidos com a classificação, foram tabulados e confrontados com parâmetros da legislação vigente e as análises físicas e físico-química foram submetidas a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, com intervalo de confiança de 5%. Os resultados demonstram que nenhuma das marcas pesquisadas apresentaram conformidade quanto a classificação para tipo 1, 80% apresentou conformidade para classificação como feijão do tipo 3 e 20% para tipo 2. Houve ainda divergência quanto ao percentual de umidade, 60% das marcas diferiram do estabelecido pela legislação. Tais ocorrências acarretam prejuízos ao consumidor, sendo necessário revisão pelas empresas das informações contidas nas embalagens, quanto ao tipo do feijão comercializado ou ainda a melhora no controle de qualidade dos processos de seleção e classificação dos feijões pretos.

**Palavras–chave:** classificação; comercialização; feijão; parâmetros físico-químicos.

## INTRODUÇÃO

Considerado como uma leguminosa de grande relevância socioeconômica, o feijão é destaque em todo o mundo, especialmente nos países em desenvolvimento que o tem como uma fonte proteica essencial para alimentação humana. É um produto tradicionalmente consumido pela população brasileira, com maior frequência por classes de baixa renda (1).

Sua planta é botanicamente denominada como *Phaseolus vulgares* L., tendo sua origem na América Central e do Sul, espalhando-se por todo o mundo e transformando-se no que atualmente se conhece como uma cultura de grande importância agronômica,

amplamente cultivada e geradora de diversidade no que se refere às características das plantas, de suas vagens e até mesmo na coloração dos grãos (2).

Segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), para a safra (2020/2021) no Brasil, houve uma produção equivalente a 2,9 milhões em toneladas de feijão (3). Coêlho (4), destaca que o Brasil está entre os países que mais produzem feijão no mundo, em ordem de maiores produtores mundiais de feijão encontram-se: Mianmar, Índia, Brasil, China, Tanzânia, Uganda, Estados Unidos, México, Quênia e Burundi.

Para que esse produto chegue à mesa dos consumidores, o mesmo necessita passar por algumas etapas após a colheita, como as de beneficiamento, secagem e classificação. É na etapa de classificação que são realizadas operações de maior controle para que se obtenha um produto com melhor aparência e qualidade para a comercialização (5). Dessa forma, o conhecimento das características dos grãos, sejam elas físicas e químicas, é de extrema relevância no processamento de alimentos, pois além de propiciar a garantia da qualidade, possibilita também a criação de projetos econômicos e eficientes (1).

Essa prática de classificação de feijão, é regulamentada pela Instrução Normativa do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), n° 12, de 28 de março de 2008, a qual especifica o padrão oficial da classificação, destacando requisitos de identidade, qualidade, amostragem, forma de apresentação e até mesmo a rotulagem do produto. A realização dessa etapa deve garantir que haja uma padronização da linguagem comercial em todo o país, para que dessa forma, tanto os clientes como os fornecedores possam compreender a cadeia de consumo, favorecendo além disso, um preço adequado às características que o produto detém. No entanto, nem sempre é essa a realidade, pois nesse contexto, pode ocorrer do consumidor pagar mais por um produto cuja qualidade difere do que está rotulado (5).

Nesse contexto da comercialização de grãos, é indispensável no ato da compra ou da venda, ter conhecimento sobre o produto que se está comprando ou vendendo, pois, o fato de não conhecer as características ou padrões do mesmo, pode acarretar a ambos, prejuízos e transtornos (6).

Nesse sentido, compreende-se que todos esperam adquirir um produto que apresente qualidade equivalente ao valor que é exigido, que segundo Alvares, Alves e Neres (5), para que se tenha acesso a um produto livre de má qualidade, é essencial que seja realizado um bom processo de classificação. Embora a classificação já seja um processo comum a ser realizado antes da venda, nem sempre esse produto que está sendo comercializado é o que realmente estáá expresso no rótulo.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi de avaliar os parâmetros físicos e físico-químicos do feijão preto comercializado em redes de supermercados no município de São Luís- MA e diante do exposto, justificou-se a realização deste trabalho, uma vez que o mesmo poderá contribuir com a garantia da qualidade do produto em questão, através de dados que fornecerão informações científicas que toda sociedade poderá dispor.

## MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo com abordagem quali-quantitativa, realizado no Município de São Luís, capital do Estado do Maranhão. Tal cidade foi fundada em 08 de setembro de 1612, localizando-se na ilha Upaon-Açu (denominação dada pelos índios tupinambás significando "Ilha Grande"). Foi caracterizada como porto fluvial e marítimo, assemelhando-se a outras cidades da época colonial. Desempenhou ainda papel de destaque na produção econômica do País. Atualmente, agrega uma população de 1.115.932 habitantes, possuindo área territorial de 583,063 km² (7).

No município, encontra-se localizado o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão- Campus Maracanã, mais precisamente no laboratório de química desta instituição foram feitas as análises que compõem esta pesquisa.

As análises foram realizadas com cinco marcas de feijão comum (*Phaseolus Vulgaris* L.), classe preto, tipo 1, comercializados em embalagens de 1kg. Na coleta, selecionou-se as que foram encontradas com maior frequência nos 4 maiores comércios varejistas presentes no município. Na coleta, retirou-se as embalagens ao acaso de diferentes pontos da prateleira totalizando quatro repetições de cada marca. Dessa forma, para execução do trabalho foi utilizado delineamento inteiramente casualizado.

As marcas de feijão preto obtidas para o procedimento de análise foram denominadas como Marca A, B, C, D e E.

Para o procedimento de análise do feijão determinou-se: realização da classificação dos grãos com todas as marcas e análises físicas e físico-química, nas quais a determinação de volume, densidade e peso de cascas secas foram realizadas com quatro repetições de cada marca obtida e a determinação de umidade e pH, foram realizadas em triplicatas, afim de gerar uma média com menor desvio padrão.

Na classificação dos grãos, o tipo de feijão foi determinado com auxílio da Instrução Normativa Número 12 de 28 de março de 2008 (8). Dessa forma, cada 1kg de todos os tratamentos foram homogeneizados e separados manualmente em subamostras, das quais adicionou-se uma dessas subamostras em um béquer de 500ml e pesou-se a mesma em balança analítica até obtenção de 250 g de feijão. Em posse dessa, realizou-se a verificação da presença de matérias estranhas, impurezas, insetos mortos, grãos mofados, grãos ardidos, germinados, carunchados, atacados, danificados, amassados, imaturos, partidos e quebrados. Após esse processo, os grãos defeituosos foram pesados conforme classificação e determinado seus respectivos percentuais conforme fórmula 1:

$$Valorem\% = \frac{pesododefeitoanalisado}{pesototaldaamostra} \times 100 \quad \text{(I)}$$

O teor de umidade e pH foram determinados seguindo-se a técnica descrita pelo Instituto Adolf Lutz (9), dessa forma, para determinação do grau de umidade, empregou-se o método de estufa a 105°C ±3 com circulação de ar. Com auxílio de uma pinça realizou-se a pesagem em balança analítica dos cadinhos de porcelana vazios e previamente preparados e identificados para o experimento, após isso, o peso de cada cadinho foi tarado e então adicionado 3g de amostra triturada, em triplicata para cada marca, em seguida, foram levados para estufa aonde permaneceram por 3 horas, transferidos para o dessecador até esfriarem e então foram pesados juntamente com a amostra. O teor de umidade em % foi obtido pela fórmula 2 :

$$Umidade\% = \frac{pesoemgdeumidade}{pesoemgdaamostra} \times 100 \quad \text{(II)}$$

O pH, foi determinado pela colocação de 05 gramas de feijão devidamente triturados e pesados em balança analítica, em seguida colocou-se essa amostra em um béquer contendo 50ml de água destilada. Esse conteúdo foi agitado por 10 minutos e após isso realizou-se a medição do em pHmetro de bancada previamente calibrado.

A determinação do volume dos grãos foi realizada selecionando-se 100 grãos da amostra original, os quais foram colocados em uma proveta graduada de 250ml com 100 ml de água, sendo o volume determinado pelo deslocamento da água (10). Para cálculo da densidade, realizou-se a aplicação da fórmula 3 e o resultado foi expresso em g/ml.

$$Densidade = \frac{massa}{volume} \quad \text{(III)}$$

O peso das cascas secas foi determinado pela seleção de 25 grãos de feijão ao acaso de cada uma das quatro repetições de cada tratamento. Por 8 horas, esses grãos foram hidratados em 100 ml de água em temperatura ambiente. Após esse tempo, foram secos e as cascas separadas manualmente dos grãos e foram colocadas em estufa a 60°C por quatro horas, passado esse tempo foram resfriadas e por fim pesadas (10).

Os resultados da classificação foram expressos em porcentagens para comparação com a legislação vigente e o resultado das análises físicas e físico-química foram submetidos a análise de variância, utilizando-se o Software Agroestat 2015, com aplicação do teste de Tukey para comparação das médias, considerou-se um nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da classificação do feijão preto podem ser visualizados na tabela 1.

**Tabela 1:** Defeitos encontrados na classificação do feijão preto comercializado como tipo 1 em São Luís-MA, 2022.

| ANÁLISES | Marca A | Marca B | Marca C | Marca D | Marca E | Parâmetos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Matérias estranhas e Impurezas (%) | 0,52 | 0,96 | 0,30 | 0,07 | 0,47 | 0,50 |
| Mofados, Ardidos e Germinados (%) | 1,24 | 1,23 | 2,59 | 0,59 | 0,44 | 1,590 |
| Carunchados e Atacados por Lagartas (%) | 0,45 | 0,22 | 0,35 | 0,14 | 0,01 | 1,50 |
| Defeitos Leves (%) | 15,82 | 7,08 | 13,48 | 4,82 | 7,65 | 2,50 |
| Enquadramento por Tipo (%) | Tipo 3 | Tipo 3 | Tipo 3 | Tipo 2 | Tipo 3 | Tipo 1 |

*Parâmetros de classificação em tipo 1= limite máximo.
**Fonte:** A autora, (2022).

Conforme demonstrado na tabela 1, quanto a presença de matérias estranhas e impurezas, a Marca B apresentou maior porcentagem com 0,96%, seguida das marcas A com 0,52%, E com 0,47%, C com 0,30% e D com 0,07%. Confrontando esses valores com o limite estipulado pela legislação de até 0,50% para que o feijão fosse classificado como tipo 1, apenas as marcas C, D e E mantiveram-se dentro dessa classificação nesse quesito, enquanto a marca A e B ultrapassaram esse limite enquadrando-se como tipo 2.

Quanto a presença de grãos mofados, ardidos e germinados, a marca C apresentou maior percentual com 2,59%, seguido da marca A com 1,24%, B com 1,23%, D com

0,59% e E com 0,44%. No critério de limite máximo de 1,50% estabelecido pela legislação para classificação em tipo 1, apenas as marcas A, B, D e E mantiveram-se dentro do estabelecido, enquanto que a marca C, ultrapassou esse limite, enquadrando-se no estabelecido para feijão tipo 2.

Os defeitos graves encontrados nessa classificação como, alteração nos limites estabelecidos quanto a presença de matérias estranhas e impurezas, grãos mofados, ardidos e germinados, podem indicar prejuízos ao consumidor sob o aspecto econômico e da saúde pública. Do aspecto econômico, porque a presença desses materiais alteram no peso do produto final e o consumidor acaba pagando por algo que não irá consumir.

No que diz respeito ao aspecto da saúde pública, preocupa-se com a presença de grãos mofados acima dos limites permitidos, que segundo Silva et al. (11) , grãos mofados podem conter quantidades significativas de aflatoxina, que tem capacidade de ocasionar diversos prejuízos a saúde do indivíduo quando consumido com frequência, tema esse, que deve ser mais investigado.

Na identificação de grãos carunchados, e atacados por lagartas, o maior valor encontrado foi na marca A com 0,45%, seguidos da marca C com 0,35%, B com 0,22%, D com 0,14% e E com 0,01%. Nesse critério, todas as marcas atenderam ao limite máximo estabelecido para enquadramento em tipo 1, que conforme resolução, o estabelecido é de 1,50% para o referido tipo.

Nos defeitos leves, que se referem a presença de grãos amassados, danificados, partidos, quebrados e imaturos, o maior percentual foi registrado na marca A com 15,82%, seguido das marcas C com 13,48%, E com 7,65%, B com 7,08% e D com 4,82%. Em relação a esse critério de classificação, a legislação estabelece que até 2,50% de defeitos leves, o feijão pode ser enquadrado como tipo 1, no entanto, nenhuma das marcas atendeu a esse limite, sendo a amostra D, a única que atingiu a classificação de tipo 2 por não ultrapassar a exigência de até 6,50% de defeitos leves, já as marcas A, C, E e B obtiveram o pior resultado ultrapassando esse limite e assim sendo classificadas com tipo 3.

Portanto, a informação descrita nos rótulos dos feijões dessas marcas que foram estudadas, divergem da realidade encontrada, uma vez que os fabricantes expõem na rotulagem frontal do produto, que os mesmos se enquadram na classificação de tipo 1, o que agrega um maior valor ao produto sem oferecer a qualidade descrita. Isso por sua vez, ocasiona prejuízos ao consumidor do ponto de vista econômico, pois o mesmo não sabe que está adquirindo um produto por um valor que na realidade deveria ser menor.

Os resultados das análises físicas e físico-química das amostras de feijão preto podem ser visualizados na tabela 2.

**Tabela 2:** Resultados das análises físicas e físico-químicas das amostras de feijão preto, comercializados em São Luís- MA, 2022

| ANÁLISES | Marca A | Marca B | Marca C | Marca D | Marca E |
|---|---|---|---|---|---|
| Volume (g/ml) | 22,2 a ± 1,13 | 21,5 ab ± 0,85 | 21,2 ab ±0,52 | 22,4 a ± 0,4 | 20,2 b ±0,28 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Densidade (g/ml) | 1,23 a ± 0,04 | 1,25 a ± 0,03 | 1,22 a ± 0,05 | 1,22 a ±0,01 | 1,17 a ±0,02 |
| Umidade (%) | 13,77 ab ±1,37 | 14,79 ab ±1,05 | 15,92 a ±0,81 | 14,91 ab ±0,66 | 11,99 b ±1,33 |
| Valor de pH | 6,44 a ± 0,21 | 6,59 a ± 0,06 | 6,46 a ± 0,05 | 6,60 a ± 0,04 | 6,35 a ±0,05 |
| Peso das cascas secas (g) | 0,54 a ± 0,01 | 0,46 b ± 0,02 | 0,46 b ± 0,03 | 0.47 b ± 0,02 | 0,44 b ±0,03 |

*Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.
**Fonte:** A autora, (2022)

A análise de feijão preto quanto a determinação de volume, demonstrou que a marca D apresentou maior volume com 22,4/ml, seguido das marcas A com 22,2g/ml, B com 21,5g/ml, C com 21,2g/ml e E com 20,2g/ml. O volume dos grãos é um fator que se relaciona diretamente com o tamanho e a uniformidade dos grãos (5). Para esta análise nota-se que apenas a amostra da marca E diferiu significativamente das demais, apresentando o menor volume encontrado, resultado semelhante ao encontrado por Nalepa e Ferreira (10).

No estudo realizado por Nalepa e Ferreira (10) com quatro marcas mais consumidas de feijão *Phaseolus vulgaris L.* classe preto, tipo 1, comercializadas em embalagens de um quilo e adquiridas no mercado varejista de Curitiba no mês de julho de 2010, foi evidenciado que enquanto três marcas apresentaram médias acima de 19, apenas uma marca apresentou 17,6 diferindo significativamente das demais.

Observando-se os resultados da densidade, nota-se que não houve diferença estatística entre as marcas . A maior densidade encontrada, corresponde a marca B com 1,25g/ml, seguido pelas marcas A com 1,23 g/ml, C e D com 1,22 e a marca E que equiparando-se ao volume anteriormente descrito, apresentou a menor densidade, sendo esta de 1,17g/ml. Segundo Nalepa e Ferreira (10), um valor maior de densidade, indica uma constituição mais densa do grão.

A respeito do percentual de umidade, segundo Brasil (8), tecnicamente é recomendável para fins de comercialização do feijão, que o mesmo apresente até 14,00% (quatorze por cento) de umidade. No resultado demonstrado, obteve-se que o maior percentual de umidade foi apresentado pela marca C com 15,92%, seguido das marcas D com 14,91%, B com 14,79%, A com 13,77% e E com 11,99%. Nesse sentido, a marca C, D e B, apresentaram valor de umidade superior ao ideal descrito pela legislação, o que pode acarretar a perda da qualidade do feijão a depender das condições de armazenamento. Dessa forma, apenas as marcas A e E, mantiveram-se dentro do limite estabelecido, sendo que apenas a marca E diferiu significativamente das demais.

No resultado da análise de pH, nota-se que não houve diferença significativa entre as marcas, havendo todas as marcas (A, B, C, D, E) apresentado valor de pH na faixa de 6, resultado semelhante ao encontrado por Nalepa e Ferreira (10), bem como o encontrado por Alvares, Alves e Neres (5), cujo estudo foi realizado com cinco marcas de feijão

(*Phaseolus vulgaris* L.*)*, classe cores, tipo 1, comercializadas em embalagens de 1 kg no município de Várzea Grande-MT.

O feijão com pH próximo a 6,4 favorece a desnaturação proteica e a degradação, fazendo com que ocorra a eliminação e a dissolução da pectina durante o processo de cocção. Dessa forma ocorre a separação das células e os grânulos de amido são gelatinizados, resultando em grãos de feijão mais macios (1).

Quando ao peso das cascas secas, a marca A apresentou maior peso com 0,54g, seguido das marcas D com 0,47g, B e C com 0,46g e E com 0,44g, nesse sentido, a diferença significativa quanto ao peso das cascas secas do feijão preto foi indicada na marca A, resultado que difere do encontrado por Nalepa e Ferreira (10), em que o resultado obtido, foram pesos de cascas secas semelhantes entre as marcas, não havendo diferença significativa entre elas.

Para tanto, entende-se que as cascas secas representam um fator importante no tempo de cocção de um alimento, pois atualmente o consumidor considera importante obter um feijão que cozinhe mais rápido, dessa forma no caso de um feijão recém-colhido, a contribuição da casca para o tempo do processo de cozimento é de cerca de 55%, enquanto que para feijão com armazenamento é de 77% (5).

## CONCLUSÕES

Os resultados encontrados demonstram que dentre as marcas adquiridas, nenhuma apresentou conformidade quanto a classificação para tipo 1 conforme a legislação vigente, 80% apresentou conformidade para classificação como feijão do tipo 3 e 20% para classificação de feijão tipo 2. Houve ainda, divergência quanto ao percentual de umidade de 60% das marcas com estabelecido pela legislação, que pode dificultar a manutenção da qualidade do feijão por um longo período de armazenagem e que também pode explicar o percentual alterado de grãos mofados, ardidos e germinados observado na marca C.

Entende-se que a rotulagem dos feijões pretos, de todas as marcas que fizeram parte deste estudo, deveriam ser revistas pelos fabricantes e adequadas a real classificação do produto afim de não gerar danos ao consumidor que o adquire confiando nas informações que está lendo no rótulo das embalagens. Portanto, sugere-se o emprego destas ferramentas para melhora do controle de qualidade dos produtos, havendo também a necessidade de uma maior fiscalização destes e maior rigor quanto a rotulagem, tais medidas visam a garantia da segurança alimentar e nutricional do consumidor.

## REFERÊNCIAS

1. PINTO JV. Propriedades físicas, químicas, nutricionais e tecnológicas de feijões (*Phaseolus vulgaris* L.) de diferentes grupos de cor. Dissertação (Mestrado). Goiás: Universidade Federal de Goiás, 2016.

2. QUATRIN CR. Qualidade fisiológica de feijão preto iac veloz e brs esteio em função de embalagens de armazenamento. Monografia (Engenharia Agronômica). São Miguel do Iguaçu: Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu, 2021.

3. CONAB- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira grãos. V.8- SAFRA 2019/2020-N.12- Décimo segundo levantamento-setembro de 2021. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 4 de abr. de 2024.

4. COÊLHO JD. Feijão: Produção e Mercados. Caderno setorial ETENE. Ano 6, Nº 197, dezembro, 2021.

5. ALVARES CRS, ALVES RIR., NERES DCC. Qualidade de grãos de feijão carioca comercializado no município de Várzea Grande-MT. TCC (Agronomia) - Centro Universitário de Vársea Grande, Mato Grosso, 2020.

7. FARIA BCMD. Análise e classificação de grãos de arroz (Oryza sativa) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Monografia (Engenharia Agronômica), Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina,, 2011.

8. BRASIL. Instrução normativa nº 12, de 28 de março de 2008. Estabelece o regulamento técnico do feijão BINAGRI- SISLEGIS, [2008]. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=294660055>. Acesso em: 10 de abr. de 2024.

9. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4. ed. [1. ed. digital]. Brasília, DF: ANVISA; 2008.

10. NALEPA KC, FERREIRA SMR. Avaliação da qualidade do feijão preto. Demetra: Alimentação, nutrição e saúde, 2013; 8:115-124.

11. SILVA JL, MESQUITA AJ, OLIVEIRA JP, COSTA JLS, RIBEIRO KO, NICOLAU ES, et al. Ocorrência de aflatoxinas em feijões comercializados no mercado varejista de Goiânia- GO. Pesquisa Agropecuária Tropical, 2002; 32: 109-114.

**Capítulo 03**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-03**

# EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE EXTRATOS DE ANTOCIANINAS DE FEIJÃO PRETO (*Phaseolus Vulgaris* L.) OBTIDOS UTILIZANDO DIFERENTES SOLVENTES

**Jéssica Santos de Oliveira*; Miriam Santos Pachêco de Lima ; Jocilane Pereira de Oliveira; Esaul Lucas Oliveira; Carolina da Silva Ponciano; Cristiane Patrícia de Oliveira; Cristiane Martins Veloso**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: jeeloliver10@gmail.com*

**Resumo:** O feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa rica em antocianinas, pigmentos estudados como fontes naturais de indicadores ácido-base. Este trabalho teve como objetivo obter extratos de antocianinas do feijão preto usando diferentes solventes (água, álcool 70%, e álcool 70% + água Milli-Q na proporção de 7:3) e caracterizá-los por análises de cor quando submetidos a soluções tampão com pH variando de 3 a 10, utilizando espectrofotometria UV-Vis e análise de cor (escala CIELAB) para verificar seu potencial indicador de pH. O extrato aquoso se mostrou menos translúcido, mas se demonstrou eficiente na transição de cor em diferentes faixas de pH, apresentando cores fortes que variaram entre o vermelho, cinza e verde. Os extratos hidroalcóolicos (álcool 70% e álcool 70% + água Milli-Q 7:3) apresentaram cores similares que transitaram entre vermelho, rosa, incolor e verde, em diferentes faixas de pH. Ambos extratos apresentaram picos batacrômicos em 520 e 600 nm o que indicou a modificação estrutural da antocianina e, consequentemente, a mudança de cor. Embora o extrato obtido utilizando álcool 70% + água Milli-Q 7:3 apresentasse cores mais intensas, ambos os extratos de feijão preto demonstraram eficiência como indicadores naturais ácido-base, exibindo tonalidades distintas em diferentes faixas de pH. Assim, o feijão preto pode ser uma alternativa sustentável e de baixo custo aos indicadores de pH sintéticos, podendo ser usado como indicador ácido-base e tendo potencial para ser empregado como pigmento em materiais cujo objetivo principal seja a mudança de cor conforme o pH do meio.

**Palavras–chave:** Antocianidinas; indicador de pH; leguminosas; pigmentos.

## INTRODUÇÃO

As antocianinas são pigmentos orgânicos pertencentes ao grupo dos compostos fenólicos, encontrados em flores, frutos, vegetais e em algumas leguminosas, como o feijão preto. Suas cores podem variar entre roxo, violeta, azul, magenta e vermelho, sendo que o número e a posição das hidroxilas na sua cadeia influenciam diretamente na intensidade e na estabilidade da cor (1,2).

As antocianinas apresentam alto potencial bioativo, podendo ser utilizadas como corantes naturais em alimentos por não serem tóxicas e serem economicamente viáveis, contribuindo para a melhoria dos atributos sensoriais (3,4). Também podem ser empregadas como indicadores ácido-base, que são substâncias orgânicas fracamente ácidas ou básicas que mudam de cor em função do pH, apresentando diferentes

tonalidades em suas formas protonadas ou desprotonadas, possibilitando seu uso como indicadores naturais de pH (5). Seus pigmentos, considerados instáveis, apresentam maior estabilidade em condições ácidas e podem sofrer modificações por fatores como pH do meio circundante, temperatura, oxigênio, presença de enzimas, metais ou pelo fenômeno de copigmentação (1).

Em meio aquoso, as antocianinas apresentam estruturas químicas que mudam conforme o pH, incluindo o cátion flavilium (vermelho), a base anidra quinoidal (azul), a pseudo-base carbitol (incolor) e a chalcona (incolor ou levemente amarela). Em meio ácido, as antocianinas estão na forma catiônica e, à medida que o pH aumenta, ocorre a formação rápida de uma base quinoidal devido à desprotonação. Em meio neutro, o cátion flavilium é hidratado, estabelecendo um equilíbrio entre as formas carbitol e chalcona (6).

A facilidade de obtenção das antocianinas, tanto em termos de custo quanto de métodos de extração, motiva o interesse de diversos pesquisadores. Este material permite o desenvolvimento de indicadores naturais de pH, que sofrem modificações de cor com a variação de pH, sendo útil em diversas aplicações industriais e de consumo (7). Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo obter extratos de antocianinas do feijão preto utilizando diferentes solventes (água, álcool 70% e álcool 70% + água Milli-Q na proporção de 7:3) e caracterizá-los mediante análises de cor quando submetidos a diferentes soluções tampão, com pH variando de 3 a 10, para verificar seu potencial indicador de pH.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Extração de antocianina

A extração de antocianinas do feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) seguiu o método proposto por Pereira Jr, De Arruda e Stefani (8), com adaptações. Três solventes foram utilizados para a extração: o primeiro foi água Milli-Q, o segundo foi álcool etílico 70% SYNTH P.A.-A.C.S. (P.M. 46,07 g), e o último foi uma mistura de álcool etílico 70% com água Milli-Q, na proporção 7:3 (v/v), sendo o pH de ambas as soluções ajustado para 2,0 com ácido clorídrico (HCl) REATEC P.A.-A.C.S. (P.M. 36,46 g; 1,4 mol.$L^{-1}$). Para a extração, foram utilizados 62,5 g de feijão preto inteiro in natura em 250 mL de cada solvente extrator, permanecendo por 24 horas em temperatura ambiente (25°C), na ausência de luz. Após esse processo, a solução foi filtrada utilizando um filtro de membrana Whatman™ Nylon, com 25 mm de diâmetro e poro de 0,22 mm. Posteriormente, a cor dos extratos foi avaliada.

### Avaliação espectrofotometrica na região do visível do extrato de feijão preto em diferentes valores de pH

O espectro de absorção das antocianinas do feijão preto na região do visível foi avaliado em função da variação de pH utilizando diferentes meios tamponantes, conforme técnica descrita por Liu et al. (9). Os extratos foram adicionados de soluções tampões (pH 3-10), na proporção de 1:1, e armazenadas na ausência de luz por 30 minutos. Posteriormente, as absorbâncias das soluções foram determinadas utilizando um espectrofotômetro UV-vis (modelo UV 1800, Shimadzu, Japão), na faixa espectral de 400 a 700 nm.

Análise de cor pela escala Cielab utilizando análise de imagens digitais

A análise colorimétrica dos extratos foi realizada utilizando a metodologia proposta por Franco et al. (10), com modificações. As cores das amostras foram avaliadas

(quatro repetições em quatro diferentes regiões dos extratos) por meio de registros fotográficos utilizando um smartphone (Samsung® Galaxy S20-FE, processador Qualcomm Snapdragon 865 Octa-Core, 128GB, câmera traseira lente tripla com resolução ultra-angular, ultragrande-angular e teleobjetiva), sendo as coordenadas L, a* e b* na escala CIELAB determinadas pelo aplicativo colorimétrico Color Lab, Vilka Studios, versão 1.2, 2017 disponível para sistema operacional Android (PLAY STORE).

As imagens foram capturadas em um ambiente climatizado (25 $\pm$ 2 °C), e iluminado com 9 lâmpadas tubulares fluorescentes LED branca (OsRAM T8 18w 6500K) a uma distância de 80 cm da amostra, tendo como plano de fundo uma folha de papel sulfite branca tamanho A4. Os extratos foram posicionados a 10 cm da lente da câmera do smartphone para foco da imagem e determinação dos atributos colorimétricos.

A diferença total de cor zero (ΔE) foi calculada a partir das coordenadas $L_0$*, $a_0$* e $b_0$* dos extratos no tempo zero e em função dos valores das coordenadas colorimétricas dos extratos após exposição a meios tamponantes com diferentes valores de pH (Equação 1).

$$\Delta E^* = \sqrt{[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]} \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Em que: ΔE* = (L* - L*0); Δa* = (a* - a*0) e Δb* = (b* - b*0).

**Análise estatística**

As avaliações dos extratos do feijão preto em relação a mudança de cor foram realizadas qualitativamente e estatisticamente por análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey ao nível de significância de ($p<0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o SAS® Software University (Institute Inc., North Carolina, Car, EUA) e os gráficos plotados no OriginPro 2018 (OriginLab Corporation., Northampton, Massachusetts, EUA). Todas as análises foram realizadas com 4 repetições.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Avaliação espectrofotometrica na regiao do visível para o extrato de feijão preto em diferentes valores de pH**

As análises visuais dos extratos podem ser observadas na Figura 1(a). O extrato obtido em água apresentou modificações de cor em diferentes faixas de pH. Entre os valores de pH 3 e 6, verificou-se uma coloração avermelhada. À medida que o pH aumentava, a coloração mudou para cinza no pH 7 e 9, e verde no pH 10. Os extratos obtidos utilizando solventes hidroalcóolicos apresentaram colorações similares, mas em diferentes faixas de pH, exceto no pH 3, onde ambos apresentaram a mesma cor. Para o extrato obtido utilizando álcool, a cor rosa clara foi apresentada do pH 4 ao 5, mudando para incolor no pH 6-7. A coloração então se modificou para verde nos pH 8 ao 10. No extrato obtido utilizando alcóol 70% + água Milli-Q, a coloração rosa clara esteve presente entre os valores de pH 4-6. Ao aumentar o pH para 7, a cor característica foi cinza, que se modificou para verde no pH 8, prevalecendo essa cor até o pH 10. Desta forma, observa-se que ambos solventes promoveram indicações de cor similares em diferentes faixas de pH. No entanto, o extrato contendo álcool 70% + água Milli-Q conseguiu entregar cores mais translucidas, na qual obteve melhor variações de cor nas diferentes soluções tampões.

De acordo com Torskangerpoll e Andersen (11), grande parte das antocianinas presentes em alimentos, como a cianidina e a delfinidina, apresentam maior estabilidade em condições extremamente ácidas, o que segundo Boccalon et al. (12) é representado pela coloração vermelha. Cores similares foram apresentadas no estudo de Nunes, Jansen e Quináia (13), no qual foram extraídas antocianinas do feijão preto em água, sendo a coloração vermelha apresentada em meio ácido (pH 2,2) e a cor verde em meio alcalino (pH 9,0). Essas alterações de cor ocorrem devido ao aumento do pH pela adição de bases nas soluções, o que proporciona o desequilíbrio químico das antocianinas, favorecendo a transferência de prótons e gerando, nas soluções, a base quinoidal neutra que compete com o sistema do hemicetal B, formando a cis-chalcona (11). Além disso, a mudança de cor do vermelho/rosa para o incolor pode ocorrer devido à hidratação do cátion flavílio em C-2 para formar uma pseudobase de carbinol (14). Apesar do extrato obtido em água ser menos translúcido do que os solventes hidroalcóolicos as modificações e a intensidade das cores observadas potencializam seu uso como indicador ácido-base.

Os espectros na região do visível dos extratos são apresentados na Figura 1 (b). Os espectros dos extratos extraídos em água, álcool 70% e em álcool 70% + água Milli-Q (Figura 1 (a), (b) e (c)) apresentaram regiões de absorção máxima em 520 e 600 nm, respectivamente, indicando a modificação estrutural da antocianina e, consequentemente, a mudança de cor. Contudo, apesar dos extratos apresentarem picos batacrômicos em comprimentos de ondas similares, o extrato obtido em álcool 70% + água Milli-Q, seguido do extrato obtido somente em água apresentaram picos batacrômicos mais proeminentes, apresentando maior intensidade de absorção.

Resultados similares foram apresentados por Vankar e Dhara Bajpai (15), no qual a antocianina extraída de flores de rosa mostrou uma mudança máxima de comprimento de onda de 517 nm (rosa escuro) para 592 nm (verde) entre a faixa de pH 2 a 9. Assim como os resultados acima, Torskangerpoll e Andersen (11) relataram picos similares para extratos de feijão preto obtidos em água, verificando um pico intenso em pH ácido em 523 nm e, em pH básico (pH 9), a absorbância máxima foi visualizada em 620 nm.

Os espectros apresentados podem estar associados a formação do complexo π–π das antocianinas que possibilita modificações das moléculas do íon flavílio, ocasionando a quebra do catíon flavílio que diminui as ligações duplas conjungadas aumentando a intensidade de absorção (efeito hipercrômico) e seu comprimento de onda (deslocamento batocrômico), resultando na mudança das configurações da molécula de antocianina para formar não apenas uma espécie em equilíbrio, mas duas ou mais, como a pseudobase carbinol (incolor), quinoidal (azul) e/ou chalcona (amarelo), que quando inseridas em meio ácido fraco e básico apresenta há perda da coloração inicial (11, 16), e a combinação das cores azul e amarela, durante a conversão estrutural da antocianina, pode influenciar no aparecimento da cor verde (17).

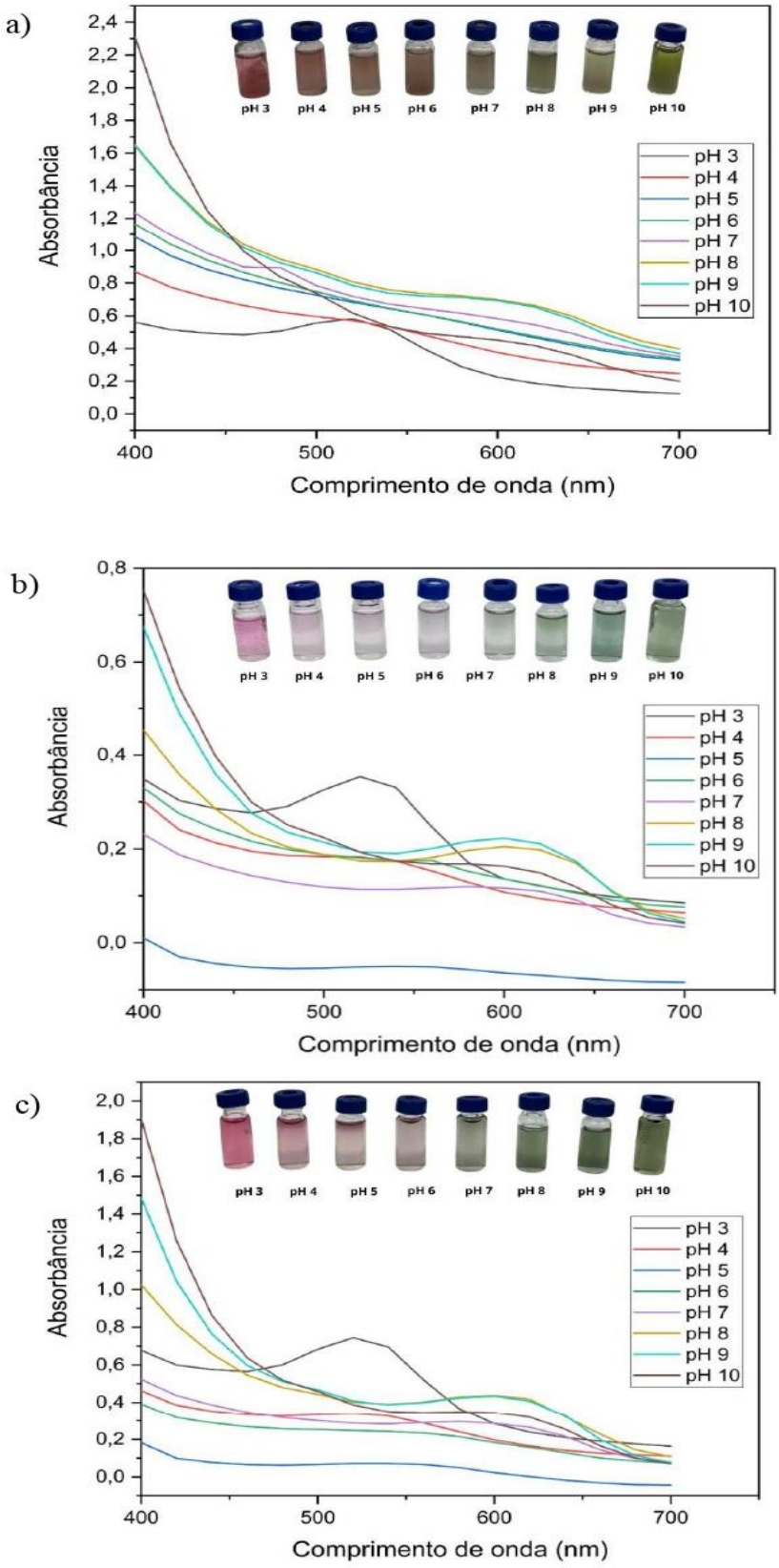



Figura 1 - Espectros e registros fotográficos de extratos de antocianinas de feijão preto obtidos em água (a), álcool 70% (b) e álcool 70% + água Milli-Q (7:3) (c).

Análise de cor pela escala Cielab utilizando aplicativo Color Lab

A Tabela 1 apresenta os valores médios das coordenadas L, a* e b* na escala Cielab dos extratos submetidos a diferentes soluções tampões (pH 3 ao 10). Amostras mais escuras apresentaram menores valores de L*, uma vez que apresentaram maior opacidade, o que pode ser visualizado pelos valores em pH 10. Como esperado os extratos em pH mais baixo apresentaram valores de a* maiores (pH 3), isto porque em pH extremamente ácido ocorre a predominância do catíon flavílio e coloração vermelha (14). A vermelhidão dos extratos se modificou à medida que o pH aumentou, apresentando valores de a* de 2,22 e 1,46 para extrato alcoólico e 6,31 e 5,56 para extrato obtido em álcool 70% + água Milli-Q, respectivamente, no qual corresponde a hidratação do catíon flavílio (18) e confirma a coloração rosa claro entre o pH 5 e 6 apresentado pelos registros fotográficos da Figura 1. Em pH extremamente básico (pH 10) maiores valor de b* foram observados, tanto para o extrato obtido em água (21, 82), quanto para álcool (5,07) e álcool 70% + água Milli-Q (21,19), apesar do valor b* do extrato obtido em condições alcoólicas ser menor que os outros em pH 10, a coloração verde apresentada por ambos, independente da intensidade, ainda indica, assim como os outros a modificação estrutural do catíon flavílio, decorrente da interação entre a base quinoidal e a chacolna na qual deriva o composto de característica verde (17).

Os valores de ΔE* (diferença total de cor) apresentados para os extratos obtidos em água não apresentaram diferença significativa nas diferentes faixas de pH. Entretanto, os extratos hidroalcóolicos apresentaram diferenças significativas, as quais respaldam a diferença total de cor entre as amostras. Apesar do extrato aquoso de antocianina não apresentar diferença total de cor significativa entre as amostras, os valores de ΔE* apresentados em todas as faixas de pH para ambos extratos estudados indicam que as cores podem ser observadas ao olho nu uma vez que ultrapassam a escala de pontos determinantes para esta observação. Tal relato pode ser confirmado no estudo de Castro et al. (19), onde valores de ΔE* acima de 31 pontos forneceram cores absolutamente diferentes. Tassanawat et al. (20) afirmam que ΔE* acima de 5 pontos já podem apresentar cores diferentes detectadas visualmente, enquanto valores de ΔE* acima de 12 pontos apresentam cores absolutamente diferentes.

Tabela 1 - Análise Cielab de extratos de antocianinas de feijão preto por aplicativo Color Lab.

| Amostra | Solvente | pH | L | a* | b* | ΔE* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Feijão preto | Água | 3 | 50,37 ± 5,15$^{ab}$ | 28,73 ± 1,82$^{a}$ | 13,60 ± 0,61$^{b}$ | 59,67 ± 3,52$^{a}$ |
| | | 4 | 55,96 ± 2,16$^{a}$ | 14,90 ± 0,83$^{b}$ | 12,75 ± 1,99$^{b}$ | 59,33 ± 1,79$^{a}$ |
| | | 5 | 56,70 ± 2,47$^{a}$ | 8,26 ± 2,43c | 11, 06 ± 2,28$^{b}$ | 58,45 ± 1,58$^{a}$ |
| | | 6 | 51,16 ± 7,0$^{ab}$ | 9,57 ± 1,64$^{c}$ | 12, 04 ± 1,07$^{b}$ | 53,49 ± 6,63$^{a}$ |
| | | 7 | 58,33 ± 3,70$^{a}$ | 0,534 ± 0,36$^{cd}$ | 9,52 ± 1,21$^{b}$ | 59,11 ± 3,74$^{a}$ |
| | | 8 | 53,60 ± 2,27$^{ab}$ | -3,15 ± 0,25$^{de}$ | 12,37 ± 2,63$^{b}$ | 55,13 ± 2,80$^{a}$ |
| | | 9 | 55,49 ± 5,18$^{a}$ | -2,16 ± 0,88$^{d}$ | 13,90 ± 1,94$^{b}$ | 57,29 ± 4,92$^{a}$ |
| | | 10 | 44,71 ± 2,17$^{b}$ | -6,53 ± 2,74$^{e}$ | 21, 82 ± 7,10$^{a}$ | 50,43 ± 5,31$^{a}$ |
| | Álcool 70% | 3 | 72, 10 ± 1,55$^{a}$ | 18,22 ± 1,33$^{a}$ | -3,40 ± 1,05$^{c}$ | 74,47 ± 1,16$^{a}$ |
| | | 4 | 73,53 ± 3,19$^{a}$ | 4,41 ± 1,17$^{b}$ | 1,23 ± 0,71$^{b}$ | 73,69 ± 3,09$^{a}$ |
| | | 5 | 74, 34 ± 4,95$^{a}$ | 2,22 ± 1,21$^{bc}$ | 1,06 ± 0,62$^{b}$ | 74,39 ± 4,91$^{a}$ |
| | | 6 | 73,89 ± 5,65$^{a}$ | 1,46 ± 0,79$^{c}$ | 1,07 ± 1,07$^{b}$ | 73,92 ± 5,64$^{a}$ |
| | | 7 | 70,32 ± 2,16$^{ba}$ | -1,28 ± 0,01$^{d}$ | 2,43 ± 0,01$^{b}$ | 70,37 ± 2,16$^{ba}$ |
| | | 8 | 67,98 ± 1,57$^{ba}$ | -3,07 ± 1,73$^{d}$ | 5,47 ± 1,76$^{a}$ | 68,31 ± 1,34$^{ba}$ |
| | | 9 | 63,20 ± 1,97$^{b}$ | -6,18 ± 0,53$^{e}$ | 4,96 ± 0,71$^{a}$ | 63,70 ± 1,92$^{b}$ |
| | | 10 | 63, 14 ± 1,12$^{b}$ | -7,50 ± 0,02$^{e}$ | 5,07 ± 0,01$^{a}$ | 63,79 ± 1,11$^{b}$ |
| | Álcool 70% + água Milli-Q (7:3) | 3 | 55,51 ± 1,22$^{cd}$ | 35,91 ± 1,60$^{a}$ | 4,99 ± 1,83$^{cd}$ | 66,34 ± 0,91$^{ab}$ |
| | | 4 | 57,99 ± 5,88$^{bc}$ | 17,34 ± 3,52$^{b}$ | 3,64 ± 1,10$^{d}$ | 60,80 ± 4,65$^{cd}$ |
| | | 5 | 70,45 ± 2,43$^{a}$ | 6,31 ± 0,49$^{c}$ | 3,89 ± 1,18$^{cd}$ | 70,85 ± 2,36$^{a}$ |
| | | 6 | 70,46 ± 0,45$^{a}$ | 5,56 ± 1,27$^{c}$ | 3,31 ± 0,10$^{d}$ | 70,76 ± 0,37$^{a}$ |
| | | 7 | 63,82 ± 2,05$^{b}$ | -1,51 ± 1,09$^{d}$ | 6,67 ± 2,26$^{c}$ | 64,22 ± 2,05$^{bc}$ |
| | | 8 | 53,58 ± 1,21$^{cde}$ | -6,28 ± 0,35$^{e}$ | 13,60 ± 1,13$^{b}$ | 55,65 ± 0,93$^{e}$ |
| | | 9 | 48,16 ± 1,50$^{e}$ | -7,65 ± 0,04$^{e}$ | 12,24 ± 0,07$^{b}$ | 50,28 ± 1,42$^{f}$ |
| | | 10 | 51,46 ± 0,95$^{de}$ | -5,69 ± 0,07$^{e}$ | 21,19 ± 0,20$^{a}$ | 55,94 ± 0,95$^{de}$ |

*****Os valores são expressos como média ± DP. Médias na mesma coluna com letras distintas diferem significativamente entres si, pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

## CONCLUSÕES

A capacidade de modificação de cor dos extratos de feijão preto, independentemente do tipo de solvente utilizado, quando submetidos a diferentes soluções tampão, demonstrou que ambos os extratos apresentam potencial para serem utilizados como indicadores de pH. Esses extratos se apresentam como uma alternativa sustentável e de baixo custo em comparação aos indicadores de pH sintéticos, podendo ser utilizados como indicadores ácido-base e tendo potencial para serem empregados como pigmentos em materiais cujo objetivo principal seja a mudança de cor conforme o pH do meio.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia e à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia que disponibilizaram recursos e infraestrutura necessários para a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

1. Damodaran S, Parkin KL. Química de alimentos de Fennema. Artmed editora, p. 677-748, 2018.

2. Ribeiro EP, Seravalli EAG. Química de alimentos. São Paulo: Manole; 2019.

3. Bracht BB. Produção e caracterização de embalagens inteligentes com indicadores naturais e sintéticos [Trabalho de Conclusão de Curso]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2021.

4. Kuasnei M. Extração de antocianinas do tegumento de feijão preto com soluções aquosas de solventes eutéticos profundos por técnicas emergentes [Dissertação]. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina; 2021.

5. Marques JA, Biazoto C, Biasi LH, Dominguini L. Estudo do comportamento de antocianinas como indicadores naturais. Seminário de Pesquisa, Extensão e Inovação: IFSC, Campus Criciúma; 2011.

6. Arruda MRE, Barbosa EKS, Da Silva CF, Vinhas GM. Avaliação de extratos de antocianinas como indicadores de pH obtidos por diferentes métodos. Brazilian Journal of Food Research. 2019;10(3):87-100.

7. Nunes CN, Jansen AB, Quináia SP. Otimização da extração de antocianinas presentes no feijão-preto e impregnação do extrato em matriz polimérica natural para uso como indicador de pH. Química Nova. 2022;45:113-20.

8. Pereira VAJ, De Arruda INQ, Stefani R. Active chitosan/PVA films with anthocyanins from Brassica oleraceae (Red Cabbage) as Time–Temperature

Indicators for application in intelligent food packaging. Food Hydrocolloids. 2015;43:180-8.

9. Liu Y, Zhang X, Li C, Qin Y, Xiao L, Liu J. Comparison of the structural, physical and functional properties of κ-carrageenan films incorporated with pomegranate flesh and peel extracts. Int J Biol Macromol. 2020;147:1076-88. doi:10.1016/j.ijbiomac.2019.10.075

10. Franco MDO, Suarez WT, Dos Santos VB, Resque IS, Dos Santos MH, Capitán-Vallvey LF. Microanalysis based on paper device functionalized with cuprizone to determine Cu2+ in sugar cane spirits using a smartphone. Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc. 2021;253:119580. doi:10.1016/j.saa.2021.119580.

11. Torskangerpoll K, Andersen OM. Colour stability of anthocyanins in aqueous solutions at various pH values. Food Chem. 2005;89(3):427-40.

12. Boccalon E, Viscusi G, Lamberti E, Fancello F, Zara S, Sassi P, et al. Composite films containing red onion skin extract as intelligent pH indicators for food packaging. Appl Surf Sci. 2022;593:153319.

13. Nunes CN, Jansen AB, Quináia SP. Otimização da extração de antocianinas presentes no feijão-preto e impregnação do extrato em matriz polimérica natural para uso como indicador de pH. Química Nova. 2022;45:113-20.

14. Halász K, Csóka L. Black chokeberry (Aronia melanocarpa) pomace extract immobilized in chitosan for colorimetric pH indicator film application. Food Packag Shelf Life. 2018;16:185-93.

15. Vankar PS, Bajpai D. Rose anthocyanins as acid base indicators. Nat Prod Radiance. 2010;9(1):68-75.

16. Lee J, Rennaker C, Wrolstad RE. Correlation of two anthocyanin quantification methods: HPLC and spectrophotometric methods. Food Chem. 2008;110(3):782-786.

17. Monteiro EP, Freitas LA. Identificação de antocianinas em frutas da região amazônica: Um indicador natural usado como recurso didático para o ensino de química. Braz J Dev. 2020;6(11):86590-600.

18. Março PH, Poppi RJ, Scarminio IS. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. Quim Nova. 2008;31:1218-23. doi:10.1590/S0100-40422008000500051

19. Castro RI, Vásquez-Rojas C, Cortiella MG, Parra-Palma C, Ramos P, Quintana LM. Evolution of the volatile organic compounds, phenols and antioxidant capacity during fruit ripening and development of Rubus ulmifolius Schott fruits. Horticulturae. 2022;9(1):13.

20. Tassanawat S, Phandee A, Magaraphan R, Nithitana M, Manuspiya H. pH-sensitive PP/clay nanocomposites for beverage smart packaging. In: 2007 2nd IEEE international conference on nano/micro engineered and molecular systems. IEEE; 2007. p. 478-82.

**Capítulo 04**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-04**

# ANÁLISE DO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS EM AZEITES DE OLIVA COMERCIAIS

**Bruna Niedo Gerolim; Matheus Henrique Roman; Sara Kapazi. Edimir Andrade Pereira***

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: edimir@utfpr.edu.br*

**Resumo:** A oliveira (*Olea eruropeae* L.) é uma árvore bastante cultivada, seu fruto, a azeitona, pode ser consumido em conserva ou ter extraído o óleo, conhecido como o azeite de oliva, que tem diversos benefícios para saúde como por exemplo o aumento do "colesterol bom" (lipoproteína de alta densidade – HDL) e a prevenção de doenças cardiovasculares. O azeite é constituído diversos por ácidos graxos, com o ácido oleico (C18:1), um ácido graxo ômega 9, monoinsaturado, que está presente em maior quantidade. O presente trabalho tem como objetivo analisar os perfis de ácidos graxos presentes em amostras de azeites produzidos no Brasil, Portugal e Espanha, com diferentes variedades de azeitonas e comercializados na região sul do Brasil. As análises foram realizadas por cromatografia gasosa com detector de ionização de chama (DIC), para a identificação e quantificação dos ácidos graxos presentes. Os resultados mostraram variações semelhantes entre as amostras, como valores para C14:0 (Mirístico) com uma variação de 0,01 a 0,02%, C16:1 (Palmitoleico) de 0,94 a 2,00%, C18:0 (Esteárico) 2,00 a 3,40%, C18:1 (Oleico) de 68,65 a 74,22%, e C18:2 (Linoleico) de 5,66 a 9,55%. Estes resultados estão em conformidade com pesquisas reportadas na literatura científica, critérios e padrões de identidade e qualidade e normas alimentares internacionais. Essas variedades, cultivadas em diferentes regiões e sob diversas condições agronômicas, influenciaram os perfis lipídicos dos azeites.

**Palavras–chave:** cromatografia gasosa; *Olea europeae* L.; perfil lipídico; variedades de oliveiras

## INTRODUÇÃO

A oliveira *(Olea europeae* L.) planta que produz as azeitonas, é nativa da Ásia menor e Síria, atualmente é cultivada em diversas regiões do mundo, com os principais produtores sendo a Espanha, Itália e Grécia (1), cuja área total das plantações é de aproximadamente 10 milhões de hectares, sendo 25% na Espanha, 11% na Itália e 9% na Grécia (2). O Brasil ocupa uma posição relativamente pequena no mercado mundial (3).

A partir do século XVIII ocorreu a introdução da cultura da oliveira no Brasil, por intermédio dos imigrantes europeus (4). No latim o nome *Olea* é oliva (oliveira, azeitona) e no grego *elai* significa óleo (5). Do fruto da oliveira, pode-se extrair o óleo, sendo o azeite de oliva, conhecido por suas propriedades nutritivas, medicinais e de uso tradicional (6).

O azeite é obtido por prensagem, portanto não ocorre alteração da sua composição, sendo assim os compostos antioxidantes que se tem no fruto permanece no azeite, como

os fitoesteróis, carotenoides, vitamina E e os compostos fenólicos, sendo uma alternativa saudável para consumo (7,8). Além disso, o consumo do azeite tem diversos benefícios, um deles é a redução da taxa de colesterol total e aumento do "colesterol bom" (HDL), que protege o sistema digestivo, previne o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, entre outros (9).

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos com cadeias longas hidrocarbonadas, divididos em saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, sendo ácidos graxos saturados que contém apenas ligações simples, ácidos graxos monoinsaturados que contém uma ligação dupla e ácidos graxos poli-insaturados contém mais que uma ligação dupla (10).

O azeite tem como constituinte principal a gordura monoinsaturada, o ácido oleico (C18:1) é o principal ácido graxo e tem uma quantidade moderada de ácido linoleico (11). Os três ácidos graxos que estão associados a prevenção de doenças cardiovasculares são os ácidos oleico, linoleico e palmitoleico, são encontrados no azeite de oliva extra virgem. O mais importante é o ácido oleico, que é um ácido graxo monoinsaturado, seu conteúdo no azeite varia de 55 a 83% (12,13).

A composição do azeite pode ocorrer variação conforme o local da produção, o clima, o solo, amadurecimento do fruto e o tipo de variedade da azeitona. Conforme se dá o processo de maturação das azeitonas, ocorrem variações no seu conteúdo e a composição de ácidos graxos, afetando a estabilidade oxidativa e valor nutricional do azeite. Por exemplo, em estudo realizado em Portugal no período de 2020 a 2021 o perfil de ácidos graxo variou, podendo observar que em anos mais quentes ocorreu um amento nos níveis de ácidos graxos saturados totais e poli-insaturados e a diminuição dos monoinsaturados (14).

Santos (11), comparou a composição dos ácidos graxos presentes em azeites de países como Argentina, Portugal, Espanha e Chile. Para C16:0 (Palmítico), azeites da Argentina obtiveram menores valores (9%) e Espanha os maiores valores (14%). C18:0 (Esteárico) variou de 1 a 4%, sendo menores valores para o Chile e mais altos para Argentina. C18:1 (Oleico) variou de 67 a 79%, Portugal e Chile obtiveram maiores valores, as amostras da Argentina ficaram abaixo dos valores estabelecidos pela legislação. Enquanto que para o C24:0 (Lignocérico) variação foi de 0 a 0,2%, menor valor foi obtido pela Espanha.

O perfil de ácidos graxos é utilizado como padrão de qualidade, se ocorre uma alteração no seu perfil pode ser por conta de uma oxidação lipídica (15). Conforme a Instrução Normativa n° 1, de 30 de janeiro de 2012, (16) e a *Codex Alimentarius* (17), os parâmetros de perfil de ácidos graxos são conforme a Tabela 1.

Tabela 1- Perfil de ácidos graxos conforme a Instrução Normativa de 30 de janeiro de 2012 e o Codex Alimentarius

| Ácidos graxos (%) | Azeite de Oliva Virgem, Azeite de oliva e Azeite de oliva refinado | Azeite Virgens |
|---|---|---|
| **C14:0** | Menor ou igual a 0,05 | |
| **C16:0** | 7,5 a 20,0 | |
| **C16:1** | 0,3 a 3,5 | |
| **C17:0** | Menor ou igual a 0,3 | |
| **C17:1** | Menor ou igual a 0,3 | |
| **C18:0** | 0,5 a 5,0 | |
| **C18:1** | 55,0 a 83,0 | |
| **C18:2** | 3,5 a 21,0 | |
| **C18:3** | Menor ou igual a 1,0 | |
| **C20:0** | Menor ou igual a 0,6 | |
| **C20:1** | Menor ou igual a 0,4 | |
| **C22:0** | Menor ou igual a 0,2 | |
| **C24:0** | Menor ou igual a 0,2 | |

Fonte: (16,17)

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram adquiridas quatro variedades de azeites comerciais, codificadas na Tabela 2, a análise de perfil de ácido graxo foi realizada em cromatógrafo gasoso, com detector DIC. A temperatura inicial da coluna de 80 °C a 220 °C, a velocidade de aquecimento de 5 °C por min. Mantendo a 220 °C por 10 min. O gás de arraste foi o hidrogênio a 15 mL $min^{-1}$.

Tabela 2- Código das amostras, país de origem e a variedade da azeitona

| Código | País de origem / Variedade da azeitona |
|---|---|
| **F** | Brasil / koroneiki e arbequina |
| **C** | Portugal / cobrançosa e picual |
| **BO** | Espanha / hojiblanca, arbequina e picual |
| **AN** | Portugal / não informado |

Fonte: Autoria própria (2024)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perfil de ácidos graxos em porcentagem, presentes nas amostras se encontra na Tabela 3, pode-se observar que todas as amostras se encontram de acordo com a legislação brasileira e internacional (16,17).

Tabela 3- Perfil de ácidos graxos nos azeites comerciai

| Ácidos Graxos | Amostras (%) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **F** | **C** | **BO** | **AN** |
| **Butírico (C4:0)** | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| **Capróico (C6:0)** | < LQ | | | |
| **Caprílico (C8:0)** | | | | |
| **Cáprico (C10:0)** | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Undecanóico (C11:0)** | | | | |
| **Láurico (C12:0)** | < LQ | < LD | < LQ | |
| **Tridecanóico (C13:0)** | | < LQ | | |
| **Miristico (C14:0)** | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| **Miristoleico (C14:1)** | | < LQ | | |
| **Pentadecanóico (C15:0)** | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| **10-Pentadecanóico (C15:1)** | | < LQ | | |
| **Palmítico (C16:0)** | 14,81 | 13,76 | 15,3 | 13,41 |
| **Palmitoleico (C16:1n7)** | 1,16 | 0,94 | 1,31 | 0,94 |
| **Margárico (C17:0)** | 0,06 | 0,09 | 0,1 | 0,09 |
| **cis-10-Ácido Heptadecenóico (17:1)** | | < LQ | | |
| **Esteárico (C18:0)** | 2,27 | 3,42 | 3,12 | 3,37 |
| **Elaidico (C18:1n9t)** | 0,16 | 0,11 | 0,14 | 0,15 |
| **Oleico (C18:1n9c)** | 71,1 | 74,22 | 68,65 | 72,81 |
| **Linolelaidico (C18:2n6t)** | | < LQ | | |
| **Linoleico LA (C18:2n6c)** | 6,15 | 5,66 | 9,55 | 6,55 |
| **Gama-Linolênico GLA (C18:3n6)** | | < LQ | | |
| **Alfa Linoleico LNA (C18:3n3)** | 0,65 | 0,73 | 0,61 | 0,64 |
| **Araquídico (C20:0)** | 0,47 | 0,45 | 0,47 | 0,48 |
| **cis-11-Eicosenóico (C20:1n9)** | 0,37 | 0,27 | 0,28 | 0,29 |
| **Heneicosanóico (21:0)** | 1,10 | 0,77 | 0,93 | 0,96 |
| **cis-11,14-Eicosadienóico (C20:2)** | 0,01 | 0 | 0,01 | 0 |
| **cis-8,11,14-Eicosatrienóico Araquidonico AA (C20:4n6)** | | < LQ | | |
| **cis-11,14,17-Eicosatrienóico** | | | | |
| **Behenico (C22:0)** | 0,15 | 0,12 | 0,13 | 0,14 |
| **Erúcico (C22:1n9)** | 0 | 0 | < (LQ) | 0 |
| **5,8,11,14,17-EPA (C20:5n3)** | | < LQ | | |
| **Tricosanóico (C23:0)** | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,04 |
| **cis-13,16-Docosadienóico** | | < LQ | | |
| **Lignocérico (C24:0)** | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,08 |
| **Nervonico (C24:1n9) Docosahexanóico DHA (C22:6n3)** | | < LQ | | |
| **Gordura Monoinsaturada** | 72,79 | 75,55 | 70,37 | 74,2 |
| **Gordura Poli-insaturada** | 6,81 | 6,40 | 10,18 | 7,20 |
| **Gorduras Insaturadas** | 79,60 | 81,95 | 80,55 | 81,40 |
| **Gorduras Saturadas** | 19,01 | 18,77 | 20,2 | 18,60 |
| **Gorduras trans** | 0,16 | 0,11 | 0,14 | 0,15 |
| **Ômega 3** | 0,65 | 0,73 | 0,61 | 0,64 |
| **Ômega 6** | 6,15 | 5,66 | 9,55 | 6,55 |
| **Ômega 9** | 71,63 | 74,61 | 69,06 | 73,24 |
| **Extrato Etéreo** | 98,61 | 100,72 | 100,75 | 100,46 |

Fonte: Autoria própria (2024). LQ: Limite de Quantificação; LD: Limite de Detecção.

A amostra F de azeite do Brasil (koroneiki e arbequina) exibe um perfil com menor teor de ácido esteárico (2,27%), alto teor de ácido oleico (71,1%), e teores

comparáveis de ácido linoleico (6,15%) e alfa linoleico (0,65%) em relação com as amostras analisadas de Portugal e Espanha. Destaca-se assim a qualidade de todas as amostras em termos de saúde cardiovascular e estabilidade oxidativa, pois observa-se um equilíbrio saudável entre ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, o que é importante para a estabilidade e as propriedades sensoriais do azeite.

A amostra de azeite brasileiro é comparável em qualidade aos azeites portugueses e espanhol analisados, apresentando um alto teor de ácido oleico, um perfil balanceado de ácidos graxos e algumas características superiores, como o menor teor de ácido esteárico e o maior teor de ácido palmitoleico. Portanto, o azeite brasileiro pode ser considerados tão bom quanto os azeites portugueses e espanhol neste estudo, oferecendo benefícios significativos para a saúde e uma boa qualidade nutricional.

As análises das amostras de azeite indicam que todas estão em conformidade com os padrões estabelecidos pela Instrução Normativa n° 1, de 30 de janeiro de 2012, e pelo *Codex Alimentarius*, confirmando a alta qualidade dos produtos. Os perfis de ácidos graxos, como os altos níveis de ácido oleico (C18:1) e a presença equilibrada de gorduras saturadas e insaturadas, estão alinhados com estudos anteriores, demonstrando uniformidade e consistência nos resultados. A ausência de alterações significativas nos ácidos graxos insaturados sugere que não houve oxidação lipídica, um indicador crucial de estabilidade e qualidade do azeite.

Os valores obtidos para o perfil de ácidos graxos estão em consonância com a literatura. Mansouri *et al.* (18) investigaram as variações Arbequina, Koroneiki e Arbosana, encontrando intervalos de C16:0 de 13 a 16%, C18:1 de 67 a 76%, gorduras insaturadas de 70 a 78% e gorduras saturadas de 15 a 19%. Carvalho *et al.* (19) relataram intervalos de C16:0 de 8 a 17%, C18:1 de 66 a 86%, e C18:0 de 1,1 a 2,2%, com valores variando por região e variedade. Além disso, os resultados são semelhantes aos de azeites produzidos em Portugal analisados por Bortoluzzi *et al.* (14). Esta consistência reforça a competitividade do azeite brasileiro no mercado internacional e destaca a importância de fatores genéticos e agroclimáticos na produção de azeites de qualidade, estabelecendo uma base para futuras pesquisas e aprimoramentos.

Os perfis de ácidos graxos, como os altos níveis de ácido oleico (C18:1) e a presença equilibrada de gorduras saturadas e insaturadas, estão alinhados com estudos anteriores (20, 21, 22), demonstrando uniformidade e coerência nos resultados.

A presença predominante de ácidos graxos insaturados, benéficos para a saúde, juntamente com a conformidade legal, tornam essas amostras azeites indicadas para consumidores e para a indústria.

## CONCLUSÕES

As análises do perfil de ácidos graxos das amostras de azeite mostraram conformidade com os padrões legais estabelecidos pela Instrução Normativa n° 1, de 30 de janeiro de 2012, e pelo *Codex Alimentarius*, indicando ausência de oxidação lipídica, uma vez que não foram observadas mudanças de perfil dos ácidos graxos, o que indica alta qualidade dos produtos.

Os resultados são compatíveis com estudos da literatura científica, mostrando uniformidade nos perfis de ácidos graxos de diferentes regiões e variedades de oliveiras.

Os altos níveis de ácidos graxos insaturados, especialmente ácido oleico, são benéficos para a saúde, e as semelhanças com azeites de países tradicionais como Espanha e Portugal reforçam a competitividade do azeite brasileiro analisado no mercado internacional.

Isso destaca a importância de fatores genéticos (variedades de oliveiras) e agroclimáticos na produção de azeites de qualidade, sendo relevante para consumidores que procuram produtos de melhor qualidade, e a indústria, que pode otimizar seus processos de produção com base nessas informações,estabelecendo uma base para futuras pesquisas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao programa de Pós- Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos (PPGTP-PB), a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fattoria Roman - SC.

## REFERÊNCIAS

1. Romani A, Ieri F, Urciuoli S, Noce A, Marrone G, Nediani C, et al. Health Effects of Phenolic Compounds Found in Extra-Virgin Olive Oil, By-Products, and Leaf of Olea europaea L. Nutrients [Internet]. 2019 Aug 1;11(8). Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6724211/
2. Fraga H, Moriondo M, Leolini L, Santos JA. Mediterranean Olive Orchards under Climate Change: A Review of Future Impacts and Adaptation Strategies. Agronomy [Internet]. 2021 Jan 1;11(1):56. Available from: https://www.mdpi.com/2073-4395/11/1/56
3. International Olive Council (IOC). Available from: https://www.internationaloliveoil.org/world-market-of-olive-oil-and-table-olives-data-from-april-2024/ Acesso em 07/2024.
4. Wrege MS, Coutinho EF, Pantano AP, Jorge RO, Distribuição Potencial de Oliveiras no Brasil e no Mundo. Rev. Bras. Frutic. [Internet]. 2015 Set;37(3):656-66. Available from: https://doi.org/10.1590/0100-2945-174/14
5. Ramírez-Tortosa MC, Granados S, Quiles JL. Chemical composition, types and characteristics of olive oil. In: Quiles J.L., Ramirez-Tortosa M.C., Yaqoob P., editors. Olive oil and health. CABI; Wallingford, UK: Cambridge, MA, USA: 2006. p. 45–62 https://doi.org/10.1079/9781845930684.0045
6. Sergeeva V. The olive: uses and benefits of its oil, fruit and leaves. Chronica Horticulturae 2022, 57(2):26-33 https://www.researchgate.net/publication/360123174_The_olive_uses_and_benefits_of_its_oil_fruit_and_leaves
7. Cavalheiro CV, Rosso VD, Paulus E, Cichoski AJ, Wagner R, Cristiano, *et al*. Composição química de folhas de oliveira (*Olea europaea* L.) da região de Caçapava do Sul, RS. Ciência Rural. 2014 Oct 1;44(10):1874–9. https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131139
8. Figueiredo AL, Silva MC, Pizzo JS, Santos PDS, Manin LP, Leôncio MS, et al. Evaluation of Lipid Composition and Nutritional Quality of Olive Oil Varieties

Using ESI-MS, GC-FID and Chemometrics Techniques. Journal of the Brazilian Chemical Society. 2024 Jan 1;35(4):1-9. Available from: https://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20230158

9. Rocío González, Carmen Gloria González, Miguel Ángel Rincón. Chemical and sensory assessment of extra virgin olive oil blends with omega-3 polyunsaturated fatty acids from plant origin. Revista chilena de nutrición. 2023 Apr 1;50(2):213–25. Available from: http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182023000200213
10. Barros JR de. Avaliação de azeites de oliva extra virgem produzidos no sul de Minas Gerais: Parâmetros de Qualidade, Atividade Antioxidante e Perfil Sensorial [dissertação]. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe; 2019. Available from: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/16155/2/JOSIANE_RODRIGUES_BARROS.pdf
11. Santos LMS, Avaliação da qualidade dos ácidos graxos dos azeites extravirgem comercializados na tríplice fronteira [trabalho de conclusão de curso]. Foz do Iguaçu: Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território (ILATIT); 2020. Available from: https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/6053
12. Parkinson L, Cicerale S. The Health Benefiting Mechanisms of Virgin Olive Oil Phenolic Compounds. Molecules. 2016 Dec 16;21(12):1734. Available from: https://www.mdpi.com/1420-3049/21/12/1734
13. Knaul LE, Santos LMS, Ramos PMM, Cabrera MBR, Rüdiger AL, Kapp MN, et al. Identification of Adulterants in Extra Virgin Olive Oil Using HS-SPME-GC-MS and Multivariate Data Analysis. Journal of the Brazilian Chemical Society. 2024 Jan 1;35(9);1-10. Available from: https://doi.org/10.21577/0103-5053.20240051
14. Bortoluzzi L, Casal S, Cruz R, Peres AM, Baptista P, Rodrigues N. Influence of Interannual Climate Conditions on the Composition of Olive Oil from Centenarian Olive Trees. Agronomy [Internet]. 2023 Nov 24;13(12):2884. Available from: https://www.mdpi.com/2073-4395/13/12/2884
15. Souza PT, Ansolin M, Batista EAC, Meirelles AJA, Tubino M, Tubino M. Identification of Extra Virgin Olive Oils Modified by the Addition of Soybean Oil, Using Ion Chromatography. Journal of the Brazilian Chemical Society. 2019 Jan 1;30(5):1055-62. Available from: https://doi.org/10.21577/0103-5053.20190005
16. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecidmento (BR). Instrução Normativa nº 1, de 30 de janeiro de 2012. Regulamento Técnico do Azeite de Oliva e do Óleo de Bagaço de Oliva e os limites de tolerância. Diário Oficial União. 1 Fev 2012; Seção 1:5-8. https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=629707739
17. Codex Alimentarius, Standard for Olive Oils and Olive Pomace Oils [Internet]. [cited 2024 Abr 18]. Available from: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B33-1981%252FCXS_033e.pdf

18. Mansouri F, A. Ben Moumen, S. Aazza, K. Belhaj, M.L. Fauconnier, M. Sindic, et al. Quality and chemical profiles of virgin olive oils of three European cultivars suitable for super-high-density planting conditions in eastern Morocco. Materials today: proceedings. 2019 Jan 1;13:998–1007. Available from: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.04.065
19. Carvalho AGA de, Olmo-García L, Gaspar BRA, Carrasco-Pancorbo A, Castelo-Branco VN, Torres AG. Evaluating Quality Parameters, the Metabolic Profile, and Other Typical Features of Selected Commercial Extra Virgin Olive Oils from Brazil. 2020 Sep 13;25(18):4193–3. Available from: https://doi.org/10.3390/molecules25184193
20. Jimenez-Lopez C, Carpena M, Lourenço-Lopes C, Gallardo-Gomez M, Lorenzo JM, Barba FJ, et al. Bioactive Compounds and Quality of Extra Virgin Olive Oil. Foods. 2020 Jul 28;9(8):1014. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32731481/
21. Zhang Z, Tong Z, Shao, Y, Su, G, Li K, Li C. Comparing and Evaluating the Oil Composition of Olive Oil of 85 Olive Varieties in the Liangshan Region, China. Agronomy. 2024 Jan 30;14(2):304. Available from: https://doi.org/10.3390/agronomy14020304
22. Oteri M, Rigano F, Micalizzi G, Casale M, Malegor C, Dugo P, et al. Comparison of lipid profile of Italian Extra Virgin Olive Oils by using rapid chromatographic approaches. Journal of Food Composition and Analysis. 2022 Jul. 110:104531. Available from: https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104531

**Capítulo 05**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-05**

# CARACTERIZAÇÃO DA POLPA INTEGRAL DE BACURI (*Platonia insignis* Mart.) DA REGIÃO DA MATA DOS COCAIS

**Tháila Pimentel Albuquerque Moura [a*]; Marcos Rodrigues Amorim Afonso [a]; Andréa Cardoso de Aquino [a]; Lívia de Sousa da Cunha [b]; Poliana Brito de Sousa [c]; Jurandy do Nascimento Silva [d]; Liana Cleide Flor de Lima Velho [a]**

[a] Departamento de Engenharia de Alimentos/ CCA/ Universidade Federal do Ceará.
[b] Departamento de Engenharia Química/CT/Universidade Federal do Ceará.
[c] Tecnologia em Alimentos/DIASPA/Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.
[d] Departamento de Química/ CCN/ Universidade Federal do Piauí.

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: thaila.pim@gmail.com*

**RESUMO:** O bacuri (*Platonia insignis* Mart.), é uma fruta da região Amazônica que possui comercialização e aproveitamento da polpa em regiões distintas no Brasil. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a polpa integral de bacuri da região da Mata dos Cocais quanto às análises físicas e físico-químicas. Foram determinados na polpa o pH, acidez total titulável, °Brix, açúcares totais e redutores, ácido ascórbico, atividade de água, umidade, cinzas, lipídios, proteínas, fibras, compostos fenólicos totais e análise de cor utilizando a escala CIELab. A polpa de bacuri apresentou altos teores para ácido ascórbico 16,12 mg/100g e de açúcares totais, 16,65%, e baixos teores para cinzas, lipídios e fibras. Logo, o considerável teor de ácido ascórbico presente na polpa da Mata dos Cocais se torna viável a continuidade de estudos futuros para empregar tecnologias na área da indústria de alimentos com o intuito nutricional e inovador, visto que é uma fruta em ascensão e pouco conhecida.

**Palavras-chave:** Amazônia; ácido ascórbico; fruta

## INTRODUÇÃO

Por possuir um vasto território, posição geográfica, clima e solo o Brasil é um dos maiores produtores de frutos tropicais e subtropicais. Sendo considerado o terceiro maior produtor mundial de frutas, com 59 milhões de toneladas produzidos nos 2,4 milhões de hectares em todo o país. O Brasil fica atrás apenas da China e da Índia como produtor e exportador de frutas (1).

A região Amazônica se destaca por possuir um dos maiores biomas naturais, apresentando uma diversidade de frutas exóticas, sendo frutas domésticas ou cultivadas com grande potencial agroindustrial e ainda pouco exploradas. Dentre essas espécies destaca-se o bacuri (*Platonia insignis* Mart.) por sua importância econômica nas regiões Norte e Nordeste do país (2). O bacurizeiro é uma planta de porte arbóreo que pertence à família Clusiaceae, subfamília Clusioideae e ao gênero *Platonia* Mart. Costuma se

desenvolver nos biomas da Amazônia, no nordeste brasileiro (Piauí e Maranhão) e uma pequena parcela de plantio no estado do Mato Grosso e Tocantins (3).

A comercialização do bacuri integral costuma ocorrer nas Centrais de Abastecimento (CEASA) e em feiras livres de Belém - PA, Manaus - AM, São Luís - MA e Teresina - PI. As polpas da fruta congelada, sorvetes e picolés são vendidos nos supermercados e sorveterias nas capitais a preços iguais ou superiores aos de outras frutas tropicais como o cupuaçu, açaí e a graviola. Portanto, a médio ou longo prazo, essa espécie pode se estabelecer como uma nova alternativa para os mercados interno e externo de frutas exóticas (4).

Existe uma variedade de produtos que podem ser elaborados com o bacuri. Com a extração da sua polpa é possível desenvolver produtos como: picolés, sorvetes, licor, bebidas lácteas, cervejas e cachaças; já a semente da fruta (extração do óleo) costuma ser utilizada por muitas indústrias de cosméticos que buscam a marca da sustentabilidade em seus produtos (5).

De acordo com Hiane *et al*. (6), a polpa do bacuri possui uma vasta quantidade de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados. A fruta apresenta consideráveis teores de pectina, que é uma fibra solúvel que atua como espessante e geleificante, propriedades de interesse para as indústrias processadoras de alimentos, com o intuito de oferecer uma melhor textura ao produto final (7). Assim, esta pesquisa teve como objetivo caracterizar, por meio de análises físicas e físico-químicas, a polpa de bacuri integral da região da Mata dos Cocais.

.

## METODOLOGIAS

### Aquisição das matérias-primas

As polpas foram adquiridas através de uma empresa processadora de frutas tropicais localizada na região norte do estado do Piauí, as quais foram transportadas em caixas isotérmicas, contendo gelo, até o Laboratório de Refrigeração (Universidade Federal do Ceará) para serem armazenadas em um freezer vertical a -18 °C.

### Análises físico-químicas da polpa de bacuri integral

As análises físicas e físico-químicas das polpas foram realizadas no laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos e Secagem da Universidade Federal do Ceará. Antes da realização das análises, as polpas foram descongeladas sob refrigeração. As análises da polpa integral foram realizadas em triplicatas. As análises de pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais (SST), umidade, resíduo mineral por incineração (cinzas), lipídios e proteínas foram realizadas segundo o Instituto Adolfo Lutz (8). Os açúcares redutores e totais foram avaliados por método colorimétrico pelo princípio da redução do DNS (ácido dinitrosalicílico) descrito segundo Miller (9) com modificações para a fruta analisada. A quantificação dos teores de ácido ascórbico foi realizada seguindo o método de Tillman conforme Strohecker e Henning (10). A atividade de água foi determinada por meio da leitura da amostra em analisador de atividade de água AQUALAB, da marca Decagon Devices, modelo 4TE, conforme a recomendação do fabricante.

O resultado da fibra bruta foi de acordo com a perda da matéria orgânica segundo Silva (11). Os compostos fenólicos foram determinados pela metodologia de Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (12) com modificações. A cor foi avaliada através da escala CIELab, com determinação de L*(luminosidade), coordenada a*(cromaticidade verde e

vermelho), b*(cromaticidade amarelo e azul). Os parâmetros colorimétricos foram medidos através do colorímetro Konica Minolta spectrophotometer modelo CR410, conforme orientação do fabricante. Os resultados foram analisados através do softaware Statistica 10.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas da polpa integral de bacuri encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização físico-química da polpa de bacuri integral.

| Parâmetros | | Médias ± Desvio padrão |
|---|---|---|
| pH | | 3,63 ± 0,02 |
| Acidez total titulável (% ácido cítrico) | | 3,21 ± 0,08 |
| Sólidos solúveis totais (ºBrix) | | 9,4 ± 0,14 |
| Açúcar total (%) | | 16,65 ± 0,55 |
| Açúcar redutor (%) | | 4,93 ± 1 |
| Ácido ascórbico (mg/100g) | | 16,12 ± 2,51 |
| Ácido ascórbico em base seca (mg/100g) | | 107,47 ± 2,51 |
| Atividade de água ($a_w$) | | 0,996 ± 0,00 |
| Umidade (%) | | 85 ± 0,10 |
| Cinzas (%) | | 0,46 ± 0,01 |
| Lipídios (%) | | 0,37 ± 0,00 |
| Proteínas (%) | | 1,18 ± 0,15 |
| Fibras (g/100g) | | 0,42 ± 0,08 |
| Compostos fenólicos (mg GAE /100g) | | 122,27 ± 4,38 |
| Compostos fenólicos em base seca (mg GAE/100g) | | 815,33 ± 4,38 |
| COR | L* | 63,30 ± 1,58 |
| | a* | -2,54 ± 0,07 |
| | b* | 11,52 ± 0,69 |

L*, a*, b* (parâmetros de cor – Escala CIELab), sendo L: luminosidade; a: cromaticidade vermelho (+) e verde (-); b: cromaticidade amarelo (+) e azul (-) Fonte: Autora (2022).

A partir do valor do pH pode-se perceber que o bacuri é uma fruta ácida, sendo confirmado por sua acidez total titulável apresentado na Tabela 1. Os valores de pH, acidez total titulável e sólidos solúveis totais (ºBrix) deste estudo foram próximos aos resultados obtidos por Aguiar *et al*. (4), que analisaram 17 genótipos de bacuri da região meio norte brasileira no qual os valores das polpas variaram de 9,30 a 15,09 ºBrix, 2,76 a 3,64 do pH e acidez de 0,39 a 3,09% de ácido cítrico, enquanto que os resultados do ºBrix de Bezerra *et al*. (2) e Canuto *et al*. (13) foram de 19,10 e 13,0 ºBrix, respectivamente, apresentando valores superiores ao mencionado na Tabela 1. Essas variações de resultados podem ocorrer por diversos fatores, tais como: região, solo, clima e principalmente pelo estágio de maturação do fruto. A fruta analisada neste trabalho apresentou teor de Brix abaixo ao preconizado pela Instrução Normativa nº 37 de 1º de outubro de 2018 (14) da Secretaria de Defesa Agropecuária, que para o bacuri seja de no mínimo 13 º Brix.

Em relação aos açúcares, Bezerra *et al*. (2), ao estudarem o potencial agroeconômico do bacuri, encontraram 6,20% de açúcar redutor, valor superior ao apresentado na Tabela 1. Barbosa *et al.* (15), ao estudarem as frutas da Amazônia,

observaram que o teor de açúcar redutor do bacuri foi de 3,98%; no entanto, Bezerra *et al.* (16), ao caracterizarem a fruta, obtiveram 4,89% de teor de açúcar redutor, valor aproximado com o presente trabalho.

O valor dos açúcares totais desta pesquisa foi de 16,65%, estando em acordo com a Instrução Normativa nº 37 de 1º de outubro de 2018 da Secretaria de Defesa Agropecuária (14), que o mínimo para esse parâmetro é de 11%. Teores próximos foram observador por Silva *et al*. (17), que ao avaliarem o armazenamento do bacuri, obtiveram 11,63% de açúcares totais, enquanto que Bezerra *et al.* (2) e Fontenele *et al*. (18) apresentaram 10,98% e 7,94%, respectivamente. Devido ao processo respiratório das frutas, os carboidratos são oxidados para a produção de energia e, como consequência, a concentração de açúcares muda progressivamente, não havendo padrão definido. Por esse motivo, os valores dos autores mencionados variaram (19).

Em relação ao ácido ascórbico, Canuto *et al*. (13) e Barreto, Benassi e Mercadante (20) encontraram apenas traços de acido ascórbico na polpa de bacuri, variando de 0,2 mg/100g e 0,5 mg/100g, respectivamente. Diante desses valores, o resultado obtido neste trabalho foi de 16,12 mg/100g e mostrou-se superior ao dos demais autores. Segundo Chitarra e Chitarra (19) o teor de ácido ascórbico pode ser utilizado como índice de qualidade dos alimentos, pois quanto mais elevado for esse teor, melhor será a qualidade nutricional do produto, porém o valor desse parâmetro varia de acordo com as condições de cultivo, armazenamento e processamento.

Os resultados de umidade e atividade de água do bacuri (Tabela 1) apresentaram valores esperados para uma fruta. Em relação à umidade, Canuto *et al.* (13) e Carvalho *et al.* (21) encontraram 84,8 e 87,86% de umidade na fruta, respectivamente. Em relação à atividade de água, a polpa de bacuri de Silva *et al.* (17) apresentou valor de 0,983, próximo ao encontrado neste trabalho (Tabela 1).

Com relação às cinzas, o resultado da Tabela 1 foi próximo ao valor de Barbosa *et al.* (15), que apresentou 0,40%. Sousa *et al*. (22), ao avaliarem a caracterização nutricional do bacuri, apresentaram 0,65% de cinzas. Tanto os resultados deste trabalho quanto dos autores mencionados foram baixos, indicando que esses valores podem estar associados à matéria prima analisada (22). Desse modo, pode-se dizer que o bacuri possui pequenas quantidades de minerais em sua composição, uma vez que esses componentes costumam agregar valor nutricional ao produto em relação à suplementação alimentar, melhorando nutricionalmente o alimento.

O resultado do teor de lipídios na polpa deste trabalho (Tabela 1) foi próxima ao de Santos *et al*. (23) com 0,31 g/100g e inferior ao apresentado por Nazaré (24), que obteve 0,60% de lipídios ao analisar o bacuri e por Sousa *et al.* (22), com teores de 3,84%. Sobre as proteínas, Santana, Carvalho e Nascimento (25), ao caracterizarem diferentes genótipos de bacuri, obtiveram uma variação de 0,36 a 1,65% de proteínas, estando em acordo com o resultado apresentado na Tabela 1. O teor de fibras do bacuri analisado foi inferior aos encontrados nas literaturas, além que, é uma fruta que apresenta textura fibrosa, apresentando 0,42 g/100g, enquanto que Morton (26) obteve 7,4 g/100g. As variações dos teores de lipídeos, proteínas e fibras das frutas podem variar por diversos fatores (solo, espécie, clima, maturação, entre outros) considerados determinantes para a qualidade nutricional do alimento e a legislação brasileira apenas determina valores para sua ingestão diária e dos teores de pH, açúcares totais, sólidos solúveis totais e acidez dos sucos e polpas de frutas sem adição de água, conservantes ou aditivos.

Em relação aos compostos fenólicos, considera-se que a polpa de bacuri possui baixos teores desses compostos (Tabela 1) ao ser comparado com o extrato de caju (376,2 mg GAE /100g), com a maçã (321-474 mg GAE /100g$^{-1}$), com o kiwi (274,4 mg

GAE/100g$^{-1}$) e com a ameixa (471,4 mg GAE/100g$^{-1}$). Por outro lado, diante de frutas como pitaia (111,17 mg GAE/ 100g), uva (117,1 mg GAE /100g$^{-1}$), amora (118,1 mg GAE /100g$^{-1}$) e morango (132,1 mg GAE /100g$^{-1}$), o bacuri apresenta concentração mais elevada (27; 28; 29). Sousa, Vieira e Lima (22) e Sousa *et al.* (30) também observaram que a polpa de bacuri analisada foi a que apresentou os baixos teores de compostos fenólicos com 8,25 e 8,57 mg GAE /100g$^{-1}$ para o extrato hidroalcoólico utilizando a metodologia de Swain e Hills (31).

Quanto à análise colorimétrica da polpa, a luminosidade (L*) do fruto foi de 63,30 e o mesmo comportamento foi observado por Canuto *et al.* (13), no qual o bacuri estudado demonstrou 65,5 de luminosidade. Deste modo, o bacuri é uma fruta de polpa clara (Figura 1), apresentando alta luminosidade. Em relação à cromaticidade verde e vermelho (a*), o valor encontrado na polpa foi de - 2,54 e, por ser um resultado negativo, indicou que a cor verde foi predominante. Em relação à cromaticidade amarelo e azul (b*), o valor encontrado na polpa foi de 11,52 e, por ser um resultado positivo, indicou que a cor amarela foi predominante. A cor é um importante atributo na agricultura, em especial para frutas e hortaliças, indicando a qualidade e, muitas vezes, determinando o seu valor (32).



Figura 1 - Polpa de Bacuri integral despolpada.

## CONCLUSÃO

A polpa de bacuri da região dos cocais apresentou uma boa alternativa de nutrientes em relação aos teores para acido ascórbico e açúcares totais, podendo ser um parâmetro de uso para processamento industrial e estudos futuros utilizando a fruta da região. No entanto, a fruta apresentou baixo teor para fibra, uma vez que apresenta textura fibrosa, podendo ser ocasionado pela região de cultivo.

**AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) – Código de financiamento 001.

**REFERÊNCIAS**

1. Kist BB, Carvalho C, Beling RR. Anuário Brasileiro de horti&fruti 2023. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2023. 108p.

2. Bezerra GSA, Maia GA, Figueiredo RWe; Filho, MSMS. Potencial agroeconômico do bacuri: revisão. Boletim Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Curitiba, v.23, n. 1, p. 47-58, 2005.

3. Chitarra MIF, Chitarra AB. Pós-colheita de frutas e hortaliças: glossário. Lavras: UFLA, 2006.

4. Aguiar LP, Figueiredo RW, Alves Rl, Maia GA, Souza VAB. Caracterização física e físico-química de frutos de diferentes genótipos de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.). Ciências e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 28, n.2, p. 423-428, 2008.

5. Carvalho JEU, Nascimento WMO. Bacuri: Platonia insignis. PROCISUR - IICA, 2018.

6. Hiane PA, Bogo D, Ramos MIL, Filho MMR. Carotenóides pró-vitaminicos A e composição em ácidos graxos do fruto e da farinha do bacuri (S*cheelea phalerata* Mart.). Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 23, n. 2, p. 2006-209, 2003.

7. Santos PRP, Carvalho RBF, Júnior JSC, Freitas RM, Feitosa CM. Survey of physicochemical and pharmacological properties of extracts and compounds isolated from Platonia insignis Mart. a perspective for developing phytomedicines. Revista Brasileira de Farmácia. Rio de Janeiro, n. 94, v. 2, p 161-168, 2013. Disponível em: https://rbfarma.org.br/files/rbf-94-2-12-2013.pdf. Acesso em: 28 de setembro de 2020.

8. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo. 4ª edição. 2008.

9. Miller GL. Uso de reagente ácido dinitrossalicílico para determinação de açúcares redutores. Química analítica, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

10. Strohecker R, Henning HM. Analisis de vitaminas: métodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, v. 5, 1967.

11. Silva DJ. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa, UFV. Impresso. Universidade, 1981, p. 16-20.

12. Larrauri JA, Rupérez P, Saura-Calixto F. Effect of drying temperature on the stabilitity of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. Journal of Agricultural and Food Chemistry. v. 45, n. 4, p. 1390-1393, 1997.

13. Canuto GAB, Xavier AAO, Neves LC, Benassi MT. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbf/a/MYtVCHkznjcSnsHTRHDXfZG/?lang=pt. Acesso em: 14 de agosto de 2021.

14. Secretaria De Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018. Brasília, 2018.

15. Barbosa WC, Nazaré RFR, Nagata I. Estudo tecnológico de frutas da amazônia. EMBRAPA-CPATU (comunicado técnico 3), Belém, 1978. Disponível em:https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/376721/1/CPATUComTec3.pdf. Acesso em: 14 de agosto de 2021.

16. Bezerra GSA, Maia GA, Figueiredo RW, Filho MDMS. influência da redução da atividade de água, adição de conservantes e branqueamento na preservação da polpa de bacuri por métodos combinados. Boletim Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Curitiba, v. 22, v. 2, p. 217-232, 2004.

17. Silva AS, Almeida FAC, Alves NMC, Melo KS; Gomes, JP. Hygroscopic and thermodynamic features of dehydratedcoriander. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v.41, n.2, 2010.

18. Fontenele MA, Figueiredo RW, Maia GA, Alves RE, Sousa PHM, Souza VAB. Conservação pós-colheita de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) sob refrigeração e embalado em PVC. Revista Ceres, Viçosa, v. 57, n.3, p. 292-296, 2010.

19. Chitarra MIF, Chitarra AB. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2º edição, Lavras: UFLA, 2005.

20. Barreto GPM, Benassi MT, Mercadante AZ. Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. Journal of the Brazilian Chemical Society, Campinas, v. 20, n. 10, p. 1865-1861, 2009.

21. Carvalho JEU, Alvez SM, Nascimento WMO, Müller CH. Caracteristicas físicas e químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) sem sementes. Revista Brasileira de Fruticultura. Jabuticabal, v. 24, n. 2, p. 573-575, 2002.
22. Sousa MSB, Vieira LM, Lima A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v. 14, n. 3, p. 202-210, 2011.

23. Santos DB, Aguiar RO, Cruz WP, Bernardino PDLS, Martins LHS, Carvalho FIM. Desenvolvimento e caracterização de doces de leite bubalino pastosos

saborizados com doces de bacuri e cupuaçu. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 56917-56935, 2020.

24. Nazaré RFR. Produtos agroindustriais de bacuri, cupuaçu, graviola e açái, desenvolvidos pela embrapa amazônia oriental. Documento 40. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000, 27 p.

25. Santana MFS, Carvalho JE, Nascimento WMO. Determinação química da polpa em genótipos de bacuri (*Platonia insignis* Mart.). Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008.

26. Morton J. Bakuri. Fruits of warm climates. Miami: FL, p. 308, 1987. Disponível em: https://hort.purdue.edu/newcrop/morton/bakuri.html/ acesso em: 17 de novembro de 2021.

27. Alves TB. Influência da maltodextrina, goma arábica e dextrina sobre o pó da polpa de pitaia vermelha *Hylocereus polyrhizus* liofilizada. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

28. Kuskoski EM, Asuero AG, Morales MT, Fett R. Frutas tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. Ciência Rural, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.

29. Rocha WS, Lopes RM. Silva DBS, Vieira RF, Silva JP, Agostini-Costa TS. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011.

30. SOUSA MSB, Vieira LM, Silva MJM, Lima A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

31. Swain T, Hills WE. The phenolic constituints of *Prunus domestica*. I.- quantitavive analysis of phenolics constituintes. Journal of the Science of Food and Agriculture. v. 19, p. 63-68, 1959.

32. Ferreira MD, Spricigo PC. Colorimetria - princípios e aplicações na agricultura. Embrapa Instrumentação - Capítulo em livro científico (ALICE), 2017. Disponível em:https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1084379/1/Parte4cap1Colorimetria....pdf Acesso em: 27 de setembro de 2021.

**Capítulo 06**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-06**

# APLICAÇÃO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS EM CARNES E PRODUTOS CÁRNEOS: UMA ALTERNATIVA PROMISSORA

**Patrícia Lima Araújo*; Cristiani Viegas Brandão Grisi ; Mikassia Rosa Faustino; Celene Ataíde Cordeiro Ribeiro; Arianne Dantas Viana; Gilsandro Alves da Costa; Maria José de Figueiredo**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: patricialimaraujo97@gmail.com*

**Resumo:** Antioxidantes são compostos bioativos que previnem a oxidação. Eles são adicionados à carne para evitar a oxidação de lipídios, retardar sabores estranhos e melhorar a estabilidade da cor. Antioxidantes sintéticos podem ser tóxicos e carcinogênicos, levando a indústria a usar mais produtos naturais de plantas. Este trabalho descreve o uso de antioxidantes naturais e seus efeitos em carnes, destacando sua importância na segurança alimentar e aceitação pelos consumidores. A revisão aborda antioxidantes naturais de frutas, condimentos e extratos vegetais, suas ações na prevenção da oxidação de lipídios e proteínas, e no aumento do prazo de validade dos produtos. Também discute suas fontes, formas de extração e incorporação em carnes. Pesquisas recentes mostram que antioxidantes naturais (óleos essenciais, ácidos fenólicos, flavonoides, terpenos, taninos) estão substituindo os sintéticos devido a preocupações de saúde. Eles eliminam radicais livres e previnem reações de oxidação em cadeia, minimizando os efeitos adversos da oxidação de lipídios e proteínas. As principais fontes são frutas, vegetais e subprodutos vegetais. Esses antioxidantes reduzem a oxidação da cor, lipídios e proteínas, mantendo a qualidade sensorial das carnes em diferentes condições de armazenamento. No entanto, podem afetar outros atributos de qualidade e a aceitação do produto pelos consumidores. Portanto, a aplicação segura e eficiente desses antioxidantes requer conhecimento técnico e cuidados específicos para manter a qualidade física e química das carnes sem prejudicar a qualidade sensorial.

**Palavras–chave:** Fenólicos; Oxidação de lipídios; Proteínas; Segurança alimentar

## INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios da indústria de alimentos é a extensão do período de validade e manutenção da qualidade dos produtos durante o armazenamento, em particular de carnes e derivados[1]. O uso de antioxidantes pode prolongar a vida de prateleira da carne e seus produtos, mas a aplicação é regulamentada por uma ampla lista de requisitos e restrições[2]. Os antioxidantes não devem ser mutagênicos, não podem exercer impactos negativos em indicadores organolépticos do produto, devem ser inofensivos, ter alta atividade contra microrganismos deteriorantes entre outros[3,1].

As tendências alimentares têm sua origem nas novas necessidades dos consumidores relacionadas à nutrição e à preocupação com a saúde[3]. Atualmente, os consumidores demandam produtos mais naturais, o que limita a indústria no uso de aditivos sintéticos em alimentos[2,4]. Neste sentido, o uso de ingredientes naturais como extratos de compostos fenólicos de plantas (sementes, cascas, raízes, caules, flores e folhas) tem sido proposto como alternativas de antioxidantes naturais para prevenir oxidação de lipídios e proteínas nas carnes e produtos cárneos[5].

Muitos dos antioxidantes naturais também exibem atividade antimicrobiana e, portanto, têm a vantagem de serem prontamente aceitos tanto pelos consumidores quanto pelos processadores de carne[6,7]. No entanto, os agentes naturais costumam ser mais caros e menos eficazes do que os sintéticos[7]. Consequentemente, cada vez mais atenção é dada recentemente à extração de antioxidantes de subprodutos da indústria agroalimentar[8].

Os lipídios que ocorrem naturalmente na carne crua, ou aqueles adicionados durante o processamento da carne, desempenham um papel importante na nutrição e no sabor dos alimentos[4,9]. Por outro lado, a oxidação de lipídios e proteínas resultam na formação de dienos e aldeídos conjugados, entre outros compostos responsáveis por odores e sabores desagradáveis[10,11].

Portanto, o uso de antioxidantes é essencial para manter a qualidade e segurança alimentar da carne. O objetivo deste trabalho é descrever sobre o uso de antioxidantes de fontes naturais e seus principais efeitos em carnes e produtos cárneos, destacando sua importância na segurança alimentar e aceitação pelos consumidores.

## TÓPICOS

### Atributos de qualidade e estresse oxidativo da carne e produtos cárneos

A coloração avermelhada, frescor e ausência de odores desagradáveis são os principais atributos indicativos de qualidade da carne. A cor é uma característica psicofísica subjetiva, pois existe apenas nos olhos e no cérebro do observador (ou seja, não é uma característica própria do objeto em observação), que está associada ao frescor, sabor, maciez, segurança, tempo de armazenamento, valor nutricional e nível de satisfação[12]. A mioglobina é a principal proteína responsável pela cor da carne fresca e, consequentemente, a descoloração da carne resulta da oxidação de ambos os derivados ferrosos da mioglobina em íon férrico[13,14] . Neste contexto, a adição de extratos vegetais à carnes e formulação de carne pode conservar a cor das amostras porque atua prevenindo a oxidação da mioglobina[5].

A deterioração dos produtos cárneos durante o processamento, distribuição e exposição nos mercados tem um impacto negativo importante na indústria da carne do ponto de vista econômico[15,16]. Dois dos principais problemas da carne e dos produtos cárneos durante o processamento e armazenamento são a oxidação e a deterioração de lipídios e proteínas[15].

O estresse oxidativo ocorre devido à geração descontrolada de espécies reativas de oxigênio (ERO) e espécies reativas de nitrogênio (ERN), que desencadeiam estresse oxidativo e/ou nitrosativo e danos macromoléculas, incluindo danos às frações lipídicas e proteicas[17]. Os lipídios dos alimentos são continuamente expostos a agentes oxidativos endógenos e ambientais, o que leva à degradação dos ácidos graxos e à geração de sabores estranhos e compostos potencialmente tóxicos[9].

A carne e derivados são particularmente suscetíveis à oxidação lipídica devido à ocorrência de pró-oxidantes entre os componentes musculares (ferro heme) e a aplicação de tecnologias (tais redução do tamanho, aquecimento e salga) que promovem a exposição ao oxigênio (processamento) e a formação de ERO[18]. Além disso, as defesas antioxidantes endógenas colapsam parcialmente após o abate, facilitando o início de reações oxidativas durante o envelhecimento, processamento e armazenamento subsequentes[16,18].

Na carne fresca não processada, a oxidação do ferro heme e o acúmulo de metamioglobina são as principais causas de perda de qualidade (desenvolvimento de sabor estranho e descoloração) e rejeição do consumidor[5,14]. Em produtos de carne processada, as principais consequências da degradação oxidativa de ácidos graxos insaturados são a percepção de ranço e sabores estranhos, juntamente com a notável perda de nutrientes essenciais (ácidos graxos e vitaminas)[9,16]. Além disso, a ingestão de lipídios oxidados está relacionada à maior predisposição para o desenvolvimento de doenças inflamatórias, câncer, aterosclerose e envelhecimento[20].

Juntamente com o ferro heme e os lipídios, as proteínas da carne também são sensíveis à ação pró-oxidante de ERO e açúcares redutores[16,19,21]. Neste sentido, a oxidação de proteínas também ganhou considerável interesse nos últimos anos devido ao impacto comprovado das proteínas oxidadas nas características de qualidade da carne, como maciez e capacidade de retenção de água[21,22]. Além disso, a oxidação de proteínas reduz o conteúdo de aminoácidos essenciais e a qualidade nutricional da carne, e aminoácidos oxidados da dieta, como o ácido α-amino adípico, também interferem negativamente nos processos fisiológicos em células humanas cultivadas[23,24].

As perdas econômicas associadas a deterioração dos cernes e produtos cárneos, e as relações entre a ingestão de carne ou produtos cárneos oxidados e a saúde humana, enfatizam a necessidade de soluções antioxidantes para a indústria da carne. Paralelamente, um mercado consumidor cada vez mais exigente busca por produtos naturais e promotores da saúde, com agressões mínimas ao meio ambiente e a saúde humana. Em conjunto, estes fatores potencializam a procura e aplicação de antioxidantes naturais para a indústria da carne.

**Principais fontes de antioxidantes naturais**

Historicamente, a indústria de carnes conta com o uso de antioxidantes sintéticos como hidroxianisol butilado, hidroxitolueno butilado e galato de propila, bem como tocoferóis para prevenir a oxidação de lipídios e proteínas[1]. No entanto, há uma tendência crescente de utilizar antioxidantes naturais como substitutos dos sintéticos, para atender ao mercado consumidor mais exigente em produtos naturais e mais saudáveis[1,3]. O principal mecanismo de ação dos antioxidantes é sua reação com os radicais livres para formar produtos relativamente estáveis/não oxidantes. Dessa forma, os antioxidantes atrasam a oxidação dos lipídios das carnes, eliminando os radicais livres que são gerados na fase de iniciação, fase de propagação ou durante a degradação dos hidroperóxidos[25].

Vários óleos essenciais e extratos vegetais contêm grande quantidade de compostos com propriedades antioxidantes e são explorados como alternativas potenciais aos antioxidantes químicos na indústria da carne[4]. Os óleos essenciais derivados de plantas e especiarias têm ganhado importância como substitutos naturais de antioxidantes sintéticos porque eles fornecem rótulos “limpos”, que atendem às tendências do consumidor e são capazes de diminuir a taxa de deterioração dos alimentos, inibindo principalmente a oxidação lipídica[26]. Esses compostos são Geralmente Reconhecidos

como seguros (GRAS) e sua aplicação única ou combinada com outros óleos essenciais, ingredientes ou tecnologias de conservação têm efeitos benéficos nos produtos cárneos[27].

Devido ao seu alto teor de compostos fenólicos, frutas e outros materiais vegetais oferecem boas alternativas de antioxidantes naturais. Ameixa, uva, romã, extrato de casca de pinheiro, alecrim, orégano e outras especiarias têm potencial como antioxidantes em carnes e produtos de carne[1,28,29]. Várias partes de diferentes frutas, incluindo seus subprodutos como casca e sementes, têm sido usadas em produtos cárneos. A ameixa, por exemplo, tem sido usada como purê de ameixa, ameixa seca e extrato de ameixa. Outros exemplos incluem: casca de uva, semente, extratos de casca e bagaço de uva; pó de casca de romã e seu suco; e a maioria das frutas cítricas[28].

É importante mencionar que a romã, extrato de casca de pinheiro, canela e cravo exibiram propriedades antioxidantes mais fortes do que alguns dos antioxidantes sintéticos, usados atualmente pela indústria de carnes[29]. Alguns desses ingredientes podem afetar a qualidade do produto e, consequentemente, a aceitação do produto pelo consumidor[15,28,29]. Por exemplo, ameixa, extrato de semente de uva, extrato de casca de pinheiro e extrato de alecrim causaram mudanças de cor quando usados em alguns produtos de carne ou aves; ingredientes como especiarias e produtos de ameixa também afetam o sabor da carne tratada[29]. Dependendo do produto, esses sabores podem ser vistos como negativos ou positivos. Portanto, ao selecionar um antioxidante natural para ser usado em carnes ou produtos de carnes, o impacto sensorial e de qualidade no produto deve ser considerado para atingir um produto com as características desejadas[11,29].

**Obtenção de antioxidantes naturais e formas de aplicação**

Sucos de frutos, condimentos, folhas e cascas de vegetais são exemplos de fontes de antioxidantes que podem e, muitas vezes, são aplicados diretamente em contato com as carnes para conservação[29]. No entanto, na maioria dos casos é necessário realizar uma extração mais direta e especializada dos antioxidantes de suas fontes (ex.: extratos, óleos essenciais, pó etc.), para aumentar suas concentrações, garantir sua ação e possibilitar aplicações diversas[11,30].

As técnicas de obtenção de extratos de vegetais (frutas, sementes, cascas etc.) ricos em antioxidantes geralmente incluem métodos tradicionais, como maceração, extração Soxhlet, extração sólido-líquido e líquido-líquido[11]. Recentemente, as técnicas convencionais têm sido amplamente utilizadas devido à sua simplicidade, eficiência e ampla aplicabilidade, embora as principais desvantagens tenham sido associadas a tempos de extração mais longos, consumo de grandes quantidades de solventes e maior risco de degradação térmica dos compostos sensíveis[31]. De acordo com Putnik et al. (2016)[32], os fatores mais influentes na eficiência de extração são o solvente de extração, a relação líquido/sólido, o tempo e a temperatura.

O contato direto de substâncias antioxidantes com a carne tem maior poder de ação, entretanto, a exposição às condições ambientais, como luz intensa, oxigênio, pH e temperatura elevados, podem precipitar a inativação de sua capacidade antioxidante[30]. Neste sentido, há um aumento no número de abordagens que exploram os efeitos benéficos dos antioxidantes, como embalagens ativas e recobrimentos/filmes comestíveis, evitando os concomitantes da mistura com o produto cárneo, sua desestabilização e os efeitos comercialmente indesejáveis nas características de qualidade da carne[33,34,35]. Além disso, essas tecnologias melhoram a relação custo-benefício da adição de antioxidantes naturais em sistemas de carne devido à redução nas quantidades de antioxidantes necessárias e a capacidade de evitar a prática questionável de incorporar antioxidantes no produto cárneo[34,35].

Um dos principais fatores a se considerar é a concentração mínima eficaz do ingrediente antioxidante. Muitos dos materiais vegetais que contêm compostos antioxidantes também são altamente pigmentados e/ou odoríferos[1]. Portanto, deve-se ter cuidado para garantir que a concentração necessária desses ingredientes, capaz de inibir o crescimento microbiano e manter a qualidade por certo período de tempo, não tenha um impacto negativo ou enganoso na aparência visual ou nas propriedades sensoriais do produto cárneo fresco ou cozido[1,29].

A concentração ideal de um antioxidante natural varia de acordo com o tipo de ingrediente (fonte de antioxidante), a concentração dos constituintes antioxidantes na forma inteira ou no extrato e a potência desses compostos. Por exemplo, quando temperos são adicionados à carne moída cozida como antioxidante, temperos antioxidantes mais potentes como o cravo têm um nível de uso ideal de 0,1%[1], enquanto o nível ideal de especiarias de potência intermediária, como pimenta preta, pimenta em pó, canela, coentro, cominho, erva-doce e gengibre é de aproximadamente 0,5% na carne moída cozida[36].

**Aplicações recentes de antioxidantes naturais em carnes e produtos cárneos**

Muitos antioxidantes naturais, como extratos de alecrim e especiarias, foram testados e considerados como mais ativos do que os antioxidantes sintéticos, mas a aplicação desses compostos em alimentos precisa ser melhor explorada[29]. A casca do amendoim, por exemplo, um subproduto do processamento do amendoim nas agroindústrias, constitui uma fonte de antioxidantes naturais, principalmente de proantocianidinas, que estão associados à atividade antioxidante in vitro e desempenha um papel protetor contra a oxidação de pigmentos, lipídios e proteínas em carnes e produtos cárneos[11]. Na Tabela 1 podemos observar uma descrição resumida dos principais efeitos de extratos vegetais como antioxidantes naturais em carnes e produtos cárneos.

De maneira geral, os antioxidantes naturais são capazes de reduziu a oxidação da cor, reduziu a oxidação de lipídios e proteínas e manteve a qualidade sensorial de carnes e produtos cárneos em diferentes condições de armazenamento (Tabela 1). Estes benefícios resultam em maior vida de prateleira dos produtos e previne desperdícios e perdas econômicas, além de contribuir para uma maior segurança alimentar e saúde em geral. O uso de casca, frutos e/ou folhas da algaroba e outras plantas do gênero *Prosopis*, por exemplo, possuem propriedades bioativas, incluindo ações antifúngicas, antimicrobianas, antitumorais, anti-inflamatórias e antioxidantes[5,37]. Estas propriedades são atribuídas principalmente ao seu conteúdo de fitoquímicos[37].

Os óleos essenciais e extratos vegetais também apresentam atividade biológica contra microrganismos de deterioração das carnes, como *Pseudomonas spp*. e *Enterobacteriaceae*, no entanto, sua atividade contra bactérias Gram-negativas parece ser maior do que contra bactérias Gram-positivas[38]. Neste sentido, é importante mencionar que a atividade destes antioxidantes e antimicrobianos depende de vários fatores, incluindo suas concentrações, seus possíveis efeitos sinérgicos e o método de extração usado para obtê-los[39].

Avaliando-se em conjunto, a atividade antioxidante dos extratos obtidos de plantas é amplamente conhecida e associada ao teor de polifenóis, como ácido hidroxicinâmico, antocianina, tanino e flavonoides, que possuem a capacidade de atuar como sequestrador de radicais livres e quelante de metais iônicos[8]. Suas aplicações na indústria de carne vêm crescendo muito nos últimos anos, substituindo o uso de antioxidantes sintéticos. Eles são mais seguros, inibem a oxidação de lipídios, proteínas

e da cor, retarda a degradação microbiana e despertam o interesse de consumidores mais atentos com as tendencias de alimentação natural e de saúde.

**Tabela 1.** Uso de extratos vegetais como antioxidantes naturais em carnes e produtos cárneos.

| Extrato vegetal | Carne / produto à base de carne | Dose aplicada | Condições de armazenamento | Principais efeitos | Referência |
|---|---|---|---|---|---|
| Pimenta preta | Porco fresco | 0,1 e 0,5% (v/v) | 9 dias a 4 ºC | Reduziu a oxidação da cor, a oxidação de lipídios e proteínas | Zhang et al., 2016 |
| Mistura de óleos essenciais | Pepitas de carneiro | 0,25, 0,50 e 0,75% | 30 dias a 4 ºC | Reduziu a oxidação de lipídios e manteve a qualidade sensorial | Jayawardana et al., 2019 |
| Semente de guaraná | Hambúrgueres de porco | 250, 500 e 1000 mg/kg | 18 dias a 2 ºC | Reduziu a oxidação da cor, reduziu a oxidação de lipídios e proteínas | Carvalho et al., 2019 |
| | Hambúrgueres de cordeiro | 250 mg/kg | 18 dias a 2 ºC | Reduziu a oxidação da cor, reduziu a oxidação de lipídios e proteínas | Domínguez et al., 2018 |
| Folhas de mesquite | Hambúrgueres de porco | 0,05 e 0,1% | 10 dias a 4 ºC | Reduziu a oxidação de lipídios, reduziu a oxidação da cor | Ramírez-Rojo et al., 2019 |
| Folha de pitanga | Hambúrgueres de porco | 250, 500 e 1000 mg/kg | 18 dias a 2 ºC | Reduziu a oxidação da cor, reduziu a oxidação de lipídios e proteínas | Lorenzo et al., 2018 |
| Flor de *Moringa oleifera* | Nuggets de carne de frango | 1 e 2% | 20 dias a 4 ºC | Reduziu a oxidação da cor, reduziu a oxidação de lipídios, manteve a qualidade sensorial | Madane et al., 2019[41] |
| Chá verde | Fiambre cozido fatiado | 1% | 21 dias a 2 ºC | Reduziu a oxidação da cor | Pateiro et al., 2019 |
| Orégano | Hambúrguer de cordeiro | 3,32, 17,79 e 24,01 mL/kg | 120 dias a -18 ºC | Reduziu a oxidação de lipídios, reduziu a oxidação da cor | Pateiro et al., 2018 |
| | Fiambre cozido fatiado | 1% | 21 dias a 2 ºC | Manteve a qualidade sensorial | Pateiro et al., 2019 |
| Salva (*Salvia officinalis*) | Linguiça de porco fresca | 0,05, 0,075 e 0,1 mL/g | 8 dias a 3 ºC | Reduziu a oxidação de lipídios, manteve a qualidade sensorial | Šojić et al., 2018 |

## CONCLUSÕES

Os antioxidantes são adicionados a diferentes produtos de carne para prevenir a oxidação de lipídios, retardar o desenvolvimento de sabores estranhos e melhorar a estabilidade da cor. Na indústria de alimentos, eles podem ser divididos em antioxidantes naturais e sintéticos. Os antioxidantes de fontes naturais (óleos essenciais, polifenóis, fenólicos, terpenos, taninos etc.) estão substituindo, aos poucos, os antioxidantes sintéticos por causa das consequências negativas para a saúde ou crenças a respeito de alguns antioxidantes sintéticos. Frutas, vegetais, subprodutos e outros materiais vegetais fornecem boas alternativas de antioxidantes naturais com grande potencial de aplicação em carnes. Estes antioxidantes naturais são capazes de reduzir a oxidação da cor, a oxidação de lipídios e proteínas e manteve a qualidade sensorial de carnes e produtos cárneos em diferentes condições de armazenamento. Também podem afetar outros atributos de qualidade, positiva ou negativamente, e em última análise, afetar a aceitação do produto pelos consumidores. Portanto, a aplicação segura e eficiente destes antioxidantes demanda conhecimento técnico e cuidados específicos, sobretudo para assegurar a manutenção da qualidade física e química das carnes sem prejudicar a qualidade sensorial.

## REFERÊNCIAS

1. Oswell, Natalie J., et al. “Practical Use of Natural Antioxidants in Meat Products in the U.S.: A Review.” *Meat Science*, vol. 145, Nov. 2018, pp. 469–479, https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.020. Accessed 12 May 2019.

2. Lorenzo, Jose M., et al. “Main Characteristics of Peanut Skin and Its Role for the Preservation of Meat Products.” *Trends in Food Science & Technology*, vol. 77, July 2018, pp. 1–10, https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.04.007. Accessed 18 May 2021.

3. Fernando, Francisco, et al. “Effect of Guarana (Paullinia Cupana) Seed and Pitanga (Eugenia Uniflora L.) Leaf Extracts on Lamb Burgers with Fat Replacement by Chia Oil Emulsion during Shelf Life Storage at 2 °C.” *Food Research International*, vol. 125, 1 Nov. 2019, pp. 108554–108554, https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108554. Accessed 1 May 2023.

4. Pateiro, Mirian, et al. “Essential Oils as Natural Additives to Prevent Oxidation Reactions in Meat and Meat Products: A Review.” *Food Research International*, vol. 113, Nov. 2018, pp. 156–166, https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.014.

5. Ramírez-Rojo, Margarita Irene, et al. “Inclusion of Ethanol Extract of Mesquite Leaves to Enhance the Oxidative Stability of Pork Patties.” *Foods*, vol. 8, no. 12, 2 Dec. 2019, p. 631, https://doi.org/10.3390/foods8120631. Accessed 19 Feb. 2023.

6. Jayawardana, Barana C., et al. “Black and Green Tea (*Camellia Sinensis* L.) Extracts as Natural Antioxidants in Uncured Pork Sausages.” *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 43, no. 2, 1 Jan. 2019, p. e13870,

https://doi.org/10.1111/jfpp.13870. Accessed 6 Apr. 2022.

7. Šojić, Branislav, et al. "The Effect of Essential Oil and Extract from Sage (Salvia Officinalis L.) Herbal Dust (Food Industry By-Product) on the Oxidative and Microbiological Stability of Fresh Pork Sausages." *LWT*, vol. 89, 1 Mar. 2018, pp. 749–755, www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643817308745?via%3Dihub, https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.055. Accessed 22 Dec. 2020.

8. Lorenzo, José M., et al. "Extension of the Shelf-Life of Foal Meat with Two Antioxidant Active Packaging Systems." *LWT - Food Science and Technology*, vol. 59, no. 1, Nov. 2014, pp. 181–188, https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.061.

9. Domínguez, Rubén, et al. "A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products." *Antioxidants*, vol. 8, no. 10, 25 Sept. 2019, p. 429, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6827023/, https://doi.org/10.3390/antiox8100429.

10. Bermúdez, Roberto, et al. "Influence of Type of Muscle on Volatile Compounds throughout the Manufacture of Celta Dry-Cured Ham." *Food Science and Technology International*, vol. 21, no. 8, 20 Oct. 2014, pp. 581–592, https://doi.org/10.1177/1082013214554935. Accessed 12 Feb. 2024.

11. Lorenzo, José M, et al. "Effect of Commercial Starter Cultures on Volatile Compound Profile and Sensory Characteristics of Dry-Cured Foal Sausage." *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 96, no. 4, 27 Apr. 2015, pp. 1194–1201, https://doi.org/10.1002/jsfa.7203. Accessed 27 Feb. 2020.

12. Tomasevic, Igor, et al. "Evaluation of poultry meat colour using computer vision system and colourimeter: Is there a difference?." *British Food Journal*, v. 121, n. 5, p. 1078-1087, 2019.

13. Bekhit, A.E.D., and C. Faustman. "Metmyoglobin Reducing Activity." *Meat Science*, vol. 71, no. 3, Nov. 2005, pp. 407–439, https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.032.

14. Faustman, Cameron, et al. "Myoglobin and Lipid Oxidation Interactions: Mechanistic Bases and Control." *Meat Science*, vol. 86, no. 1, 1 Sept. 2010, pp. 86–94, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174010001579?via%3Dihub, https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.025.

15. Domínguez, Rubén, et al. "Active Packaging Films with Natural Antioxidants to Be Used in Meat Industry: A Review." *Food Research International*, vol. 113, Nov. 2018, pp. 93–101, https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.073.

16. Estévez, M. "Critical Overview of the Use of Plant Antioxidants in the Meat

Industry: Opportunities, Innovative Applications and Future Perspectives." *Meat Science*, vol. 181, Nov. 2021, p. 108610, https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108610.

17. Falowo, Andrew B., et al. "Natural Antioxidants against Lipid–Protein Oxidative Deterioration in Meat and Meat Products: A Review." *Food Research International*, vol. 64, Oct. 2014, pp. 171–181, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996914004177, https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.022.

18. Bekhit, Alaa El-Din A., et al. "Oxidative Processes in Muscle Systems and Fresh Meat: Sources, Markers, and Remedies." *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 12, no. 5, Sept. 2013, pp. 565–597, https://doi.org/10.1111/1541-4337.12027. Accessed 31 May 2020.

19. Carolina Julià Luna, and Marta Suely Madruga. *Oxidative Damage to Food and Human Serum Proteins: Radical-Mediated Oxidation vs. Glyco-Oxidation*. Vol. 267, 1 Nov. 2018, pp. 111–118, https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.154. Accessed 11 July 2023.

20. Vieira, Samantha A., et al. "Biological Implications of Lipid Oxidation Products." *Journal of the American Oil Chemists' Society*, vol. 94, no. 3, 13 Feb. 2017, pp. 339–351, https://doi.org/10.1007/s11746-017-2958-2.

21. Soladoye, O.P., et al. "Protein Oxidation in Processed Meat: Mechanisms and Potential Implications on Human Health." *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 14, no. 2, 9 Feb. 2015, pp. 106–122, https://doi.org/10.1111/1541-4337.12127. Accessed 13 Apr. 2019.

22. Zhang, Wangang, et al. "Protein Oxidation: Basic Principles and Implications for Meat Quality." *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 53, no. 11, 2013, pp. 1191–201, www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24007423, https://doi.org/10.1080/10408398.2011.577540.

23. S. Díaz-Velasco, et al. "Noxious Effects of Selected Food-Occurring Oxidized Amino Acids on Differentiated CACO-2 Intestinal Human Cells." *Food and Chemical Toxicology*, vol. 144, 1 Oct. 2020, pp. 111650–111650, pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32745570/, https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111650. Accessed 8 Aug. 2024.

24. Matias Estaras, et al. "The Lysine Derivative Aminoadipic Acid, a Biomarker of Protein Oxidation and Diabetes-Risk, Induces Production of Reactive Oxygen Species and Impairs Trypsin Secretion in Mouse Pancreatic Acinar Cells." *Food and Chemical Toxicology*, vol. 145, 1 Nov. 2020, pp. 111594–111594, pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32738373/, https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111594. Accessed 8 Aug. 2024.

25. Kumar, Yogesh, et al. “Recent Trends in the Use of Natural Antioxidants for Meat and Meat Products.” *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 14, no. 6, 21 Aug. 2015, pp. 796–812, https://doi.org/10.1111/1541-4337.12156.

26. Cardoso-Ugarte, Gabriel Abraham, and María Elena Sosa-Morales. “Essential Oils from Herbs and Spices as Natural Antioxidants: Diversity of Promising Food Applications in the Past Decade.” *Food Reviews International*, 18 Jan. 2021, pp. 1–31, https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1872084.

27. Pateiro, Miriam. “Antioxidant Active Packaging Systems to Extend the Shelf Life of Sliced Cooked Ham.” *Current Research in Food Science*, vol. 1, 1 Nov. 2019, pp. 24–30, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665927119300085, https://doi.org/10.1016/j.crfs.2019.10.002. Accessed 19 Oct. 2020.

28. Ahmad, S. R., et al. “Fruit-Based Natural Antioxidants in Meat and Meat Products: A Review.” *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 55, no. 11, 17 Oct. 2013, pp. 1503–1513, https://doi.org/10.1080/10408398.2012.701674.

29. Karre, Liz, et al. “Natural Antioxidants in Meat and Poultry Products.” *Meat Science*, vol. 94, no. 2, June 2013, pp. 220–227, https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.01.007.

30. Cunha, Leda C. M., et al. “Natural Antioxidants in Processing and Storage Stability of Sheep and Goat Meat Products.” *Food Research International*, vol. 111, 1 Sept. 2018, pp. 379–390, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996918304095, https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.041.

31. Ignat, Ioana, et al. “A Critical Review of Methods for Characterisation of Polyphenolic Compounds in Fruits and Vegetables.” *Food Chemistry*, vol. 126, no. 4, June 2011, pp. 1821–1835, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814610016353, https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.026.

32. Predrag, Putnik, et al. “Influence of acidity and extraction time on the recovery of flavonoids from grape skin pomace optimized by response surface methodology.” *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*, v. 30, n. 4, p. 455-464, 2016.

33. Manessis, Georgios, et al. “Plant-Derived Natural Antioxidants in Meat and Meat Products.” *Antioxidants*, vol. 9, no. 12, 2 Dec. 2020, p. 1215, https://doi.org/10.3390/antiox9121215.

34. Ahmed, Ishfaq, et al. “A Comprehensive Review on the Application of Active Packaging Technologies to Muscle Foods.” *Food Control*, vol. 82, Dec. 2017, pp. 163–178, https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.06.009.

35. Ganiari, Sophie, et al. “Edible and Active Films and Coatings as Carriers of Natural

Antioxidants for Lipid Food." *Trends in Food Science & Technology*, vol. 68, Oct. 2017, pp. 70–82, https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.08.009.

36. Dwivedi, Saumya, et al. "Evaluation of Antioxidant Effects and Sensory Attributes of Chinese 5-Spice Ingredients in Cooked Ground Beef." *Journal of Food Science*, vol. 71, no. 1, 31 May 2006, pp. C12–C17, https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.tb12381.x. Accessed 20 May 2021.

37. Dan, Prabha, et al. "Pharmacological potentials of phenolic compounds from *Prosopis spp*.-a." *J coast life med*, v. 2, p. 918-924, 2014.

38. Zhang, Jing, et al. "Effect of Black Pepper Essential Oil on the Quality of Fresh Pork during Storage." *Meat Science*, vol. 117, July 2016, pp. 130–136, https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.002.

39. Pateiro, Mirian, et al. "Changes on Physico-Chemical Properties, Lipid Oxidation and Volatile Compounds during the Manufacture of Celta Dry-Cured Loin." *Journal of Food Science and Technology*, vol. 52, no. 8, 1 Aug. 2015, pp. 4808–4818, https://doi.org/10.1007/s13197-014-1561-x. Accessed 30 Apr. 2023.

40. Madane, et al. "Drumstick (Moringa Oleifera) Flower as an Antioxidant Dietary Fibre in Chicken Meat Nuggets." *Foods*, vol. 8, no. 8, 1 Aug. 2019, p. 307, https://doi.org/10.3390/foods8080307. Accessed 1 Oct. 2019.

**Capítulo 07**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-07**

# A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA BIOACESSIBILIDADE EM ALIMENTOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA COM ÊNFASE EM COMPOSTOS FENÓLICOS

**Nathasha Sampaio Teixeira Siqueira*; Graciete Silva dos Santos ; Lucas Carvalho Ferreira Serrano; Carolina Pinto de Carvalho Martins; Erick Almeida Esmerino; Flávia dos Santos Gomes; Mônica Marques Pagani**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: nathashasampaio@ufrrj.br*

A bioacessibilidade é de extrema importância para compreender a fração de compostos bioativos que se tornam disponíveis para absorção no trato gastrointestinal humano. Dentre esses compostos, os fenólicos se destacam significativamente por seus inúmeros benefícios à saúde, incluindo propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antidiabéticas e anticancerígenas. Esses compostos, amplamente encontrados em frutas, vegetais e grãos, desempenham um papel crucial na prevenção de diversas doenças crônicas e enfermidades graves, como o câncer, especialmente aqueles que afetam o trato gastrointestinal. Para avaliar a bioacessibilidade desses compostos, são utilizados métodos *in vitro* e *in vivo* que simulam a digestão, utilizando modelos estáticos e dinâmicos. Esses métodos permitem uma análise detalhada e aprofundada dos processos de absorção. Fatores como o processamento de alimentos, a composição da matriz alimentar e as interações com outros nutrientes influenciam diretamente a bioacessibilidade dos compostos fenólicos. Portanto, é essencial realizar pesquisas mais aprofundadas para melhorar a compreensão dos mecanismos de bioacessibilidade e otimizar a biodisponibilidade desses compostos bioativos.

Palavras chaves: compostos bioativos; método *in vitro*; digestão; modelos experimentais

## INTRODUÇÃO

A preferência dos consumidores por produtos alimentícios que fornecem benefícios para a saúde a longo prazo, para além da função energética nutricional padrão, tem sido cada vez mais observada (1). Há diferentes associações positivas relacionadas à ingestão de compostos bioativos e benefícios à saúde, em especial relacionado a substâncias com propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, como por exemplo o papel que compostos fenólicos podem desempenhar na prevenção de doenças crônicas, como câncer, diabetes, mal de Alzheimer e doenças cardiovasculares (2).

De modo geral, a biodisponibilidade pode ser entendida como a fração do biocomponente ingerido que atinge a circulação sistêmica (fluxo sanguíneo), para ser distribuído aos tecidos e então manifestar sua atividade biológica (3). Todavia, a complexidade do fenômeno de biodisponibilidade torna sua avaliação complexa, o que motiva sua segmentação em diferentes fatores capazes de descrevê-la, dentre os quais destacam-se a bioacessibilidade, a absorção e a transformação das biomoléculas (4).

O conceito de absorção dos compostos bioativos, quando a nível intestinal (epitélio) é considerado como parte do fenômeno de bioacessibilidade; enquanto a absorção a nível tecidual atrelado ao metabolismo e a resposta fisiológica compõem o fenômeno de "bioatividade" (5,6). Sendo assim, a bioacessibilidade é entendida como primeira etapa da biodisponibilidade, que é entendida como a fração do nutracêutico ingerido que se torna acessível para a absorção através da membrana epitelial do intestino (7). Desta forma, conhecer a bioacessibilidade é um passo importante no estudo de biocompostos, pois auxilia na interpretação dos resultados da efetividade da administração (8).

Embora seja uma temática de grande relevância, é preciso ressaltar a relação desproporcional de produções de pesquisa envolvendo os biocompostos. Isso se explica pelo fato do número de publicações relatando a presença de novos compostos bioativos em alimentos e suas ações potenciais *in vitro* e *in vivo* crescer em uma velocidade maior do que os estudos sobre mecanismo de ação e perfil cinético de absorção, metabolização e excreção, gerando um desequilíbrio na evidência científica que sugere e padroniza o uso. Secundariamente, por serem constituintes de alimentos, a pesquisa com compostos bioativos deve considerar o efeito do processamento de tais alimentos na biodisponibilidade dos compostos de interesse (9).

Neste contexto, este levantamento bibliográfico se propôs a investigar os métodos de avaliação da bioacessibilidade dos compostos fenólicos em alimentos, os principais fatores que podem afetá-la e seus impactos à saúde humana.

O levantamento bibliográfico foi realizado levando em consideração trabalhos do período de 2020 a 2024 utilizando os termos bioacessibilidade, compostos fenólicos, digestão *in vitro* e compostos bioativos resultando em 63 resultados, sendo 27 artigos de revisão na base de dados Google Acadêmico, PubMed, Scielo, ScienceDirect e Scopus.

## 1. Compostos bioativos

Os compostos bioativos são substâncias naturais, tanto essenciais quanto não essenciais, que podem afetar a saúde humana de maneira positiva ou negativa. Sob a visão nutricional, os compostos que trazem benefícios à saúde são chamados de nutracêuticos, pois, quando consumidos, oferecem vantagens à saúde além da nutrição básica (10).

Certos compostos bioativos podem ser encontrados naturalmente em pequenas quantidades em frutas, vegetais, sementes e grãos. Quando consumidos em quantidades significativas, podem oferecer benefícios à saúde e contribuir para a regulação da função metabólica (11). Essas substâncias podem exercer seus efeitos de diversas formas, tais como agindo como antioxidantes, ativando enzimas, bloqueando a atividade de toxinas virais ou antibacterianas, inibindo a absorção de colesterol, reduzindo a agregação plaquetária ou eliminando bactérias gastrointestinais nocivas (12).

Os compostos bioativos podem ser classificados com base na sua estrutura química. Assim, são divididos em três grupos principais: terpenos, substâncias que contêm nitrogênio (alcaloides), e, por último, os compostos fenólicos (13).

## 2. Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos, também chamados de polifenóis, são substâncias secundárias encontradas em abundância em plantas, vegetais e frutas. Eles têm um papel importante em proteger esses organismos contra diversos tipos de estresse, como ataques

de patógenos, insetos e radiação UV. A estrutura química desses compostos inclui um anel aromático com uma ou mais hidroxilas substituintes (14,15).

Esses compostos constituem um dos maiores grupos de compostos naturais, exibindo uma vasta gama de atividades biológicas, como antioxidante, anti-inflamatória, antialérgica, antiviral, anticâncer, antimicrobiana, antimutagênica e cardioprotetora, entre outras, devido à sua diversidade estrutural (16). Nos últimos 30 anos, as pesquisas têm se concentrado principalmente em: (a) identificação do perfil de compostos fenólicos em diversos materiais vegetais (17,18); (b) investigação da atividade biológica, com ênfase na atividade antioxidante e, mais recentemente, na atividade antitumoral (19); (c) desenvolvimento e otimização de diferentes métodos de extração para compostos fenólicos (16,20,21).

Esses compostos são considerados antioxidantes naturais importantes e estão associados a uma série de benefícios à saúde, como redução da inflamação, inibição da proliferação celular, entre outros, que ajudam na prevenção e tratamento de várias doenças relacionadas ao estresse oxidativo (22).

Na indústria alimentícia, os compostos fenólicos são frequentemente adicionados para conferir e intensificar características sensoriais como adstringência, acidez e cor aos produtos. Além disso, desempenham um papel fundamental na inibição da oxidação lipídica e na prevenção da proliferação de bactérias e fungos (23,24).

Frutas e vegetais são fontes significativas de compostos fenólicos, como ácidos fenólicos, taninos e flavonoides, que podem estar presentes de forma solúvel (livre ou esterificado) ou insolúvel (ligado a macromoléculas da parede celular, como celulose). A

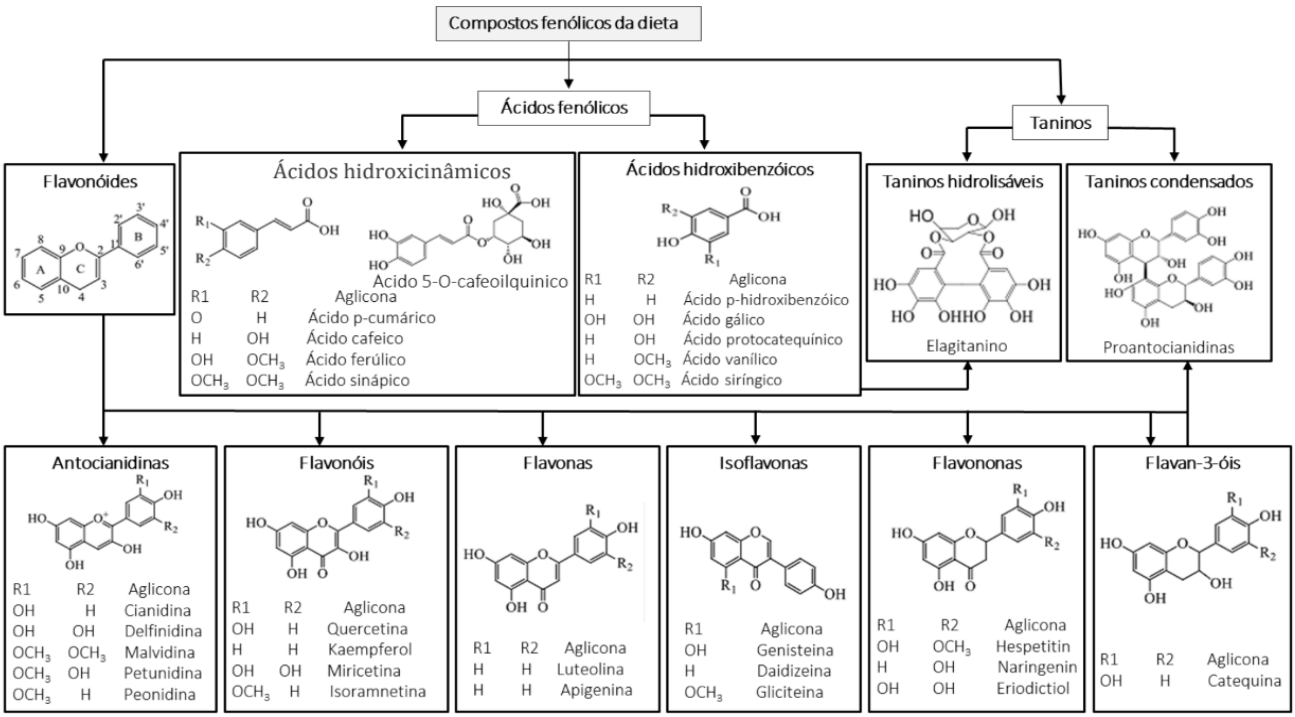



**Figura 1:** Principais compostos fenólicos da dieta (25).

Os flavonoides representam o grupo predominante entre os compostos fenólicos e são frequentemente encontrados em frutas e vegetais na forma de glicosídeos conjugados. Entre eles, destacam-se as antocianidinas, que são pigmentos importantes de plantas e pertencem à subclasse dos flavonoides. Estas substâncias são comumente encontradas em uvas, mirtilos, amoras, repolho roxo e outras frutas e vegetais de tonalidade semelhante.

Os flavonóis, tais como quercetina, kaempferol e miricetina, estão amplamente distribuídos em diversas frutas e vegetais, incluindo couve e espinafre. Por outro lado, as flavonas, como luteolina e apigenina, são menos prevalentes na dieta e podem ser encontradas em grãos e chás.

As isoflavonas, como a genisteína e daidzeína, são conhecidas por sua abundância na soja. Um subgrupo particular de flavonoides são as flavanonas, cujos exemplos principais incluem a naringenina e a hesperidina, encontradas em frutas cítricas. Por fim, os flavan-3-óis, altamente presentes em vegetais e chás como o chá verde, são exemplificados pela catequina (26).

Os ácidos fenólicos se dividem em duas categorias principais: os hidroxicinâmicos, exemplificados pelo ácido cafeico, e os hidroxibenzoicos, como os ácidos gálico e vanílico. Este grupo está presente em uma variedade de fontes, como frutas, cereais e ervas (27).

Após a ingestão, os compostos fenólicos dos alimentos passam por alterações físico-químicas, e sua liberação da matriz alimentar ocorre através de reações enzimáticas durante a digestão gastrointestinal. A bioacessibilidade desses compostos depende da fração retida na fase aquosa, isto é, não precipitada ou complexada com sais minerais e enzimas. As formas livres dos compostos fenólicos podem ser absorvidas no intestino delgado, onde sofrem reações como carboxilação, clivagem, descarboxilação, entre outras, dentro das células intestinais (28).

Na fase intestinal, a absorção de compostos fenólicos é complexa devido à ação da pancreatina, que facilita a liberação de flavonoides monoglicosídeos. No entanto, os grupos hidroxilas desses compostos podem ser degradados ou precipitados por reações enzimáticas e variações de pH, afetando sua estabilidade. Isso pode levar à formação de derivados fenólicos de alto peso molecular e baixa solubilidade, impactando a bioacessibilidade e o potencial bioativo desses compostos (29).

Estudos recentes indicam que compostos fenólicos não absorvidos podem exercer ação biológica no organismo, pois são suscetíveis ao catabolismo pela microbiota do cólon através de reações de fermentação. A microbiota, composta por uma diversidade de microrganismos, secreta enzimas que aumentam a solubilidade desses compostos não digeridos, convertendo-os em formas de menor peso molecular (30).

Na literatura, os dados mais robustos sobre absorção e metabolismo dos compostos fenólicos concentram-se nos flavonoides, como isoflavonas, quercetina, catequinas e ácidos fenólicos (28,31,32).

## 3. Bioacessibilidade: modelos experimentais

O conceito de bioacessibilidade pode ser entendido como a quantidade ou porção do composto bioativo ingerido que se mantém disponível para absorção após liberada da matriz alimentar no trato gastrointestinal (33). Este fenômeno engloba todo o processo digestivo que transforma o alimento em material pronto para absorção nas células epiteliais intestinais e, finalmente, disponível para o metabolismo pré-sistêmico (intestinal, gastrointestinal e hepático). Para alguns compostos, os efeitos benéficos do nutriente não absorvido (como a ligação de sais biliares ao cálcio no açúcar) são, vide regra, ignorados por definições baseadas na absorção (28).

Compreender o processo de bioacessibilidade dos compostos é essencial para entender a eficácia do consumo dessas substâncias. Além de auxiliar no estabelecimento de estratégias de processamento de alimentos e na determinação da dose/quantidade a ser ingerida (2).

Os testes *in vitro* podem ser feitos usando diferentes métodos, como a simulação de digestão usando células ou segmentos intestinais isolados e o uso de vesículas de membrana basolateral, como modelos mais utilizados para o estudo das características e da regulação dos processos envolvidos na digestão e absorção (34). Os testes *in vivo* geralmente utilizam modelos experimentais animais, em experimentos controlados em biotérios. Os dados de biodisponibilidade e bioacessibilidade em experimentos utilizando seres humanos em condições reais de alimentação humana são escassos, especialmente por serem extremamente dispendiosos, demorados e por envolverem importantes restrições éticas (35).

### 3.1 Ensaios de bioacessibilidade *in vitro*

Os estudos de digestão *in vitro* representam uma metodologia preciosa e mais acessível em comparação com estudos epidemiológicos, proporcionando uma alternativa eficaz para investigar as transformações de compostos bioativos em alimentos. Esses modelos *in vitro* podem ser classificados em duas categorias principais: dinâmicos e estáticos.

Os modelos dinâmicos, apesar de sua relativa complexidade e dos custos elevados associados à sua configuração e manutenção, têm a capacidade limitada de testar apenas uma amostra por vez. Isso faz com que a implementação desse método demande considerável tempo, sendo acessível apenas a um número restrito de pesquisadores. Por outro lado, os modelos estáticos replicam as condições fisiológicas do trato gastrointestinal, geralmente contemplando as três principais áreas: boca, estômago e intestino. Estes modelos levam em conta uma série de variáveis, como temperatura, velocidade de agitação, pH, tempo de digestão, além da composição química e enzimática dos fluidos salivar, gástrico, duodenal e biliar (36,37).

Entre os modelos estáticos existentes, destaca-se o PBET (*Physiologically Based Extraction Test*), pioneiro entre os métodos de digestão gastrointestinal *in vitro*. Este método consiste em duas etapas distintas: a fase gástrica e a fase intestinal. Na fase gástrica, a amostra é exposta a uma solução ácida contendo pepsina, ácido maleico, ácido cítrico, ácido acético e ácido láctico, ajustada a um pH de 1,3, por um período de uma hora. Na fase intestinal subsequente, a amostra é incubada em uma solução alcalina contendo sais biliares, amilase e pancreatina, ajustada a um pH de 7,0, por três horas, mantida a uma temperatura constante de 37 °C (38,39). Entretanto, apesar de seu pioneirismo, o PBET é considerado um método simplificado devido à ausência de consideração dos sais presentes no sistema digestório, que desempenham papel fundamental no equilíbrio iônico e no tamponamento das fases gástrica e intestinal.

Outro método utilizado é o da solubilidade, que simula a digestão gastrointestinal através de duas etapas. Na fase gástrica, a amostra é exposta a uma solução ácida de HCl e pepsina com pH de 2,0, sob agitação por duas horas. Na fase intestinal, a amostra é exposta a uma solução contendo bile, pancreatina e $NaHCO_3$, ajustada a um pH de 7,5, por duas horas a 37 °C. Ao final do processo, o produto da fase intestinal é centrifugado para obter um sobrenadante e um precipitado, sendo que a fração solúvel é analisada para determinar o teor de minerais bioacessíveis (40).

O método de dialisabilidade, por sua vez, é semelhante ao método de solubilidade até a fase gástrica, mas diferencia-se ao adicionar uma membrana semipermeável que simula a parede intestinal após esta fase. Este método permite a medição da fração de minerais solúveis de baixo peso molecular que atravessam a membrana, indicando quais compostos estão disponíveis para absorção (40).

O protocolo de digestão *in vitro* da rede INFOGEST é crucial para avaliar a liberação de fitoquímicos, como polifenóis e carotenoides, de alimentos usados como matriz, especialmente frutas, durante a digestão simulada. Esta metodologia padronizada e confiável estuda como esses compostos são liberados e se tornam disponíveis para absorção no intestino. Um aspecto fundamental do protocolo INFOGEST é o preparo cuidadoso das frutas, incluindo a maceração, para assegurar a consistência necessária na simulação (41).

O Método Unificado de Bioacessibilidade (UBM), desenvolvido pelo grupo europeu BARGE, avalia a bioacessibilidade de contaminantes como arsênio, chumbo e cádmio em solos, simulando o trato gastrointestinal humano. Adaptado do método do RIVM, o UBM reproduz as condições de saliva, estômago e intestino em jejum. Entre os métodos dinâmicos, destacam-se o Modelo Comercial Gastrointestinal (TIM) da TNO e o SHIME (Simulador do Ecossistema Microbiano Intestinal Humano) (42).

O TIM é um modelo computacional que simula processos digestivos, como movimentos peristálticos, variações de pH e secreção de sucos digestivos. Usando câmaras controladas, ele replica essas funções por 6 horas, permitindo que o quimo passe por etapas de digestão e absorção, com membranas de diálise removendo contaminantes e metabólitos bioacessíveis (43).

O SHIME é um modelo in vitro do trato gastrointestinal humano, composto por cinco compartimentos que simulam diferentes partes do sistema digestivo. O procedimento utiliza substratos nos compartimentos do estômago e intestino delgado, mantendo o pH específico em cada fase. Os compartimentos do cólon são inoculados com microbiota fecal (44).

Os ensaios *in vitro* oferecem vantagens sobre os modelos *in vivo*, como menor custo, simplicidade da técnica, ampla seleção de modelos, uso de pequenas amostras (essencial para materiais raros ou caros), capacidade de segmentar análises e isolar mecanismos de ação, além de possibilitar a validação de materiais de referência. A principal limitação é a dificuldade de extrapolar resultados para o contexto humano, devido à ausência de mecanismos homeostáticos e à dificuldade de replicar movimentos peristálticos e a complexidade da microbiota e do metabolismo hepático (45).

Ademais, cabe ao pesquisador identificar corretamente o modelo *in vitro* mais adequado para a matriz alimentar avaliada. Os principais ajustes observados nos modelos de digestão *in vitro* envolvem a seleção das etapas a serem mimetizadas (boca, estômago, intestino delgado, intestino grosso); a composição dos sucos digestivos utilizados em cada etapa (enzimas, sais, tampões, polímeros biológicos e surfactantes), e o tipo de estresse mecânico e fluxo de fluído adotados durante a digestão simulada (46).

## 4. Fatores que afetam a bioacessibilidade de compostos fenólicos

Diversos elementos podem influenciar a bioacessibilidade de compostos fenólicos, podemos citar a presença de alimentos no sistema gastrointestinal que altera as condições fisiológicas do trato gastrointestinal humano, como os volumes de fluidos, a motilidade gástrica e intestinal, o esvaziamento gástrico, os níveis de pH luminal, a capacidade enzimática, a osmolalidade e o teor de sais biliares. Essas mudanças, por sua vez, afetam a estabilidade e a solubilidade de compostos fenólicos específicos. Ademais, os polifenóis podem formar complexos com nutrientes presentes na refeição, como fibras alimentares, carboidratos, lipídios e proteínas, o que pode influenciar significativamente a sua bioacessibilidade. Os nutrientes também podem interagir com o processo de absorção dos polifenóis, através de interações com transportadores intestinais de influxo

e efluxo, com a permeabilidade da monocamada intestinal, ou com a bioacessibilidade das enzimas metabolizadoras intestinais (47,48,49).

Outrossim, a compreensão adequada sobre a natureza e o impacto das interações entre polifenóis e alimentos (nutrientes) possibilita a utilização direcionada dessas interações para otimizar a absorção. Isso facilita o desenvolvimento de alimentos excipientes que aumentam a biodisponibilidade de polifenóis específicos (50).

A matriz alimentar influencia diretamente os processos de digestão e absorção de compostos no trato gastrointestinal (TGI). Ela também desempenha um papel importante na fermentação microbiana de certos compostos que não são absorvidos, assim como na absorção dos metabólitos resultantes no cólon. Após a absorção no TGI, e antes de entrarem na circulação sistémica, alguns compostos liberados da matriz alimentar passam por biotransformações no epitélio intestinal e no fígado, antes de alcançarem os tecidos-alvo no corpo ou serem excretados na urina (51).

O processamento de alimentos afeta a bioacessibilidade e a biodisponibilidade dos compostos fenólicos de diferentes maneiras. Em primeiro lugar, um maior teor nos alimentos normalmente implica mais compostos liberados e absorvidos no intestino (52). Por outro lado, o processamento de alimentos muitas vezes induz a degradação de compostos fenólicos, reduzindo assim sua quantidade em alimentos processados. No entanto, o processamento também pode levar a modificações químicas ou físicas nos alimentos de forma a promover a liberação e absorção de compostos fenólicos durante a digestão (53).

## 5. Benefícios dos compostos fenólicos bioacessíveis para a saúde humana

Diversos efeitos benéficos associados aos compostos fenólicos bioacessíveis têm sido amplamente documentados na literatura científica. Reconhecidos principalmente por suas propriedades antioxidantes, os polifenóis podem manifestar efeitos anti-inflamatórios, potencialmente através da inibição da interação de citocinas pró-inflamatórias com seus respectivos receptores, e exercer uma ação antidiabética ao auxiliar na prevenção da resistência à insulina (54,55).

Os compostos fenólicos oferecem uma ampla gama de benefícios para a mitigação do envelhecimento tanto a nível neuronal quanto comportamental, resultando, por conseguinte, em uma redução na incidência de doenças relacionadas à idade (56). Evidências provenientes de estudos *in vitro* demonstraram que esses compostos possuem uma notável atividade neuroprotetora, conseguindo inibir danos teciduais induzidos por peróxido de hidrogênio (57). Além disso, as propriedades dos fenóis contribuem para a diminuição do risco de desenvolvimento de doenças neurodegenerativas, devido à sua potente atividade antioxidante e à capacidade de quelar metais, como o ferro (56).

Os polifenóis têm demonstrado benefícios significativos também em relação a doenças crônicas e de progressão lenta, como doenças cardiovasculares, respiratórias, câncer e diabetes. Estudos indicam que o consumo de compostos fenólicos pode promover a vasodilatação, reduzir a vascularização anormal e a hiperlipidemia, e contribuir para a regressão da aterosclerose (56,58).

Além disso, esses compostos são reconhecidos por seu papel essencial na prevenção do câncer. Evidências epidemiológicas têm revelado que a ingestão diária de alimentos ricos em fenóis pode mitigar o risco de vários tipos de câncer, especialmente aqueles que afetam o trato gastrointestinal, como os cânceres de boca, estômago, duodeno e cólon, além de outros, como os cânceres hepático, pulmonar, mamário e de pele (56,58). Em uma investigação com células de carcinoma mamário, observou-se uma redução na

viabilidade celular após exposição ao conteúdo fenólico do azeite extravirgem (59). Outro estudo, conduzido com chá Kuding, revelou que os compostos fenólicos também atuam como indutores do apoptose em linhagens celulares cancerígenas (60). Para além das investigações mencionadas, numerosos outros estudos têm sido realizados com o propósito de compreender os efeitos oncológicos de diversos fenóis. Os compostos fenólicos têm sido objeto de investigação devido aos seus efeitos benéficos no controle da diabetes e na mitigação da inflamação (61). Evidências epidemiológicas sugerem que o consumo diário de vegetais pode reduzir a incidência de diabetes. Além disso, estudos *in vitro* demonstram que os fenólicos podem melhorar a secreção de insulina (58).

Os compostos fenólicos têm revelado notáveis propriedades antibacterianas, antifúngicas e antivirais. Investigações conduzidas com folhas de tabaco concluíram que os polifenóis presentes nelas são capazes de inibir a proliferação de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Bacillus subtilis* (56). Além disso, esses compostos demonstraram a habilidade de suprimir fatores de virulência, reduzindo a adesão dos ligantes ao hospedeiro, inibindo a formação de biofilmes e neutralizando toxinas (62). A atividade antifúngica também foi extensivamente evidenciada em diversos polifenóis (63).

Em síntese, é possível constatar que os compostos fenólicos representam fitoquímicos de grande potencial, e que a análise aprofundada de seu perfil bioquímico se reveste de importância crucial para elucidar suas propriedades protetoras e os benefícios que oferecem à saúde. No entanto, é imperativo realizar mais pesquisas para que tais evidências sejam plenamente corroboradas e estabelecidas.

## CONCLUSÃO

A bioacessibilidade constitui um fenômeno de elevada complexidade, que interage de forma intrincada com variáveis intrínsecas ao sistema digestivo do indivíduo, assim como com características peculiares do próprio composto de interesse e da matriz alimentar em que este está contido. Diante dessa complexidade, emerge a demanda de empreender investigações mais aprofundadas sobre a bioacessibilidade de compostos bioativos, com o objetivo primordial de otimizar a biodisponibilidade desses compostos. Sendo assim, reforça-se a necessidade da continuidade da pesquisa e estudos científicos mais robustos envolvendo a bioacessibilidade de compostos bioativos, no que tange a investigação dos mecanismos de interação dessas moléculas com outros componentes ao longo do processo digestivo, além da otimização e melhoramento de processos de forma com que sejam mitigadas as interferências quanto à sua absorção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Dima C, Assadpour E, Dima S, Jafari SM. Bioavailability of nutraceuticals: Role of the food matrix, processing conditions, the gastrointestinal tract, and nanodelivery systems. Compr Rev Food Sci Food Saf [Internet]. 4 mar 2020 [citado 7 ago 2024]; 19(3):954-94. Disponível em: https://doi.org/10.1111/1541-4337.12547
[2] Constant LD. Repositório de Múltiplos Acervos da UFRRJ: Home [Internet]. Adaptação de metodologia de digestão in vitro para avaliação da bioacessibilidade de carotenoides em suco de melancia; 2016 [citado 7 ago 2024]. Disponível em: https://rima.ufrrj.br/jspui/handle/20.500.14407/11066
[3] Dima C, Assadpour E, Dima S, Jafari SM. Bioavailability and bioaccessibility of food bioactive compounds; overview and assessment by in vitro methods. Compr Rev Food

Sci Food Saf [Internet]. 31 ago 2020 [citado 7 ago 2024]; 19(6):2862-84. Disponível em: https://doi.org/10.1111/1541-4337.12623
[4] Shahidi F, Pan Y. Influence of food matrix and food processing on the chemical interaction and bioaccessibility of dietary phytochemicals: A review. Crit Rev Food Sci Nutr [Internet]. 31 mar 2021 [citado 7 ago 2024]:1-25. Disponível em: https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1901650
[5] Evrendilek GA. Effects of High Pressure Processing on Bioavaliability of Food Components. J Nutr Amp Food Sci [Internet]. 2018 [citado 7 ago 2024]; 08(02). Disponível em: https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000676
[6] Fernández-García E, Carvajal-Lérida I, Pérez-Gálvez A. In vitro bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. Nutrition Research [Internet]. Nov 2009 [citado 7 ago 2024]; 29(11):751-60. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.nutres.2009.09.016
[7] Jafari SM, McClements DJ. Nanotechnology Approaches for Increasing Nutrient Bioavailability. Adv Food Nutr Res [Internet]. 24 jan 2017 [citado 7 ago 2024]; 81:1-30. Disponível em: https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2016.12.008
[8] Ribeiro JC, Cunha LM, Sousa-Pinto B, Fonseca J. Allergic risks of consuming edible insects: A systematic review. Mol Nutr Amp Food Res [Internet]. 31 jul 2017 [citado 10 ago 2024];62(1):1700030. Disponível em: https://doi.org/10.1002/mnfr.201700030
[9] Arfaoui L. Dietary Plant Polyphenols: Effects of Food Processing on Their Content and Bioavailability. Molecules [Internet]. 16 maio 2021 [citado 7 ago 2024]; 26(10):2959. Disponível em: https://doi.org/10.3390/molecules26102959
[10] Bioactive Compounds: Biosynthesis, Characterization and Applications [Working Title] [Internet]. [local desconhecido]: IntechOpen; 2021 [citado 7 ago 2024]. Disponível em: https://doi.org/10.5772/intechopen.91131
[11] Pateiro M, Munekata PE, Tsatsanis C, Domínguez R, Zhang W, Barba FJ, Lorenzo JM. Advances in Food and Nutrition Research [Internet]. [local desconhecido]: Elsevier; 2020. Evaluation of the protein and bioactive compound bioaccessibility/bioavailability and cytotoxicity of the extracts obtained from aquaculture and fisheries by-products; [citado 10 ago 2024]; p. 97-125. Disponível em: https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.12.002
[12] Queiroz ED. Frações de lichia: caracterização química e avaliação de compostos bioativos. [Dissertação de Mestrado na Internet]. Minas Gerais: Universidade Federal de Lavras; 2012 [citado 7 ago 2024]. 122 p. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/810
[13] Vásquez-Reyes S, Velázquez-Villegas LA, Vargas-Castillo A, Noriega LG, Torres N, Tovar AR. Dietary bioactive compounds as modulators of mitochondrial function. J Nutr Biochem [Internet]. Out 2021 [citado 10 ago 2024];96:108768. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2021.108768
[14] Rasera GB, de Camargo AC, de Castro RJ. Bioaccessibility of phenolic compounds using the standardized INFOGEST protocol: A narrative review. Compr Rev Food Sci Food Saf [Internet]. 17 nov 2022 [citado 7 ago 2024]. Disponível em: https://doi.org/10.1111/1541-4337.13065
[15] Rathee P, Chaudhary H, Rathee S, Rathee D, Kumar V, Kohli K. Mechanism of Action of Flavonoids as Anti-inflammatory Agents: A Review. Inflamm Amp Allergy Drug Targets [Internet]. 1 jul 2009 [citado 7 ago 2024]; 8(3):229-35. Disponível em: https://doi.org/10.2174/187152809788681029

[16] Bucić-Kojić A, Grgić J, Šelo G, Planinić M, Tišma M. Role of the Encapsulation in Bioavailability of Phenolic Compounds. Antioxidants [Internet]. 26 set 2020 [citado 7 ago 2024]; 9(10):923. Disponível em: https://doi.org/10.3390/antiox9100923
[17] Acero N, Gradillas A, Beltran M, García A, Muñoz Mingarro D. Comparison of phenolic compounds profile and antioxidant properties of different sweet cherry (Prunus avium L.) varieties. Food Chem [Internet]. Maio 2019 [citado 7 ago 2024]; 279:260-71. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.008
[18] Peixoto Araujo NM, Prado LG, Arruda HS, de Oliveira Braga LE, Banzato TP, Pereira GA, Figueiredo MC, Ruiz AL, Eberlin MN, de Carvalho JE, Vendramini-Costa DB, Pastore GM. Antioxidant, antiproliferative and healing properties of araticum (*Annona crassiflora* Mart.) peel and seed. Food Res Int [Internet]. Jul 2020 [citado 7 ago 2024]; 133:109168. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109168
[19] Garcia-Lazaro RS, Lamdan H, Caligiuri LG, Lorenzo N, Berengeno AL, Ortega HH, Alonso DF, Farina HG. In vitro and in vivo antitumor activity of Yerba Mate extract in colon cancer models. J Food Sci [Internet]. 22 jun 2020 [citado 7 ago 2024]; 85(7):2186-97. Disponível em: https://doi.org/10.1111/1750-3841.15169
[20] Ji S, Yoo TK, Jin S, Ju HJ, Eom SH, Kim JS, Hyun TK. Changes in the phenolic compounds profile, antioxidant and anti-melanogenic activity from organs of Petasites japonicas under different extraction methods. Rev Mex Ing Química [Internet]. 1 mar 2020 [citado 7 ago 2024]; 19(3):1453-64. Disponível em: https://doi.org/10.24275/rmiq/bio1186
[21] Yoo M, Diep T, Pook C. Phenolic and Anthocyanin Compounds and Antioxidant Activity of Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.). Antioxidants [Internet]. 18 fev 2020 [citado 7 ago 2024]; 9(2):169. Disponível em: https://doi.org/10.3390/antiox9020169
[22] Flamini R. Mass spectrometry in grape and wine chemistry. Part I: Polyphenols. Mass Spectrom Rev [Internet]. Jul 2003 [citado 7 ago 2024]; 22(4):218-50. Disponível em: https://doi.org/10.1002/mas.10052
[23] Espín JC, Tomás-Barberán FA, Selma MV. Interaction between Phenolics and Gut Microbiota: Role in Human Health. J Agric Food Chem [Internet]. 12 ago 2009 [citado 7 ago 2024]; 57(15):6485-501. Disponível em: https://doi.org/10.1021/jf902107d
[24] Del Rio D, Costa LG, Lean ME, Crozier A. Polyphenols and health: What compounds are involved? Nutr Metab Cardiovasc Dis [Internet]. Jan 2010 [citado 7 ago 2024]; 20(1):1-6. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.numecd.2009.05.015
[25] Batista PS. Propriedades biológicas, digestão in vitro e transporte celular de duas frutas nativas da Mata Atlântica: Cambuci e Uvaia [Tese de Doutorado na Internet]. Piracicaba, São Paulo: Universidade de São Paulo; 2024 [citado 7 ago 2024]. 72 p. Disponível em: https://doi.org/10.11606/T.11.2024.tde-14032024-164410
[26] Spínola VA. Nutraceuticals and functional foods for diabetes and obesity control [doctoral thesis na Internet]. [Universidade da Madeira]; 2018 [citado 7 ago 2024]. Disponível em: http://hdl.handle.net/10400.13/2218
[27] Fernández-Fernández R, López-Martínez JC, Romero-González R, Martínez-Vidal JL, Alarcón Flores MI, Garrido Frenich A. Simple LC–MS Determination of Citric and Malic Acids in Fruits and Vegetables. Chromatographia [Internet]. 8 maio 2010 [citado 7 ago 2024]; 72(1-2):55-62. Disponível em: https://doi.org/10.1365/s10337-010-1611-0
[28]Carbonell-Capella JM, Buniowska M, Barba FJ, Esteve MJ, Frígola A. Analytical Methods for Determining Bioavailability and Bioaccessibility of Bioactive Compounds from Fruits and Vegetables: A Review. Compr Rev Food Sci Food Saf [Internet]. 21 fev 2014 [citado 7 ago 2024]; 13(2):155-71. Disponível em: https://doi.org/10.1111/1541-4337.12049

[29] Li ZH, Guo H, Xu WB, Ge J, Li X, Alimu M, He DJ. Rapid Identification of Flavonoid Constituents Directly from PTP1B Inhibitive Extract of Raspberry (Rubus idaeus L.) Leaves by HPLC–ESI–QTOF–MS-MS. J Chromatogr Sci [Internet]. 18 fev 2016 [citado 7 ago 2024]; 54(5):805-10. Disponível em: https://doi.org/10.1093/chromsci/bmw016
[30] Neves ND, Stringheta PC, Gómez-Alonso S, Hermosín-Gutiérrez I. Flavonols and ellagic acid derivatives in peels of different species of jabuticaba (Plinia spp.) identified by HPLC-DAD-ESI/MS$^n$. Food Chem [Internet]. Jun 2018 [citado 7 ago 2024]; 252:61-71. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.078
[31] Alencar SM, Sartori AGO, Dag D, Batista PS, Rosalen PL, Ikegaki M, Kong F. Dynamic gastrointestinal digestion/intestinal permeability of encapsulated and nonencapsulated Brazilian red propolis: active compounds stability and bioactivity. Food Chem [Internet]. Jan 2023 [citado 7 ago 2024]:135469. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135469
[32] Spricigo PC, Correia BS, Borba KR, Taver IB, Machado GD, Wilhelms RZ, Queiroz Junior LH, Jacomino AP, Colnago LA. Classical Food Quality Attributes and the Metabolic Profile of Cambuci, a Native Brazilian Atlantic Rainforest Fruit. Molecules [Internet]. 12 jun 2021 [citado 7 ago 2024]; 26(12):3613. Disponível em: https://doi.org/10.3390/molecules26123613
[33] Heaney RP. Factors Influencing the Measurement of Bioavailability, Taking Calcium as a Model. J Nutr [Internet]. 1 abr 2001 [citado 8 ago 2024]; 131(4):1344S—1348S. Disponível em: https://doi.org/10.1093/jn/131.4.1344s
[34] Failla ML, Chitchumroonchokchai C. In vitro models as tools for screening the relative bioavailabilities of provitamin A carotenoids in foods. [Internet]. Harvestplus, Technical monograph series 3; 2005 [citado 7 ago 2024]
[35] Van de Wiele TR, Oomen AG, Wragg J, Cave M, Minekus M, Hack A, Cornelis C, Rompelberg CJ, De Zwart LL, Klinck B, Van Wijnen J, Verstraete W, Sips AJ. Comparison of five in vitro digestion models to in vivo experimental results: Lead bioaccessibility in the human gastrointestinal tract. J Environ Sci Health A [Internet]. 18 jul 2007 [citado 7 ago 2024]; 42(9):1203-11. Disponível em: https://doi.org/10.1080/10934520701434919
[36] Souza LA, Souza TL, Santana FB, Araujo RG, Teixeira LS, Santos DC, Korn MG. Determination and in vitro bioaccessibility evaluation of Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, P and Zn in linseed and sesame. Microchem J [Internet]. Mar 2018 [citado 7 ago 2024]; 137:8-14. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.microc.2017.09.010
[37] Cardoso C, Afonso C, Lourenço H, Costa S, Nunes ML. Bioaccessibility assessment methodologies and their consequences for the risk–benefit evaluation of food. Trends Food Sci Amp Technol [Internet]. Jan 2015 [citado 7 ago 2024]; 41(1):5-23. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.08.008
[38] Dang F, Jiang Y, Li M, Zhong H, Peijnenburg WG, Shi W, Zhou D. Oral bioaccessibility of silver nanoparticles and ions in natural soils: Importance of soil properties. Environ Pollut [Internet]. Dez 2018 [citado 7 ago 2024]; 243:364-73. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.08.092
[39] Llorente-Mirandes T, Llorens-Muñoz M, Funes-Collado V, Sahuquillo À, López-Sánchez JF. Assessment of arsenic bioaccessibility in raw and cooked edible mushrooms by a PBET method. Food Chem [Internet]. Mar 2016 [citado 7 ago 2024]; 194:849-56. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.047

[40] Miller DD, Schricker BR, Rasmussen RR, Van Campen D. An in vitro method for estimation of iron availability from meals. Am J Clin Nutr [Internet]. 1 out 1981 [citado 7 ago 2024]; 34(10):2248-56. Disponível em: https://doi.org/10.1093/ajcn/34.10.2248
[41] Brodkorb A, Egger L, Alminger M, Alvito P, Assunção R, Ballance S, Bohn T, Bourlieu-Lacanal C, Boutrou R, Carrière F, Clemente A, Corredig M, Dupont D, Dufour C, Edwards C, Golding M, Karakaya S, Kirkhus B, Le Feunteun S, Lesmes U, Macierzanka A, Mackie AR, Martins C, Marze S, McClements DJ, Ménard O, Minekus M, Portmann R, Santos CN, Souchon I, Singh RP, Vegarud GE, Wickham MS, Weitschies W, Recio I. INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. Nat Protoc [Internet]. 18 mar 2019 [citado 12 ago 2024]. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41596-018-0119-1
[42]Broadway A, Cave MR, Wragg J, Fordyce FM, Bewley RJ, Graham MC, Ngwenya BT, Farmer JG. Determination of the bioaccessibility of chromium in Glasgow soil and the implications for human health risk assessment. Sci Total Environ [Internet]. 15 dez 2010 [citado 7 ago 2024]; 409(2):267-77. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.09.007
[43] Oomen AG, Hack A, Minekus M, Zeijdner E, Cornelis C, Schoeters G, Verstraete W, Van de Wiele T, Wragg J, Rompelberg CJ, Sips AJ, Van Wijnen JH. Comparison of Five In Vitro Digestion Models To Study the Bioaccessibility of Soil Contaminants. Environ Sci Amp Technol [Internet]. Ago 2002 [citado 12 ago 2024];36(15):3326-34. Disponível em: https://doi.org/10.1021/es010204v
[44] Van de Wiele T, Boon N, Possemiers S, Jacobs H, Verstraete W. Prebiotic effects of chicory inulin in the simulator of the human intestinal microbial ecosystem. FEMS Microbiol Ecol [Internet]. Dez 2004 [citado 12 ago 2024];51(1):143-53. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.femsec.2004.07.014
[45] Cheng L, Ye A, Hemar Y, Singh H. Modification of the interfacial structure of droplet-stabilised emulsions during in vitro dynamic gastric digestion: Impact on in vitro intestinal lipid digestion. J Colloid Interface Sci [Internet]. Fev 2022 [citado 7 ago 2024]; 608:1286-96. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jcis.2021.10.075
[46] Hur SJ, Lim BO, Decker EA, McClements DJ. In vitro human digestion models for food applications. Food Chem [Internet]. Mar 2011 [citado 8 ago 2024]; 125(1):1-12. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.036
[47] Koziolek M, Alcaro S, Augustijns P, Basit AW, Grimm M, Hens B, Hoad CL, Jedamzik P, Madla CM, Maliepaard M, Marciani L, Maruca A, Parrott N, Pávek P, Porter CJ, Reppas C, van Riet-Nales D, Rubbens J, Statelova M, Trevaskis NL, Valentová K, Vertzoni M, Čepo DV, Corsetti M. The mechanisms of pharmacokinetic food-drug interactions – A perspective from the UNGAP group. Eur J Pharm Sci [Internet]. Jun 2019 [citado 10 ago 2024];134:31-59. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ejps.2019.04.003
[48] Jakobek L. Interactions of polyphenols with carbohydrates, lipids and proteins. Food Chem [Internet]. Maio 2015 [citado 10 ago 2024];175:556-67. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.12.013
[49] Bermúdez-Oria A, Rodríguez-Gutiérrez G, Fernández-Prior Á, Knicker H, Fernández-Bolaños J. Confirmation by solid-state NMR spectroscopy of a strong complex phenol-dietary fiber with retention of antioxidant activity in vitro. Food Hydrocoll [Internet]. Maio 2020 [citado 10 ago 2024];102:105584. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105584

[50] McClements DJ. Enhancing nutraceutical bioavailability through food matrix design. Curr Opin Food Sci [Internet]. Ago 2015 [citado 10 ago 2024];4:1-6. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cofs.2014.12.008
[51] Motilva MJ, Serra A, Rubió L. Nutrikinetic studies of food bioactive compounds: fromin vitrotoin vivoapproaches. Int J Food Sci Nutr [Internet]. 30 jan 2015 [citado 10 ago 2024];66(sup1):S41—S52. Disponível em: https://doi.org/10.3109/09637486.2015.1025721
[52] Amarowicz R, Carle R, Dongowski G, Durazzo A, Galensa R, Kammerer D, Maiani G, Piskula MK. Influence of postharvest processing and storage on the content of phenolic acids and flavonoids in foods. Mol Nutr Amp Food Res [Internet]. 8 dez 2008 [citado 10 ago 2024];53(S2):S151—S183. Disponível em: https://doi.org/10.1002/mnfr.200700486
[53] Ribas-Agustí A, Martín-Belloso O, Soliva-Fortuny R, Elez-Martínez P. Food processing strategies to enhance phenolic compounds bioaccessibility and bioavailability in plant-based foods. Crit Rev Food Sci Nutr [Internet]. 24 ago 2017 [citado 10 ago 2024];58(15):2531-48. Disponível em: https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1331200
[54] Duarte ID. Análise nutrigenômica e bioquímica das propriedades cardiometabólicas do consumo de suco de Passiflora setacea em indivíduos com sobrepeso [Tese de Doutorado na Internet]. Brasília: Universidade de Brasília; 2020a [citado 7 ago 2024]. 149 p. Disponível em: http://repositorio2.unb.br/jspui/handle/10482/40634
[55] Duarte ID, Milenkovic D, Borges TK, Rosa AJ, Morand C, Oliveira LD, Costa AM. Acute Effects of the Consumption of Passiflora setacea Juice on Metabolic Risk Factors and Gene Expression Profile in Humans. Nutrients [Internet]. 16 abr 2020 [citado 7 ago 2024]; 12(4):1104. Disponível em: https://doi.org/10.3390/nu12041104
[56] Li AN, Li S, Zhang YJ, Xu XR, Chen YM, Li HB. Resources and Biological Activities of Natural Polyphenols. Nutrients [Internet]. 22 dez 2014 [citado 7 ago 2024]; 6(12):6020-47. Disponível em: https://doi.org/10.3390/nu6126020
[57] Jin A, Li X, Zhu YY, Yu HY, Pi HF, Zhang P, Ruan HL. Four new compounds from the bulbs of Lycoris aurea with neuroprotective effects against $CoCl_2$ and $H_2O_2$-induced SH-SY5Y cell injuries. Arch Pharmacal Res [Internet]. 18 jun 2013 [citado 7 ago 2024]; 37(3):315-23. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s12272-013-0188-1
[58] Haminiuk CW, Maciel GM, Plata-Oviedo MS, Peralta RM. Phenolic compounds in fruits - an overview. Int J Food Sci Amp Technol [Internet]. 4 jul 2012 [citado 7 ago 2024]; 47(10):2023-44. Disponível em: https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03067.x
[59] Reboredo-Rodríguez P, González-Barreiro C, Cancho-Grande B, Forbes-Hernández TY, Gasparrini M, Afrin S, Cianciosi D, Carrasco-Pancorbo A, Simal-Gándara J, Giampieri F, Battino M. Characterization of phenolic extracts from Brava extra virgin olive oils and their cytotoxic effects on MCF-7 breast cancer cells. Food Chem Toxicol [Internet]. Set 2018 [citado 7 ago 2024]; 119:73-85. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.05.026
[60] Zhao X, Pang L, Li J, Song JL, Qiu LH. Apoptosis Inducing Effects of Kuding Tea Polyphenols in Human Buccal Squamous Cell Carcinoma Cell Line BcaCD885. Nutrients [Internet]. 5 ago 2014 [citado 7 ago 2024]; 6(8):3084-100. Disponível em: https://doi.org/10.3390/nu6083084
[61] Mikulic-Petkovsek M, Stampar F, Veberic R, Sircelj H. Wild Prunus Fruit Species as a Rich Source of Bioactive Compounds. J Food Sci [Internet]. 27 jul 2016 [citado 7 ago 2024]; 81(8):C1928—C1937. Disponível em: https://doi.org/10.1111/1750-3841.13398

[62] Daglia M. Polyphenols as antimicrobial agents. Curr Opin Biotechnol [Internet]. Abr 2012 [citado 7 ago 2024]; 23(2):174-81. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.copbio.2011.08.007
[63] Karioti A, Sokovic M, Ciric A, Koukoulitsa C, Bilia AR, Skaltsa H. Antimicrobial Properties of Quercus ilex L. Proanthocyanidin Dimers and Simple Phenolics: Evaluation of Their Synergistic Activity with Conventional Antimicrobials and Prediction of Their Pharmacokinetic Profile. J Agric Food Chem [Internet]. 22 jun 2011 [citado 7 ago 2024]; 59(12):6412-22. Disponível em: https://doi.org/10.1021/jf2011535

**Capítulo 08**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-08**

# AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA NO PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO E SANITIZAÇÃO DA COUVE-MANTEIGA (*Brassica oleracea acephala*) – UMA REVISÃO

**Géssica Alexandre de Barros; Janeeyre Ferreira Maciel; Cristiani Viegas Brandão Grisi; Anne Caroline Alves Vieira; Fabrícia de Souza Ferreira; Rosana Maria da Silva; Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro***

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: atribuzycordeiro@gmail.com*

**RESUMO**

O consumo *in natura* da couve-manteiga (*Brassica oleracea acephala*) vem crescendo exponencialmente nos últimos anos, e do mesmo modo, cresce também a preocupação com a higienização e sanitização dessa hortaliça, a fim de evitar surtos alimentares. Hortaliças folhosas cruas são possíveis fontes de contaminação microbiológica, causada principalmente por *Salmonella* sp. e *Escherichia coli*, assim como possíveis contaminação por vírus, protozoários e helmintos, o que pode levar à ocorrência de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA). Considerando o crescente número de surtos de origem alimentar associados a alimentos frescos, conhecer a qualidade microbiológica da couve manteiga crua, higienizada e sanitizada, assim como, os melhores processos e sanitizantes, é de grande importância. Dentre os diversos sanitizantes existentes, os compostos clorados, principalmente o hipoclorito, são os mais utilizados como agentes de sanitização e desinfecção, porém seu uso não pode ser indiscriminado devido seu risco cancerígeno. Agentes como o vinagre, ácidos acéticos e ácido peracético ganharam aceitação por serem considerados tão eficazes quanto o cloro, porém o ácido acético, como agente sanitizante, pode ter sua eficácia limitada de acordo com o tipo de hortaliça tratada.

**Palavras chaves:** hortaliças; sanitizantes; surtos alimentares

## 1 INTRODUÇÃO

A busca por uma vida saudável tem aumentado consideravelmente nos tempos atuais, e como parte deste estilo de vida, uma alimentação equilibrada vem se destacando, o que acarreta uma maior procura por alimentos saudáveis e naturais (1). Uma alimentação rica em vegetais é recomendada por muitas organizações de saúde, e estudos epidemiológicos relatam que o seu consumo tem sido associado a benefícios a saúde, como efeitos neuroprotetores (2), redução da incidência de doenças cardiovasculares (3) e alguns tipos de câncer (4).

O consumo de couve-manteiga (*Brassica oleracea acephala*) pelos brasileiros vem crescendo consideravelmente, este fato pode ser atribuído a estes novos hábitos alimentares e a descobertas da ciência sobre as propriedades nutracêuticas desta hortaliça (5). É uma hortaliça anual ou bienal, e destaca-se pelo maior conteúdo de proteínas,

carboidratos, fibras, cálcio, ferro, fósforo, enxofre, iodo, vitamina A, niacina e vitamina C, vitamina K, tiamina, riboflavina, ácido ascórbico e carotenoides em comparação a outras hortaliças (6) que conferem propriedades antioxidante e antimicrobiana (7) e algumas propriedades fitoterápicas (8).

A couve é comumente comercializada na forma fresca e, como outros vegetais está propensa a deterioração pós-colheita (9). De acordo com Santos (10) os vegetais folhosos são alimentos susceptíveis a contaminações microbiológicas, provenientes do próprio solo de cultivo, da água de irrigação, e/ou de inadequadas condições de manuseio e boas práticas, o que torna imprescindível o processo de sanitização desse tipo de alimento, de maneira a torná-lo apto ao consumo humano.

A lavagem e a sanitização é um dos vários meios para aumentar sua vida útil e reduzir o risco de contaminação. Segundo o Ministério da Saúde (11) o uso de boas práticas de higiene é necessário, isto porque na distribuição dos surtos de doenças de origem alimentar, observa-se que o maior percentual acontece nas residências. A higienização é um processo que compreende as etapas de limpeza e sanitização. A limpeza consiste na remoção de sujidades indesejáveis que podem ser orgânicas e inorgânicas, e a sanitização tem a função de redução da carga microbiana através de agentes físicos ou químicos a níveis seguros (12). Segundo o Conselho Federal de Nutricionistas (13), os alimentos consumidos crus, como as hortaliças, devem passar inicialmente pelo processo de lavagem e sanitização com uma solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm e, posteriormente, enxaguados com água potável.

Considerando o crescente número de surtos de origem alimentar associados a alimentos frescos, a qualidade microbiológica da couve manteiga crua deve ser investigada e sugerida formas de processamento para prologar sua vida útil. Dados sobre as propriedades tecnológicas destes vegetais após o seu processamento são bem escassos. Tais informações pode ajudar a entender melhor aplicação, embalagem e armazenamento. O processamento ou o tratamento térmico de hortaliças podem alterar sua composição de nutrientes. As principais mudanças são: concentração dos compostos termo resistentes naturalmente presentes, como carboidratos, proteínas e lipídios; degradação de compostos termo sensíveis como: carotenoides, vitaminas e compostos fenólicos; inativação ou desnaturação de enzimas oxidativas (10).

Neste contexto, essa revisão abordou os principais agentes contaminantes da couve-manteiga; a importância da higienização e sanitização, assim como, os sanitizantes mais eficazes para uso em hortaliças para consumo in natura.

## 2 TÓPICOS

### 2.1 FAMÍLIA DAS CRUCÍFERAS

A família *Brassicaceae* (ou *Cruciferaceae*) possui mais de 3500 espécies e 350 gêneros, incluindo diversos gêneros como a *Camelina, Crambe, Sinapis* e *Brassica* (8). O gênero *Brassica* são normalmente conhecidos como vegetais crucíferos, crucíferas, couves, ou plantas de mostarda. A família *Brassicaceae* é economicamente o gênero mais importante por serem dessa família as espécies *Brassicas* que são usualmente incluídas na alimentação como brócolis, couve-flor, repolho (*B. oleracea*), e nabo (*B. rapa*). Vários estudos relatam a ocorrência de compostos antioxidantes em diversas crucíferas, tais como couve chinesa (14) e couves vermelhas e verdes (10).

De acordo com Kaulmann et. al. (15), a capacidade antioxidante das *Brassicas* está relacionada com a composição de flavonoides, antocianinas, luteínas, vitamina C e

ácidos neoclorogênicos. Os mesmos autores observaram que a capacidade antioxidante varia de acordo com a coloração da hortaliça, nas variedades de coloração roxa e verde apresentaram números maiores que as de coloração branca.

O consumo de vegetais aliáceos e crucíferos tem sido associado a benefícios para a saúde (16), como o combate ao desenvolvimento de vários tipos de câncer, como: mama, próstata, pulmão, pâncreas e gastrointestinal (17), de doença cardiovascular (18), na redução desenvolvimento de diabetes tipo 2 (19) e proteção contra doenças neurodegenerativas (20). Para os vegetais crucíferos, esses benefícios para a saúde estão associados ao consumo de glucosinolatos, compostos ricos em enxofre que se armazenam em vegetais crucíferos e seus derivados metabólicos (21).

Esses vegetais são reconhecidos por terem algumas propriedades especificas, como atividade antioxidante, e possuir quantidades relevantes de alguns compostos como teor de glucosinolatos, compostos fenólicos, vitaminas e minerais, além de serem fontes de ferro, cálcio e fibras. O conjunto desses compostos e nutrientes protegem o corpo e os alimentos do estresse oxidativo, porém, a quantidade inicial desses nutrientes em diferentes tipos de hortaliças pode variar em razão do grau de maturação, variedade, clima, sistema de cultivo, processamento, tratamento térmico, tempo e temperatura (22).

## 2.2 COUVE MANTEIGA

A couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) por apresentar um elevado potencial nutritivo, está classificada entre os vegetais como “superalimento”, principalmente pelos altos conteúdos de carotenoides, vitaminas C e K, compostos fenólicos e ácidos orgânicos (23), que conferem propriedades antioxidante e antimicrobiana (24) e algumas propriedades fitoterápicas, como ação sobre úlceras gástricas (25).

Botanicamente é uma planta arbustiva com porte de 40 a 120 cm de altura, onde o seu ponto ótimo de maturidade é entre 30 e 40 cm de comprimento. Esta hortaliça apresenta folhas pecioladas, espessas, pouco carnosa, distribuindo-se em forma de roseta ao redor do caule (10). A couve manteiga tem origem na Costa Norte Mediterrânica é amplamente cultivada, especialmente na Europa e na América do Norte, possuem folhas verde-escuras a claras, nervura de cor verde-claro, tenras, lisas ou pouco onduladas, com pecíolo, seu cultivo é realizado por meio de sementes ou plantio do broto-lateral, sendo este último a forma de plantação mais utilizada (23). Esta hortaliça é cultivada em épocas mais frias como outono e inverno e apresenta baixa tolerância ao calor, com produção anual ou bienal (24).

A couve possui inúmeras propriedades benéficas à saúde, que incluem proteção dos sistemas cardiovascular e gastrointestinal, bem como propriedades antioxidantes e anticancerígenas (26). A alta atividade antioxidante da couve está associada ao seu conteúdo de vitaminas C e E, glucosinolatos, polifenóis e carotenóides (25). Entre os vegetais crucíferos é a melhor fonte de ácidos graxos, ácido fólico, niacina e vitaminas A, B1, B2 e B6, além de possuir um alto teor de macro e micronutrientes, especialmente potássio, sódio, cálcio, magnésio e ferro (27). No entanto, os valores obtidos de minerais e compostos bioativos depende de vários fatores, como cultivar, estágio de maturação, práticas agrícolas, condições ambientais, tempo de armazenamento e local de cultivo (28).

## 2.3 CONSUMO DE HORTALIÇAS

A busca por uma vida saudável tem aumentado consideravelmente nos tempos atuais, e como parte deste estilo de vida, a alimentação saudável e equilibrada vem se

destacando e isso inclui a maior procura por alimentos como frutas e hortaliças frescas (29). As hortaliças, especialmente as folhosas, por apresentarem rico conteúdo de água, vitaminas, minerais, fibras e substâncias bioativas, compõem o grupo de alimentos, cuja recomendação é de que sejam consumidos crus, tendo em vista a manutenção de suas propriedades nutricionais (25).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) a recomendação de consumo diário de frutas e hortaliças é de 400g, posto que a ingestão desse grupo de alimentos demonstra vários efeitos benéficos a saúde do consumidor (23).

O consumo de couve pelos brasileiros vem crescendo consideravelmente, este fato pode ser atribuído a descobertas da ciência sobre as propriedades nutracêuticas desta hortaliça, as diversas formas utilizadas na culinária e também pela crescente procura por alimentos saudáveis que obteve um crescimento de 82% em 6 anos (10). A couve geralmente é consumida crua ou refogada, mas também está presente na elaboração de saladas e sucos, bem como pode ser utilizada como ingrediente de sopas, farofas e cozidos (30). Os consumidores de couve brasileiros têm preferência principalmente por cultivares de folhas lisas e na Europa o consumo maior é da couve de folhas crespas (26).

Atualmente, a couve é encontrada principalmente no mercado na forma *in natura* e de salada embalada pronta para comer, às vezes com adição de vários tipos de alface. Com menos frequência, está disponível como suco fresco, mas relatórios científicos recentes mostram que folhas de couve congeladas e liofilizadas podem ser adicionadas ao suco de maçã (24) para aumentar seu valor nutricional. Por apresentar uma rápida perda de turgescência e senescência pós-colheita a couve manteiga deve ser comercializada e consumida em pouco tempo (31).

## 2.4 MICRORGANISMOS CONTAMINANTES EM HORTALIÇAS

Hortaliças cruas podem ser contaminadas com microrganismos durante o crescimento, colheita e distribuição (32). Aquelas colhidas da terra geralmente possuem a mesma flora microbiana do solo onde cresceram, embora haja exceções. Em solos estáveis os actinomicetos (uma divisão das bactérias Gram positivas) são as bactérias mais abundantes, ainda que sejam encontrados raramente em produtos vegetais. Bactérias ácido láticas não são encontradas no solo com facilidade, mas são da biota de plantas e seus produtos uma parcela significativa. A exposição desses produtos ao ambiente propicia uma contaminação por microrganismos. O pH e a camada de proteção de muitos vegetais são fatores importantes na microbiologia desses produtos (33).

Hortaliças folhosas cruas são possíveis fontes de contaminação microbiológica causada principalmente por *Salmonella* sp. e *Escherichia coli*, mas também por vírus, protozoários e helmintos, o que pode levar à ocorrência de Doenças por transmissão hídrica e Alimentar (DTHA). No Brasil, no período de 2007 a 2020, foram notificados, por ano, uma média de 662 surtos de DTHA, com o envolvimento de 156.691 doentes (média de 17 doentes/surto), 22.205 hospitalizados e 152 óbitos (34).

Diversos fatores influenciam na incidência das doenças transmitidas por alimentos como: as condições higiênico sanitárias inadequadas do local de produção, comercialização e manipulação dos alimentos, a existência de grupos populacionais vulneráveis ou mais expostos, o desenvolvimento urbano desordenado e a necessidade de produção de alimentos em grande escala (35).

Vários problemas estão relacionados aos patógenos, uma vez que vegetais frescos e minimamente processados têm sido reconhecidos como veículos potenciais de doenças transmitidas por alimentos. Entre as bactérias patogênicas que ocorrem em vegetais

prontos para comer, *E. coli* incluindo cepas produtoras de Shigotoxina (STECs), *Salmonella* spp. e *L. monocytogenes* são os mais frequentemente detectados (33). *E. coli* é especialmente importante para a avaliação da qualidade, uma vez que é definido por critérios microbiológicos da Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019 – ANVISA como o microrganismo indicador para a higiene do processo em vegetais pré-cortados e prontos para comer (36).

A contaminação de vegetais frescos, incluindo couve, com coliformes e *E. coli* foi descrita por vários autores (37, 38, 27). A quantidade e a presença de microrganismos variam com o tipo do produto, área geográfica de produção, condições meteorológicas, crescimento do vegetal, durante a colheita, armazenamento, processamento e manuseio pós-colheita também pode haver associação ao uso inadequado de esterco e água de irrigação (25).

Em produtos frescos a sobrevivência de microrganismos é afetada por competição com outros microrganismos, disponibilidade de nutrientes e compostos tóxicos expelidos pela planta. Além disso, estruturas presentes nos vegetais como estômatos, lenticelas e injúrias podem favorecer a internalização dos patógenos, o que dificulta a ação de agentes sanitizantes (35).

Devido a contaminação de frutas e hortaliças ser uma preocupação pelo fato de as mesmas serem consumidas crua em sua maioria, um passo de fundamental importância para o processamento e consumos de alimentos *in natura* são os métodos de sanitização aplicados (39).

## 2.5 SANITIZAÇÃO

O processo de higienização de hortaliças é composto por etapas de lavagem e sanitização. A lavagem com água permite a remoção de resíduos do solo e parte dos microrganismos existentes, porém não é totalmente eficaz para diminuir a carga microbiana presente no alimento (39). Logo, a etapa de sanitização constitui o ponto chave para o controle microbiológico dos alimentos a fim de diminuir o número de microrganismos aderidos e garantir o controle de qualidade e a segurança do alimento (40).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA preconiza os passos a serem seguidos para desinfecção que é a lavagem tripla, na qual o produto passa por uma pré-lavagem num tanque primário, seguido por uma lavagem secundária com o uso de um sanitizante, e finalizado com o enxague com água limpa, para remoção de resquícios do sanitizante utilizado (38).

Conforme descrito na Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004 produtos saneantes são preparações ou substâncias designadas à higienização, desinfecção ou desinfestação domiciliar, em ambientes públicos e/ou coletivos, em lugares de uso comum e no tratamento da água (41).

Para garantir a qualidade microbiológica nas hortaliças faz-se necessário a utilização de sanitizantes. Sendo de grande importância saber quais são os sanitizantes utilizados, pois devem ser eficazes e seguros do ponto de vista toxicológico, uma vez que, para evitar riscos de contaminação, o recomendado é que os alimentos sejam mantidos e consumidos sem enxágue subsequente (37).

Dentre os diversos sanitizantes existentes, os compostos clorados são os mais utilizados como agentes de sanitização e desinfecção, com o objetivo de controlar patógenos presentes na água e alimentos, assim como no tratamento de água para abastecimento público (42).

O cloro, sob a forma de hipoclorito de sódio, é o composto comumente usados em grande escala para garantir a qualidade microbiológica e aumentar a segurança dos alimentos processados (43). O hipoclorito é vendido sob a forma líquida, variando sua concentração de 2 a 10 % de cloro residual total, expressos em Cl2.

Várias vantagens podem ser citadas como resistência a dureza da água, rápida ação, efetividade em baixas concentrações, facilidade de aplicação e baixa toxicidade nas condições de uso (44). Entretanto, nos últimos anos, o uso do hipoclorito e demais sais de cloro também tem sido motivo de preocupação, tendo em vista servirem de precursores na formação de cloraminas orgânicas, as quais apresentam alto potencial carcinogênico (45).

Em outros países, agentes como o vinagre, ácidos acéticos e ácido peracético ganharam aceitação por serem considerados tão eficazes quanto o cloro (43). O ácido peracético, no entanto quando é descartado no meio ambiente se decompõe em água, oxigênio e ácido acético. Segundo a FISPQ - Ficha de Informação de Produto Químico do ácido acético, além de ser inflamável, quando disposto no meio ambiente em quantidades significativas pode causar mortalidade de espécies aquáticas, quando deposto na atmosfera pode causar incomodo ao bem-estar público (46). O ácido acético como agente sanitizante pode ter sua eficiência limitada de acordo com o tipo de hortaliça tratada (47).

### 2.6 COMERCIALIZAÇÃO NAS FEIRAS LIVRES

A horticultura de couve tem impacto positivo na geração de renda, com uso intensivo de mão de obra familiar e dessa forma permite a geração direta e indireta de emprego e corrobora para a fixação do homem no campo (37).

As feiras livres são conhecidas tradicionalmente como uma modalidade de comércio varejista periódica distribuídas no espaço e no tempo, cada uma com sua peculiaridade e relevância (48). Entretanto vários estudos realizados nestes tipos de comércios demonstram condições de higiene inadequadas nesses locais, aliadas a pouco conhecimento dos comerciantes sobre as boas práticas de manipulação e comercialização de alimentos e estrutura física adversa. Tais fatores representam algum tipo de risco a saúde pública de DTHA'S e ambientes contaminados pela ausência de saneamento e presença de lixo, sendo necessário intervenção para melhoria desta atividade e proteção a saúde dos consumidores (34).

As folhas de couve são geralmente comercializadas na forma de maço as mesmas devem estar com aparência de produto fresco, ou seja, sem sinais de murchamento, sem manchas amarelas ou escuras e com os talos firmes (33).

## CONCLUSÕES

Hortaliças cruas podem ser contaminadas com microrganismos durante o crescimento, colheita, distribuição e comercialização. Consumi-las *in natura* sem uma higienização e sanitização adequada pode acarretar risco à saúde. É de grande importância a escolha adequada dos sanitizantes, pois devem ser eficazes contra microrganismos patogênicos e seguros do ponto de vista toxicológico, uma vez que, para evitar riscos de contaminação, o recomendado é que os alimentos sejam mantidos e consumidos sem enxágue subsequente. O cloro, sob a forma de hipoclorito de sódio, é o composto comumente usados em grande escala para garantir a qualidade microbiológica e aumentar a segurança dos alimentos processados, entretanto seu não pode ser indiscriminado. O

hipoclorito podem ser precursores na formação de cloraminas orgânicas, as quais apresentam alto potencial carcinogênico. Já o ácido acético pode ter sua eficiência limitada, como agente sanitizante, de acordo com o tipo de hortaliça tratada.

**REFERÊNCIAS**

1. Callejón RM, rodríguez-naranjo MI, Ubeda C, Hornedo-Ortega R, Garcia-Parrilla MC, Troncoso AM. Reported foodborne outbreaks due to fresh produce in the United States and European Union: trends and causes. Foodborne pathogens and disease, 2015;12(1):32-38.

2. Angeloni C, Hrelia S, Malaguti M. Neuroprotective effects of glucosinolates. In: Me´rillon JM, Ramawat KG (eds) Glucosinolates. Springer, Basel, 2017;1:275–299.

3. Francisco M, Tortosa M, Martı´nez-Ballesta M, Velasco P, Garcı´aViguera C, Moreno D. Nutritional and phytochemical value of Brassica crops from the agri-food perspective. Ann Appl Biol, 2017;170:273–285.

4. Mori N, Shimazu T, Sasazuki S, Nozue M, Mutoh M, Sawada N, Iwasaki M, Yamaji T, Inoue M, Takachi R. Cruciferous vegetable intake is inversely associated with lung cancer risk among current nonsmoking men in the Japan Public Health Center Study. J Nutr, 2017;147:841–849.

5. Poveda J, Zabalgogeazcoa I, Soengas P, Rodríguez VM, Cartea ME, Abilleira R, et al. Brassica oleracea var. acephala (kale) improvement by biological activity of root endophytic fungi. Scientific Reports. 2020;10(1).

6. Ljubej V, Karalija E, Salopek-Sondi B, Šamec D. Effects of Short-Term Exposure to Low Temperatures on Proline, Pigments, and Phytochemicals Level in Kale (Brassica oleracea var. acephala). Horticulturae. 2021;7(10):341.

7. Kaulmann A, Jonville MC, Schneider YJ, Hoffmann L, Bohn T. Carotenoids, polyphenols and micronutrient profiles of Brassica oleraceae and plum varieties and their contribution to measures of total antioxidant capacity. Food Chem., 2014;155:240–250.

8. Bhatt S, Singh B, Gupta M. Antioxidant and prebiotic potential of Murraya koenigii and Brassica oleracea var. botrytis leaves as food ingredient. Journal of Agriculture and Food Research. 2020;1:100069.

9. Wibowo S, Afuape AL, De Man S, Bernaert N, Van Droogenbroeck B, et al. Thermal processing of cabbage puree: The impact of process intensity and storage in different aspects related to quality. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2019;58:102213.

10. Santos IM. Hortaliças convencionais, orgânicas e minimamente processadas: diversidade microbiana e interações de bactérias epifíticas com patógenos alimentares. [Dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2024.

11. Ministério da Saúde (BR). Surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil. [Internet] Brasília: Ministério da Saúde; 2018 [acesso 23 dez 2023]. Disponível em: http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/janeiro/17/ApresentacaoSurtos-DTA-2018.pdf

12. Joardder MUH, Ananno AA, Hossain MdS. Food-materials cleaning: Current trends and recent advances. Postharvest and Postmortem Processing of Raw Food Materials. 2022;41–52.

13. CFN-Conselho Federal De Nutricionistas. Recomendações do CFN: boas práticas para atuação do nutricionista e do técnico em nutrição e dietética durante a pandemia de coronavírus [Internet], 2021. [acesso em 9 Mai 2024]. Disponível em: https://www.crn3.org.br/arquivos/e3b73f9414a7f07c9b4b4781d493c4da.pdf

14. Khalid W, Iqra, Afzal F, Rahim MA, Abdul Rehman A, Faiz ul Rasul H, et al. Industrial applications of kale (*Brassica oleracea var. sabellica*) as a functional ingredient: a review. International Journal of Food Properties. 2023;26(1):489–501.

15. Kaulmann A, Jonville MC, Schneider YJ, Hoffmann L, Bohn T. Carotenoids, polyphenols and micronutrient profiles of Brassica oleraceae and plum varieties and their contribution to measures of total antioxidant capacity. Food Chem., 2014;155:240–250.

16. Nicastro HL, Ross SA, Milner, JA. Garlic and onions: their cancer prevention properties Cancer Prevention Research (Philadelphia), 2015;8(3):181- 189.

17. Herr I, Buchler, MW, Dietary constituents of broccoli and other cruciferous vegetables: implications for prevention and therapy of cancer. Cancer Treatment Reviews, 2010;36(5):377-383.

18. Zhang X, Shu XO, Xiang YB, Yang G, Li H, Gao J, et al. Cruciferous vegetable consumption is associated with a reduced risk of total and cardiovascular disease mortality. The American Journal of Clinical Nutrition. 2011;94(1):240–6.

19. Kurotani K, Nanri A, Goto A, Mizoue T, Noda M, Kato M, et al. Vegetable and fruit intake and risk of type 2 diabetes: Japan Public Health Center-based Prospective Study. British Journal of Nutrition. 2012 May 9;109(4):709–17.

20. Abdul WM, Razvi SS. Eruca sativa L-A promising source of drug lead for antimicrobial, neuroprotective and anticancer treatment regimens: Pharmacological properties of medicinal plant “Eruca sativa.” European Journal of Cell Science. 2019 Jun 30;17–21.

21. Cieślak M, Cieślak M. Role of purinergic signalling and proinflammatory cytokines in diabetes. Clinical Diabetology. 2017;6(3):90–100.

22. Bernhardt S., Schlich E. Impacto de diferentes métodos de cozimento na qualidade dos alimentos: retenção de vitaminas lipofílicas em vegetais frescos e congelados. J Food Eng, 2006;77:327 – 333.

23. Zanzini AP, Oliveira JA de C, Coutinho GSM, Araújo ABS, Barros HEA de, Abreu DJM, et al. Compostos bioativos presentes em couve-manteiga (Brassica oleracea L.) em três estádios de desenvolvimento e comparação das suas capacidades antioxidantes. Research, Society and Development, 2020;9(7):e391974242–2

24. Anouk K, Marie-Caroline J, Schneider YJ, Hoffmann L, Bohn T. Carotenoids, polyphenols and micronutrient profiles of Brassica oleraceae and plum varieties and their contribution to measures of total antioxidant capacity. 2014;1:155:240–50.

25. Salehi B, Quispe C, Butnariu M, Sarac I, Marmouzi I, Kamle M,et al. Phytotherapy and food applications from Brassica genus. Phytotherapy research, 2021;*35*(7):3590-3609.

26. Suryawanshi M, Patil V, Jadhav (Rathod) V. Biochemical composition, nutritional analysis and antioxidant activity of Buchanania lanzan Spreng fruits. Current Botany. 2021;180–7.

27. Zayed A, Sheashea M, Kassem IA, Farag MA. Red and white cabbages: An updated comparative review of bioactives, extraction methods, processing practices, and health benefits. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2023;63(24):7025-7042.

28. Ştefan IMA, Ona AD. Cabbage (Brassica oleracea L.). overview of the health benefits and therapeutical uses, 2020;1:150-169.

29. Callejón RM, Rodríguez-naranjo MI, Ubeda C, Hornedo-Ortega R, Garcia-Parrilla MC, Troncoso AM. Reported foodborne outbreaks due to fresh produce in the United States and European Union: trends and causes. Foodborne pathogens and disease, 2015;12(1):32-38.

30. Mouritsen OG, Styrbæk K. Design and ‘umamification’of vegetable dishes for sustainable eating. International Journal of Food Design, 2020;*5*(1-2):9-42.

31. Borsatti FC. Ácido salicílico na qualidade pós-colheita de frutos, hortaliças folhosas e flores. [Dissertação]. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2014.

32. Abreu IMDO, Junqueira, AMR, Peixoto JR, Oliveira SAD. (2010). Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. Food Science and Technology, 2010;30:108-118.

33. Jay JM. Microbiologia de alimentos. 6. Ed. Porto Alegre: Artmed, 711p. 2005.

34. Ministério da Saúde (BR). Surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil. [Internet] Brasília: Ministério da Saúde; 2018[acesso 23 dez 2023]. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha/situacao-epidemiologica

35. Silva APG. Eficácia da água sanitária e do vinagre como sanitizantes de couve (Brassica oleracea L.). [Trabalho de Conclusão de Curso]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2018.

36. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução. Instrução Normativa nº60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2019.

37. Oliveira TC, Abranches MV, Lana RM. (In) Segurança alimentar no contexto da pandemia por SARS-CoV-2. Cadernos de Saúde Pública, 2020;36:e00055220.

38. Faour-Klingbeil D, Murtada M, Kuri V, Todd ECD. Understanding the routes of contamination of ready-to-eat vegetables in the Middle East. Food Control. 2016;62:125-33.

39. Balali GI, Yar DD, Afua DVG, Adjei-Kusi P. Microbial contamination, an increasing threat to the consumption of fresh fruits and vegetables in today's world. International journal of microbiology, 2020;(1):3029295.

40. Fontana M. Avaliação microbiológica com diferentes sanitizantes utilizados em facas e chairas na desossa de suínos em um frigorífico no Vale do Taquari. [Dissertação]. Encantado: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2023.

41. BRASIL. Agência Nacional De Vigilância Sanitária – Anvisa. Resolução RDC N° 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. Diário Oficial União. 16 de setembro de 2004.

42. Meyer ST. O uso do cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 199;10(1):99- 110.

43. Nascimento LC, Lima LCO, Valle RHP, Veiga SMOM, Fiorini JE. Uso de derivados clorados, ozônio e ultra-som na sanificação de água e alimentos. Revista Higiene Alimentar, 2005;19:48-57.

44. Andrade NJ. Higiene na Indústria de Alimentos: Avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos. São Paulo (SP): Varela, 2008

45. Costa, CD. Hipoclorito e clorito de sódio: comparação de estabilidade de cloro livre [Dissertação]. Sorocaba: Universidade Federal de São Carlos; 2021.

46. FISPQ - Ficha de Informação de Produto Químico do ácido acético. [Internet] [acesso 23 dez 2023]. Disponível em: https://sites.ffclrp.usp.br/cipa/fispq/Acido%20acetico.pd

47. Cardoso, LT. Nanoemulsões contendo carvacrol: desenvolvimento, caracterização e aplicação na sanitização de alfaces [Dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2022.

48. Pereira, MP. Feira livre de São Felipe-BA: espaço de (r) existências e lugar de resistências [Dissertação]. Salvador: Universidade Federal da Bahia; 2021.

**Capítulo 09**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-09**

# COBERTURAS PARA QUEIJOS: REVISÃO ABRANGENTE SOBRE A PRESERVAÇÃO

**Naiara Tays Francisco Felicio[1], Renata Dinnies Santos Salem[2]**

1 Doutoranda, PPG Ciência e Tecnologia de Alimentos/Universidade Estadual de Ponta Grossa.
2 Docente, PPG Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos/Universidade Estadual de Ponta Grossa.
**E-mail para correspondência: naiara.tays@gmail.com*

**Resumo**

O desenvolvimento de revestimentos e filmes biodegradáveis para queijos tem ganhado destaque na indústria alimentícia devido à necessidade de melhorar a conservação e a segurança dos produtos, ao mesmo tempo em que se busca soluções sustentáveis. Este artigo revisa os avanços recentes nesse campo, explorando materiais como proteínas do soro de leite, amido e quitosana. Os revestimentos à base de soro de leite se destacam por sua alta disponibilidade, baixo custo e propriedades nutricionais, além de sua eficácia em reduzir a carga microbiana e minimizar a perda de peso dos queijos. O amido, abundante e não tóxico, tem sido amplamente estudado por sua capacidade de formar uma matriz contínua, melhorando as características sensoriais e a vida útil dos produtos. A quitosana, por sua vez, é valorizada por suas propriedades antimicrobianas e biodegradabilidade, sendo eficaz contra uma variedade de micro-organismos. Estudos mostram que a incorporação de compostos bioativos, como óleos essenciais e antioxidantes, potencializa ainda mais a eficácia desses revestimentos, proporcionando uma barreira protetora que mantém a qualidade dos queijos durante o armazenamento. A revisão conclui que o uso de bio embalagens inovadoras não apenas prolonga a vida útil dos queijos, mas também contribui para a sustentabilidade ambiental, oferecendo alternativas naturais aos conservantes sintéticos. Continuar a pesquisa e o desenvolvimento de novas formulações é essencial para atender às crescentes demandas por produtos lácteos de alta qualidade e seguros, beneficiando consumidores e produtores.

**Palavras chaves:** Conservação de alimentos; Propriedades antimicrobianas; Sustentabilidade; Vida útil; Biopolímeros.

## 1 Introdução

A embalagem possui um papel fundamental na indústria alimentar, servindo como um elemento crítico na redução do desperdício de alimentos e, ao mesmo tempo, melhorando a qualidade e o prazo de validade dos produtos alimentares perecíveis desempenhando um papel efetivo na aceitabilidade e comercialização do produto (1). O consumidor busca por alimentos de maior qualidade e segurança, e isso levou ao

desenvolvimento de revestimentos e filmes. Segundo Fellows (2), filmes comestíveis são produzidos a partir de diversos materiais naturais, incluindo hidrocolóides, baseados em proteínas animais e vegetais, como as proteínas do soro de leite, caseína, soja, milho, leguminosas, polissacarídeos como derivados de celulose, carragena, quitosana, pululana, alginatos ou amidos, lipídios como as ceras, goma-laca, ácidos graxos, e polímeros sintéticos como, por exemplo, o acetato de polivinila.

O queijo é um produto alimentar antigo que muitas vezes faz parte da dieta regular do ser humano devido à sua composição (grande quantidade de proteínas, cálcio, minerais e vitaminas). Uma das principais perdas durante a comercialização do queijo acontece durante o armazenamento, onde é comum a contaminação por bactérias, bolores e leveduras e, portanto, pode ocorrer o desenvolvimento de sabores estranhos, diminuindo a qualidade do queijo, principalmente quando armazenado sem embalagem. Além disso, a alta perda de umidade em alguns tipos de queijo pode ser um problema, aumentando a sua dureza e levando a propriedades sensoriais indesejáveis (3). A utilização de materiais biopoliméricos, combinados com agentes ativos naturalmente presentes, está contribuindo significativamente para prolongar a vida de prateleira dos queijos. As pesquisas com revestimentos comestíveis aplicados em queijo têm demonstrado ser eficazes ao proporcionar uma barreira protetora (4). As propriedades de barreira poderiam inibir as deteriorações induzidas pela luz, como a oxidação lipídica, restringir o dióxido de carbono e o oxigênio, evitando reações deteriorativas induzidas pelo oxigênio e impedir o crescimento de microrganismos aeróbicos e a transmissão do vapor de água para preservar o peso do queijo, o que é economicamente viável (5). Outro ponto de destaque é que no campo do design de embalagens antioxidantes, há uma tendência crescente em utilizar antioxidantes provenientes de fontes naturais e renováveis em vez de sintéticos. Isso ocorre devido a dois fatores principais: a crescente demanda por aditivos naturais e a necessidade de encontrar novas aplicações para resíduos agro alimentares ricos em substâncias bioativas, alinhando-se ao conceito de Economia Circular (6). O objetivo desta pesquisa é elaborar uma revisão de literatura sobre os materiais utilizados para a produção de coberturas para queijos e sua importância. A revisão visa identificar e analisar diferentes tipos de revestimentos comestíveis e bioativos, suas composições, métodos de aplicação, e a eficácia na preservação e melhoria da qualidade dos queijos durante o armazenamento e comercialização. Ao fornecer uma visão abrangente dos avanços e desafios nesse campo, a pesquisa pretende contribuir para o desenvolvimento de soluções mais eficazes e sustentáveis na indústria de laticínios.

## 1.1 Importância de coberturas no processamento dos queijos

As bactérias que formam esporos e a contaminação por coliformes após o processamento são os principais fatores que limitam o prazo de validade do queijo. A proliferação desses microrganismos pode causar um gosto amargo, mudanças na cor, sabores indesejáveis e uma textura viscosa, diminuindo a qualidade do queijo e encurtando sua vida útil (7). Durante o processamento e armazenamento, o queijo enfrenta desafios significativos, como oxidação lipídica, decomposição enzimática e perda de peso. Estes problemas fundamentais afetam tanto a estabilidade quanto a qualidade do queijo. Assim, a fim de garantir sua preservação e segurança , torna-se importante prevenir sua deterioração e aumentar sua vida útil durante o armazenamento e transporte.

Nesse contexto, o uso de revestimentos comestíveis e embalagens bioativas emerge como uma estratégia eficaz. Essas soluções atuam como uma barreira, limitando o acúmulo de umidade e a contaminação cruzada, contribuindo para melhorar a vida útil do queijo (8). Os revestimentos podem desempenhar um papel crucial como veículos de ingredientes ativos, oferecendo propriedades antioxidantes e antimicrobianas que contribuem para a preservação do queijo. Ao controlar a taxa de difusão dessas substâncias , elas ajudam a manter sua qualidade.

Além das propriedades antimicrobianas e antioxidantes, a eficácia desses revestimentos na prolongação da vida útil do queijo também depende das características de barreira do material usado para sua fabricação. Este material deve ser capaz de proteger contra fatores ambientais que possam causar deterioração (5). Dependendo do teor de umidade do queijo (duro, semi-duro ou macio), diferentes requisitos em relação à embalagem comestível precisam ser considerados, como a permeabilidade ao vapor d'água ou gases, nível de opacidade e facilidade de transporte de agentes aromatizantes ou corantes naturais. Grande parte dos estudos concentra-se em queijos semi-duros ou macios devido aos seus altos níveis de umidade, que os tornam mais perecíveis em comparação com os queijos que passaram por longos períodos de maturação e são classificados como duros (4).

Os filmes e revestimentos comestíveis diferem na forma como são produzidos e aplicados. Os revestimentos comestíveis, disponíveis na forma líquida, são aplicados diretamente na superfície dos alimentos, onde após a secagem se forma uma fina camada, enquanto os filmes são secos separadamente, formando um material autônomo que é então utilizado para cobrir os alimentos (9). Os produtos lácteos, como o queijo, estão sujeitos à contaminação microbiana durante várias etapas da produção e armazenamento. Isso se deve à sua composição rica em nutrientes, o que pode permitir a proliferação de bactérias patogênicas, tais como *S. aureus*, *Bacillus cereus*, *L. monocytogenes*, *Salmonella spp.*, e também de microrganismos deteriorantes. No entanto, o uso de embalagens para os queijos, coberturas e filmes pode prevenir eficazmente o crescimento desses microrganismos.

## 1.2 Utilização de antimicrobianos em coberturas biodegradáveis

Segundo Jafarzadeh & Jafari (5), os revestimentos podem desempenhar um papel crucial como veículos de ingredientes ativos, oferecendo propriedades antioxidantes e antimicrobianas que contribuem para a preservação do queijo. Ao controlar a taxa de difusão dessas substâncias no queijo, eles ajudam a manter sua qualidade. A incorporação de antimicrobianos em formulações de filmes pode regular a taxa de difusão no produto, proporcionando uma forma de manter altas concentrações do ingrediente ativo na superfície. O fato de restringir o aditivo à superfície também diminui a interação com componentes alimentares e/ou outros aditivos. Como consequência, filmes ou revestimentos com atividade antimicrobiana são uma forma auspiciosa de administração antimicrobiana em relação à preservação de alimentos (10). Várias plantas vêm sendo estudadas devido a suas propriedades biológicas tais como: *Origanum vulgare* (Orégano), *Eugenia caryophyllata* (Cravo), *Brassica juncea* (Mostarda), *Mentha piperita* (Hortelã), *Mentha suaveolens* (Hortelã brava) *Cinnamomum zeylanicum* (Canela), *Ocimum basilicum* (Manjericão), *Zingiber officinale* (Gengibre), *Rosmarinus officinalis* (Alecrim), *Cymbopogon nardus* (Citronela), *Citrus limon* (Limão), entre outras espécies (11;1).

Os óleos essenciais (OE), também conhecidos como óleos voláteis, são derivados de compostos aromáticos, que remetem a aroma, cheiro, odor, e de modo especial são encontrados nas plantas (12). O uso de óleo essencial tem algumas desvantagens, como sua baixa solubilidade em água e sua alta volatilidade e aroma intenso, que podem ter propriedades sensoriais desagradáveis após serem aplicados em produtos alimentícios (13). A estabilidade é outro problema associado ao uso de óleos essenciais devido à sua natureza termolábil. Óleos essenciais são geralmente voláteis em temperatura ambiente e precisam ser armazenados em ambientes frescos e secos. A exposição a temperatura e umidade elevadas pode causar sua decomposição e, portanto, reduzir a eficácia como agentes antimicrobianos (14).

Os óleos essenciais demonstram ser eficazes como antioxidante, antimicrobiano e em alguns casos contribuem para melhoramento sensorial no produto. Existem estudos sobre o efeito da utilização dos óleos essenciais em produtos lácteos, como por exemplo o óleo essencial de orégano devido às suas propriedades químicas e sensoriais. Guardian *et al.*, (15) estudaram a capacidade inibitória de OE incorporado em filme biodegradável de proteína do soro em queijo *blanco* contra espécies de bolores e leveduras e os resultados demonstraram efeito antimicrobiano.

A sinergia entre os óleos essenciais e os biopolímeros ecologicamente corretos e de qualidade alimentar, é de extrema importância. Essa combinação não apenas facilita a reticulação adequada durante os processos de formação de filmes, mas também regula a liberação dos OEs desses filmes. Além disso, ela contribui para a redução da permeabilidade do filme, enquanto aumenta suas propriedades térmicas e mecânicas, resultando em filmes nanocompósitos de alta qualidade (1).

## 1.3 Proteínas

O soro de leite, um subproduto da produção de queijo, é uma fonte rica de proteínas, lactose, vitaminas, minerais e traços de gordura. É considerado o resíduo lácteo mais abundante, e seu descarte pode resultar em uma poluição significativa devido aos altos níveis de demanda biológica de oxigênio. Portanto, tornou-se imperativo buscar formas de aproveitar o soro de leite em pó como um coproduto na fabricação de alimentos funcionais sustentáveis (16). A utilização do soro de leite em filme e revestimento comestível é viável para aumentar a vida útil dos alimentos, devido às suas vantagens para o meio ambiente, disponibilidade em grande número como resíduos, não toxicidade, baixo custo e alto conteúdo nutricional. O revestimento ou filme de proteína de soro de leite é solúvel em água, com baixa permeabilidade à umidade e ao vapor de água. Em relação ao aroma, devido à sua natureza hidrofílica, estudos observaram melhorias quando incorporadas materiais de aspecto hidrofóbico (17). A cobertura comestível pode agregar no valor nutricional ao queijo, pois além de evitar a geração de resíduos, os filmes à base de proteína do soro contribuem para o aumento da ingestão proteica (18).

Uma pesquisa conduzida por Nourmohammadi *et al.* (17) revelou que os revestimentos à base de proteína do soro, combinados com resveratrol e óleo essencial de *Thymus fedtschenkoi Ronneger*, aplicados durante 42 dias de avaliação em queijo Liqvan, resultaram em reduções significativas na contagem total de bactérias psicrotróficas, reduzindo 2 ciclos logarítmicos ($p < 0,05$). Houve também uma diminuição significativa na contagem de bactérias lácticas, enquanto os bolores e leveduras não apresentaram crescimento até o 21º dia de armazenamento. A contagem total de bactérias diminuiu de 4,23 log para 2,54 no último dia de avaliação. Este estudo fornece dados importantes

sobre os potenciais efeitos sinérgicos dos dois conservantes, utilizando a proteína do soro como base para revestimentos de queijo.

Uma formulação à base de nanoemulsão antifúngica contendo extratos naturais encapsulados em proteína isolada de soro de leite e maltodextrina foi seca por spray e aplicada sobre queijo mussarela ralado. A eficiência da formulação foi avaliada para prolongar o prazo de validade e inibir o crescimento de fungos deteriorantes. Os resultados apresentaram efeito inibitório semelhante à natamicina, com redução de 3,4 log UFC $g^{-1}$ após 56 dias de armazenamento (4 °C). Esta formulação antifúngica seca por pulverização pode responder aos requisitos de segurança alimentar e ser introduzida como uma alternativa natural à natamicina (19). A Tabela 1 apresenta os principais resultados da aplicação de revestimentos de proteína de soro de leite em diferentes tipos de queijo.

Tabela 1. Pesquisas relacionadas a revestimentos biodegradáveis utilizando a proteína do soro como matéria prima principal em queijos.

| Autor | Queijos | Tempo de avaliação (dias) | Matéria prima de Cobertura | Principais resultados |
|---|---|---|---|---|
| Nourmohammadi *et al.*, (17) | Liqvan | 42 | Soro de leite/Glicerol/ Nanoargila/Revestrol/*Thymus fedtschenkoi Ronneger* | ↓Crescimento mesófilos, psicrotróficos, bactérias lácticas e bolores e leveduras |
| Kontogianni *et al.*, (18) | Queijo pasta mole | 60 | Soro de leite/Extrato de alecrim e Sálvia | ↑teor de fenólicos e flavonoides totais; melhora das propriedades mecânicas dos filmes (resistência à água). |
| Seydim, Tutal & Sogut, (20) | Kasar | 15 | Soro de leite/ (OE; *Allium sativum, Origanum vulgare)* | ↑ atividade antimicrobiana contra *E. coli* O157:H7 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| García-Anaya *et al*., (21) | Cheddar | 16 | Soro de leite/Fago Listeria A511 | O revestimento viabilizou a atividade do fago. Aumentou a dureza e a elasticidade do queijo; ↑atividade antimicrobiana L. monocytogenes |
| Tamošaitis *et al*., (22) | Edam | | Soro de leite/Ácido lático | ↑ atividade antimicrobiana contra *E. coli* |

Em síntese, a aplicação de revestimentos comestíveis à base de soro de leite não só oferece uma solução sustentável para o aproveitamento deste subproduto abundante da indústria de laticínios, mas também proporciona benefícios significativos na conservação e melhoria da qualidade de produtos alimentícios, como o queijo. Estudos têm demonstrado que esses revestimentos podem efetivamente reduzir a carga microbiana, minimizar a perda de peso e preservar as características sensoriais dos alimentos. A incorporação de compostos bioativos, como antioxidantes e antimicrobianos naturais, pode potencializar ainda mais esses efeitos, resultando em produtos alimentares mais seguros e de maior valor nutricional.

1.4 Amido

O amido é um dos carboidratos naturais mais abundantes e representa a principal fonte de energia das plantas. Dependendo da fonte botânica do amido, ocorre a variação de 20-30% no teor de amilose e 70-80% no de amilopectina, e componentes como lipídios, proteínas e grupos fosfato irão determinar suas propriedades (23). Esta macromolécula tem sido extensivamente estudada para o emprego de desenvolvimento de filmes e revestimentos comestíveis, devido à sua capacidade de formar uma matriz contínua (24; 25) Sua utilização é interessante devido à abundância, baixa permeabilidade ao oxigênio, transparência, ausência de odor, baixo custo e ausência de toxicidade. Assim, pesquisas têm se dedicado a compreender a interação entre o amido e os alimentos, bem como suas propriedades de barreira e o impacto na vida útil dos produtos

O processo de fabricação dos revestimentos envolve a gelatinização do amido, que converte sua estrutura cristalina em uma estrutura amorfa. Além disso, para formar a solução de revestimento, geralmente é adicionado um plastificante para mitigar a fragilidade do amido e aumentar a mobilidade das cadeias poliméricas. Os plastificantes mais comuns para revestimentos comestíveis são os sacarídeos e os polióis. A funcionalidade do revestimento depende principalmente da composição e das propriedades da matriz do filme (26). No estudo Esparvarini *et al*., (27), foi utilizada uma cobertura composta de gelatina e amido de milho, incorporada com extrato de casca de pepino e óleo essencial de cominho, e o armazenamento do queijo foi realizado durante 56 dias sob condições refrigeradas (4 ± 1°C). Os principais resultados indicaram que a cobertura foi eficaz em reduzir significativamente a contagem de bactérias psicotróficas

e populações de leveduras e bolores em comparação com o grupo controle. Além disso, a cobertura ajudou a controlar a perda de peso e as mudanças indesejáveis nas características físicas do queijo, como peso, cor e dureza, durante o período de armazenamento. A avaliação sensorial revelou que a cobertura teve efeitos positivos significativos nas características sensoriais (sabor, odor, textura e aceitabilidade geral) das amostras de queijo ao longo do tempo de armazenamento.

Em pesquisa conduzida por Meira *et al.*, (28), foram desenvolvidos filmes nanocompósitos de amido/halloysite/nisina como embalagens antimicrobianas ativas. Os filmes aplicados ao queijo Minas Frescal inoculado com *Listeria monocytogenes* demonstraram uma redução significativa das contagens bacterianas após 4 dias, comprovando a eficácia dos nanocompósitos como barreiras ativas contra a contaminação alimentar. O estudo de Silva *et al. (*29), investigou o efeito de coberturas comestíveis e filmes à base de farinha de casca de banana madura e amido de milho, com e sem extrato de folhas de nêspera (*Eriobotrya japonica*), no queijo muçarela fatiado e em pedaços durante 28 dias de armazenamento a 4°C. Os resultados demonstraram que a aplicação de revestimento comestível em queijos muçarela em pedaços foi vantajosa por minimizar a perda de peso e a redução do pH. O valor do pH é considerado como um marcador crucial de um processo ótimo de fabricação de queijo, uma vez que a acidez dos produtos é um dos fatores internos que afeta o sabor do produto e também inibe o crescimento de agentes patogênicos, com a influência das atividades enzimáticas, bem como o equilíbrio mineral (30). A Tabela 2 apresenta os principais resultados da aplicação de revestimentos à base de amido em diferentes tipos de queijo.

Tabela 2. Pesquisas relacionadas a revestimentos biodegradáveis utilizando amido de diferentes fontes botânicas como matéria prima principal em queijos.

| Autor | Queijos | Tempo de avaliação (dias) | Matéria prima de Cobertura | Principais resultados |
|---|---|---|---|---|
| Berti *et al.*, (31) | Port Salut | 9 | Fécula de tapioca/Farelo de arroz /Glicerol/natamicina /nisina | ↓Crescimento de *Listeria innocua, Saccharomyces cerevisiae* |
| Esparvarini *et al.*, (27) | Queijo ultrafiltrado | 56 | Amido de milho / Gelatina/Extrato de casca de pepino /óleo essencial de cominho | ↓ bactérias psicrotróficas e bolores e leveduras. |
| López-Córdoba, (32) | Queijo Paipa | 60 | Amido de batata/ Glicerol/ Carvacrol | Prevenção alterações texturais (menor dureza) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Meira *et al*., (28) | Queijo Minas Frescal. | 4 | Amido/Halloysite/Nisina | ↓Crescimento de *Listeria monocytogenes.* |
| Silva *et al*.,(29) | Queijo muçarela | 28 | Farinha de casca de banana madura/ Amido de milho/ Extrato folhas de nêspera | Menor perda de peso e preservação da acidez |

A utilização de amido e outros compostos naturais em filmes e revestimentos comestíveis têm demonstrado grande potencial para melhorar a conservação de queijos e outros produtos alimentares. As pesquisas mostram que esses revestimentos não apenas prolongam a vida útil dos alimentos, reduzindo a contaminação microbiana e a perda de peso, mas também mantêm ou melhoram as propriedades sensoriais, como sabor, textura e aparência. Além disso, o desenvolvimento de nanocompósitos e a incorporação de extratos naturais ampliam ainda mais as funcionalidades desses revestimentos, oferecendo soluções mais eficazes e sustentáveis para a indústria alimentícia. Continuar a explorar e otimizar esses materiais pode levar a avanços significativos na preservação de alimentos, beneficiando tanto os consumidores quanto os produtores.

1.5 Quitosana

A quitosana pertence à categoria dos polissacarídeos catiônicos, obtidos de fontes como fungos e crustáceos. Este material é altamente atrativo para ser utilizado em coberturas comestíveis devido às suas propriedades como não ser tóxico, renovável, biodegradável e biocompatível, composto principalmente por unidades repetidas de glucosamina. Além disso, demonstra efeito antimicrobiano eficaz contra uma variedade de micro-organismos, incluindo leveduras, mofo, fungos e bactérias. Devido a essas características, filmes e revestimentos à base de quitosana têm sido aplicados em diversos tipos de queijo, com o intuito de reduzir o crescimento microbiano e prolongar a sua vida útil (8).

O estudo conduzido por Flórez *et al*. (33) examinou a aplicação de filmes à base de quitosana enriquecidos com extrato de urtiga. Foi observado que as propriedades mecânicas desses filmes, como a resistência à tração, diminuíram, tornando-os mais adequados para a aplicação em fatias de queijo. Além disso, as propriedades térmicas dos filmes demonstraram estabilidade em temperaturas típicas encontradas durante o processamento térmico de alimentos. Após 45 dias de armazenamento refrigerado, o revestimento apresentou uma redução significativa nas substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico nas amostras de queijo, indicando uma diminuição de 56% na oxidação lipídica em comparação ao grupo controle.

A *Listeria monocytogenes* é uma bactéria Gram-positiva comumente transmitida aos humanos por meio de alimentos. A maioria dos queijos apresenta características físico-químicas que propiciam a sobrevivência e o crescimento dessa bactéria, resultando em surtos de listeriose em diferentes países. Esse patógeno tem a capacidade de formar biofilmes em superfícies de instalações de processamento de alimentos e de se adaptar a condições adversas, como temperaturas que variam de -0,4 a 45 °C, pH entre 4,6 e 9,5, e concentrações de sal acima de 20% (34; 35). Em um estudo que utilizou quitosana derivada biologicamente da quitina, foi realizado o enxerto de ácido D,L-láctico em meio

aquoso, com ácido p-toluenossulfônico como catalisador, para produzir um material de embalagem biodegradável. Após a aplicação desse material nas amostras de queijo, observou-se uma inibição completa do crescimento de *Listeria monocytogenes* por 14 dias a 4 °C e 22% de umidade relativa, em comparação com as amostras controle que utilizam embalagens comerciais de polietileno de baixa densidade (36). A Tabela 3 mostra os principais resultados da aplicação de revestimentos de quitosana em diversos tipos de queijo.

Tabela 3. Pesquisas relacionadas a revestimentos biodegradáveis utilizando a quitosana como matéria prima principal em queijos.

| Autor | Queijos | Tempo de avaliação (dias) | Matéria prima de Cobertura | Principais resultados |
|---|---|---|---|---|
| Di Pierro *et al*., (37) | Ricota | 30 | Quitosana / Soro de leite liofilizado | ↓Crescimento mesófilas e psicrotróficas. |
| Sandoval *et al*., (36) | Queijo fresco | 14 | Quitosana/ ácido D,L-láctico (LA) | Inibição completa do crescimento de Listeria monocytogenes por 14 dias a 4°C e 22% UR. |
| Youssef *et al*., (38) | Ras | 90 | Quitosana / álcool polivinílico / glicerol, adição (NPs de $TiO_2$) | O material contendo 2% de $TiO_2$ -NPs evitou o crescimento de mofo na superfície do queijo. |
| Zhong, Cavender & Zhao, (39) | Muçarela | 14 | Quitosana / alginato de sódio / isolado de proteína de soja | Os métodos de pulverização e pulverização eletrostática resultaram em filme de espessura mais fina, a solução com alginato de sódio e glicerol resultou em características |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | hidrofóbicas na superfície do queijo. |
| Flórez *et al*., (33) | Havarti | 45 | Quitosana/ extrato de urtiga | Após 45 dias diminuição de 56% na oxidação lipídica em comparação ao grupo controle |

A quitosana é, sem dúvida, uma das opções mais promissoras para a formulação de revestimentos comestíveis aplicáveis a diversos tipos de queijo, como mussarela, harvati, ricota e Ras. Suas principais vantagens incluem a capacidade de inibir o crescimento de fungos, leveduras e certas bactérias, como *L. monocytogenes*, *L. innocua*, *P. fluorescens e E. coli.* Além disso, as propriedades antimicrobianas dos filmes de quitosana podem ser potencializadas quando combinadas com antimicrobianos, como natamicina e lisozima, resultando em um efeito sinérgico e aumentando, assim, a eficácia antimicrobiana. Isso não apenas prolonga a vida útil do queijo em termos de controle microbiológico, mas, em alguns casos, também melhora suas características sensoriais (5).

**Conclusão**

Neste artigo, o objetivo foi fornecer uma visão abrangente sobre os avanços recentes no desenvolvimento de bioembalagens de nanomateriais e compósitos para a aplicação em embalagens de queijo. Conforme evidenciado na revisão presente, as embalagens e revestimentos biodegradáveis inovadores, particularmente aqueles que incorporam agentes antimicrobianos, mostraram-se eficazes na extensão da vida útil do queijo. Os estudos destacam a versatilidade dos biopolímeros, a importância de suas propriedades, e a incorporação de agentes antimicrobianos naturais, como óleos essenciais, potencializa ainda mais a eficácia desses revestimentos, promovendo a segurança alimentar e reduzindo a necessidade de conservantes sintéticos. Portanto, a pesquisa contínua o desenvolvimento de novas formulações de revestimentos para atender às demandas crescentes por produtos lácteos de alta qualidade e seguros. Ao integrar ciência e tecnologia, podemos avançar para soluções inovadoras que beneficiem tanto os consumidores quanto o meio ambiente.

**Referências**

1. Hossen MA, Shimul IM, Sameen DE, Rasheed Z, Dai J, Li S, et al. Essential oil–loaded biopolymeric particles on food industry and packaging: A review. Int J Biol Macromol. 2024;265:130765. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2024.130765.
2. Fellows PJ. Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática. 4. ed. Porto Alegre: Artmed; 2019. p. 526-8.
3. Murid M, Khan MKI, Butt MS, Maan AA, Sablani SS. Evaluation of electrostatic powder coating method to prolong the shelf life of cheese slices. J Food Sci. 2022;87(4):1742-53. doi: 10.1111/1750-3841.16086.
4. Jebraeili S, Hesari J, Dizajyekan MM. Edible coating for different types of cheeses: A review. J Food Bioprocess Eng. 2022;5(2):115-22. doi: 10.22059/jfabe.2022.344697.1120.
5. Jafarzadeh S, Jafari SM. Impact of metal nanoparticles on the mechanical, barrier, optical and thermal properties of biodegradable food packaging materials. Crit Rev Food Sci Nutr. 2021;61:2640-58. doi: 10.1080/10408398.2020.1786624.
6. Vázquez M, Flórez M, Cazón P. A strategy to prolong cheese shelf-life: Laminated films of bacterial cellulose and chitosan loaded with grape bagasse antioxidant extract for effective lipid oxidation delay. Food Hydrocoll. 2024;156:110232. doi: 10.1016/j.foodhyd.2024.110232.
7. Zhang R, Wang B, Zhang F, Zheng K, Liu Y. Milk-derived antimicrobial peptides incorporated whey protein film as active coating to improve microbial stability of refrigerated soft cheese. Int J Food Microbiol. 2024;154:110751. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2024.110751.
8. Iqbal MW, Riaz T, Yasmin I, Leghari AA, Amin S, Bilal M, et al. Chitosan-Based Materials as Edible Coating of Cheese: A Review. Starch. 2021;73(11-12):2100088. doi: 10.1002/star.202100088.
9. Costa, M. J.; Almeida, P. L.; Castro, V. S.; Maldonado, R. R.; Sant'ana, A. S.; Freitas, M. Q.; Franco, B. D. G. M. Effects of edible coatings on the microbiological and physicochemical stability of white cheese during refrigerated storage. Journal of Food Safety, v. 38, n. 2, p. 12453, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jfs.12453.
10. González-Soto RA, Núñez-Santiago MC, Bello-Pérez LA. Preparation and partial characterization of films made with dual-modified (acetylation and crosslinking) potato starch. J Sci Food Agric. 2019;99(6):3134-41. doi: 10.1002/jsfa.9557.
11. Jahanafrooz Z, Mousavi MMH, Akbarzadeh S, Hemmatzadeh M, Maggi F, Morshedloo MR. Anti-breast cancer activity of the essential oil from grapefruit mint (Mentha suaveolens × piperita). Fitoterapia. 2024;174:105875. doi: 10.1016/j.fitote.2023.105875.
12. Menezes, P.; Brito M.; Lucchese A.; Lima J.; Ribeiro L.; Silva F. Atividade farmacológica de óleos essenciais no sistema respiratório: uma revisão sistemática de estudos pré-clínicos. **Revista Eletrônica de Farmácia,** 14, n. 3, p. 16-31, 2017.
13. Ribes S, Fuentes A, Barat JM. Effect of oregano (Origanum vulgare L. ssp. hirtum) and clove (Eugenia spp.) nanoemulsions on Zygosaccharomyces bailii

survival in salad dressings. Food Chem. 2019;295:630-6. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.05.180.

14. Aljaafari MN, Aiali OA, Baqais L, Alqubaisy M, Aiali M, Molouki A, et al. An overview of the potential therapeutic applications of essential oils. Molecules. 2021;26(3):716. doi: 10.3390/molecules26030716.
15. Guardian C, Chouljenko A, Solval KM. Application of edible films containing oregano (Origanum vulgare) essential oil on queso blanco cheese prepared with flaxseed (Linum usitatissimum) oil. J Food Sci. 2017;82(6):1395-401. doi: 10.1111/1750-3841.13734.
16. Bayomy HM, Alamri ES, Albalawi AN, Alharbi R, Ozaybi NA, Rozan MA, et al. Production of extruded functional snacks based on resistant starch using waste rice and whey milk. LWT. 2024;197:115871. doi: 10.1016/j.lwt.2024.115871.
17. Nourmohammadi A, Hassanzadazar H, Aminzare M, Hashemi M. The effects of whey protein/nanoclay biocomposite containing Thymus fedtschenkoi Ronniger essential oil and resveratrol on the shelf life of liqvan cheese during refrigerated storage. LWT. 2023;187:115175. doi: 10.1016/j.lwt.2023.115175.
18. Kontogianni, V. G.; Kasapidou, E.; Mitlianga, P.; Mataragas, M.; Pappa, E.; Kondyli, E.; Bosnea, L. Production, characteristics and application of whey protein films activated with rosemary and sage extract in preserving soft cheese. **LWT - Food Science and Technology,** v. 155, p. 112996, 2022. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112996.
19. Sassi G, Shankar S, Jaiswal L, Salmieri S, Karboune S, Lacroix M. Nanoemulsion-based spray-dried formulation of essential oils, whey protein isolate, and maltodextrin: An approach for antifungal preservation of grated mozzarella cheese. Int Dairy J. 2024;154:105919. doi: 10.1016/j.idairyj.2024.105919.
20. Seydim AC, Sarikus-Tutal G, Sogut E. Effect of whey protein edible films containing plant essential oils on microbial inactivation of sliced Kasar cheese. Food Packag Shelf Life. 2020;26:100567. doi: 10.1016/j.fpsl.2020.100567.
21. García-Anaya MC, Sepulveda DR, Rios-Velasco C, Acosta-Muñiz CH. Incorporation of A511 bacteriophage in a whey protein isolate-based edible coating for the control of Listeria monocytogenes in cheese. Food Packag Shelf Life. 2023;37:101095. doi: 10.1016/j.fpsl.2023.101095.
22. Tamošaitis A, Jaruševičienė A, Strykaitė M, Damašius J. Analysis of antimicrobial whey protein-based biocomposites with lactic acid, tea tree (Melaleuca alternifolia) and garlic (Allium sativum) essential oils for Edam cheese coating. Int J Dairy Technol. 2022;75(3):611-8. doi: 10.1111/1471-0307.12858.
23. Rivadeneira-Velasco, K. E.; Utreras-Silva, C. A.; Díaz-Barrios, A.; Sommer-Márquez, A. E.; Tafur, J. P.; Michell, R. M. Green Nanocomposites Based on Thermoplastic Starch: A Review. **Polymers**, v. 13, n. 3227, p. 2-36, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/polym13193227.
24. Kusumaningsih T, Istiqomah A, Firdaus M, Suryanti V. A green metrics approach toward antibacterial chitosan/starch-based films reinforced with garlic oil for extending the shelf-life of Capsicum annum. Int J Food Sci Technol. 2023;58:5311-8. doi: 10.1111/ijfs.16638.

25. Bangar, S. P.; Whiteside, W. S.; Suri, S.; Barua, S.; Phimolsiripol, Y. Native and modified biodegradable starch-based packaging for shelf-life extension and safety of fruits/vegetables. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 58, p. 862-870, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1111/ijfs.16219.
26. Luciano CG, Chacon WDC, Valencia GA. Starch-based coatings for food preservation: A review. Starch. 2022;74(5-6):2100279. doi: 10.1002/star.20210027.
27. Esparvarini Z, Bazargani-Gilani B, Pajohi-Alamoti M, Nourian A. Gelatin-starch composite coating containing cucumber peel extract and cumin essential oil: Shelf life improvement of a cheese model. Food Sci Nutr. 2022;10(3):964-78. doi: 10.1002/fsn3.2730.
28. Meira SMM, Zehetemeyer G, Corradini E, Mafra MR. Starch/halloysite/nisin nanocomposite films were developed as active antimicrobial packaging. Food Chem. 2021;346:128881. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128881.
29. Silva VDM, Santos AN, Macedo MCC, Rodrigues CG, Correia VTV, Lacerda ICA, Fante CA. Physicochemical evaluation of coated and interleaved cheeses with films of ripe banana peel and starch enriched with extract of loquat leaves. Food Chem Adv. 2023;2:100276. doi: 10.1016/j.focha.2023.100276.
30. Bagheripoor N, Khoshgozaran S, Sohrabvandi S, Khorshidian N, Mortazavian AM, Mollakhalili N, et al. Application of active edible coatings to improve the shelf-life of cheese. Food Sci Technol Res. 2018;24(6):949-62. doi: 10.3136/fstr.24.949.
31. Berti S, Flores SK, Jagus RJ. Improvement of the microbiological quality of Argentinian Port Salut cheese by applying starch-based films and coatings reinforced with rice bran and containing natural antimicrobials. J Food Process Preserv. 2020;44(10):e14827. doi: 10.1111/jfpp.14827.
32. López-Córdoba A. Feasibility of using carvacrol/starch edible coatings to improve the quality of paipa cheese. Polymers. 2021;13(15):2516. doi: 10.3390/polym13152516.
33. Flórez M, Vázquez M, Cazón P. Enhancing the quality of Havarti cheese: Chitosan films with nettle (Urtica dioica L.) extract as slice separators to retard lipid oxidation. LWT. 2023;189:115504. doi: 10.1016/j.lwt.2023.115504.
34. Osek J, Wieczorek K. Listeria monocytogenes—How this pathogen uses its virulence mechanisms to infect the hosts. Pathogens. 2022;11(12):1491. doi: 10.3390/pathogens11121491
35. Chaves, R. D.; Kumazawa, S. H.; Khaneghah, A. M.; Alvarenga, V. O.; Hungaro, H. M.; Sant'ana, A. S. Comparing the susceptibility to sanitizers, biofilm-forming ability, and biofilm resistance to quaternary ammonium and chlorine dioxide of 43 Salmonella enterica and Listeria monocytogenes strains. **Food Microbiology**, v. 117, p. 104380, 2024.
36. Sandoval LN, López M, Montes-Díaz E, Espadín A, Tecante A, Gimeno M, et al. Inhibition of Listeria monocytogenes in fresh cheese using chitosan-grafted lactic acid packaging. Molecules. 2016;21(4):469. doi: 10.3390/molecules21040469.

37. Di Pierro P, Sorrentino A, Mariniello L, Giosafatto CV, Porta R. Chitosan/whey protein film as active coating to extend Ricotta cheese shelf-life. LWT. 2011;44(10):2324-7. doi: 10.1016/j.lwt.2011.05.004.
38. Youssef AM, El-Sayed SM. Bionanocomposites materials for food packaging application: Concepts and future outlook. Carbohydr Polym. 2018;193:19-27. doi: 10.1016/j.carbpol.2018.03.071.
39. Zhong Y, Cavender G, Zhao Y. Investigation of different coating application methods on the performance of edible coatings on mozzarella cheese. LWT. 2014;56(1):1-8. doi: 10.1016/j.lwt.2013.11.007.

**Capítulo 10**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-10**

# BABAÇU, VINAGREIRA (HIBISCO), PEQUI, MASTRUZ, PITOMBA E GUABIRABA: ALIMENTOS FUNCIONAIS COMO ALTERNATIVAS NO COMBATE A SARS-COV-2 (COVID-19)

**Thayanne Torres Costa** https://orcid.org/0000-0001-6297-8897; **Kaio Germano Sousa da Silva*** https://orcid.org/0000-0003-4236-6230; **Isadora Sayonara Ferreira Coelho Silva*** https://orcid.org/0000-0002-3300-6244 ; **Erick Vinicius Rocha Da Silva*** https://orcid.org/0000-0003-1890-9602 ; **Jorge Minoru Hashimoto*** https://orcid.org/0000-0001-6474-7814

**Thayanne Torres Costa – Email: thayanneppgan@gmail.com*
**Kaio Germano Sousa da Silva – Email: kaiogsds@gmail.com*
**Isadora Sayonara Ferreira Coelho Silva – Email: isaaebella3006@gmail.com*
**Erick Vinicius Rocha da Silva – Email: viniciuserick151@gmail.com*
**Jorge Minoru Hashimoto – Email: jorge.hashimoto@embrapa.br*

**Resumo:** Com o avanço da pandemia do patógeno Coronavírus SARS-CoV-2, causador da doença Covid-19 (*Coronavirus Disease*), considerada hoje uma grande ameaça em escala global, recomenda-se uma alimentação rica em propriedades funcionais no combate e na prevenção dos agravos de sintomatologia dessa patologia. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi apresentar a importância das propriedades funcionais de alguns alimentos regionais no aporte imunológico e no combate a síndrome inflamatória causada pela Covid-19, através de uma revisão bibliográfica descritiva com abordagem qualitativa da literatura científica, compreendendo o período de 2010 a janeiro de 2021. Os resultados obtidos mostram que o aporte nutricional e propriedades funcionais desses alimentos regionais melhora a função imune e auxilia no enfretamento de inflamações, reduzindo a gravidade de doenças inflamatórias. Desta forma, controlar a inflamação é uma estratégia efetiva para reduzir a gravidade da Covid-19, tais alimentos são opções de suplementação no combate a processos inflamatórios justamente por se tratar de antioxidantes e anti-inflamatórios natural. Diante disso conclui-se que, os alimentos aqui abordados caracterizam-se como altamente nutritivos e com uma grande capacidade para tratar diversas patologias. O provável potencial para tratar a sintomatologia da Covid-19, incluindo ainda a Síndrome Respiratória Aguda Grave, é justificado devido à presença significativa de vitaminas e minerais nos alimentos, enfatizando suas características anti-inflamatória e antioxidante.

**Palavras-Chaves:** Alimentos Regionais, Propriedades Funcionais, Covid-19.

## INTRODUÇÃO

Com o avanço da pandemia do patógeno Coronavírus SARS-CoV-2, causador da doença Covid-19 (*Coronavirus Disease*), sendo considerada hoje uma grande ameaça em escala global, houve uma mudança drástica no comportamento da população, devido à

necessidade de distanciamento social aconselhado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), a fim de retardar a disseminação da doença [1].

Dessa forma, uma das complicações causada pela Covid-19 é a síndrome inflamatória ocasionada pelo patógeno SARS-CoV-2. A síndrome é causada por uma diminuição ligeiramente considerável de linfócitos, como resultado deste declínio, há uma queda na imunidade, deixando o organismo sem suas defesas naturais e, consequentemente, tornando o corpo do hospedeiro aberto a infecções e complicações do novo Coronavírus [2].

A ocorrência de óbitos relacionados à Síndrome Respiratória Aguda Grave causada pelo Coronavírus (SARS-CoV-2) está mais presente no grupo de idosos, considerando que muitos desses indivíduos apresentam comorbidades (imunossupressão e obesidade). Destacam-se ainda pacientes acometidos por câncer, que também estão em imunossupressão e sensíveis a grandes riscos de complicações graves infecciosas por Covid-19 [3].

Neste sentido, recomenda-se uma alimentação rica em propriedades funcionais no combate e na prevenção dos agravos de sintomatologia da Covid-19. As vitaminas e minerais são diariamente apontados e incluídos em pesquisas, uma vez que, alguns nutrientes possuem um grande potencial de facilitar e modular a resposta imune do indivíduo acometido pela Covid-19, a fim de minimizar consequências e o avanço da patologia. Assim, as manifestações clínicas são suavizadas, há o favorecimento das intervenções e cooperação na melhora do paciente e sua qualidade de vida [4].

Desse modo, pacientes com comorbidades estão predispostos à imunossupressão e a chamada síndrome inflamatória, o que contribui para a mortalidade. Entretanto, o aporte nutricional com propriedades funcionais melhora a função imune e auxilia no enfretamento de inflamações, reduzindo a gravidade de doenças inflamatórias. Logo, o controle da inflamação é uma estratégia efetiva para reduzir a gravidade da Covid-19 e alguns alimentos são uma opção de suplementação no combate a processos inflamatórios devido suas propriedades antioxidante e anti-inflamatório [5] [6] [7].

O presente estudo utilizou a pergunta norteadora “qual a importância de alimentos regionais na prevenção de complicações causadas pelo novo coronavírus?”, com o objetivo de apresentar a importância das propriedades funcionais de alguns alimentos regionais no aporte imunológico e no combate a síndrome inflamatória causada pela Covid-19.

## METODOLOGIA

O estudo consiste em uma revisão bibliográfica descritiva com abordagem qualitativa da literatura científica, compreendendo o período de 2010 a janeiro de 2021. Para o levantamento dos artigos foi realizada uma busca nas seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Medical Literature Analysis and Retrieval Sistem on-line (Medline, via Pubmed) e Scientifc Electronic Libray Online (SCIELO) e Google Acadêmico.

Foram utilizados os seguintes descritores para a busca de artigos (sendo feita também suas combinações nas línguas portuguesa, espanhola e inglesa): “Alimentos Regionais 1”, “propriedades funcionais 2”, “Covid-19 3”. Termos semelhantes foram usados nas outras bases de dados. Inicialmente, houve obtenção de 30 artigos que apresentaram em seus títulos os termos buscados. Posteriormente, foi realizada uma leitura minuciosa, resultando em 15 artigos, sendo 5 artigos oriundos da LILACS, 8 oriundos da Scielo e 2 oriundos da Pubmed.

Para critério de inclusão considerou-se: identificação do artigo, ano de publicação no recorte temporal (2010 a 2021) e propriedades funcionais de alimentos regionais mencionados em auxiliar no embate da síndrome inflamatória causada pelo Covid-19. Além disso, documentos governamentais que relacionaram diretamente os efeitos benéficos das propriedades funcionais de tais alimentos foram inclusos.

Foram excluídos artigos em forma de cartas ao editor, comentários, série de casos, resumos não publicados, trabalhos que não se adequavam ao tema proposto em conjunto com os descritores “1”, “2”, “3”; aqueles publicados em um recorte temporal inferior a 2009, e os que não se apresentavam disponíveis em textos completos. Os artigos foram lidos de forma minuciosa e crítica, e selecionados os textos que melhor abordaram o tema.

## RESULTADOS

### A Farinha do Mesocarpo do coco babaçu (*Orbignya phalerata*)

O mesocarpo do babaçu é bem usado no Brasil em terapias populares, seja em forma de suplemento alimentar ou na medicina empírica. A farinha é muito utilizada para o tratamento de inflamações, agindo combatendo doenças que desencadeiam inflamações, podendo vir a ser útil contra Covid-19, cólicas menstruais e até leucemia. Além de suas amêndoas, que contém uma substância que produz óleo ou azeite, considerada importante terapeuticamente e na cocção de alimentos, as folhas também são utilizadas em tinturas e chás [8].

A farinha do babaçu ou também pó do babaçu é 100% natural, caracterizada como cerca de 17 a 22% do fruto e 60% de amido, apresenta na sua composição 20% de fibras, 8 a 15% de umidade e 4 a 5% de outras substâncias, como sais minerais, vitaminais taninas e uma pequena quantidade de proteínas. Um estudo feito pela China Medical University [9], localizada em Taiwan, descreve que o tanino presente nos vinhos tintos tem o poder de inibir duas enzimas-chaves do vírus, prevenindo a infecção e controlando o aumento da carga viral. Tal pesquisa possui o objetivo de encontrar compostos naturais capazes de combater efeitos e complicações da Sars-CoV-2. O ácido tânico, substância pertencente a classe dos taninos, já teve sua eficiência comprovada contra a SARS em 2003 devido as suas propriedades funcionais [10].

Os taninos são substâncias antioxidantes e anti-inflamatórias [11]. Devido a uma grande presença de taninos na farinha do mesocarpo do coco babaçu, o pó tem a coloração castanha [12].

Estudos demostram uma vasta composição da farinha do mesocarpo do babaçu, destacando os valores consideráveis de fibras, cálcio, magnésio, fósforo, ferro, zinco, vitamina D e outros nutrientes importantes para manutenção da saúde, segundo valores extraídos da Tabela de Composição de Alimentos (TACO) do Núcleo de Estudos e pesquisas em Alimentação (NEPA) [13], descritos abaixo no quadro 1.

**Quadro 1**. Composição química e valor energético da farinha do mesocarpo do babaçu, utilizando o valor de referência de 100g da farinha.

| ***COMPOSTOS*** | **COMPOSIÇÃO** |
|---|---|
| *Energia* | 329 Kcal |
| *Carboidratos* | 79.2 g |
| *Lipídeos* | 0.2 g |
| *Proteína* | 1,4 g |
| *Colesterol* | NA g |
| *Ferro* | 18.3 g |
| *Cálcio* | 61 g |

| | |
|---|---|
| *Vitamina E* | 2,500 mg |
| *Vitamina K3* | 300 mg |
| *Vitamina B1* | 380 mg |
| *Vitamina B2* | 1000 mg |
| *Vitamina B12* | 2000 mg |
| *Ácido Fólico* | 162,50 mg |
| *Magnésio1* | 39 g |
| *Vitamina A* | 140,000 UI |
| *Zinco* | 17,500 mg |
| *Cinzas* | 3,4 g |

**Fonte:** [13].

Como se nota, a farinha do mesocarpo do coco babaçu possui, em sua constituição, importantes substâncias químicas, tais como: triterpenos, taninos, açúcares, saponinas e demais compostos esteroides. Ainda se destacam seus polissacarídeos que, como já dito anteriormente, são anti-inflamatórios e imunomoduladores significativos no combate à síndrome inflamatória. Ademais, o babaçu é considerado um bom cicatrizante, protetor gástrico, antitrombótico e antimicrobiano [14].

As incidências de mortes causadas por Covid-19 são, em sua maioria, decorrentes de infecções no trato respiratório, sendo essas associadas aos quadros clínicos de pneumonias e inflamações pulmonares, gerando infecções e a ativação do sistema imune do hospedeiro, de maneira que o resultado muitas vezes não pode ser controlado [15].

O extrato etanoico da planta, testado em linhagens de células humanas leucêmicas, tumores de próstata e câncer de mama, promoveu diminuição da viabilidade em todas estas com dose-dependente. Neste estudo, o efeito foi mais pronunciado sobre as linhagens de celulares tumorais quando comparado às não tumorais. Além disso, possui atividade antioxidante e capacidade de eliminar os radicais livres, protegendo as células do estresse oxidativo. Além de prevenir o câncer, esse efeito também pode retardar o envelhecimento precoce [1].

Segundo o estudo de Barros [16] foi possível verificar a viabilidade do pó do babaçu em cápsulas utilizadas por via oral. Foram preparados lotes das cápsulas de dicoflenaco de sódio de 50 mg e paracetamol de 500 mg. O primeiro lote detinha a presença do mesocarpo e o outro, celulose micro cristalina, assim, observou-se que o pó apresentou um resultado satisfatório comparado à celulose, apresentando o perfil de liberação ligeiramente superior. Dessa maneira, nota-se a importância da farinha do babaçu no processo de facilitação na absorção e transformação de forma rápida dos nutrientes no organismo, fator esse, de grande relevância no combate a Covid-19, onde o tempo é crucial para salvar vidas.

## A vinagreira (*Hibiscus Sabdariffa L.*)

Conhecida popularmente como vinagreira na região nordeste, o *Hibiscus Sabdariffa* L é uma espécie vegetal nativa do continente africano, que se desenvolve em regiões tropicais e subtropicais, sendo seu cálice e sua folha, matéria-prima de bebidas e alimentos [17]. É aproveitado funcionalmente em países asiáticos e sua forma desidratada é utilizada mundialmente na produção de alimentos, bebidas e conservantes [18].

São diversos os estudos que comprovam os benefícios a saúde associados ao consumo de produtos derivados do hibisco [19]. Na medicina tradicional ele é utilizado como tratamento contra males como: inflamações, hipertensão e doenças degenerativas. Essas ações são comprovadas devido à presença de compostos antioxidantes como a vitamina C e E, ácidos polifenólicos, flavonoides, betacaroteno e as antocianinas, presentes na composição do cálice [20].

De acordo com Wong et al. [21], os cálices do hibisco também possuem ação antioxidante, sendo rico em vitamina C, antocianinas, betacaroteno, polifenóis e licopeno. Seu chá apresenta propriedades diuréticas e ação contra doenças nervosas e cardíacas, além de antisséptica intestinal e eficácia no combate a pressão alta [22]. Um estudo feito em ratos pelos autores Akindahunsi e Olaleye [23]. concluiu que a quantidade média a ser consumida para obter uma ação antioxidante satisfatória é de 150 a 180 mg/kg/dia, não devendo ser ultrapassada por apresentar reações a nível plasmático.

Autores como Lin et al. [19] e Chao et al. [24] destacam ainda que o extrato aquoso e etanoico do cálice possui efeito antibacteriano, comprovado mediante estudos, que apontaram a eficiência do extrato contra bactérias hospitalares infecciosas como Staphylococcus aureus e Klebsiella pneumoniae [18]. Outros estudos mostram a eficácia também contra bactérias degradantes de alimentos, possuindo ainda poderosa ação contra o stress oxidativo do fígado [18], e diminuição do colesterol sérico em humanos e animais [19].

**Pequi (*Caryocar brasiliense*)**

O pequi é uma fruta proveniente do cerrado, possui um valor nutricional muito elevado, é rico em vitaminas e minerais, com propriedades antioxidantes e moduladora da resposta imune, e muito utilizado na gastronomia nordestina [25]. A fim de apresentar profundamente sua composição, seguem dados extraídas da tabela de composição de alimentos [13].

**Quadro 2.** Composição química e valor energético do Pequi Cru, utilizando o valor de referência de 100g da Fruta.

| ***COMPOSTOS*** | **COMPOSIÇÃO** |
|---|---|
| *Energia* | 205 Kcal |
| *Carboidratos* | 13 g |
| *Fibra Alimentar* | 19 g |
| *Proteína* | 2,3 g |
| *Fibras Solúveis* | 0,1 g |
| *Ferro* | 0,3 g |
| *Cálcio* | 32,4 g |
| *Vitamina D* | 300,000 UI |
| *Vitamina B1* | 380 mg |
| *Vitamina B3* | 2,6 mg |
| *Magnésio* | 29,8 g |
| *Zinco* | 1,0 mg |

**Fonte:** [13].

Nesse aspecto, a vitamina D, presente no pequi em quantidade considerável, gera diversos benefícios para o corpo humano, pois possui o efeito de modulação da resposta imune. Por isso, o uso desta vitamina no combate as infecções respiratórias, como a gripe pelo vírus Influenza e a infecção pelo Coronavírus 2019, tem sido palco de discussões [15].

No que refere à imunidade celular, a vitamina D dentro da célula, promove o aumento da secreção de peptídeos antimicrobianos, reduzindo a tempestade de citocinas. Na imunidade adaptativa, a vitamina D faz a modulação da resposta, com intuito de aumentar o perfil Th2 (anti-inflamatório) e reduzir o perfil Th1 (pró-inflamatório). Com isso, permite a instalação de um controle da inflamação para evitar o agravamento de lesões teciduais. Há a necessidade de mais estudos a fim de determinar a concentração para uso. Vale ressaltar ainda que, o pequi é uma fonte deste nutriente, provando o poder nutritivo deste alimento naturalmente brasileiro [6].

**Mastruz (*Chenopodium ambrosioides*)**

O mastruz é uma erva com abrangência anualmente, bastante popular no Nordeste. Com vasta plantação na América Central e do Sul, é originária das florestas mexicanas. Possui ramificações em clima tropical predominante, subtropical (principalmente América latina e África) e temperado [26].

O mastruz é muito utilizado na medicina popular no tratamento de resfriados, por possuir propriedade expectorante, além de agir como antibiótico. Possui ainda função antitumoral, antipirética e analgésica, antifúngica, anti-helmíntica e leishmanicida. Para aliviar dores musculares e tratar lesões e feridas cutâneas, usa-se o emplastro associado com leite. Em estudos recentes da utilização desta planta no tratamento da covid-19, pesquisadores observaram a capacidade de ancoragem a enzimas do vírus, tornando-o inutilizado, destacando assim, seu grande potencial nesta pandemia [27].

Por este motivo, o uso de suplementação de vitaminas D, C, E, A, zinco, e ferro vem sendo discutido e cogitado, uma vez que, estes nutrientes têm um grande potencial de facilitar e modular a resposta imune do indivíduo acometido, tendo como resultado positivo destas intervenções a redução da tempestade de citocinas, principalmente na Covid-19. O mastruz possui em sua composição tais nutrientes, demonstrando assim, sua relevância no ponto de vista nutricional e potencial na criação de resposta de defesa contra o novo coronavírus [5].

**Pitomba (*Talisia esculenta*)**

Os frutos da pitombeira in natura, a exemplo a pitomba, também são pouco estudados, porém dispõem de características de qualidade potencial com objetivo industrial. São ricos em vitamina C, vitamina A, ferro, cálcio, além de prolongar o aparecimento das rugas, devido à presença de substâncias antioxidantes e combate ao estresse oxidativo, considerados os principais causadores do envelhecimento precoce [28].

A pitomba é rica em vitamina C, que fortalece o sistema imunológico, rica em ferro, ajuda a proteger o sistema vascular e auxilia na formação de hemoglobina e no desenvolvimento ósseo e função glandular, especialmente as glândulas suprarrenais, além de propiciar cicatrização. As sementes de pitomba podem tratar eficazmente a diarreia grave e, suas folhas são ricas em taninos, como dito anteriormente, os taninos são cientificamente comprovados no combate à covid – 19 [29].

Uma série de estudos evidenciou que o uso de substâncias antioxidantes na dieta diária, pode produzir efeitos protetores eficazes para prevenir o processo de oxidação que ocorre naturalmente no corpo humano e, assim, aumentar o aporte imunológico. Essas substâncias são utilizadas no combate de doenças, incluindo câncer, aterosclerose, diabetes, artrite, malária, AIDS e doenças cardíacas e estão relacionadas ao processo responsável pelo envelhecimento corpo [30] [31].

Dentre as substâncias antioxidantes, os compostos fenólicos, são amplamente distribuídos no reino vegetal. Eles são definidos como: substância com um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxilas, incluindo seus departamentos funcionais.

## Guabiraba (*Campomanesia xanthocarpa*)

A guabiraba (*Campomanesia xanthocarpa*) faz parte da família Myrtaceae, é um fruto do tipo baga, com coloração que varia do amarelo ao verde. É encontrada predominante na região sul, sudeste e centro oeste do Brasil, Paraguai, Uruguai e nordeste da Argentina. Seu consumo pode ser in natura, ou na preparação de produtos [32] [33].

**Quadro 3.** Composição química e valor energético do Guabiraba Cru, utilizando o valor de referência de 100g da Fruta.

| ***COMPOSTOS*** | **COMPOSIÇÃO** |
|---|---|
| *Energia* | 38,98 Kcal |
| *Carboidratos* | 7,77 g |
| *Fibra Alimentar* | 6,51 g |
| *Proteína* | 1,30 g |
| *Ferro* | 0,48 g |
| *Cálcio* | 161,38 g |
| *Potássio* | 192,59 g |
| *Cobre* | 1,14 g |
| *Lipídio* | 0,62 g |
| *Manganês* | 2,37 g |
| *Fosforo* | 18,51 g |
| *Magnésio* | 77,94 g |
| *Zinco* | 1,37 g |

**Fonte**: [34].

Quanto ao seu valor nutricional, é fonte de minerais: potássio, fósforo, magnésio, cobre, ferro, cálcio e zinco, além das vitaminas B2 e C [33]. Suas propriedades medicinais são atribuídas à presença de flavonóides e taninos em suas folhas, que possuem propriedades antioxidantes. Segundo dados da tabela, a guabiraba, é caracterizada como anti-inflamatória e moduladora e, seus taninos capazes são de neutralizar a proliferação do novo coronavírus [34].

## CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu observar a importância das propriedades funcionais do coco babaçu, vinagreira, pequi, mastruz, pitomba e Guabiraba no aporte imunológico, comprovando a importância desses alimentos no combate à síndrome inflamatória causada pela Covid-19, considerando suas propriedades antioxidante e anti-inflamatória.

Diante dos problemas enfrentados em escala global, buscar alternativas para cessar ou minimizar os agravos ocasionados pelo Coronavírus é a prioridade no momento. Neste aspecto, revela-se a importância de uma vida saudável e uma alimentação balanceada para a prevenção da doença ou ainda, a utilização de alimentos funcionais, como a farinha do mesocarpo do coco babaçu para tratar a inflamação ocasionada pela patologia.

Já que estes alimentos se constituem como um complemento alimentar altamente nutritivo e com uma grande capacidade para tratar diversas patologias, justifica-se seus prováveis potenciais para tratar a sintomatologia da Covid-19 incluindo ainda, a Síndrome Respiratória Aguda Grave, com a vasta composição de vitaminas e minerais, tornando-os alimentos profundamente anti-inflamatórios e antioxidantes.

Como limitações da pesquisa tem-se o fato de que, não existem disponíveis na Literatura, muitos artigos comprovando a eficácia destes alimentos possuindo apenas para o mastruz, já os outros atuam como coadjuvante ou ainda produtos centrais no tratamento da sintomatologia da Covid-19.

## REFERÊNCIAS

1. Oliveira SP, Reyes, FGR. Biscoito com alto teor de fibra de milho: preparo, caracterização química e tecnológica e teste de aceitabilidade. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1990;10(2): 273-86.
2. Organização Mundial de Saúde. Coronavirus disease 2019 (COVID-19). Geneva: OMS, 2020.
3. European Food Safety Authority. Coronavirus: no evidence that food is a source or transmission route. Parma: EFESA, 2020.
4. Lima VWS, Azevedo ALS, *et al*. Doença renal crônica: cuidados com a alimentação e a saúde mental no contexto da Covid-19. Rio de Janeiro: UFRJ; HUCFF; Serviço de Nutrição e Dietética, 2020.
5. Grant WB, Lahore H, *et a*l. Evidence that Vitamin D Supplementation Could Reduce Risk of I, 2020.
6. Silva KGS, *et a*l. Propriedades Funcionais do Coco Babaçu, Uma Revisão. Nutrição em pauta, 2017; 37: 39-42.
7. Morais AHA, *et al*. Orientações nutricionais para o enfrentamento do COVID-19. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2020.
8. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Promoção Nacional da Cadeia de Valor do Coco Babaçu. Brasília: MDS; MDA; MMA, 2019.
9. Silva KGS da, *et al*. Functional properties of babassu coconut mesocarp flour: a nutritional alternative against Covid-19. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 2, p. e58010212851, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i2.12851. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12851. Acesso em: 13 mar. 2021.

10. Khalifa I, Zhu W, *et al*. Tannins inhibit SARS-CoV-2 through binding with catalytic dyad residues of 3CL pro: An in silico approach with 19 structural different hydrolysable tannins. Journal of Food Biochemistry. e13432.nfluenza and COVID-19 Infections and Deaths. Nutrients, 2020;12(4): 988.
11. Melo JHG, *et a*l. Análises físico-químicas do pão enriquecido com mesocarpo de babaçu. Anais do II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa, PB, Brasil, 2017.
12. ALMEIDA SP. Frutas nativas do cerrado. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998b. p. 244-285.
13. Núcleo de Estudos e pesquisas em Alimentação. (2011). Tabela brasileira de composição de alimentos. 4 ed. Campinas: NEPA; UNICAMP.
14. Cavalcante Neto AA. (2012). Desenvolvimento de Massa Alimentícia Mista de Farinhas de Trigo e Mesocarpo de Babaçu (Orbignya sp.) (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
15. Garófolo A, *et al.* Approach to Nutrition in Cancer Patients in the Context of the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic: perspectives. Nutrition And Cancer, 2020; 22(5):1-9.
16. Barros IC. (2011). Avaliação Biofarmacotecnica de potencial excipiente farmaceutico: pó de mesocarpo de babaçu (Orbignya phalerata Mart.) (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, Brasil.
17. Natchiggall A, Zambiazi RC. Geleia de hibisco com reduzido valor calórico: características sensoriais. Boletim do Centro de pesquisa e processamento de alimentos, 2016; 24(1): 47-58.
18. Liu KS., *et al*. Invitro antibacterial activity of rosele calyx and protocatechuic acid. Phytotherapy Reacearch, 2015;19: 942 – 945.
19. Lin TL, LIN HH, CHEN CC, LIN MC, WANG CJ. Hibiscus Sabdariffa extract reduces serumcholesterol in men and women, Nutrition Reacearch, 2017; 27:140 – 145.
20. Maciel MJ. Avaliação do extrato alcoólico de hibisco (hibiscus sadbariffa L.) como fato de proteção antibacteriana e antioxidante em alimentos. 2011. 61f. Tese (dissertação em tecnologia de alimentos) – Instituto de ciencia e tecnologia de alimentos, Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
21. Wong PK. *et. al*. Physica- chemical characacteristics of roselle (Hibiscus Sabdariffa L.). Nutrition and Food Chem, 2018; 32: 68-73.
22. Farombi EO, *et al*. Free radical scavenging and antigenotoxic activities of natural phenolic compounds in dried flowers of Hibiscus Sabdariffa L. Molecular Nutrition & Food Reasearch, 2015; 49:1120-1128.
23. Akindahunsi AA, OLALEYE MT. Toxicological investigation of aqueous–methanolic extract of the calyces of Hibiscus sabdariffa L. J Ethnopharmacol. 2013;89:161-4.
24. Chao CY, *et al.* Antibacterial Effects of Rosele Calyx Extracts and Protocatechuic Acid in Ground Beef and Apple Juice. Foodborne Pathogens and Disease, 2019; 6(2):.201-206.
25. Bruzinga JS. Amostragem e predição da produção de frutos de pequi (Caryocar brasiliense Cam.). 2017. xvii. 146 f., il. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
26. Senna L. Chenopodium in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

27. Silva FMA, *et al*.Flavonoid glycosides and their putative human metabolites as potential inhibitors of the SARS-CoV-2 main protease (Mpro) and RNA-dependent RNA polymerase (RdRp). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 115, p. e200207, 2020.
28. BENEFÍCIOS DA PITOMBA PARA SAÚDE, disponível em: acesso em: 30 de julho de 2021.
29. Pitomba E SEUS BENEFÍCIOS, disponível em: <https://balancaseandancas.wordpress.com>, acesso em: 30 de janeiro de 2021.
30. Brenna OV, Pagliarini E. Multivariate analyses of antioxidant power and polyphenolic composition in red wines. Journal Agriculture Food Chemistry. Chicago: v.49, p. 4841-4844, 2011.
31. Yildirim A, *et al*. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of Rumex crispus L. extracts. Journal Agriculture Food Chemistry. Chicago: v.49, p. 4083-4089, 2012.
32. Santos MS. Impacto do Processamento sobre as Características Físico-químicas, Reológicas e Funcionais de Frutos da Guabirabeira (Campomanesia xanthocarpa Berg). 148 p. Tese de doutorado em Tecnologia de alimentos - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
33. Vallilo MI, Moreno PRH, Oliveira E, Lamardo LCA, Gaberlotti ML. Composição química dos frutos de Campomanesia xanthocarpa Berg-Myrtaceae. Ciência Tecnologia do Alimento, 2008; 28:231-237.
34. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2018). Caracterização da Guabiraba. Cartilha: EMBRAPA.

**Capítulo 11**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-11**

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICO- QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA DE JENIPAPO (*Genipa Americana L.*) PARA OBTENÇÃO DE NOVOS ALIMENTOS FUNCIONAIS E NUTRACÊUTICOS

**Amélia Carolina Glória Panhu da Silva[1]; Jefferson Adan Cavalcante Lopes[1] ; Maira Sophia Ribeiro De Araujo[1] ; Fabiano Moreira Dutra[1]; Kianna Vitoria Dos Santos Ferreira[1]; Lindalva Maria de Meneses Costa Ferreira[2]; Rayanne Rocha Pereira[1]***

*[1]Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 68035-110, Brasil*
*[2] Instituto de Ciências da Saúde, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Pará, Belém 66075–110, PA, Brasil*

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: rayanne.pereira@ufopa.edu.br*

**Resumo:** O jenipapo é um fruto nativo da Amazônia, onde é usado na alimentação e tem alto valor cultural. Este trabalho teve o objetivo de caracterizar a polpa de jenipapo quanto aos seus parâmetros físicos, físico-químico, composição química e atividade antioxidante. Foram estudados frutos em dois estágios de maturação (verde e maduro). Os frutos maduros pesavam 166,32g, sendo 50,10g das sementes, 35,91g de casca e 75,26g de polpa. Enquanto o fruto verde apresentou peso médio de 189,63g, sendo 58,75g de sementes, 44,14 de casca e 82,84 de polpa. O teor de umidade foi de 83,33% na polpa do fruto maduro e 79,73% na polpa do fruto verde, enquanto que o teor de cinzas (g/100g) foi de 0,05g e 0,03g para os frutos maduro e verdes, respectivamente. Os frutos verdes apresentaram maior conteúdo de flavonoides (150,97 mg Eq Rut. g/ polpa) e polifenóis (300,69 mg Eq AG. g/polpa) do que os frutos maduros (flavonoides- 110,63 mg Eq Rut. g/ polpa e polifenóis- 180,30 mg Eq AG. g/polpa). Ao mesmo tempo que a atividade antioxidante foi maior nos frutos maduros, para as três metodologias testadas, FRAP, DPPH e ABTS. Os resultados desse trabalho permitiram verificar o potencial que o jenipapo, nos dois estágios de maturação analisados, tem para produção de alimentos funcionais e nutracêuticos.

**Palavras–chave:** Jenipapo, flavonoides, DPPH, ABTS, FRAP

## INTRODUÇÃO

O Jenipapo (*Genipa americana* L.) é nativo do Norte da América do Sul, mas é encontrado desde o México até o Norte da Argentina. No Brasil, está distribuído em todos os biomas, com exceção dos pampas, é presente na Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga e Pantanal. A árvore do jenipapo é conhecida como jenipapeiro, uma Rubiaceae

de ocorrência em áreas de vegetação secundária de várzeas situadas em locais inundados(1).

O jenipapo é uma fruta tradicional em várias comunidades indígenas onde é utilizado em pinturas corporais. É uma fruta importante não somente por seus benefícios biológicos ou nutricionais, mas também por sua carga cultural (2). Em muitas áreas é considerado uma fruta exótica, sendo conhecido e consumido, predominantemente, onde é originário. O jenipapo é consumido *in natura*, como licor ou na forma de suco e geleias. A polpa de jenipapo contém, em média 1,60% de lipídios, 0,67% de proteínas, 20% de carboidratos, 2,20% de sais minerais e cerca de 9% de fibras(3,4). Além de seu valor nutricional, é utilizado na medicina popular como catártico, antidiarreico, antigonorréico, antiulceroso, analgésico e em casos de anemia, icterícia, asma, hidropsia, problemas de fígado e baço (5).

Ademais, na literatura cientifica há vários estudos sobre as propriedades biológicas desse fruto. Estudos *in vitro* mostraram sua atividade antiglicante (6), anticancerígeno, hipoglicemiante(7) e antioxidante(3). A ampliação dos estudos sobre o jenipapo é importante para expandir suas possibilidades de uso e ajudar na catalogação de suas características físico-químicas, uma vez que o jenipapeiro é encontrado em várias localidades, de clima e vegetação diferentes é importante a caracterização das propriedades biológicas e físico-química do jenipapo de diferentes procedências.

A Caracterização Físico-químico (pH, sólidos solúveis, umidade e cinzas), bem como de compostos com interesse funcional e atividade antirradical livre para polpas das espécies frutíferas amazônicas, é importante para a valorização desses frutos. Os radicais livres são espécies instáveis que são formadas a partir de processos metabólicos celulares. Esses radicais livres podem ser prejudiciais à célula quando seus níveis excedem os do sistema antioxidante celular, em um processo conhecido como estresse oxidativo. Frutas e vegetais são conhecidos por apresentarem altos níveis de antioxidantes, entre eles estão os carotenoides, flavonoides, polifenóis e vitaminas, a presença dessas substâncias nas frutas é responsável pelas vantagens biológicas relacionadas ao seu consumo, tais como neuroproteção, atividade antiinflamatória, anticancerígena, entre outras(8–10).

A quantificação de polifenóis e flavonoides na polpa do jenipapo, tal como a determinação da atividade antioxidante é interessante não somente por seus benefícios biológicos, mas também pela vantagem tecnológicas que esses compostos cedem aos alimentos que constituem. Antioxidantes naturais protegem os alimentos contra oxidações, aumentando seu tempo de prateleira, e contribuem para a diminuição do uso de substâncias sintéticas de mesmo propósito(11,12). O objetivo deste trabalho foi analisar as características físicas e físico- química dos frutos de jenipapo verde e maduro, assim como determinar o conteúdo de polifenóis, flavonoides e a capacidade antioxidantes do jenipapo, afim de avaliar o potencial desse fruto ser usado como insumo alimentar no desenvolvimento de alimentos funcionais e nutracêuticos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Materiais

Carbonato de sódio e cloreto de alumínio, persulfato de potássio, cloreto férrico hexahidratado, sulfato ferroso heptahidratado, 2,4,6-tris(2-piridil)-s-triazina (TPTZ) foram adquiridos na LabSynth (São Paulo, Brasil). O ácido gálico, rutina, 2,2-diphenyl-

1-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6) sulfonic acid)(ABTS) ≥ 98%, ácido (±) -6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametil-cromano-2-carboxílico (Trolox), foram adquiridos na Sigma-Aldrich (St. Louis, Missouri, United States).

**Amostra**

Os frutos de jenipapo foram coletados em dois estágios de maturação (maduros e verdes), no município de Jacareacanga - PA, Brasil (05º 05' de latitude sul,42º 48'de longitude oeste), em agosto de 2023. Após a coleta os frutos foram devidamente higienizados, pesados e em seguida descascados, despolpados, e por fim as sementes foram retiradas. As sementes, polpa e casca, foram, separamente, pesados e armazenados em temperatura de 8°C até o momento da utilização.

**Caracterização físico-química da polpa do Jenipapo**

A polpa íntegra dos frutos verdes e maduros do jenipapo foi submetida a análise de cinzas e umidade. Foram pesados 10g da polpa de jenipapo em uma cápsula de porcelana. A amostra foi submetida a um calor de 105°C, em uma estufa (NI 1510 - Estufa de Esterilização e Secagem 15L) durante 4 horas para determinação da umidade, e, à 550ºC na mufla durante 2 horas para determinação de cinzas. Foram feitas pesagens sucessivas, até que a massa estivesse constante(13). A análise foi feita em triplicata. O cálculo da umidade e de cinzas seguiu a Equação 1.

Equação 1- $\%U \; ou \; cinzas = \frac{100 \; X \; N}{P}$

Onde %U é a porcentagem de umidade, N é a massa perdida (em g) e P a massa inicial da amostra.

**Preparo da amostra**

Para a realização das demais análises de caracterização e da atividade antioxidante foi necessário preparar um suco da polpa de jenipapo para posterior liofilização. Foi produzida um suco, com grau Brix 16 para o fruto maduro e grau brix 15,2 para o fruto verde. Esse suco foi preparado usando a massa total da polpa de jenipapo com 200mL de água.

O suco do jenipapo de ambos os frutos verdes e maduros foram então congelados para posterior liofilização, usando o liofilizador (LIOTOP - modelo 101) por um período de 72 h.

Antes do congelamento foi mensurado o pH, usando um pHmetro digital de bancada (QUIMIS Q400MT, São Paulo, Brasil).

**Termogravimetria (TG)**

A polpa liofilizada, dos frutos de jenipapo (verde e maduro) foram submetidas a análises de termogravimetria (TG). Em um cadinho de platina foram pesadas 5 mg de cada amostra e submetidas a um regime de aquecimento de 10°C/min até temperatura de 600°C, em atmosfera de nitrogênio ($N_2$), fluxo de 50mL/min. A análises foram performadas em um analisador térmico Shimadzu® TGA- 50 (Shimadzu, Kyoto, Japan), os resultados foram analisados no software TGA- 50 (Shimadzu, Kyoto, Japan).

**Determinação de Polifenóis Totais e Flavonoides**

A determinação de polifenóis totais foi realizada em espectrofotômetro UV 1800 (Shimadzu®, Kyoto, Japan) a um comprimento de onda de 760 nm. Foi construída uma curva padrão de ácido gálico (Sigma, Steinheim, Alemanha) nas concentrações de 5 a 75 mg/mL. Em balão volumétrico de 10 mL, foram adicionados às diferentes concentrações do padrão, 500 µL do reagente de Folin-Ciocalteu, 6 mL de água destilada, esperou-se 1 min, em seguida, adicionou-se 2 mL de solução de carbonato de sódio à 20 % (m/v) a solução foi agitada por 30 segundos, completou-se o volume com água destilada. As soluções permaneceram em repouso por 2 horas em seguida, realizou-se as leituras a 760 nm. Para a determinação do teor fenóis na polpa de jenipapo, o mesmo procedimento acima foi repetido com acréscimo de 100 µL da amostra. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico por grama de polpa (mg Eq AG. g-1polpa de jenipapo) (14).

A determinação de flavonoides totais foi realizada em espectrofotômetro UV 1800 (Shimadzu®, Kyoto, Japan) a um comprimento de onda de 425 nm. Foi construída uma curva padrão de Rutina nas concentrações de 5 a 30 mg/mL. Em balão volumétrico de 10 mL, adicionou-se às diferentes concentrações do padrão e acrescentou-se 1 mL de solução de cloreto de alumínio à 2.5 % (m/V). As soluções permaneceram em repouso por 30 minutos, em seguida, realizou-se as leituras a 425 nm. Para a determinação do teor de flavonoides na polpa de jenipapo, em balão volumétrico de 10 mL colocou-se 800 µL da amostra, 1 mL de solução de cloreto de alumínio à 2.5 % (m/V) e completou-se o com metanol. Os resultados foram expressos em miligramas de rutina por grama de polpa mg Eq RUT. $g^{-1}$polpa de jenipapo (14,15).

**Atividade antioxidante**

A atividade antioxidante pela captura do radical livre ABTS foi realizada em espectrofotômetro UV 1800 (Shimadzu®, Kyoto, Japan) a um comprimento de onda de 734 nm. Preparou-se o radical ABTS a partir da reação de 5 mL da solução estoque de ABTS (7 mM) com 88 µL da solução de persulfato de potássio (140 mM) e mantido em temper atura ambiente no escuro por 16 horas. Após o tempo necessário diluiu-se 1 mL da mistura em álcool etílico até obter a absorbância de 0.7 nm ± 0.05 nm a 734 nm no espectrômetro Shimadzu UV 1800. Em ambiente escuro transferiu-se uma alíquota de 30 µL da diluição do extrato para tubos de ensaio e misturou-se 3.0 mL da solução do radical ABTS. Em seguida, homogeneizou-se em vórtex e após 6 min da mistura realizou-se as leituras a 734 nm. Utilizou-se o álcool etílico como branco para calibrar o espectrofotômetro. A atividade antioxidante foi calculada baseando-se em uma curva padrão de trolox (100 µM-2.000 µM) e a concentração final expressa em µM Trolox (TE)/g (16).

A atividade antioxidante pela captura do radical livre DPPH foi realizada em espectrofotômetro UV 1800 (Shimadzu®, Kyoto, Japan) a um comprimento de onda de 515 nm. Em ambiente escuro transferiu-se uma alíquota de 150 µL da diluição da polpa para tubos de ensaio com 5.850 mL do radical DPPH e homogeneizou-se em vórtex. Após 30 min realizou-se a leitura em espectrofotômetro. A atividade antioxidante foi calculada baseando-se em uma curva padrão de Trolox (50µM-2000 µM) e a concentração final expressa em µM Trolox (TE)/g (17,18). As atividades antioxidantes medidas pela captura do ABTS e do DPPH foram calculadas em % de inibição, seguindo a equação 2.

Equação 2-

$$\%\ \boldsymbol{inibição} = \frac{(\textbf{Abs controle} - \textbf{Abs amostra})}{\textbf{Abs controle}}\ \boldsymbol{x}\ \mathbf{100}$$

A atividade antioxidante pelo método de redução do ferro (FRAP) foi realizada espectrofotômetro UV 1800 (Shimadzu®, Kyoto, Japan) a um comprimento de onda de 595 nm. O reagente FRAP foi obtido a partir da combinação de 100 mL de tampão acetato 0,3 M, 10 mL de uma solução de TPTZ 10 mM e 10 mL de uma solução aquosa de cloreto férrico 20 mM, usado imediatamente após o preparo. Em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de 90 µL da diluição do extrato para tubos de ensaio, acrescentou-se 270 µL de água destilada, 2,7 mL do reagente FRAP, homogeneizou-se em vórtex e manteve-se em banho-maria a 37 °C por 30 minutos. Em seguida realizou-se a leitura a 595 nm. O reagente FRAP foi utilizado como branco para calibrar o espectrofotômetro. A atividade antioxidante foi calculada baseando-se em uma curva padrão de Trolox (160 µM-1.600 µM e a concentração final expressa em µM Trolox (TE)/g(19,20).

.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização físico- química da polpa do jenipapo maduro e verde

#### Aspectos físicos dos frutos de Jenipapo

A Tabela 1 mostra os resultados da caracterização física dos frutos verdes e maduros do Jenipapo. O peso médio encontrado do fruto maduro foi de 166,32g, sendo 50,10g das sementes, 35,91 g de casca e 75,26g de polpa (Tabela 1). Enquanto o fruto verde apresentou peso médio de 189,63g, sendo 58,75g de sementes, 44,14 de casca e 82,84 de polpa. Além dessas medidas, foi calculado o rendimento desses frutos cujo resultado foi 45,68% e 46,94%, para o fruto maduro e verde, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1- Características físicas de frutos de jenipapo

| | Frutos Maduros | | Frutos verdes | |
|---|---|---|---|---|
| **Variáveis** | **Média * ± DP** | **Amplitude Mínimo Máximo** | **Média* ± DP** | **Amplitude Mínimo Máximo** |
| Diâmetro (cm) | 6,93 ± 1,52 | 5,3 - 8,3 | 6,93 ± 1,52 | 5,3- 8,3 |
| Altura (cm) | 8,4 ±1,84 | 9,7- 6,3 | 8,4 ±1,84 | 9,7 – 63 |
| Frutos (g) | 166,32±8,80 | 153,91-173,35 | 234,67 ± 39,02 | 189,63 - 258,25 |
| Sementes (g) | 50,10 ± 6,45 | 45,53 - 59,24 | 64,81± 5,37 | 58,75 - 68,99 |
| Casca (g) | 35,91 ±1,23 | 33,91 - 37,23 | 55,83± 11,02 | 44,14 - 66,04 |
| Porção comestível (g) | 75,26 ± 10,80 | 62,26 - 88,72 | 110,9 ± 24,34 | 82,84 – 126,44 |
| Rendimento da polpa (%) | 45,68 ± 8,91 | 36,25 - 57,64 | 46,94±2,84 | 43,68- 48,96 |

DP= desvio padrão; * média de Triplicatas

As características físicas dos frutos, como tamanho, são importantes para o mercado de frutas frescas, já que frutos de peso mais elevado são mais atrativos ao consumidor(21). Não existe legislação vigente determinando um padrão de tamanho para os frutos de jenipapo, porém, dados na literatura mostram que o jenipapo do cerrado brasileiro apresenta média de peso de 200g à 500g (22). A diferença de peso observada entre frutos de jenipapo do cerrado e o fruto estudado neste trabalho pode ser explicada por diversos fatores, em especial, pela influência que o clima e o solo da região exercem sobre características físicas das plantas. O estágio de maturação também influencia o tamanho dos frutos, por isso é observado a diferença de massa entre os frutos maduros e verdes em estudo neste trabalho (23).

Tabela 2 - Características Físico-químicas da polpa de jenipapo

| **Variáveis** | **Maduro** | **Verde** |
|---|---|---|
| | **Média*+-DP** | **Média*+-DP** |
| pH | 3,93±0,02 | 4,12±0,01 |
| Umidade (g/100g) | 83,33% ± 0,88 | 79,73 ±0,03 |
| Cinzas (g/ 100g) | 0,05g ±0,01 | 0,03 ±0,01 |

Os frutos de jenipapo foram submetidos a análises de determinação de cinzas, umidade e pH (Tabela 2). Os valores dessas características físico-química não apresentaram diferenças significativas ($p<0.05$) entre os frutos maduros e verdes (Tabela 2). As análises físico-químicas do jenipapo verde e maduro foram realizadas na polpa íntegra e no suco do jenipapo. O mesocarpo do jenipapo verde e do jenipapo maduro é fibroso e de difícil manipulação na realização das análises (24). Por isso, o caminho encontrado nesta pesquisa foi o processamento da polpa fibrosa em um liquidificador doméstico e posterior liofilização desse suco obtido. Excetuando-se as análises de cinzas e umidade, todas as demais foram realizadas no suco ou no produto liofilizado.

O fruto verde fornece um suco amarelo que escurece gradativamente até ficar azul escuro, esse suco é muito utilizado pelos nativos em suas pinturas ou para tingir os cabelos e o corpo (25). O mesmo acontece com o jenipapo maduro, mas o escurecimento ocorre numa velocidade menor. A determinação de pH foi realizada no suco do jenipapo verde e maduro, o valor de pH é decorrente da concentração de ácidos ionizados de uma solução aquosa. O teor de ácidos orgânicos pode influenciar esse valor, frutos verdes apresentam maiores quantidade de ácidos orgânicos, isso explica o menor valor de pH do jenipapo verde (26). Pode-se dizer que os ácidos orgânicos funcionam como reserva energética, essa afirmação é devido a conversão dos ácidos orgânicos em açúcares durante o processo de amadurecimento. Isso explica porque frutos maduros são doces e contém maior quantidade de açúcares, enquanto frutos verdes são azedos(27).

A pequena diferença entre os valores referentes à umidade encontrados nas análises do fruto verde (79,73%) e maduro (83,33%) (Tabela 2) são semelhantes com os já relatados em outros estudos sobre o jenipapo. Essas diferenças entre a umidade em diferentes estágios de maturação é bem comum na maioria das frutas(28).

Em outra mão as curvas de termogravimetria (TG) são referentes às perdas de massa da polpa quando submetida à uma variação de temperatura. Os resultados de TG do fruto maduro mostra um início de perda de massa à temperatura de 100°C, provavelmente, está relacionada a evaporação de água e outros compostos voláteis presentes na polpa, o mesmo pode-se falar da curva TG do fruto verde (Figura 1). Após 100°C a curva mostra um declínio até a estabilização à temperatura de 400°C. Esse declínio é decorrente da degradação e evaporação dos componentes da polpa, como vitaminas, flavonoides, nutrientes, entre outros (15).

A termogravimetria é uma técnica analítica que tem como fundamento investigar as variações de massa de um material quando este é submetido a um aumento, controlado de temperatura. Geralmente é utilizada para verificar a estabilidade térmica de materiais. É comum a curva de termogravimetria (TG) não mostrar de modo claro os eventos de perda de massa, por isso calcula-se a derivada dessa curva, chamada de DTG, que através de picos mostra as alterações de massa da amostra durante o processo de aquecimento (Figura 2) (29). As duas amostras de jenipapo mostram dois eventos principais, mesmo que na DTG se observe mais de dois picos. A polpa de jenipapo é uma matriz complexa, ou seja, há uma grande mistura de substâncias que a compõem de diferentes massas molecular, resistência térmica e ponto de evaporação, isso faz com que as curvas TG/DTG mostrem vários eventos de perda de massa acontecendo quase que simultaneamente, sendo sem definição clara quando começa ou termina um evento. Isso é evidenciado na curva DTG, sempre que forma um pico, este não consegue retornar á linha de base, antes do início de outro pico (18,30).

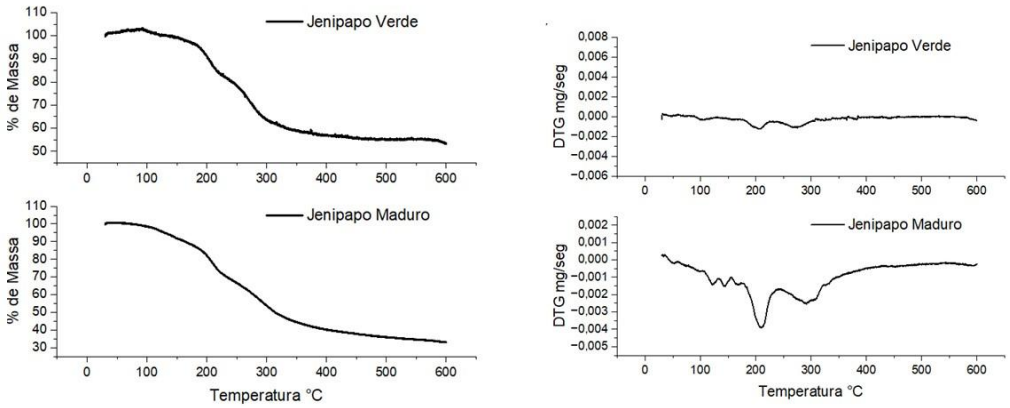



Figura 2- Curvas TG/DTG da polpa de Jenipapo verde e Jenipapo madura, após a liofilização

**Determinação de Flavonóides, Polifenóis e Atividade Antioxidante**

De modo geral, frutas são ricas em compostos antioxidantes, como flavonoides, polifenóis, carotenoides, vitaminas entre outros (31). A polpa dos frutos verdes e maduros do jenipapo foram analisados quanto a quantificação de polifenóis, expressos em ácido gálico e quantificação de flavonoides, expressos em rutina (Tabela 3). Os frutos verdes apresentaram maior conteúdo de flavonoides (150,97 mg Eq Rut. g/ polpa) e polifenóis (300,69 mg Eq AG. g/polpa) do que o fruto maduro (flavonoides- 110,63 mg Eq Rut. g/ polpa e polifenóis- 180,30 mg Eq AG. g/polpa) (Tabela 3).

A atividade antioxidante dos frutos de jenipapo foi determinada pelos métodos DPPH, ABTS e FRAP. Em particular, os valores determinados pelos métodos DPPH e ABTS foram expressos em µM/Trolox e porcentagem de inibição (Figura 2), enquanto os determinados pelo método FRAP foram expressos apenas em µM/Trolox (Tabela 3). Quanto à atividade antioxidante, o fruto maduro mostrou maior capacidade antioxidante, pelos três métodos analisados, como mostra a Tabela 3.

**Tabela 3 -** Resultados da concentração de flavonoides (expressos em mg Eq Rut. g/ polpa), polifenóis ( expressos em mg Eq AG. g/polpa) e da atividade antioxidante, mensurada através dos métodos de ABTS, DPPH e FRAP

| Amostras | Flavonoides (mg Eq Rut. g/ polpa) | Polifenóis (mg Eq AG. g/polpa) | ABTS µM Trolox | DPPH µM Trolox | FRAP µM Trolox |
|---|---|---|---|---|---|
| Polpa do Jenipapo Verde | 150,97 ± 0,98 | 300,69±1,36 | 620,33 ±171,4 | 315,2 ±20,1 | 761,11 ±41,46 |
| Polpa Jenipapo Maduro | 110,63 ± 1,11 | 180,30±3,26 | 980,33 ±151,1 | 571 ±51,2 | 908,88 ±57,47 |

Abreviações: Rut.- rutina; AG- ácido gálico; ABTS- 2,2AZINOBIS(3-ethylbenzothiazoline6sulfonicacid; DPPH- 2,2-difenil-1-picrilhidrazil; FRAP- Ferric Reducing Antioxidant Power

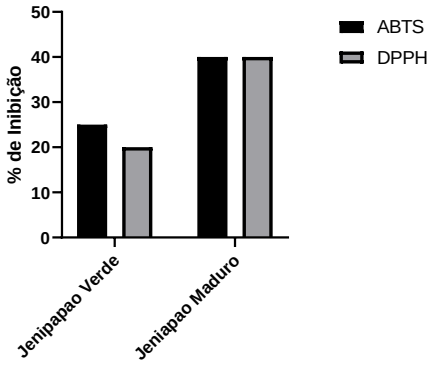



Figura 2- Valores da atividade antioxidante do Jenipapo verde e maduro determinado por ABTS e DPPH

O teor de flavonoides e polifenóis foi maior na polpa do jenipapo verde. Bentes et al., (32), ao quantificar polifenóis na polpa do jenipapo maduro e verde (4,47ug/ml expressos em ácido clorafenolico), reportaram polifenóis apenas no fruto verde. Essa predominância de polifenóis na polpa do fruto verde, possivelmente, está relacionada a ação protetiva dos ácidos fenólicos contra herbívoros, por serem compostos de baixo peso molecular e baixa atividade enzimática, sua síntese é energeticamente favorável nos estágios iniciais de desenvolvimento do fruto (33).

Quanto à atividade antioxidante, o fruto maduro apresentou maiores valores nas três metodologias utilizadas FRAP, ABTS e DPPH. Enquanto o fruto verde mostrou porcentagem de inibição de cerca de 20% para o ABTS e o DPPH, o fruto maduro revelou o dobro disso (40%) (Figura 2). Isso pode ser explicado pela presença de vitamina C e principalmente carotenoides na polpa do fruto maduro, em maiores quantidades que no fruto verde (4,34). A atividade antioxidante identificada na polpa dos frutos verdes e maduros do jenipapo, biologicamente, se traduz na capacidade desses frutos diminuírem os efeitos deletérios dos radicais livres. Os radicais livres são moléculas formadas normalmente durante a respiração e a digestão de alimentos e podem causar danos às células e levar a diversas doenças graves, como aterosclerose e câncer. Quimicamente, são instáveis e procuram atingir a estabilidade através da obtenção de elétrons, que buscam em biomoléculas que fazem parte da composição das membranas celulares (Ex.: proteínas e lipídeos). Porém, quando uma proteína e lipídeo perde um elétron elas sofrem alterações na sua forma e função, tonando-se um novo radical livre, que através de dif erentes mecanismos fisiopatológicos contribuem para aparecimento e/ou evolução de doenças crônicas- degenerativas. Os antioxidantes funcionam na proteção do organismo contra a formação de radicais livres, por isso, a atividade antioxidante de frutas está relacionada à prevenção de diferentes doenças (9,18,20,35)

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos por meio das análises do fruto do jenipapo apresentaram diferenças significativas entre o fruto verde e maduro. Quanto às suas características de pH, umidade e cinzas e a análise de estabilidade térmica realizada por termogravimetria, os valores desses parâmetros para os frutos maduros e verdes não foram muito distantes. As maiores diferenças foram na atividade antioxidante e no conteúdo de polifenóis e de

flavonoides. Enquanto os frutos verdes apresentam maior quantidade de polifenóis e de flavonoides, os frutos maduros apresentaram maior atividade antioxidante. Isso significa que ambos os frutos podem ser utilizados tecnologicamente para produção de alimentos funcionais, ou ainda como nutracêuticos para suplementação de antioxidantes.

## REFERÊNCIAS

1. Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Jenipapeiro.pdf [Internet]. [citado 18 de agosto de 2024]. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/231732/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Jenipapeiro.pdf
2. Góes da Conceição J, de Freitas Barbosa AG, de Matos Mendes da Silva I, de Freitas F, Macedo Almeida Camilo V. Preservation of the cultural identity of regional products. Em: Preservation of the cultural identity of regional products [Internet]. 2021 [citado 18 de agosto de 2024]. Disponível em: https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/1660
3. Porto R, Cardoso B, Barros N, Cunha E, Araújo M, Moreira-Araújo R. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Genipa Americana L. (Jenipapo) of the Brazilian Cerrado. Journal of Agriculture and Environmental Sciences. 1º de janeiro de 2014;3.
4. Dickson L, Tenon M, Svilar L, Fança-Berthon P, Martin JC, Rogez H, et al. Genipap (*Genipa americana* L.) juice intake biomarkers after medium-term consumption. Food Research International [Internet]. 1º de novembro de 2020 [citado 18 de agosto de 2024];137:109375. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996920304002
5. Erbano M, Duarte MR. Morfoanatomia de folha e caule de Genipa americana L., Rubiaceae. Rev bras farmacogn [Internet]. dezembro de 2010 [citado 18 de agosto de 2024];20:825–32. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbfar/a/pjLhRsJdmsgVZ5SMZ6HJymv/
6. Santos AC, Otsuka FAM, Santos RB, Trindade DJ, Matos HR. Antiglycation potential and antioxidant activity of genipap (Genipa americana L.) in oxidative stress mediated by hydrogen peroxide on cell culture. Natural Product Research [Internet]. 1º de junho de 2023 [citado 18 de agosto de 2024];37(12):2065–9. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/org/science/article/pii/S1478641923002802
7. Assis RC de, Monteiro GR, Valentim AB, Maia CSC, Felipe SM da S, Freitas Rabelo CA, et al. Biological properties of bioactive compounds from the fruit and leaves of the genipap tree (*Genipa americana* L.): A systematic review. Food Bioscience [Internet]. 1º de junho de 2023 [citado 18 de agosto de 2024];53:102514. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212429223001657
8. Olatunde A, Ogunro OB, Tijjani H, Shariati MA, Mubarak MS, Rengasamy KRR. Chemical constituents and antioxidant potential of African Fruits. South African Journal of Botany [Internet]. 1º de março de 2024 [citado 18 de agosto de 2024];166:126–50. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629924000164
9. Arulselvan P, Fard MT, Tan WS, Gothai S, Fakurazi S, Norhaizan ME, et al. Role of Antioxidants and Natural Products in Inflammation. Oxidative Medicine and Cellular Longevity [Internet]. 10 de outubro de 2016 [citado 5 de novembro de 2023];2016:e5276130. Disponível em: https://www.hindawi.com/journals/omcl/2016/5276130/

10. Brewer M s. Natural Antioxidants: Sources, Compounds, Mechanisms of Action, and Potential Applications. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety [Internet]. 2011 [citado 18 de janeiro de 2023];10(4):221–47. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1541-4337.2011.00156.x
11. Mehmood T, Ahmad A, Ahmed A, Ahmed Z. Optimization of olive oil based O/W nanoemulsions prepared through ultrasonic homogenization: A response surface methodology approach. Food Chem. 15 de agosto de 2017;229:790–6.
12. Shebis Y, Iluz D, Kinel-Tahan Y, Dubinsky Z, Yehoshua Y. Natural Antioxidants: Function and Sources. Food and Nutrition Sciences [Internet]. 5 de junho de 2013 [citado 18 de agosto de 2024];4(6):643–9. Disponível em: https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=32918
13. NormasADOLFOLUTZ.pdf [Internet]. [citado 17 de agosto de 2024]. Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/nutricaobromatologia/files/2013/07/NormasADOLFOLUTZ.pdf
14. Ferreira LM de MC, Pereira RR, Carvalho-Guimarães FB de, Remígio MS do N, Barbosa WLR, Ribeiro-Costa RM, et al. Microencapsulation by Spray Drying and Antioxidant Activity of Phenolic Compounds from Tucuma Coproduct (Astrocaryum vulgare Mart.) Almonds. Polymers [Internet]. janeiro de 2022 [citado 5 de janeiro de 2023];14(14):2905. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-4360/14/14/2905
15. Ferreira LM de MC, Pereira RR, Carvalho FB de, Silva Santos A, Ribeiro-Costa RM, Carréra Silva Júnior JO. Green Extraction by Ultrasound, Microencapsulation by Spray Drying and Antioxidant Activity of the Tucuma Coproduct (Astrocaryum vulgare Mart.) Almonds. Biomolecules [Internet]. abril de 2021 [citado 9 de dezembro de 2022];11(4):545. Disponível em: https://www.mdpi.com/2218-273X/11/4/545
16. Rufino M, Alves R, Brito E, Morais S, Sampaio C, Pérez-Jiménez J. Metodologia Científica: Determinaão da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical ABTS+. Embrapa Agroindústria Tropical Comunicado Técnico. 1º de janeiro de 2007;127.
17. Rufino M do SM, Alves RE, Brito ES de, Morais SM de, Sampaio C de G, Pérez - Jiménez J, et al. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. 2007 [citado 18 de agosto de 2024]; Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/426953
18. Ferreira LM de MC, Souza PDQ de, Pereira RR, Silva EO da, Barbosa WLR, Silva-Júnior JOC, et al. Preliminary Study on the Chemical and Biological Properties of Propolis Extract from Stingless Bees from the Northern Region of Brazil. Processes [Internet]. abril de 2024 [citado 29 de março de 2024];12(4):700. Disponível em: https://www.mdpi.com/2227-9717/12/4/700
19. Rufino M do SM, Alves RE, Brito ES de, Morais SM de, Sampaio C de G, Pérez-Jiménez J, et al. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). 2006 [citado 18 de agosto de 2024]; Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/664098
20. Ferreira LM de MC, Modesto YY, Souza PDQ de, Nascimento FC de A, Pereira RR, Converti A, et al. Characterization, Biocompatibility and Antioxidant Activity of Hydrogels Containing Propolis Extract as an Alternative Treatment in Wound Healing. Pharmaceuticals [Internet]. maio de 2024 [citado 18 de agosto de 2024];17(5):575. Disponível em: https://www.mdpi.com/1424-8247/17/5/575
21. Silva AP da, Lima CLC de, Vieites RL. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DO JENIPAPO (Genipa americana L.) ARMAZENADO. Sci agric (Piracicaba,

Braz) [Internet]. janeiro de 1998 [citado 1º de dezembro de 2023];55:29–34. Disponível em: https://www.scielo.br/j/sa/a/ws9hXwz9qYNJ3sKcs5wYJKb/?format=html
22. EMBRAPA. http://www.agabrasil.org.br/_Dinamicos/livro_frutas_nativas_Embrapa.pdf [Internet]. [citado 18 de agosto de 2024]. Disponível em: http://www.agabrasil.org.br/_Dinamicos/livro_frutas_nativas_Embrapa.pdf
23. Sharma D, dhvi M, Chauhan A. Effect of environmental factors on vegetables production. 1º de janeiro de 2020;610–2.
24. Dickson L, Tenon M, Svilar L, Fança-Berthon P, Martin JC, Rogez H, et al. Genipap (Genipa americana L.) juice intake biomarkers after medium-term consumption. Food Res Int. novembro de 2020;137:109375.
25. Náthia-Neves G, Vardanega R, Meireles MAA. Extraction of natural blue colorant from *Genipa americana* L. using green technologies: Techno-economic evaluation. Food and Bioproducts Processing [Internet]. 1º de março de 2019 [citado 18 de agosto de 2024];114:132–43. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960308518306126
26. Batista-Silva W, Nascimento VL, Medeiros DB, Nunes-Nesi A, Ribeiro DM, Zsögön A, et al. Modifications in Organic Acid Profiles During Fruit Development and Ripening: Correlation or Causation? Front Plant Sci [Internet]. 20 de novembro de 2018 [citado 18 de agosto de 2024];9:1689. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6256983/
27. Zheng B, Zhao L, Jiang X, Cherono S, Liu J, Ogutu C, et al. Assessment of organic acid accumulation and its related genes in peach. Food Chemistry [Internet]. 1º de janeiro de 2021 [citado 18 de agosto de 2024];334:127567. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814620314291
28. Shin Y, Ryu JA, Liu RH, Nock JF, Watkins CB. Harvest maturity, storage temperature and relative humidity affect fruit quality, antioxidant contents and activity, and inhibition of cell proliferation of strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology [Internet]. 1º de agosto de 2008 [citado 18 de agosto de 2024];49(2):201–9. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521408000781
29. Neves FB, Zanin LL, Pereira RR, Júnior JOCS, Costa RMR, Porto ALM, Yoshioka SA, Oliveira ANd, Jimenez DEQ, Ferreira IM. Chitin and Silk Fibroin Biopolymers Modified by Oxone: Efficient Heterogeneous Catalysts for Knoevenagel Reaction. Catalysts. [citado 18 de agosto de 2024]. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-4344/12/8/904
30. Correa KL, de Carvalho-Guimarães FB, Mourão ES, Oliveira Santos HC, da Costa Sanches SC, Lamarão MLN, et al. Physicochemical and Nutritional Properties of Vegetable Oils from Brazil Diversity and Their Applications in the Food Industry. Foods [Internet]. janeiro de 2024 [citado 17 de agosto de 2024];13(10):1565. Disponível em: https://www.mdpi.com/2304-8158/13/10/1565
31. Rahaman MdM, Hossain R, Herrera-Bravo J, Islam MT, Atolani O, Adeyemi OS, et al. Natural antioxidants from some fruits, seeds, foods, natural products, and associated health benefits: An update. Food Sci Nutr [Internet]. 13 de janeiro de 2023 [citado 18 de agosto de 2024];11(4):1657–70. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10084981/
32. Bentes A de S, Mercadante AZ. Influence of the Stage of Ripeness on the Composition of Iridoids and Phenolic Compounds in Genipap (Genipa americana L.). J Agric Food Chem [Internet]. 5 de novembro de 2014 [citado 18 de agosto de 2024];62(44):10800–8. Disponível em: https://doi.org/10.1021/jf503378k

33. Baby S, Raj G, Thaha ARM, Dan M. Volatile chemistry of a plant: mono-sesquiterpenoid pattern in the growth cycle of Curcuma haritha. Flavour and Fragrance Journal [Internet]. 2010 [citado 18 de agosto de 2024];25(1):35–40. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ffj.1955
34. Ribeiro J, Barros H, Macedo Viana E, Gualberto S, Silva A, Souza C, et al. Composition, Antinutrients and Antioxidant Capacity of Genipap (Genipa americana L.): Activity of Phenolic Constituents on the Thermal Stability of β-carotene. Journal of Culinary Science & Technology [Internet]. 4 de março de 2023 [citado 18 de agosto de 2024];21(2):215–37. Disponível em: https://doi.org/10.1080/15428052.2021.1914263
35. Bonamigo T, Campos JF, Alfredo TM, Balestieri JBP, Cardoso CAL, Paredes-Gamero EJ, et al. Antioxidant, Cytotoxic, and Toxic Activities of Propolis from Two Native Bees in Brazil: *Scaptotrigona depilis* and *Melipona quadrifasciata anthidioides*. Oxidative Medicine and Cellular Longevity [Internet]. 9 de março de 2017 [citado 5 de novembro de 2023];2017:e1038153. Disponível em: https://www.hindawi.com/journals/omcl/2017/1038153/.

**Capítulo 12**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-12**

# AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE HAMBÚRGUERES INDUSTRIALIZADOS

**Fernanda Fernandes Pinheiro da Costa** **https://orcid.org/0009-0000-1272-4039**
**Email:fernanda.fernandes@ifsertao-pe.edu.br*

**Resumo:** O hambúrguer é definido na legislação brasileira como produto cárneo obtido da carne moída das diferentes espécies animais, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado. Sendo que nesta composição podem-se adicionar condimentos diversos, além de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia hambúrguer tem como principal método de conservação o emprego de baixas temperaturas como refrigeração e congelamento. A utilização de baixas temperaturas de armazenamento e distribuição é um dos fatores extrínsecos mais importantes no controle da atividade bioquímica dos microrganismos, estando entre os métodos de conservação mais utilizados para alimentos perecíveis. Este trabalho teve como objetivo analisar parâmetros físicos – químicos em hambúrgueres congelados e comercializados em supermercados da cidade de Petrolina – PE. Foram adquiridos hambúrgueres de três marcas diferentes e disponíveis nos supermercados da cidade, encaminhados para o laboratório de controle de qualidade de alimentos do IFSERTAOPE para realização das análises. Os parâmetros analisados foram: pH, atividade de água (aw), umidade e cinzas, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz. As amostras avaliadas apresentaram variações de 6.08 a 6.27 para pH, 0.977 a 0.985 para aw, 62 a 70% para umidade e 2.53 a 2.80 para cinzas. Diante dos resultados encontrados de ambas as marcas analisadas, os produtos apresentavam dentro dos limites padrão, porém, necessita-se de um rigoroso controle de armazenamento do produto, a fim de evitar o desenvolvimento microbiano.
**Palavras-chave:** produto cárneo; qualidade; aspectos nutricionais

## INTRODUÇÃO

O hambúrguer é definido na legislação brasileira como produto cárneo obtido da carne moída das diferentes espécies animais, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado. Sendo que nesta composição podem-se adicionar condimentos diversos, além de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia, devendo a textura, cor, sabor e odor serem característicos (1). O hambúrguer, uma ótima opção diante da crescente necessidade de minimizar o tempo de preparo, se tornou um alimento popular pela praticidade que representa atualmente, pois possui nutrientes que alimentam e sacia a fome rapidamente, o que combina com o modo de vida que vem se instalando nos centros urbanos (2).

Na atualidade é cada vez mais evidente a busca por produtos de preparo rápido, em virtude do ritmo urbano, dado pelo tempo produtivista do processo de produção, que acaba invadindo a vida social e impondo aos cidadãos, principalmente das grandes cidades, alguns comportamentos de consumo, dados pela escassez do tempo (3). Esse

contexto tem favorecido o consumo de produtos industrializados geralmente produzidos em grande escala, de rápido preparo e ao mesmo tempo barato. O hambúrguer, uma ótima opção diante da crescente necessidade de minimizar o tempo de preparo, se tornou um alimento popular pela praticidade que representa atualmente, pois possui nutrientes que alimentam e sacia a fome rapidamente, o que combina com o modo de vida que vem se instalando nos centros urbanos (2).

O consumo desses tipos de alimentos industrializados tem aumentado de maneira crescente, uma só rede de "fast-food" vende anualmente mais de 100 bilhões de hambúrgueres no mundo, numa taxa de 75 hambúrgueres por segundo (4). Desenvolvido por duas organizações das Nações Unidas: a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS), a Comissão do Codex Alimentarius, fórum americano de estudos da alimentação, previu que o hambúrguer será uma das preparações mais difundidas no mundo até 2020, superando a pizza (5). Este alimento tornou-se um produto consumido por todas as classes populares pela praticidade que representa, pois possui nutrientes que alimentam e saciam a fome rapidamente, o que combina com o estilo de vida de quem se instala em grandes cidades (3).

Com a mudança dos hábitos alimentares, houve um aumento no consumo de alimentos industrializados, entre eles estão os alimentos congelados. São alimentos que estão cada vez mais ganhando espaço no mercado alimentício. Segundo (6), a venda de alimentos congelados cresceu 126% no período de 1990 a 1996.

O congelamento é, com certeza, um dos melhores métodos disponíveis para a conservação dos alimentos em longo prazo. Quando os alimentos congelados são processados, armazenados e manipulados de forma adequada, apresentam características organolépticas e nutritivas muito semelhantes às que possuíam antes de seu congelamento (7).

O avanço tecnológico na indústria de alimentos, como em outros setores de bens de consumo, deve-se, em sua maioria, ao aumento nas vendas em supermercados, que torna obrigatório o desenvolvimento de produtos de melhor qualidade percebida, ou qualidade exigida (8).

No intuito de conhecer a qualidade física – química de hambúrgueres congelados, este trabalho objetivou-se analisar parâmetros físico-químicos em hambúrgueres congelados comercializados em supermercados da cidade de Petrolina – PE.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Controle e Qualidade de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano *campus* Petrolina Zona Rural.

Foram adquiridas 03 amostras de cada marca dos hambúrgueres congelados comercializados nos supermercados da cidade de Petrolina – PE, sendo encaminhadas para o laboratório de controle e qualidade de alimentos em caixas isotérmicas para realização das análises. Foram analisadas três marcas diferentes, observando a lista de ingredientes e selecionando as marcas que apresentavam semelhança nos produtos.

Para a caracterização físico – químicas das amostras de hambúrgueres, realizaram-se as análises de pH, atividade de água, umidade e cinzas, seguindo metodologia (9).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores relativos ao pH, atividade de água (aw), umidade e cinzas das três marcas de hambúrgueres analisadas estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1** – Parâmetros físico – químicos para as três marcas de hambúrguer

| AMOSTRA | pH | Aw | Umidade (%) | Cinzas (%) |
|---|---|---|---|---|
| Marca A | 6.08 | 0.977 | 68.05 | 2.53 |
| Marca B | 6.26 | 0.984 | 70.00 | 2.80 |
| Marca C | 6.27 | 0.985 | 62.00 | 2.62 |

Com relação ao valor de pH e de acordo com (10), o pH de 5.8 a 6.2 indica que a carne esta aceitável para o consumo, pH de 6,4 mostra que a carne é recomendada apenas para o consumo imediato e pH acima de 6.4 indica que a carne esta com indício de decomposição. Os hambúrgueres congelados das três marcas analisadas apresentaram-se uma variação de 6.08 a 6.27 estando dentro dos limites de normalidade.

Os valores de atividade de água encontrados nas três amostras de hambúrgueres estão compreendidos entre 0.977 a 0.985. A maioria dos microrganismos patogênicos se desenvolve a níveis de atividade de água entre 0.98 a 0.99. Assim, duas das amostras analisadas estão dentro da faixa de desenvolvimento da maioria dos microrganismos patogênicos. Segundo (11), os resultados da atividade de água encontrada neste estudo mostram que estes produtos são alimentos de alta atividade de água, o que favorece o crescimento de microrganismos. A validade comercial depende da microbiota inicial do produto, ou seja, quanto maior a carga inicial, menor a validade devido ao aumento da atividade microbiana (12), torna-se um dos desafios para a industria de carnes proporcionar produtos com características estáveis durante toda a vida útil, com maior segurança. Dentre os fatores referentes à estabilidade dos alimentos destaca-se a atividade de água. Assim, alimentos conservados em ambiente com umidade relativa superior a sua atividade de água tenderão a absorver umidade do ambiente, causando um aumento na sua atividade de água. Entretanto, os alimentos perderão água se a umidade do ambiente for inferior a sua atividade de água, causando uma diminuição nesse valor (13). A composição que envolve um alimento pode determinar os tipos de microrganismos que poderão nele predominar.

Com relação ao parâmetro teor de umidade foi possível verificar que variou de 62.00 a 70.00%. (14) encontraram teores de umidade para hambúrgueres de carne bovina de 65,47%, o que indica um percentual de umidade parecido com este trabalho. A umidade de um alimento está relacionada com a sua estabilidade, qualidade e composição, e pode afetar os itens como estocagem, processamento e embalagem. (15), ao estudar a qualidade físico-química de hambúrgueres submetidos a diferentes tratamentos térmicos encontrou um valor de 60.29% no teor de umidade em hambúrguer crur bovino e 67.73% em hambúrguer crur de frango. Quanto maior a umidade em um

produto, maior será a quantidade de água livre disponível para as reações bioquímicas e físico-químicas necessárias para o desenvolvimento e multiplicação de microrganismos.

Quanto ao conteúdo de cinzas, foram encontrados neste estudo teores variando de 2,53 a 2,80. A determinação do teor de cinzas permite a verificação do quantitativo de minerais como ferro, cálcio, fósforo, magnésio, manganês no alimento (16). (17) estudando a qualidade nutricional de hambúrgueres suplementados com farinha de quinoa encontrou uma variação de 63.36 a 67.77% no teor de umidade nas formulações in naturas e 2.80 a 3.09% no conteúdo de cinzas. O teor de cinzas encontrado por (17) foi maior do que o encontrado neste estudo, este percentual maior encontrado pelo autor pode estar relacionado à adição da farinha de quinoa que é rica em minerais.

## CONCLUSÕES

A conscientização das indústrias processadoras de alimentos, incluindo a gerencia dos locais de distribuição e comercialização é primordial para que sejam comercializados produtos com qualidade.

Diante dos resultados encontrados, pode-se concluir que, os hambúrgueres das três marcas adquiridas e analisadas estão dentro dos limites permitidos, porém é necessário um controle de qualidade no armazenamento do produto, afim de evitar possíveis contaminações de origem microbiana, e assim manter as características originais do produto.

## REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Decreto n° 9.013, de 29 de março de 2017. RIISPOA - Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Diário Oficial da União, Brasília, 2017.

2. Arisseto, A. P. Avaliação da qualidade global do hambúrguer tipo calabresa com reduzidos teores de nitrito. 2003. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, 2003.

3. Ortigoza, S. A. G. Alimentação e saúde: as novas relações espaço-tempo e suas implicações nos hábitos de consumo de alimentos. Editora UFPR, Curitiba, n. 15, p. 83-93, 2008.

4. Franco, B. D. G. M.; Landgraf, M. Microbiologia dos alimentos. São Paulo: Editora Atheneu, 2008.

5. Caye, L. et al. Hambúrguer de carne ovina: aceitabilidade do consumidor. In: Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária - Ciência e Tecnologia de Alimentos, 3., 2009, Campus Dois Vizinhos. Anais... Campus Dois Vizinhos: UFTPR, 2009.

6. Hall, R. J. Fatores que influenciam o consumo de alimentos diet e light no Brasil. Dissertação de mestrado (Mestrado em Agronegócios) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2006.

7. Ordonez Pereda J. A. Tecnologia de alimentos. Porto Alegre: ArTmed, 2005.

8. Fattori, F.F.A.; Souza, L.C.; Braoios, A.; Ramos, A.P.D; Silva, M.A.; Tashima, N.T.; Neves, T.R.M.; Barbosa, R.L. Aspectos sanitários em trailers de lanche no município de Presidente Prudente, SP. Higiene Alimentar, v. 19, p.54-62, 2005.

9. Ial – Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz: Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. 4 ed. São Paulo, 2011.

10. Terra, N. N.; Brum, M. A. R. Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade. São Paulo: Nobel, 1988

11. Ribeiro, E. P.; Seravalli, E. A. G. Química de alimentos. São Paulo: Instituto Mauá de Tecnologia, 2004.

12. Forsythe, S. J. et al. Microbiologia da Segurança Alimentar. Artmed Editora. Porto Alegre, 2002.

13. Fennema et al. Química de Alimentos e Fennema. 4ª edição. Artmed, 2010.

14. Silva, F.L et al. Nota Científica: Características físico – químicas e aceitação sensorial de hambúrguer de búfalo em comparação com hambúrguer bovino. Brazilian Journal of Food Technology, v.17, n.4, p.340-334, 2014.

15. Borba, C.M. Avaliação físico-química de hambúrguer de carne bovina e de frango submetidos a diferentes processamentos térmicos. Trabalho de Conclusão de curso - (Bacharelado em Nutrição), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

16. Marques, J. M. Elaboração de um produto de carne bovina “tipo hambúrguer” adicionado de farinha de aveia. 2007. 55f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – UFPR, Curitiba, 2007.

17. Machado, E.A. Avaliação da qualidade nutricional de hamburgueres suplementados com farinha de quinoa. Trabalho de Conclusão de curso – (Tecnologia em Alimentos), Universidade Tecnológica do Paraná, Francisco Beltrão, 2014.

**Capítulo 13**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-13**

# FARINHA DE MARACUJÁ: APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS E SUAS PROPRIEDADES NUTRICIONAIS

**Ana Carolina Oliveira Medeiros*; Winnie Gonsalves Sturnich ; Érica Santos Ferreira; Loyz Sousa Assis; Ana Paula da Fonseca Machado**

**Autor correspondente (Corresponding author) –*
*Email:ana.medeiros055@academico.ufgd.edu.br*

**Resumo:** A indústria de suco de maracujá aproveita apenas cerca de 30% da massa total dos frutos, resultando em resíduos que incluem a casca, o albedo e as sementes. O albedo é rico em fibras, e a casca do maracujá é rica em diversos fitoquímicos, como flavonoides, alcaloides, esteroides, saponinas, glicosídeos, taninos, triterpenoides e fenólicos, apresentando propriedades antioxidantes, neuroprotetoras, antimicrobianas, cardioprotetoras, anti-inflamatórias, gastroprotetoras, anti-hiperglicêmicas e anti-hipertrigliceridêmicas. Com o intuito de promover a utilização dos coprodutros de maracujá proveniente da agroindústria, este estudo teve como objetivo a elaboração de farinha de maracujá a partir desses resíduos (coprodutos), e investigar sua composição físico-química. Foram realizadas análise da composição centesimal (umidade, proteínas, lipídeos, carboidratos, fibra e cinzas), atividade de água, pH, acidez e cor da farinha. Os resultados do estudo indicaram que a farinha de maracujá possui propriedades nutricionais significativas, caracterizadas por 11,37% de umidade, 6,26% de proteínas, 0,54 a 0,58% de lipídeos, 39,24% de carboidratos, 32,46% de fibras e 5,66% de cinzas. Obteve-se atividade de água média de 0,386, coerente com um produto em pó, favorecendo sua estabilidade. A farinha de maracujá possui baixo pH (3,76) e alta acidez (17,41 g de ácido cítrico/100 g). Houve predominância da coloração amarelada, característica do fruto. As análises realizadas neste estudo evidenciaram o potencial da farinha de maracujá para ser incorporada em diversos produtos, especialmente aqueles com propriedades funcionais. Além de ser uma opção para pessoas com restrição alimentar ao glúten, a sua integração reforça o aproveitamento de resíduos, contribuindo para o desenvolvimento econômico e sustentável.

**Palavras–chave:** Aproveitamento de resíduo; Composição proximal; Fibras

## 1. INTRODUÇÃO

A estrutura do fruto do maracujá está dividida da seguinte forma: o flavedo, representado pela camada de coloração verde à amarela, destaca-se por ser rico em fibra insolúvel; o albedo, constituído pela camada interna branca do fruto, é notável por ser abundante em fibra solúvel, com destaque especial para a pectina; por fim, a semente e a polpa, completando essa composição. A casca representa 52% do fruto, a polpa 34 % e a semente 14% (1, 2).

A casca do maracujá é rica em fitoquímicos diversos, como flavonoides, alcaloides, esteroides, saponinas, glicosídeos, taninos, triterpenoides e fenólicos. Além disso, exibe uma gama de atividades benéficas, incluindo propriedades antioxidantes, neuroprotetoras, antimicrobianas, cardioprotetoras, anti-inflamatórias, gastroprotetoras,

anti-hiperglicêmicas e anti-hipertrigliceridêmicas, conforme destacado por Silva e Pessoa (3). Essa abundância de compostos e suas diversas atividades ressalta o potencial nutricional e terapêutico presente na casca do maracujá.

O maracujá é apreciado tanto na forma industrializada quanto *in natura*, conquistando uma excelente aceitação entre os consumidores e constituindo uma significativa parcela dos sucos exportados (4). Apenas cerca de 30% da massa total dos frutos de maracujá é aproveitada pelas indústrias de suco. Os resíduos remanescentes do processo incluem a casca, o albedo e as sementes, como apontado por Araujo, Bordinhon e Fujimoto (5) e Rossi (6).

Assim, a incorporação tecnológica de coprodutos na indústria alimentícia não apenas reduz significativamente o desperdício de resíduos, mas também gera impactos positivos para a economia, conforme destacado por Giuntini et al. (7). Essa abordagem não só promove a sustentabilidade, mas também contribui para o desenvolvimento econômico.

Uma aplicação relevante é a produção de farinha, que pode servir como ingrediente alimentar enriquecido em fibras, utilizando resíduos de maracujá. Essa farinha pode ser incorporada em diversas bases alimentares, incluindo alimentos funcionais. Além disso, sua utilização na extração de componentes de interesse é promissora, visto que a casca do maracujá é rica em nutrientes como carboidratos, pectina, carotenóides, minerais (cálcio, ferro, magnésio, zinco, sódio, manganês e potássio), além de compostos fenólicos, o que lhes confere uma notável capacidade antioxidante (8, 1, 3).

As farinhas de acordo com a RDC Nº 711, DE 1° DE JULHO DE 2022, “produto obtido de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos” (9).

A farinha de coproduto de maracujá apresenta-se como uma substituição promissora à farinha de trigo na produção de itens de panificação e confeitaria, como bolos, tortas e cookies. Garcia *et al* (10) constatou que uma mistura de farinha de trigo e farinha de cascas de maracujá (30%) na produção de cookies diets apresentou conteúdos de minerais e fibras elevado e aceitação sensorial do produto.

Além disso, a presença de glúten na farinha de trigo representa um risco à saúde de pessoas com intolerância a essa proteína e às pessoas que sofrem com doença celíaca. A ingestão de glúten provoca uma complexidade na digestão através das vias gástrica e pancreática e, em última análise, dá origem a “doenças relacionadas com o glúten” (11). Dessa forma, a adoção de farinhas alternativas emerge como uma estratégia valiosa para a elaboração de produtos sem glúten, com menor teor de carboidratos e enriquecidos com fibras (1).

Com o intuito de promover a utilização dos coprodutros de maracujá proveniente do seu despolpamento na agroindústria, este estudo teve como objetivo a elaboração de farinha de maracujá a partir desses resíduos (coprodutos), além de investigar sua composição físico-química.

## 1. MATERIAL E MÉTODOS

### 2. 1. Matéria-prima

O resíduo de maracujá utilizado neste estudo era composto de casca, albedo e sementes, originada do processo de produção de polpa congelada. Este material foi

adquirido junto à empresa Just Dry LTDA, situada em Dourados-MS, Brasil. O resíduo do despolpamento foi preservado a 4°C, em embalagem plástica selada, até o momento do processamento da farinha de maracujá.

### 2. 2. Preparo da farinha de maracujá

Após a identificação da matéria-prima (resíduo composto de casca, albedo e sementes), foi realizada a secagem em estufa de circulação de ar a 50 °C por um período de 16 horas. Em seguida, o material seco foi triturado em processador de alimentos (MONDIAL MPN-01-BF), resultando em um pó fino e uniforme. O material em pó foi então armazenado em embalagens de polietileno, devidamente seladas e mantidas em um dessecador, em temperatura ambiente e protegidas da luz, até o momento das análises.

### 2. 3. Caracterização da farinha de maracujá

#### *2. 3. 1. Composição centesimal*

Na farinha de maracujá, foram realizadas análises de teor de umidade por gravimetria em estufa a 105°C até peso constante, teor de resíduo mineral fixo por gravimetria em forno mufla a 550°C, teor de lipídeos, utilizando os métodos *Bligh Dyer* e *Soxhlet*, conforme métodos descritos pelo IAL (12), teor de proteínas, quantificado a partir do nitrogênio total determinado pelo método Kjeldahl (13, teor de carboidratos (14), e teor de fibra bruta, determinado por hidrólise ácida e alcalina (15).

#### *2. 3. 2. Atividade de água ($A_w$)*

A atividade de água foi determinada em higrômetro digital (Aqualab, Decagon Devices Inc., EUA), previamente calibrado com água destilada ($A_w$ = 1,000) e soluções salinas saturadas sob temperatura controlada (25°C).

#### *2. 3. 3. pH*

O pH foi determinado diretamente por meio de um potenciômetro (TEC-7, Tecnal), seguindo as orientações do Instituto Adolfo Lutz (12).

#### *2. 3. 4. Acidez titulável*

A determinação da acidez titulável seguiu a metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (10). Cinco gramas da amostra foram homogeneizadas em 100 mL de água destilada e transferidas para um erlenmeyer de 250 mL. Adicionou-se de 2 a 4 gotas de solução de fenolftaleína e procedeu-se à titulação com NaOH 0,1N. O cálculo da acidez titulável foi realizado conforme a **Equação 1**.

$$Acidez(\%) = \left(\frac{g_{ác.pred.}}{100\ g_{am}}\right) = \frac{V_{NaOH}\ x\ (N_{NaOH}\ x\ fc)\ x\ MM_{ác.pred.}}{M_{am}\ x\ 1000}\ x\ 100 \quad \textbf{(Eq. 1)}$$

Onde, $V_{NaOH}$ é o volume gasto de NaOH (mL); $N_{NaOH}$ é a normalidade da solução de NaOH (0,1); fc é o fator de correção do NaOH; $MM_{ác.\ pred.}$ é massa molar do ácido predominante na amostra; e $M_{am}$ a quantidade da amostra (g). O valor 1000 refere-se a conversão de litro para mililitro.

### 2. 4. Determinação da cor

A avaliação da cor das amostras foi realizada utilizando o colorímetro portátil Konica Minolta CR400, com ângulo de visão de 10° e iluminante D65. Foram feitas leituras em 5 pontos da amostra das coordenadas L*, a*, b* do sistema CIELab. O valor L* representa a luminosidade ou claridade da amostra, numa escala de 0 (preto) a 100 (branco); o valor a* abrange do vermelho (+60) ao verde (-60), enquanto o valor b* varia do amarelo (+60) ao azul (-60). A saturação da cor (C*) foi calculada utilizando a **Equação 2**, e a tonalidade (h°), foi calculada de acordo com a **Equação 3**.

$$C^* = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2}} \quad \textbf{(Eq. 2)}$$

$$H° = \left[arctang\ \left(\frac{b}{a}\right)\right] \quad \textbf{(Eq. 3)}$$

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3. 1. Caracterização da farinha de maracujá

Os dados relacionados à composição centesimal da farinha de maracujá estão apresentados na **Tabela 1**.

**Tabela 1 -** Composição centesimal da farinha de maracujá.

| Análises | Média ± DP |
|---|---|
| **Umidade (%)** | 11,37 ± 1,05 |
| **Proteínas (%)** | 6,26 ± 0,83 |
| **Lipídeos Bligh Dyer (%)** | 0,54 ± 0,20 |
| **Lipídeos Soxhlet (%)** | 0,58 ± 0,17 |
| **Carboidratos - Açúcares Redutores (%)** | 39,24 ± 4,42 |
| **Fibra insolúvel real (%)** | 32,46 ± 11,44 |
| **Cinzas (%)** | 5,66 ± 0,15 |

. Resultados expressos pela média ± desvio padrão (DP).

Conforme observado por Storel Júnior (16), a avaliação da umidade representa uma das análises mais importantes no processamento de alimentos. Isso se deve ao fato

de que esse parâmetro está intrinsecamente ligado à segurança, qualidade e composição dos itens alimentícios.

A farinha de maracujá obtida apresenta um conteúdo de umidade de 11,37%, atendendo aos padrões estabelecidos pela legislação em vigor, especificamente a RDC Nº 711, de 1° de julho de 2022 (9), que estipula um limite máximo de 15% de umidade para farinhas. Costa et al. (17) identificaram na farinha de maracujá um teor de umidade de 10,52%, enquanto Garcia et al (10) identificaram 14,24% de umidade na farinha obtida em temperatura de secagem próxima ao presente estudo.

Costa et al. (17) identificaram na farinha de maracujá 3,89% de proteínas, 0,51% de lipídeos, 37,44% de carboidratos e 42,71% de fibras. Já Garcia et al. (10) identificaram 4,84% de cinzas, 3,90% de proteínas e 1,18% de lipídios. Ambos apresentando resultados próximos ao obtido neste estudo. Assim como constatado por Jinkings et al. (18), a análise da farinha de maracujá a partir do exocarpo revelou a presença de 6,97% de cinzas, valor este que se assemelha ao resultado obtido no presente estudo.

Vale destacar que ambos os métodos empregados para a análise de lipídios (*Bligh Dyer* e *Soxhlet*) apresentaram resultados convergentes, isso sugere uma concordância consistente entre os dois métodos utilizados na análise de lipídios, indicando uma boa confiabilidade e precisão nos resultados obtidos. Essa proximidade nos resultados fortalece a confiança na validade das conclusões relacionadas à composição lipídica da amostra analisada (19).

Os valores de atividade de água, pH e acidez titulável estão apresentados na **Tabela 2**.

**Tabela 2 -** Caracterização da farinha de maracujá com relação à atividade de água ($A_w$), pH e acidez titulável.

| **Análises** | **Média ± DP** |
|---|---|
| **Atividade de água** | 0,386 ± 0,008 |
| **pH** | 3,76 ± 0,19 |
| **Acidez titulável (g de ácido cítrico/100 g)** | 17,41 ± 0,21 |

Resultados expressos pela média ± desvio padrão (DP).

Conforme indicado por Franco & Landgraf (20) e Kerr (21), a atividade de água limitante para crescimento microbiano é de 0,600, enquanto o crescimento de leveduras é prejudicado com uma atividade de água inferior a 0,750, e bolores abaixo de 0,700. Ao analisar a **Tabela 2**, destaca-se que a farinha de maracujá exibe uma baixa atividade de água (0,386), favorecendo a estabilidade do produto, desde que mantida em embalagem e condições de armazenamento adequadas.

Ao analisar a **Tabela 2**, nota-se que a farinha de maracujá possui baixo pH e alta acidez. A avaliação do pH é crucial em diversas análises, destacando-se na detecção da deterioração de alimentos devido ao crescimento microbiano, na mensuração da atividade enzimática, na avaliação da textura de geleias e gelatinas, na preservação do sabor e odor em produtos de frutas, na manutenção da estabilidade de corantes artificiais em produtos à base de frutas, na verificação do processo de maturação de frutas e na seleção adequada de embalagens (14).

A acidez total, provém dos ácidos orgânicos intrínsecos ao próprio alimento, de adições intencionais durante o processamento e daqueles originados por alterações químicas do produto. Dessa forma, a análise da acidez total emerge como uma ferramenta valiosa no exame do processamento e da condição de conservação do alimento (22).

Rossi (6) obteve resultados divergentes dos encontrados no presente estudo ao analisar a farinha de casca do maracujá, registrando uma atividade de água de 0,55, pH de 4,61 e acidez titulável de 2,57 g de ácido cítrico/100 g. Essa disparidade pode estar associada a uma variedade de fatores, como a genética da planta, as variações sazonais, os ciclos de produção, as características do solo, o estágio de maturação durante a colheita e os processos pós-colheita (23).

## 3. 2. Determinação da cor

A **Figura 1** apresenta o espaço de cor L*, a*, b*, C* e h.

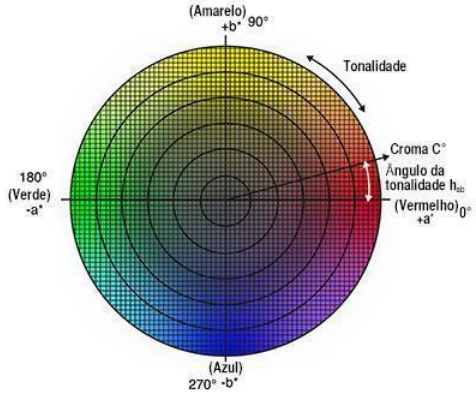



**Figura 1 -** Coordenadas L*, a*, b*, C* e h.

**Fonte:** Konica Minolta (22).

Na **Tabela 3** são apresentados os valores médios da análise instrumental de cor da farinha de maracujá.

**Tabela 3** - Valores médios da análise instrumental da cor da farinha de maracujá.

| Amostra | L* | a* | b* | h° | C* |
|---|---|---|---|---|---|
| Farinha de maracujá | 68,43 ± 1,09 | 7,16 ± 0,71 | 27,85 ± 5,35 | 75,37 ± 0,03 | 28,77 ± 5,03 |

Parâmetros de cor claridade (L*), cromaticidade a* (vermelho ao verde) e b* (amarelo ao azul), tonalidade (h°) e saturação da cor (C*). Resultados expressos pelo valor médio de 5 repetições e desvio padrão.

Com base na **Figura 1** e **Tabela 3**, a tonalidade (h°) da cor da farinha apresentou coloração amarelada, voltada para o bege claro, como evidenciado pelo valor positivo apresentado por b* e a*. Nesse contexto, a saturação da cor (C*) mostrou semelhança com os resultados de b*, corroborando que o amarelo foi a cor predominante. Além disso, o valor de L* revelou uma notável luminosidade na amostra, conferindo-lhe uma tonalidade clara.

Silva et al. (25) observaram em sua análise de farinha de maracujá resultados semelhantes, com valores de 69,12 para luminosidade (L*), 6,31 para coordenada a*, e 20,54 para coordenada b*. No entanto, uma investigação mais recente conduzida por Martins et al. (26) revelou resultados diferentes na análise instrumental de cor da mesma farinha, apresentando valores de 32,71 para L*, 4,30 para a*, e 18,57 para b*. Essas discrepâncias podem estar associadas à composição variável do produto (23).

A **Figura 2** apresenta a farinha de maracujá elaborada no presente estudo.



**Figura 2 -** Farinha de maracujá.
**Fonte:** Autoria própria (2023).

Conforme ilustrado na **Figura 2**, é evidente que a farinha de maracujá exibe tonalidade voltada ao bege claro, alinhando-se com os resultados da análise instrumental de cor, os quais corroboram a avaliação visual da amostra.

## 3. CONCLUSÕES

As análises realizadas neste estudo revelaram que a farinha de maracujá está em conformidade com a legislação vigente. Além disso, a análise da composição centesimal evidenciou que a farinha obtida das cascas é especialmente rica em fibras. Essa farinha, portanto, apresenta potencial para ser incorporada em diversos produtos, incluindo aqueles com propriedades funcionais. Dessa forma, a farinha de maracujá examinada destaca-se como uma fonte alternativa de nutrientes, sendo opção de substituição da farinha de trigo para pessoas com restrição alimentar ao glúten. Além disso, ela promove o aproveitamento de coprodutos, contribuindo para o desenvolvimento econômico e sustentável.

## 4. AGRADECIMENTOS

Agradeço à CAPES (Código financeiro 001) pela bolsa concedida, à FUNDECT (processo número 71/054.879/2022, SIAFEM número 32677 e protocolo número 45292.687.4226.07112022), INOVIA e UFGD pelo apoio financeiro e equipamentos fornecidos.

## 5. REFERÊNCIAS

1. Ferreira WS, Souza ML. Os benefícios do maracujá (Passiflora spp.) no Diabetes Mellitus / The benefits of passion fruit (Passiflora spp.) in diabetes mellitus. Braz J Health Rev. 2020. 3(6):19523-39. [acesso em 2023 Nov 13]. Disponível em: https://doi.org/10.34119/bjhrv3n6-331

2. Santos AA, Santos AJ, Alves AR, Santana FC, Silva JV, Marcellini PS. Elaboração de biscoitos a partir da incorporação de produtos da mandioca e casca de maracujá (Passiflora edulis Flavicarpa) na farinha de trigo. SCI PLENA. 2011;7(8):1-7.

3. Silva CO da, Pessoa LB, Vega WRC. RESÍDUOS DE MARACUJÁ PROVENIENTES DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS PARA A PRODUÇÃO DE SUBPRODUTOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA. Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Volume 5 [Internet]. 2021. 383–98. [acesso em 2023 Nov 14] Disponível em: https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/211006459.pdf

4. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de maracujá [Internet]. 2021 [acesso em 2023 Nov 14]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/

5. Araujo DD, Bordinhon AM, Fujimoto RY, Da Silva WM, Da Silva DR, Da silva J. Digestibilidade de farinhas de coprodutos de abacaxi, manga e maracujá pelo tambaqui (Colossoma macropomum). HOLOS [Internet]. 2020 [acesso em 2023 Nov 14]; 5:1-10. Disponível em: https://doi.org/10.15628/holos.2020.9380

6. Rossi NA. Elaboração de biscoito sem glúten com farinha do albedo e casca de maracujá [Trabalho de conclusão de curso – Bacharelado em Tecnologia em Alimentos]. Paraná: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2019.

7. Giuntini EB, Lajolo FM, de Menezes EW. Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición [Internet]. 2003 [acesso em 2023 Nov 14];53(1):14–20. Disponível em: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222003000100002

8. Akpinar EK. Mathematical modelling of thin layer drying process under open sun of some aromatic plants. J Food Eng [Internet]. 2006 [acesso em 2023 Nov 16];77(4):864-870. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.08.014

9. BRASIL, Anvisa. Resolução RDC Nº 711, DE 1° DE JULHO DE 2022. Ministério da Saúde - MS. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. [acesso em 2023 Nov 16] Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_711_2022_.pdf/f9212b72-7d2d-451f-b21b-7a7fb9b94a81

10. Garcia, M. V., Milani, M. S., & Ries, E. F. *Production optimization of passion fruit peel flour and its incorporation into dietary food.* Food Science and Technology International, 2019. 108201321987001. doi:10.1177/1082013219870011

11. Biesiekierski, J. R. *What is gluten?* Journal of Gastroenterology and Hepatology, 32, 78–81. 2017. doi:10.1111/jgh.13703

12. IAL - INSTITUTO ADOLF LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz. 3. ed. São Paulo; 2008.

13. A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists), Official methods of analysis, 14 ed., Arlington, v.1, 1984.

14. CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp; 2003. 67-78.

15. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Official Methods of Analysis. 16 ed. Washington: AOAC; 1995.

16. Storel JA. A potencialidade do mercado de açucar organico para a agroindustria canavieira do Estado de São Paulo [Dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2003.

17. Costa BB, de Liz FR, Ferreira JG, Fantos RC, Gonçalves TH, Balbi ME. uso da farinha da casca do maracujá amarelo (passiflora edulis f. flavicarpa deg. - Família *passifloraceae*) na formulação de macarrão caseiro. visao acad [internet]. 2019 [acesso em 2023 Nov 16] 19(4). Disponível em: https://doi.org/10.5380/acd.v19i4.65496

18. Jinkings LM, Gonçalves IS, Silva AD. Elaboração da farinha de Passiflora edulis Sims (Maracujá amarelo) a partir do exocarpo e o estudo da composição centesimal. Rev Arq Cient (IMMES) [Internet]. 2020 [acesso em 2023 Nov 16];3(2):52-8. Disponível em: https://doi.org/10.5935/2595-4407/rac.immes.v3n2p52-58

19. Gusso AP, Mattanna P, Pellegrini LG de, Cassanego DB, Richards NSP dos S, Ribeiro A de S. comparação de diferentes métodos analíticos para quantificação de lipídios em creme de ricota. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes [Internet]. 2012 [acesso em 2023 Nov 16];67(389):51–5. Disponível em: https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/226#:~:text=O%20m%C3%A9todo%20do%20Butir%C3%B4metro%20de

20. Franco, BDGM, Langraf, M. Microbiologia dos alimentos. 1. ed.196 p. 2008.

21. Kerr WL. Food Drying and Evaporation Processing Operations. Handbook of Farm, Dairy, and Food Machinery. 2019. [acesso em 2023 Nov 16] 303-40. Disponível em: https://doi.org/10.1016/b978-081551538-8.50013-3

22. Carvalho, CRL.; Mantovai, DMB.; Carvalho, PRN.; Moraes, RM**.** Análise química de alimentos: manual técnico. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, 121p. 1990.

23. Baeta, DS. Investigação da polpa de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis Sims. f. flavicarpa Deg.*) e seus híbridos sobre o potencial antioxidante e implicação no nível

de colesterol plasmático de coelhos. [Tese]. São Paulo: Universidade Estadual Paulista Tese "Júlio de Mesquita Filho"; 2018.

24. Konica Minolta. Compreendendo o Espaço de Cor CIE L*C*h. 2023. [acesso em 2023 Nov 16] Disponível em: https://sensing.konicaminolta.us/br/blog/compreendendo-o-espaco-de-cor-cie-lch/

25. Silva MA, C C, Caliari M, Carvalho BS, Placido GR, Silva RM, Soares JC, Lima MS, Araujo VF, Carmo RM. Mass loss, physicochemical characteristics of passion fruit peel (Passiflora edulis Sims) submitted to drying process. Afr J Agric Res [Internet]. 5 nov 2015 [acesso em 2023 Nov 16];10(45):4142-9. Disponível em: https://doi.org/10.5897/ajar2015.9682

26. Martins IR, Amorim IS, Silva ES, Amorim DS, Monteiro JD, Sena KR, Araújo FM, Joele MR. Ciência e tecnologia dos alimentos – v. 11 [Internet]. Editora Poisson; 2021. Farinha da casca de maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*): obtenção e caracterização da composição físico-química; [acesso em 2023 Nov 16]. Disponível em: https://doi.org/10.36229/978-65-5866-097-2.cap.06

**Capítulo 14**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-14**

# PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PÃES ELABORADOS COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE FARINHA DE TRIGO PELA FARINHA DA SEMENTE DE ABÓBORA

**Thatiane Maria Soares de Sousa*; Diogo Marques da Silva; Williames Fabio De Souza Bezerra Filho; Marilene da Silva Lima; Thibério Pinho Costa Souza; Daniele Silva Ribeiro**
**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: thatiane.sousa1@gmail.com*

**Resumo:** O pão, um dos alimentos mais antigos e primordial da dieta humana, é tradicionalmente elaborado com farinha de trigo, água e sal, realizando importante papel na alimentação e economia em todo o mundo. Através do crescente interesse em aprimorar o perfil nutricional dos alimentos e combater o desperdício, a incorporação de subprodutos, como sementes, tem ganhado destaque. A semente de abóbora, é rica em fibras e pode ser transformada em farinha, substituindo parcialmente a farinha de trigo em pães, acrescentando valor nutricional e promovendo a sustentabilidade. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver pães elaborados com substituição parcial de farinha de trigo por farinha da semente de abóbora. Após a produção da farinha, foram elaboradas as formulações dos pães com substituição de 0%(P1), 10%(D2) e 25%(V3) da farinha de trigo pela farinha da semente de abóbora no Laboratório de Cereais e Panificação da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco. De acordo com os resultados observados neste trabalho, foi verificado que a formulação D2 apresentou melhores resultados de proteínas, cinzas e carboidratos quando comparado a formulação P1. Embora a formulação V3 contenha resultados nutricionais mais elevados para os micronutrientes analisados, suas características físicas se mostraram inadequadas: sem formato definido, difícil moldagem, durante o forneamento não se desenvolveu bem, dentre outros aspectos que não tornam essa formulação um atrativo.

**Palavras–chave:** pães enriquecidos; semente de abóbora; subproduto em alimentos

## INTRODUÇÃO

Analisando o cenário global, o Brasil está entre os 10 países que mais desperdiçam alimentos, impactando negativamente na economia e exacerbando problemas sociais [1][2]. Diante desse cenário, a utilização de subprodutos como cascas, sementes e outros resíduos, tem ganhado destaque não só na indústria alimentícia, como também na comunidade científica.

A utilização desses subprodutos agregam tanto valor econômico, como valor nutricional, graças à concentração dos nutrientes, compostos bioativos e fibras nas cascas de frutas e vegetais [3][4][5][6][7]. Além disso, o uso desses resíduos promovem a inclusão de novos produtos e promovem a sustentabilidade ambiental.

O pão, um dos alimentos mais antigos e primordial da dieta humana, é tradicionalmente elaborado com farinha de trigo, água e sal, realizando um papel crucial na economia e na nutrição em todo o mundo. [8]. Na indústria de alimentos, a farinha de

trigo possui inúmeras aplicações. Assim, desempenha um papel crucial na economia e na nutrição humana [9]. É válido destacar que a qualidade desse ingrediente é primordial para a produção de pães.

O pão é um alimento essencial na alimentação de muitos países e sua produção foi realizada de várias formas ao longo de muitos anos [10]. Graças ao seu alto consumo e popularidade, há um elevado potencial para incorporar novas matérias-primas com o intuito de melhorar seu perfil nutricional [11].

Estudos confirmam que a incorporação de resíduos de frutas e vegetais traz benefícios significativos para diversos produtos alimentícios. Por exemplo, barras de cereais com casca de abacaxi [12], produtos cárneos com adição de farinha de casca de abóbora [13], geleias e doces elaborados com casca de abóbora [14].

Várias sementes estão sendo incluídas na alimentação humana graças ao valor nutritivo e conteúdo natural de fibras [15]. Um exemplo que merece destaque são as sementes de abóbora, que pode ser utilizada na forma de aperitivo, óleo ou farinha [16].

Essas são naturalmente descartadas tanto no ambiente doméstico, como agroindustrial, apesar de possuírem um alto teor de fibra alimentar. Quando transformada em farinha, pode representar um substituto viável para o trigo em receitas tradicionais ou inovadoras, contribuindo para agregar valor nutricional nessas preparações [17].

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver pães elaborados com substituição parcial de farinha de trigo por farinha obtida a partir da semente de abóbora e analisar parâmetros físico-químicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Esse experimento foi realizado nos Laboratórios de Cereais e Panificação e de Análise de Alimentos da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), situado na cidade de Garanhuns, no Agreste pernambucano.

### Obtenção das matérias-primas

As sementes desidratadas de abóbora foram adquiridas a granel em um estabelecimento de produtos naturais. Os demais ingredientes foram adquiridos em um supermercado local da cidade.

### Processamento da farinha da semente de abóbora

As sementes foram processadas em farinha com auxílio de um moedor de café (Di Grano, marca Cadence, modelo MDR 302) em porções de 40 gramas por 30 segundos, padronizada em peneiras de uso doméstico com abertura de malha de 0,5 mm, e por fim, armazenadas sob refrigeração (5°C) em embalagem plástica *zip lock*, permanecendo até o momento do desenvolvimento dos pães.

### Produção das formulações dos pães

Para a elaboração dos pães, inicialmente foram planejados três tipos de formulações, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 4 – Formulações de pães com diferentes percentuais de substituição da farinha de trigo pela farinha de semente de abóbora.

| | Formulações | | |
|---|---|---|---|
| **Ingredientes** | **P1** | **D2** | **V3** |
| Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico | 500g | 450 | 375 |
| Farinha da semente de abóbora | 0 | 50g | 125g |
| Água | 325g | 325g | 325g |
| Sal | 12,5g | 12,5g | 12,5g |
| Fermento biológico | 5g | 5g | 5g |

P1: pão padrão. D2: pão com substituição de 10% da farinha de trigo pela farinha de semente de abóbora. V3: pão com substituição de 25% da farinha de trigo pela farinha de semente de abóbora. Fonte: *Os autores, 2024.*

Para a produção dos pães, inicialmente foi a pesagem dos ingredientes, em balança digital semi-analítica, e seguiu para o processamento conforme fluxograma abaixo (Figura 1).

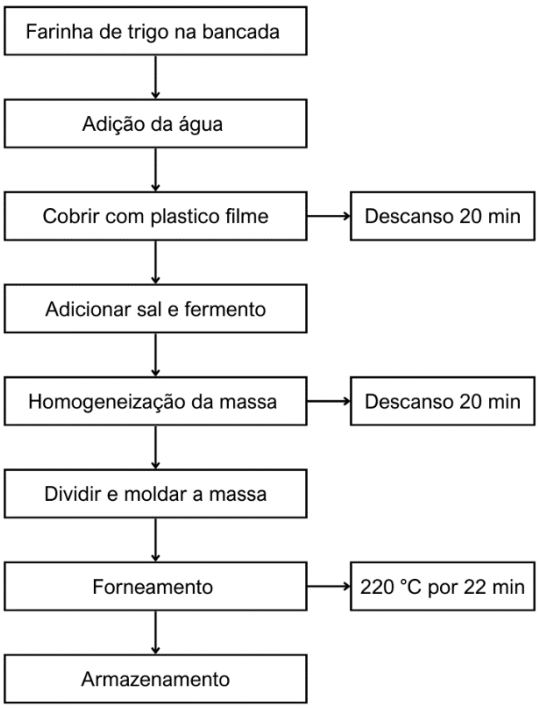



Figura 1 – Fluxograma de produção dos pães

A farinha foi posta em uma bancada de mármore, previamente higienizada, e toda a água foi adicionada para umedecê-la, sendo posteriormente coberta por plástico filme PVC, onde permaneceu em descanso por 20 minutos. Foi adicionado o sal e o fermento e misturou-se até completa homogeneização da massa, sendo posta novamente em descanso por 20 min. A massa foi fracionada em formato esférico de 25 gramas, dispostas em assadeiras sob papel manteiga, e submetidas ao forneamento a 220 °C por 22 minutos. Por fim, após atingir temperatura ambiente, foi armazenada em embalagem plástica zip lock em temperatura ambiente, por no máximo dois dias, até o momento das análises. Algumas amostras foram previamente congeladas antes de serem forneadas, para possibilitar a repetição de análises, caso necessário.

**Análises físico-químicas e composição centesimal**

Foram realizadas as seguintes análises: pH, acidez total titulável [18]. A atividade de água foi realizada por meio de leitura em Aqualab Pre Drewpoint (marca METER FOOD, modelo PRE Cap). A análise da composição centesimal, contou com o teor de umidade, cinzas e lipídeos [18], A quantificação de proteínas foi realizada conforme metodologia de [19] e carboidratos foi obtido pelo método da diferença conforme o seguinte cálculo ( Equação 1):

$$\% \text{ carboidratos} = 100 - (\text{Umidade} + \text{Cinzas} + \text{Lipídios} + \text{Proteínas}) \quad (1)$$

**Análise estatística**

Todas as análises desse experimento foram realizadas em triplicata. Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do Minitab [20].

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o processo de modelagem da massa, notou-se que o percentual de farinha influenciou no formato dos pães (Figura 2). A formulação V3, que envolveu a substituição de 25% de farinha de trigo por farinha de semente de abóbora, apresentou a maior dificuldade em termos de moldagem e foi a que mais se afastou do formato desejado. Logo, esse teor de substituição compromete diretamente a consistência e manipulação da massa.

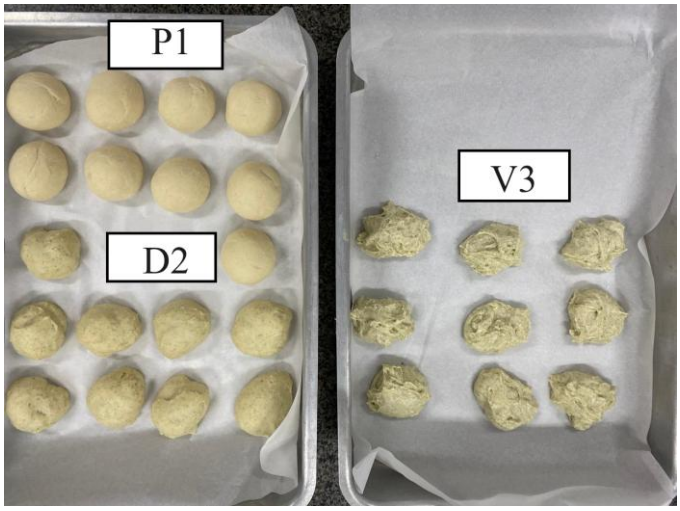



Figura 2 – Produção dos pães enriquecidos parcialmente com a farinha de semente de abóbora sendo: P1 o tratamento controle (0% de substituição), D2 o tratamento (10% de substituição) e o tratamento V3 (25% de substituição).

Consequentemente, houve influência dessas formulações, também após o forneamento (Figura 3). Verificou-se que a formulação D2 foi o tratamento que melhor se comportou quando combinada a farinha de semente de abóbora com a farinha de trigo, mantendo a integridade do formato similar ao tratamento controle (P1).




Figura 3 – Formulações após o forneamento de 220°C por 22 minutos.

A farinha de trigo é um ingrediente fundamental na produção de pães, graças a sua habilidade em formar uma rede viscoelástica que retém o gás carbônico na etapa de fermentação. As proteínas envolvidas na formação da rede de glúten são a gliadina e glutenina que irão conferir à massa características de higroscopicidade, coesividade, viscosidade e elasticidade [21].

A mudança na coloração dos pães após o processo de forneamento está atrelada a reação de escurecimento não enzimático, também denominada de reação de maillard. Esta reação ocorre por meio do aquecimento de açúcares redutores e grupos amina primários, ocasionando na formação de pigmentos escuros, chamados de melanoidinas. Essa reação tem como produto a formação de aromas, sabores e cores, que podem ser desejáveis ou indesejáveis, que no caso dos pães, ela atua de maneira desejável, promovendo também a formação da crosta presente [22].

Nota-se por meio da figura 4, que apresenta os pães elaborados com um corte transversal, que conforme o percentual de substituição da farinha de trigo pela de semente de abóbora aumenta, o pão tem uma altura reduzida significativamente.

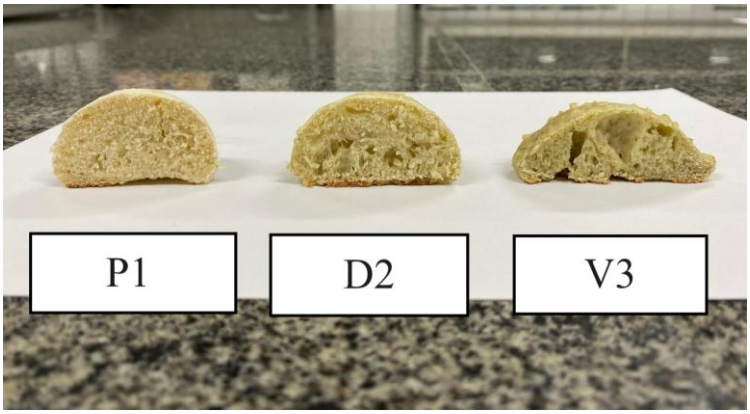



Figura 4 – Produção dos pães enriquecidos parcialmente com a farinha de semente de abóbora (0%, 10%, 25% respectivamente) depois do forneamento com um corte transversal.

A propriedade viscoelástica dos pães está relacionada com as proteínas presentes na farinha, e que são responsáveis pela formação do glúten. Durante a etapa de amassamento, essas proteínas se tornam mais hidratadas e começam a formar uma rede interligada e contínua, viscoelástica, que é conhecida como a fase contínua do glúten [23].

Na panificação, uma boa massa é caracterizada pela sua capacidade de reter gases e o desenvolvimento de suas propriedades viscoelásticas. Diante de tais qualidades, a

massa irá se expandir de maneira adequada durante a etapa de fermentação e nas etapas que precedem o assamento [24].

O glúten desempenha um papel essencial nas propriedades viscoelásticas que impactam tanto a estrutura quanto a aparência dos produtos finais. Quando hidratado, o glúten atua como agente plastificante pela gliadina, o que confere a viscosidade, enquanto a glutenina proporciona resistência estrutural [25]. Devido à sua importância nas características do pão, a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de semente de abóbora influenciou diretamente na capacidade da massa de se desenvolver corretamente no processo de fermentação e forneamento. Conforme a Figura 4, observou-se que a formulação V3 apresentou menor expansão, quando comparado aos tratamentos P1 e D2. Visualmente, nota-se espaços maiores no miolo, uma aparência de pão mais denso.

Assim, a substituição parcial de 25% no tratamento V3 não se mostrou vantajosa, uma vez que as propriedades do pão em questão foram afetadas de forma negativa, não permitindo a formação de um pão bem estruturado.

Os valores da determinação eletrométrica de pH, acidez total titulável e atividade de água dos pães, após o forneamento, podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2 – Determinação eletrométrica de pH, ATT e Aa em pães enriquecidos parcialmente com a farinha de semente de abóbora.

| **Parâmetro** | **P1** | **D2** | **V3** |
|---|---|---|---|
| pH | 5,95± 0,03$^{c}$ | 6,14±0,01$^{b}$ | 6,32±0,01$^{a}$ |
| Acidez total titulável (%) | 0,21±0,01$^{a}$ | 0,27±0,1$^{b}$ | 0,30±0,01$^{c}$ |
| Atividade de água (Aa) | 0,95±0,001$^{a}$ | 0,94± 0,00$^{b}$ | 0,93±0,002$^{c}$ |

P1: pão padrão. D2: pão com substituição de 10% da farinha de trigo pela farinha de semente de abóbora. V3: pão com substituição de 10% da farinha de trigo pela farinha de semente de abóbora. Fonte: Os autores, 2024.

Um dos parâmetros que indica o estado de conservação de um alimento é o pH. [26]. Conforme a Tabela 3, tal valor aferido nos pães, mostraram uma diferença significativa ($p>0,05$) entre si. Observa-se que, conforme o percentual de farinha aumenta, o pH tende a ser mais próximo da neutralidade. Apesar das alterações nas três formulações, estas podem ser classificadas como alimentos de baixa acidez, uma vez que os valores estão na faixa de 4,5 a 7,0 [27].

Não foram encontrados estudos específicos sobre a influência do pH de pães feitos com farinha e semente de abóbora para uma possível comparação de informações. Entretanto, por meio do resultado obtido, pode-se dizer que são os alimentos mais propensos à multiplicação de microrganismos, tanto patogênicos quanto deteriorantes [28].

Esse aumento no pH após a adição de outros tipos de farinhas também foi observado por [17], no qual ao substituir parcialmente a farinha de trigo pela farinha de semente de abóbora na elaboração de panetones, obteve um aumento no pH do panetone elaborado com farinha (pH=5,34) quando comparado ao controle (pH= 4,81) após a cocção.

A acidez total titulável variou de 0,21 % a 0,30 %, sendo o tratamento V3 com a maior acidez. Segundo [29], alguns fatores podem afetar tanto os níveis de pH como também a acidez dos pães. Esses fatores incluem a presença de bactérias láticas endógenas na farinha de trigo, o tipo de bactéria que foi utilizada na formulação, o tempo e a temperatura de fermentação, dentre outros fatores.

Os valores de atividade de água (Aa) encontrados foram 0,95, 0,94 e 0,93, para as amostras P1, D2 e V3, respectivamente. A atividade de água é um parâmetro importante na determinação da conservação e no controle dos alimentos [30]. Faixas de Aa entre 0,7 e 1,0 favorecem a ocorrência de reações enzimáticas e a ação de microrganismos patogênicos [31]. Embora não tenham sido encontrados registros específicos sobre a atividade de água ideal para pães que utilizam a farinha de semente de abóbora, os valores obtidos indicam que os pães estão em faixas que podem favorecer o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis.

A Tabela 3 fornece uma visão detalhada da composição centesimal dos pães analisados.

Tabela 3 – Composição centesimal dos pães enriquecidos parcialmente com a farinha de semente de abóbora

| **Macronutrientes (%)** | **P1** | **D2** | **V3** |
|---|---|---|---|
| Umidade | $38,70 \pm 0,6^{a}$ | $33,22 \pm 0,22^{b}$ | $32,39 \pm 0,55^{b}$ |
| Teor de cinzas | $1,53 \pm 0,16^{b}$ | $1,82 \pm 0,16^{b}$ | $2,16 \pm 0,05^{a}$ |
| Lipídeos | $2,34 \pm 0,42^{c}$ | $3,70 \pm 0,28^{b}$ | $10,89 \pm 0,59^{a}$ |
| Proteínas | $6,38 \pm 0,52^{a}$ | $9,49 \pm 0,85^{b}$ | $14,53 \pm 0,5^{c}$ |
| Carboidratos | 51,54 | 50,90 | 39,47 |
| Valor calórico (kcal/100g) | 252,74 | 274,86 | 314,01 |

P1: pão padrão. D2: pão com substituição de 10% da farinha de trigo pela farinha de semente de abóbora. V3: pão com substituição de 10% da farinha de trigo pela farinha de semente de abóbora. Fonte: Os autores, 2024.

A incorporação da farinha de semente de abóbora nos pães resultou em uma diminuição do teor de umidade, com valores de 38,70% para 0% de farinha de abóbora, 33,22% para 10%, e 32,39% para 25%. Isso ocorreu porque a farinha da semente utilizada possui uma menor capacidade de retenção de água em comparação à farinha de trigo, o que também pode afetar a estrutura da massa e a formação de glúten. Esses resultados são relevantes para ajustes em formulações que buscam balancear umidade, bem como, características sensoriais.

No trabalho de [32] onde avaliaram a incorporação da farinha de chia *(Salvia hispânica L.)* na elaboração de pão sem glúten, sem adição de goma e gordura, relataram que devido as diferentes porcentagens de chia a umidade dos pães aumentaram de 48,42% a 52,19%, valores bem altos quando comparados com os deste trabalho, de acordo com a autora, a semente de chia apresenta grande quantidade de mucilagem, que é uma secreção rica em polissacarídeos, responsáveis pela retenção da água pelas sementes, contribuindo para o seu aumento de volume. Já [33], encontraram um teor de umidade nos pães que variaram de 28 a 32%, utilizando 0%, 5%, 10% e 15% de polpa da semente de abóbora kabutiá *(Cucurbita Maxima X Cucurbita Moschata).*

Em relação às cinzas, os resultados obtidos dos pães enriquecidos com a farinha de abóbora apresentaram teores de 1,82% e 2,16% respectivamente. Tais valores foram maiores comparados com os de [34], que utilizaram um percentual de cerca de 11% de farinha da semente de abóbora obtiveram 0,97%, valores maiores também comparados aos resultados de [35] que foi de 0,51% em pães elaborados com farinha de sorgo e semente de abóbora, bem como, no trabalho de [36], que apresentou 0,96% de cinzas, em cookies sem glúten incrementado com farinha de coco.

Os pães desenvolvidos apresentaram teores de lipídeos de 2,34%, 3,70% e 10,89% para P1, D2 e V3, respectivamente, demonstrando um aumento considerável nas formulações que utilizam a farinha da semente de abóbora. Esse comportamento é

previsto, por se tratar de uma farinha de semente, onde a mesma apresenta valores de lipídeos superiores ao da farinha de trigo, portanto, com o aumento do percentual de substituição, consequentemente acarretará no aumento deste macronutriente. Os pães formulados por [34], obtiveram valores de 4,39% de lipídeos, sendo eles formulações com substituição de 11% da farinha de trigo pela farinha da semente de abóbora. [17] também observou o aumento de lipídeos em sua formulação de panetone com substituição de 30% da farinha de trigo pela farinha da semente de abóbora, onde o valor foi de 3,54 para 7,19, sendo inferior ao desta pesquisa, em seu maior percentual de 25%.

Para proteínas ocorreu um aumento significativo nos valores, variando entre 6,38 a 14,53, à medida em que se aumentou o percentual de substituição da farinha de abóbora para as formulações desenvolvidas, com destaque para a V3 que obteve 14,53% de proteínas. Em estudos realizados por [34], foram encontrados 8,47% de proteínas, para a formulação de pão com com substituição parcial de 11% da farinha de trigo pela farinha da semente de abóbora, valor próximo ao deste estudo, porém inferior ao dos pães formulados com percentual de substituição de 10% neste estudo. [17] encontrou valores de 14,01% para os panettones produzidos com farinha da semente de abóbora em percentual de substituição em 30% pela farinha de trigo, sendo o resultado próximo aos valores encontrados nesta pesquisa.

Apesar de proteínas de origem vegetal apresentarem baixo valor biológico, pesquisas realizadas por [37], mostraram a presença dos aminoácidos histidina, leucina, isoleucina, treonina, valina, com destaque para triptofano, fenilalanina, e tirosina, são encontrados em valores superiores aos valores citados pela FAO/WHO, contatando o potencial incremento da farinha de abóbora para completar proteínas vegetais que apresentam baixos valores desse aminoácido em sua composição.

O percentual de carboidratos sofreu redução com o aumento do teor de substituição da farinha da semente de abóbora, que pode ser justificado pelo aumento do teor de fração mássica dos demais componentes, com exceção da umidade, destacando-se aumentos expressivos para lipídeos e proteínas. O valor encontrado por [34], foi superior aos encontrados neste estudo, sendo 56,87%. [38] obteve comportamento inverso, à medida em que se aumentou o percentual de farinha de casca de guavira em suas formulações de pães, ocorreu o aumento do teor de carboidratos apresentados, variando entre 56,95 e 65,16, em percentuais de adição de 0 e 1,96%, respectivamente.

O valor calórico aumenta consideravelmente, podendo ser associado ao aumento do teor de lipídios, sendo este comportamento dentro do esperado. [38], também observou aumento no teor calórico, variando entre 322,02 e 344,45 Kcal/100g, para suas formulações de pão com adição da farinha de casca de guavira em percentuais, respectivamente, de 0 a 1,96%. Nos estudos de [34], foi achado um valor calórico de 300,79 kcal/100g, para sua formulação de pão com substituição parcial de 11% da farinha de trigo pela farinha da semente de abóbora, estando próximo aos encontrados no presente experimento.

## CONCLUSÕES

De acordo com as condições do experimento, foi verificado que a formulação D2 apresentou melhores resultados quando comparado a formulação P1 em relação ao teor de proteínas, cinzas e carboidratos. Embora a formulação V3 apresentou resultados mais elevados em relação aos macronutrientes analisados, suas características físicas foram insatisfatórias como: sem formato definido, difícil moldagem, durante o forneamento não se desenvolveu bem, dentre outros aspectos que não tornam essa formulação um atrativo.

Assim, considera-se que a substituição parcial de 10% da farinha de trigo pela farinha de semente de abóbora na formulação D2, resultou em um pão com um perfil nutricional aprimorado, mantendo características físicas semelhantes às do pão feito com a farinha de trigo tradicional. Além disso, o pão apresentou uma coloração esverdeada, que pode servir como um diferencial atrativo para os consumidores. Assim sugere-se novos estudos para aprimorar outros teores de farinha de abobora como também outras técnicas de forneamento para melhores resultados.

## REFERÊNCIAS

1. Carvalho D. Desperdício - custo para todos: alimentos apodrecem enquanto milhões de pessoas passam fome. Rev Desafios Desenvolv [Internet]. 2009 [acesso em 2024 Ago 01]. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=1256:catid=28&Itemid=23
2. Teixeira F, Nunes GZ, Rodrigues BM, Santos NM, Candido CJ, Santos EF, Novello D. Consumo de alimentos não convencionais entre adolescentes: elaboração e análise de produto. Veredas Favip-Revista Eletrônica de Ciências [Internet]. 2016 [acesso em 2019 Jul 11];9(3):94-115. Disponível em: http://veredas.favip.edu.br/ojs/index.php/veredas1/article/view/348/pdf_5
3. Marques A, Chicaybam G, Araujo MT, Manhães LRT, Sabaa-Srur AUO. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (Mangifera indica L.) cv. Tommy Atkins. Rev Bras Frutic [Internet]. 2010 [acesso em 2024 Ago 01];32(1):115-22. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000117
4. Storck CR, Nunes GL, Oliveira BB, Basso C. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. Ciênc Rural [Internet]. 2013 [acesso em 2024 Ago 01];43(3):537-43. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000300027
5. Teixeira F, Oliveira R, Nascimento M, Santos J. Farinha da casca de berinjela em pão: análise físico-química e sensorial entre crianças. Ciênc Saúde [Internet]. 2018 [acesso em 2024 Ago 01];128-34. Disponível em: https://revistaseletronicas.pucrs.br/faenfi/article/view/26275
6. Luz L, Soares JM, Amaral LA, Souza GHO, Almeida T, Santos EF, Novello D. Adição de farinha de casca de chuchu em biscoito: caracterização físico-química e análise sensorial em crianças. Pesq Soc Desenvolv [Internet]. 2020 [acesso em 2024 Ago 01]. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1588
7. Hartmann GL, Marconato AM, Romeiro Santos MM, do Amaral LA, dos Santos EF, Novello D. Adição de farinha de casca de abóbora afeta características físico-químicas e sensoriais de hambúrguer bovino. Int J Res - Granthaalayah [Internet]. 2020 [acesso em 2024 Ago 01]. Disponível em: https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v8.i2.2020.216
8. Ziglio B, Bezerra J, Branco I, Rigo R. Elaboração de pães com adição de farinha de sabugo de milho. Recen-Revista Ciências Exatas e Naturais [Internet]. 2007 [acesso em 2024 Ago 01];9(1):1-9. Disponível em: https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/30

9. Zardo FP. Análises laboratoriais para o controle de qualidade da farinha de trigo [trabalho de conclusão de curso]. Bento Gonçalves: Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul; 2010. 46 f.
10. Kurek MA, Wyrwisz J, Piwińska M, Wierzbicka A. Influence of the wheat flour extraction degree in the quality of bread made with high proportions of β-glucan. Food Sci Technol [Internet]. 2015 [acesso em 2024 Ago 01];35(2):273-8. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1678-457X.6537
11. Rosell CM, Wang J, Barber CB. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. Food Chem. 2002;79(2):221-6. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00135-8
12. Fonseca RS, Del Santo VR, Souza GB, Pereira CA. Elaboração de barra de cereais com casca de abacaxi. Arch Latinoam Nutr [Internet]. 2011 [acesso em 2024 Ago 01];61(2):216-23. Disponível em: https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222011000200014&script=sci_abstract. PMid:22308949.
13. Hartmann GL, Marconato AM, Romeiro MM, Amaral LA, Santos EF, Novello D. Adição de farinha de casca de abóbora afeta características físico-químicas e sensoriais de hambúrguer bovino. Int J Res Granthaalayah [Internet]. 2020 [acesso em 2024 Ago 01];8(2):254-63. Disponível em: https://www.granthaalayahpublication.org/journals/granthaalayah/article/view/31_IJRG20_B02_3131.
14. Araújo DGD, Araújo MAG, Melo CUD, Silva W. Aceitabilidade de doces em clara e cremoso, elaborados com casca de abóbora (*Curcubita Moschata)*. *Hig. Alimente*. [Internet]. 2009. [Acesso em 2024 Ago 01]; 56-58; Disponível em: https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/higiene-alimentar/23-(2009)-178-179/aceitabilidade-de-doces-em-clara-e-cremoso-elaborados-com-casca-de-abo/
15. Silva F, Silva VSN, Ferrari RA, Souza AS, Pacheco MTB. Produção de isolado protéico de semente de abóbora (Cucurbita spp) desengordurada: avaliação nutricional e tecnológica. In: Anais do 6º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica (CIIC); 2012; Jaguariúna, SP.
16. Ramoni E, Balbi M, Faria F, Lutz B, Morais G. Determination of nutritional chemistry of pumpkin seeds (*Cucurbita spp, cucurbitaceae)* commercially salted in Curitiba PR, Brazil. Visão Acadêmica. [Internet]. 2014 [Acesso em 2024 Ago 01]; Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/275334657_determinacao_quimica_e_nutricional_de_sementes_de_abobora_cucurbita_spp_cucurbitaceae_comercializadas_salgadas_na_cidade_de_curitiba_pr_brasil_determination_of_nutritional_chemistry_of_pumpkin_seeds_c
17. Santangelo SB. Utilização da farinha de semente de abóbora (Cucurbita maxima L.) em panetone [Internet]. 2006. [Acesso em 2024 Ago 01]; Disponível em: https://tede.ufrrj.br/bitstream/tede/373/1/2006%20%20Sabrina%20Barreiros%20Santangelo.pdf
18. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4ª ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008. 1020 p.
19. Detmann E, Souza MA de, Valadares Filho SC de, Queiroz C de, Berchielli TT, Saliba E de O S, Cabral L da S, Pina D dos S, Ladeira MM, Azevedo JAG. Métodos para análise de alimentos. 1ª ed. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal; 2012. 214 p. ISBN: 9788581790206.

20. Minitab. Minitab 17 Statistical Software. [Computer software]. State College, PA:Minitab, Inc. 2017. [Acesso em 2024 26 Jul].2024. Disponível em: http://www.minitab.com.
21. Vieira TS, Freitas FV, Silva LAA, Barbosa WM, Silva EMM. Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoitos sem glúten. Braz J Food Technol [Internet]. 2015 [acesso em 2024 Ago 24];8(1):1-7. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1981-6723.1815.
22. Damodaran S, Parkin KL. Química de Alimentos de Fennema. (5ª edição). Porto Alegre: Artmed; 2019.
23. Aquino VC. Estudo da estrutura de massas de pães elaboradas a partir de diferentes processos fermentativos [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas; 2012 [citado 2024-08-17]. doi:10.11606/D.9.2012.tde-10092012-142302.
24. Matuda TG. Estudo do congelamento da massa de pão: determinação experimental das propriedades termofísicas e desempenho de panificação [tese de doutorado]. São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo; 2008. 153 p.
25. Tomicki L, Rigo AA, Durigon A, Gutkoski LC, Zeni J, Valduga E, et al. Elaboração e avaliação da qualidade de macarrão isento de glúten. Cienc Rural [Internet]. 2015 [acesso em 2024 Ago 06];45(10):1834-41. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140977.
26. Porto YD, Trombete FM, Silva BR da, Sá D de GCF de, Castro IM de, Direito GM, Ascheri JLR, Silva OF. A ozonização de grits de milho (Zea mays L.) em altas concentrações promove alteração na cor e no aroma do produto. RSD [Internet]. 2022. [Acesso em 2024 Ago 24]. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/28462
27. Masaro Carvalho KC, Correa Aguiar T, Santanna Natel A, Manke Nachtigall A. Produção e caracterização de farinha de casca e semente de abóbora. Driuft [Internet]. 2023. [Acesso em 2024 Ago 11]. Disponível em: https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/16147
28. Franco BDG, Landgraf M. Microbiologia dos alimentos. São Paulo: Atheneu; 2005.
29. Plessas S, Alexopoulos A, Mantzourani I, Koutinas A, Voidarou C, Stavropoulou E, Bezirtzoglou E. Application of novel starter cultures for sourdough bread production. Anaerobe. 2011;17(6):486-9.
30. Jorge JKS, Schmiele M, Verde KV, Gonçalves BNA, Cardoso GP, Andrade MPD. Caracterização de hambúrguer de frango preparado com farinha de pequi. RSD [Internet]. 2022. [Acesso em 2024 Ago 11]. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/26778
31. Endres CM, Fonseca C da, Delalibera ET, Bée EL, Bergamaschi J, Luz T da. The production of sauce from minimally processed cabotiá (Cucurbita moschata) pumpkin by-product. Rev E-TECH. 2022;15(2). Available from: https://doi.org/10.18624/etech.v15i2.1211
32. Huerta KDM. Utilização de farinha de chia (Salvia hispânica) na elaboração de pão sem glúten sem adição de goma e gordura [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2015. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5778/HUERTA%2c%20KATIRA%20DA%20MOTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

33. Alves ASI, *et al.* Pães elaborados com polpa e farinhas de sementes de abóbora kabutiá (*cucurbita maxima x cucurbita moschata).* Revista SPCNA. [Internet]. 2012. [Acesso em 2024 Ago 17]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/284031202_paes_elaborados_com_polpa_e_farinhas_de_sementes_de_abobora_kabutia_cucurbita_maxima_x_cucurbita_moschata
34. Silva MT, Tavares DP, Sosilvauza Junior VR, Santos VR dos, Souza A dos S. Produção e caracterização de pães elaborados com adição de farinha da semente de abóbora em uma unidade de alimentação e nutrição de Vitória de Santo Antão-PE. Res Soc Dev [Internet]. 2022. [Acesso em 2024 Ago 17]. Disponível em: https://scholar.archive.org/work/44l66cyn55c2tgws425zivwt6a
35. Macedo M, Lessa VL, Cassimiro DMJ, Queiroz VAV, Gonçalves AC A, e Pires CV. Elaboração de pães formulados com sorgo. Congresso Brasileiro de ciência e tecnologia de alimentos [Internet] 2016 [acesso em 2014 Ago 01] Disponível em:https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1081783/1/Elaboracaopaes1.pdf
36. Queiroz AM, Rocha RFJ da, Garruti D dos S, Valença da Silva A de P, Araújo ÍM da S. Elaboração e caracterização de *cookies* sem glúten enriquecidos com farinha de coco: uma alternativa para celíacos. Braz J Food Technol [Internet]. 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1981-6723.9716.
37. Tinoco LP do N, Porte A, Porte LHM, Godoy RL de O, Pacheco S. Perfil de Aminoácidos de Farinha de Semente de Abóbora. J. Health Sci. [Internet]. 2015. [Acesso em 2024 Ago 11]; Disponível em: https://journalhealthscience.pgsscogna.com.br/JHealthSci/article/view/914
38. Salgado CS, Alexandre ACNP, Amaral LA, Sarmento UC, Nabeshima E H, Novello D, Santos EF. Adição de farinha de casca de guavira em pão: características físico-químicas e sensoriais. Brazilian Journal of Food Technology [Internet] 2022. [Acesso em 2024 Ago 01]; Disponível em: https://doi.org/10.1590/1981-6723.17021

**Capítulo 15**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-15**

# VIDA DE PRATELEIRA de *NUGGETS* PRODUZIDOS COM CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE CARCAÇAS DE TILÁPIA (*Oreochromis* sp.) COM MANDIOCA

**Lorena Santos de Jesus Andrade*; Rafael Gomes Abreu Bacelar; Beatriz Santos da Costa; Artur de Sousa Costa; Jordeano Araujo Souza; Juliana Pinho da Silva; Maria Christina Sanches Muratori**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: lor3andrad3@gmail.com*

**Resumo:** A produção global de animais aquáticos atingiu 185 milhões de toneladas em 2022, com a aquicultura contribuindo com 51% desse total. A tilápia (*Oreochromis* sp.) destaca-se na produção mundial e nacional, colocando o Brasil na posição de quarto maior produtor da espécie. Porém, esses dados vão de encontro com uma alta geração de resíduos, com cerca de 60 a 72% de desperdício após a filetagem, levando à busca por soluções sustentáveis para sanar o problema. Sendo assim, o estudo teve como objetivo avaliar as características físico-químicas dos *nuggets* produzidos com massa de mandioca e carne mecanicamente separada de tilápias obtidas em um estabelecimento comercial, a fim de explorar a utilização delas para a fabricação de um coproduto nutritivo e que colabore com a redução dos impactos provenientes da produção em larga escala. Os *nuggets* foram produzidos através da extração da carne do pescado aderido às carcaças, adicionado de massa de mandioca (escolhida devido ao valor nutricional e importância econômica no Brasil) e analisados por 90 dias para avaliar a estabilidade dos parâmetros físico-químicos (atividade de água, pH, umidade e acidez). Embora o pH tenha aumentado ao longo do tempo, indicativo de possível degradação proteica, os outros parâmetros permaneceram estáveis, sugerindo que a conservação sob baixas temperaturas foi eficaz. Assim, considera-se que a combinação de carne mecanicamente separada de tilápia e mandioca oferece um produto com boas características físico-químicas e com um bom potencial comercial, enquanto ajuda no reaproveitamento de resíduos.

**Palavras-chave:** físico-química; pescado; resíduos; sustentabilidade

## INTRODUÇÃO

A produção de animais aquáticos cresce a cada ano no cenário mundial. Em 2022, foram produzidas 185 milhões de toneladas, com destaque para o crescimento de 4,0% quando comparado com 2020. Estima-se ainda, que a aquicultura seja responsável pela produção de 94 milhões de toneladas de animais aquáticos, o que representa 51% do total produzido (1).

Dentro desse contexto, se destaca o crescente interesse da população mundial pelo consumo de peixes (2) e consequente aumento do cultivo de tilápia (*Oreochromis* sp.). Esta produção global aumentou 3,0% em 2023 em comparação a 2022, atingindo 6,65 a 6,7 milhões de toneladas de tilápia, com projeção para atingir 6,80 milhões em 2024 (3).

Nativa de diversos países africanos, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foi introduzida no Brasil na década de 1970 (4) e se destaca das demais espécies devido ao

crescimento acelerado, capacidade de atingir um tamanho maior antes da primeira reprodução e alta prolificidade, com elevada produção de alevinos (5). Enfatizando-se ainda, a adaptação da espécie às condições climáticas brasileiras (propícias ao crescimento) e a competência e profissionalismo dos produtores (3).

Devido a esse desempenho, o Brasil ocupa a posição de quarto maior produtor mundial de tilápia, com o notório crescimento do interesse do produto pela população. Isso porque, o consumo no país era de 1.47 kg/habitante/ano em 2014, enquanto em 2023 aumentou para 2.84 kg/habitante/ano, o que demonstra uma expectativa de elevação da posição do país no *ranking* (3). Além dessas características de cultivo, a tilápia também possui uma excelente composição nutricional, com alta quantidade de minerais (P, K, Ca, Mg, Na), baixo teor de colesterol, vitaminas lipossolúveis do complexo B e ômega 3 (6).

Ressalta-se ainda, que o principal produto oriundo da tilapicultura são os filés (4,7), onde o sabor suave, a coloração branca, a textura firme da carne e o fato de não possuir espinhos em forma de "y" (facilita o processo de filetagem) atraem o interesse do consumidor (4), características estas que elevam o potencial de comercialização dos filés deste pescado (8).

Todavia, acompanhando o crescente interesse da população e o crescimento da produção de tilápia para atender a essa demanda, observa-se a evidente geração de resíduos que acompanham esse crescimento. Segundo Moraes et al. (9), o peixe apresenta 8,0 a 16,0% de resíduos quando eviscerado, 60,0 a 72,0 % após o processo de filetagem e cerca de 64,0% quando se trata da tilapicultura. Tais dados, trazem um alerta para o cenário de poluição e necessidade do emprego de práticas sustentáveis.

Por definição, o resíduo se refere ao material que não consegue ser aproveitado durante o processamento ou consumo por conta de limitações tecnológicas, ou até mesmo mercadológicas, o qual não possui valor agregado de mercado, reafirmando a necessidade de busca de alternativas para seu uso, minimizando os danos ao meio ambiente (10). Com isso, as indústrias têm buscado uma nova destinação para esses materiais que seriam descartados (11), utilizando-os como matéria-prima para coprodutos, como aperitivos, bolinhos, gelatina, óleo e empanados (4).

Nesse contexto, ressalta-se que uma das formas de reaproveitamento desses resíduos é a produção de carne mecanicamente separada (CMS) a partir das carcaças (8). Esta é definida como a polpa da carne do pescado, obtida em máquina desossadora ou despolpadeira, com a remoção da pele, escamas e espinhas, podendo ser utilizada posteriormente para a elaboração do surimi e outros derivados, com formulações variadas de ingredientes (12).

Aliado ao interesse em buscar uma alternativa para o reaproveitamento de carcaças, a preocupação com a elaboração de um produto nutritivo também foi considerada para o desenvolvimento deste trabalho. Neste contexto, destaca-se que a pandemia de Covid-19 intensificou a preocupação do consumidor com a saúde e com a busca de produtos mais saudáveis e nutritivos para o fortalecimento do corpo, cenário em que o pescado se destaca como uma proteína animal de alto valor nutricional (13).

Impulsionado pelo interesse da população, o setor de alimentos também busca cada vez mais a elaboração de produtos com qualidade nutricional e com redução nos custos com a matéria prima. Sendo assim, buscou-se no presente estudo agregar aos *nuggets* de CMS de tilápia um produto que atendesse a esses critérios, sendo alvo de escolha a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).

Esta possui grande destaque por estar entre os alimentos imprescindíveis na promoção da segurança alimentar da população brasileira (14), sendo ainda um produto de destaque para o cenário do agronegócio mundial, uma vez que promove geração de

renda e oportunidades de emprego em diferentes países (15). Seu cultivo está entre os que mais promovem eficiência nutricional, uma vez que possuem ótimas qualidades nutritivas, as quais se relacionam com a excelente conversão de energia solar em carboidratos por área plantada (16).

No Brasil, o cultivo da mandioca se destaca na agricultura familiar, caracterizando-se como um alimento versátil, sendo consumida *in natura* de diferentes formas (cozida, frita, assada) e processada, nas apresentações de farinha e fécula, por exemplo (15). Podendo ainda ser submetida a congelamento e secagem, a fim de evitar perdas após a colheita, já que possui taxa de umidade que ultrapassa 60% e uma rápida deterioração microbiana e fisiológica (14).

Diante do exposto, buscou-se neste estudo unir o valor nutricional da mandioca com a carne mecanicamente separada proveniente do reaproveitamento das carcaças de tilápia, através da elaboração dos *nuggets*. Produtos estes que são considerados como um tipo de empanado, que se refere a um produto cárneo industrializado, com a adição de ingredientes, moldado ou não e revestido por uma cobertura que o caracterize, podendo se tratar de um produto frito ou semi frito, cozido ou semi cozido ou cru (17). Sendo um produto atrativo para o consumidor, devido a sua praticidade e durabilidade (18).

Devido a sua composição, o *nugget* é considerado um produto de origem animal, o qual frequentemente possui uma maior perecibilidade, o que pode propiciar o crescimento de microrganismos e ação de diversas enzimas. Alguns fatores são responsáveis por essa deterioração, tais como os fatores extrínsecos (umidade, temperatura, oxigênio) e fatores intrínsecos (potencial hidrogeniônico, atividade de água e potencial de oxirredução), que se referem a características do alimento (19).

Tais elementos podem ser controlados (a fim de retardar a deterioração) e acompanhados, através de análises durante o teste de vida de prateleira de um produto. Portanto, a vida útil se refere ao intervalo de tempo em que o produto alimentício consegue garantir a qualidade sensorial e nutricional e segurança para os consumidores, em condições ideais de umidade, luminosidade e temperatura (20).

De maneira geral, o teste de vida de prateleira se baseia na realização de testes ao longo do período de validade estimado para o produto, através da avaliação das características nutricionais, sensoriais, microbiológicas, físicas e químicas (21). Sendo assim, o presente trabalho possui como objetivo realizar a caracterização físico-química ao longo do teste de vida de prateleira, durante 90 dias, dos *nuggets* produzidos com a carne mecanicamente separada de carcaças de tilápia (*Oreochromis* sp.), que seriam destinadas ao descarte, com a adição de massa de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Coleta das carcaças de tilápia

A primeira etapa para a elaboração dos *nuggets* foi a obtenção das carcaças de tilápia (*Oreochromis* sp.), a qual foi realizada no Mercado Público Municipal em Teresina, Piauí, Brasil (05°05′21″S; 42°48′05″W), um importante ponto comercial de vendas e distribuição de pescado para a região. Foram coletadas 10 carcaças logo após o processo de filetagem realizado pelos comerciantes do local e imediatamente armazenadas em caixa isotérmica com gelo reciclável para transporte até o Setor de Tecnologia de Pescado pertencente ao Núcleo de Estudos e Pesquisas e Processamento em Alimentos (NUEPPA), no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

No referido setor realizou-se a etapa de remoção de possíveis vísceras que ainda pudessem estar aderidas à carcaça, lavagem em água corrente e em seguida, imersão em água hiperclorada à 5,0 ppm de cloro residual livre durante 10 minutos, a fim de reduzir o teor de contaminação resultante da manipulação durante a filetagem.

**Obtenção da carne mecanicamente separada**

Após a etapa de higienização, as carcaças foram direcionadas para a despolpadora de peixe (Modelo SPx100), previamente higienizada, para obtenção da CMS. Para isso, as carcaças foram submetidas a um processo de compressão por um cilindro vazado, que permite a passagem da carne extraída da carcaça para um compartimento central, onde foi coletada e acondicionada em um recipiente circundado com gelo, com objetivo de conservar e manter a qualidade do produto.

**Elaboração dos *nuggets***

A partir da CMS produzida foram preparadas três formulações de *nuggets*, com acréscimo da massa de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), a qual foi cozida e amassada manualmente. Na primeira formulação (F1) não houve adição da massa de mandioca obtida, na formulação 2 (F2) adicionou-se 21,5% e na formulação 3 (F3) dobrou-se a quantidade da massa utilizada na formulação 2, apresentando 43% da massa. Além desses ingredientes, foram adicionados outros componentes para o realce do sabor e composição da textura do produto, como a farinha de mandioca, farinha de rosca, cebola, ovo, alho e sal. Tais ingredientes e formulações podem ser observados na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Descrição em porcentagem dos ingredientes utilizados nas três formulações (F1, F2 e F3) de *nuggets* de CMS de tilápia (*Oreochromis* sp.), com diferentes proporções de incorporação da massa de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)

| **Ingredientes** | **Formulações (%)** | | |
|---|---|---|---|
| | F1 | F2 | F3 |
| **CMS de tilápia** | 86,0 | 64,5 | 43,0 |
| **Massa de mandioca** | 0,0 | 21,5 | 43,0 |
| **Farinha de mandioca** | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| **Farinha de rosca** | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| **Cebola** | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| **Ovo** | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| **Alho** | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| **Sal** | 1,0 | 1,0 | 1,0 |

Fonte: Adaptado de Bacelar et al. (22).

Após a homogeneização de todos os ingredientes, os *nuggets* foram moldados em formato característico e empanados através de três etapas: enfarinhamento com a farinha de mandioca, imersão em líquido de empanamento (ovos crus batidos) e cobertura com farinha de rosca, para garantir a crocância característica do produto após a cocção. Posteriormente, foi realizada a pré-cocção em forno elétrico à 65ºC por 60 minutos até atingir cozimento parcial e em seguida, foram resfriados e empacotados em embalagens plásticas higienizadas.

**Análises físico-químicas**

Ao final do processamento dos *nuggets*, uma amostra do produto final de cada uma das formulações foi obtida e deu-se início imediato à realização das análises físico-químicas: atividade de água (Aw), potencial hidrogeniônico (pH), umidade e acidez total titulável, configurando os resultados referentes ao dia 0 na Tabela 2. Ademais, separou-se mais seis amostras de cada formulação para acondicionamento em freezer doméstico

a -18ºC, para a posterior realização dos mesmos parâmetros físico-químicos realizados no dia 0, nos dias 15, 30, 45, 60, 75 e 90 de armazenamento, prazo este estabelecido para a determinação da vida de prateleira do produto.

**Determinação da atividade de água (Aw)**

Inicialmente, a atividade de água foi determinada conforme recomendações do analisador de atividade de água portátil (Decagon Pawkit digital), transferindo-se aproximadamente 5,0 g das amostras de *nuggets* para o recipiente próprio do aparelho, onde foi realizada a leitura da amostra, com a expressão do resultado no visor após cerca cinco de minutos.

**Análise do potencial hidrogeniônico (pH)**

Para a aferição do pH foi coletado e transferido 10g de cada amostra para um frasco tipo béquer, com a adição de 100 mL de água destilada e homogeneização da mistura. Para efetuar a leitura foi introduzido nessa mistura o eletrodo do potenciômetro de bancada previamente calibrado e aguardou-se até a efetivação da leitura indicada no visor (Hanna, modelo 21 pH/mV meter) (23).

**Determinação do teor de umidade**

A determinação da umidade das amostras foi realizada pelo método gravimétrico por secagem direta em estufa a 105 ºC. As amostras foram trituradas, homogeneizadas e pesadas em balança analítica e em seguida realizou-se a adição de 2,0 g da amostra de cada uma das formulações em cápsulas de porcelana identificadas. Estas foram previamente aquecidas a 105ºC e pesadas, ressaltando que ao adicionar a amostra desejada em cada cápsula, realizou-se a tara da balança.

Posteriormente, as cápsulas com as amostras foram levadas para estufa de secagem a 105ºC por três horas. Com a finalização desse período, aguardou-se o resfriamento em um dessecador até que se atingisse a temperatura ambiente, em sequência as cápsulas foram pesadas novamente, procedimento de aquecimento e resfriamento que foi repetido até que se atingisse um peso constante (23).

**Determinação da acidez total titulável**

A acidez total titulável foi determinada com a pesagem de 3,0g da amostra em frasco tipo Erlenmeyer, com adição de 50 mL de éter-álcool e duas a quatro gotas de solução de fenolftaleína a 1,0%. Posteriormente a homogeneização, realizou-se a titulação de hidróxido de sódio até que a mistura obtida atingisse a coloração rósea (23).

**Análise estatística**

Por fim, os resultados quantitativos foram transformados em logaritmos para análise de variância e correlação e foi utilizado o teste Holm-Sidak para confrontar a existência de diferenças significativas entre as médias, com nível de significância de 5,0%. Os resultados qualitativos, por sua vez, foram analisados pelo teste Qui-quadrado, sendo a análise estatística realizada através do software SIGMASTAT 4.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização da análise estatística, os valores referentes aos parâmetros físico-químicos do produto final (atividade de água, potencial hidrogeniônico, acidez total titulável e umidade) das formulações 1, 2 e 3 (ausência, 21,5% e 43% de massa de mandioca, respectivamente) nos dias 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 de armazenamento a -18,0 °C, foram organizados na forma de tabela (Tabela 2) para uma melhor elucidação dos resultados obtidos nas diferentes formulações ao longo do período de armazenagem.

Tabela 2 - Resultados das análises físico-químicas (atividade de água, potencial hidrogeniônico, acidez total titulável e umidade) das formulações 1, 2 e 3 de *nuggets* elaborados com a carne mecanicamente

separada de tilápia (*Oreochromis* sp.), com adição de massa mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) nas proporções de 0%, 21,5% e 43%, respectivamente, nos dias de 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 de armazenagem a -18,0 °C

| **FORMULAÇÃO 1 (sem adição de massa de mandioca)** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Análise** | **Tempo (dias)** | | | | | | |
| | **0** | **15** | **30** | **45** | **60** | **75** | **90** |
| **Atividade de água** | 0,91± 0,00$^{a}$ | 0,92± 0,00$^{a}$ | 0,91± 0,01$^{a}$ | 0,91± 0,00$^{a}$ | 0,92± 0,00$^{a}$ | 0,92± 0,00$^{a}$ | 0,92± 0,00$^{a}$ |
| **pH** | 6,07± 0,00$^{c}$ | 6,09± 0,00$^{c}$ | 6,44± 0,07$^{b}$ | 6,49± 0,05$^{ab}$ | 6,60± 0,16$^{ab}$ | 6,59± 0,31$^{ab}$ | 6,74± 0,07$^{a}$ |
| **Acidez titulável (%)** | 0,16± 0,00$^{a}$ | 0,17± 0,00$^{a}$ | 0,15± 0,00$^{a}$ | 0,16± 0,01$^{a}$ | 0,15± 0,00$^{a}$ | 0,15± 0,00$^{a}$ | 0,15± 0,00$^{a}$ |
| **Umidade (%)** | 40,97± 0,03$^{a}$ | 43,55± 0,05$^{a}$ | 46,54± 0,02$^{a}$ | 47,45± 0,03$^{a}$ | 46,25± 0,01$^{a}$ | 45,13± 0,03$^{b}$ | 44,17± 0,00$^{a}$ |
| **FORMULAÇÃO 2 (21,5% de massa de mandioca)** | | | | | | | |
| **Análise** | **Tempo (dias)** | | | | | | |
| | **0** | **15** | **30** | **45** | **60** | **75** | **90** |
| **Atividade de água** | 0,92± 0,00$^{a}$ | 0,93± 0,01$^{a}$ | 0,92± 0,00$^{a}$ | 0,93± 0,00$^{a}$ | 0,92± 0,00$^{a}$ | 0,92± 0,00$^{a}$ | 0,92± 0,00$^{a}$ |
| **pH** | 6,01± 0,01$^{d}$ | 6,08± 0,02$^{c}$ | 6,15± 0,04$^{c}$ | 6,21± 0,02$^{bc}$ | 6,26± 0,12$^{bc}$ | 6,52± 0,05$^{b}$ | 6,79± 0,15$^{a}$ |
| **Acidez titulável (%)** | 0,15± 0,00$^{a}$ | 0,15± 0,00$^{a}$ | 0,15± 0,00$^{a}$ | 0,15± 0,00$^{a}$ | 0,14± 0,00$^{a}$ | 0,13± 0,01$^{a}$ | 0,13± 0,01$^{a}$ |
| **Umidade (%)** | 46,88± 0,03$^{a}$ | 54,27± 0,05$^{a}$ | 48,41± 0,02$^{a}$ | 48,84± 0,01$^{a}$ | 48,25± 0,02$^{a}$ | 47,21± 0,02$^{a}$ | 45,98± 0,05$^{a}$ |
| **FORMULAÇÃO 3 (43% de massa de mandioca)** | | | | | | | |
| **Análise** | **Tempo (dias)** | | | | | | |
| | **0** | **15** | **30** | **45** | **60** | **75** | **90** |
| **Atividade de água** | 0,92± 0,02$^{a}$ | 0,93± 0,01$^{a}$ | 0,91± 0,00$^{a}$ | 0,92± 0,00$^{a}$ | 0,92± 0,01$^{a}$ | 0,92± 0,00$^{a}$ | 0,92± 0,00$^{a}$ |
| **pH** | 6,10± 0,02$^{d}$ | 6,09± 0,04$^{c}$ | 6,16± 0,01$^{c}$ | 6,31± 0,49$^{b}$ | 6,32± 0,01$^{b}$ | 6,61± 0,46$^{ab}$ | 6,94± 0,02$^{a}$ |
| **Acidez titulável (%)** | 0,15± 0,00$^{a}$ | 0,14± 0,00$^{a}$ | 0,14± 0,00$^{a}$ | 0,13± 0,01$^{a}$ | 0,14± 0,00$^{a}$ | 0,14± 0,01$^{a}$ | 0,14± 0,00$^{a}$ |
| **Umidade (%)** | 41,64± 0,01$^{a}$ | 49,92± 0,03$^{a}$ | 51,23± 0,01$^{a}$ | 50,70± 0,03$^{a}$ | 53,48± 0,07$^{a}$ | 53,78± 0,01$^{b}$ | 52,75± 0,03$^{a}$ |

$^{a,b,c,d}$ = Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Holm-Sidak ($p<0.05$). Dados expressos em média ± desvio padrão.

Se tratando dos valores encontrados nas aferições de atividade de água, observou-se que a formulação 1 (sem adição de massa de mandioca) apresentou valores de 0,91 e 0,92 ao longo de todos os 90 dias de armazenamento. A formulação 2 (21,5% de massa de mandioca) apresentou valores de 0,92 e 0,93 e a formulação 3 (43% de massa de mandioca) apresentou valores de 0,92 de forma prevalente. Dessa forma, é possível inferir que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) dos valores de Aw entre as formulações e o tempo de armazenamento, porém os resultados obtidos se mostraram elevados.

A inibição da proliferação bacteriana se dá com valores de Aw inferiores a 0,61 (24) e a maioria das bactérias encontram condições ideais de multiplicação em torno de 0,91, as leveduras em valores de 0,88 e bolores em torno de 0,80 (25). O conhecimento desses valores de Aw é de grande valia para a determinação da vida de prateleira de um produto, pois se refere ao teor de água disponível para o crescimento de microrganismos e ocorrência de reações biológicas, químicas e físicas, fatores estes que estão relacionados com a deterioração do alimento (26).

Diante do exposto e dos valores encontrados neste estudo, foram empregadas estratégias com o intuito de garantir a qualidade físico-química e microbiológica do produto elaborado, a exemplo do emprego de boas práticas de fabricação e manutenção da cadeia do frio ao longo do processamento dos *nuggets*, com armazenamento a -18ºC.

Em relação aos valores de pH obtidos ao longo dos 90 dias de armazenamento, houve aumento progressivo em todas as formulações. A obtenção dos valores desse parâmetro é de extrema importância na avaliação do estado de conservação de pescados e derivados, porém para que se realize uma avalição mais precisa é importante a associação com a realização de análises microbiológicas e sensoriais (23).

Em suma, os valores no dia 0 e dia 90 de cada uma das formulações foi de: 6,07 para 6,74 na formulação 1, 6,01 para 6,79 na formulação 2 e 6,10 para 6,94 na formulação 3. Este aumento observado nos resultados pode ser um indicativo de degradação proteica, com produção de algumas substâncias, tais como amônia e outras aminas (27,28).

Porém, é importante destacar que o pescado naturalmente apresenta pH próximo da neutralidade, superior ao de outras carnes, sendo um dos fatores determinantes para a sua deterioração (20). Além disso, a adição de outros ingredientes a esse subproduto de pescado e a manipulação dele no ponto comercial onde foi coletado (sem refrigeração adequada) também pode ter ocasionado alterações nesse parâmetro.

Outro parâmetro analisado foi a determinação da acidez titulável, que se refere a uma ferramenta importante na avaliação do estado de conservação dos alimentos. Quando se trata
do processo de decomposição muscular do pescado, salienta-se que este pode ocorrer através de uma ação fermentativa, hidrolítica ou oxidativa, o que provoca alterações na concentração dos íons de hidrogênio ($H^+$) (23,27), ressaltando então a necessidade da sua avaliação num produto elaborado com essa matéria prima.

Diante dos resultados encontrados foi possível observar que a formulação 1 apresentou valores de 0,15 de acidez na maior parte do tempo de armazenamento, mantendo esse valor nas análises dos dias 60,75 e 90. Na formulação 2 também houve predominância desse valor, porém com alteração para 0,13 no dia 90. Na formulação 3, o valor de acidez de 0,14 prevaleceu ao longo dos dias, se mantendo constante nas três últimas análises.

Dessa forma, nota-se que os resultados se mantiveram em baixos níveis ao longo das etapas de armazenamento. Tais condições não são favoráveis à proliferação de microrganismos e enzimas digestivas (28), o que demonstra que as condições de armazenamento foram propícias para a redução da carga microbiana.

A determinação da umidade também é outro parâmetro de relevância na avaliação da qualidade do produto alimentício, isso porque se refere ao percentual em peso da totalidade de água que está presente nele, seja ela na sua forma livre ou isolada. Sendo assim, é uma análise quantitativa, enquanto a atividade de água já mencionada, se trata de uma medida qualitativa, pois representa a água biodisponível para desencadear diferentes tipos de reações (29).

A formulação 1 apresentou, de modo geral, menores taxas de umidade, variando de 40,97 no dia 0 e 44,17 no dia 90. A formulação 2 apresentou valores superiores, com valor inicial de 46,88 e final de 45,98, enquanto que formulação 3 apresentou na maior parte dos dias de armazenamento as umidades mais elevadas dentre todas as formulações, iniciando com 41,64 e apresentando valor de 52,75 na a última análise.

As variações de umidade encontradas podem estar correlacionadas ao fato de que o pescado já possui elevadas taxas de umidade (30). Segundo Fogaça et al. (31), a CMS da tilápia contém cerca de 73,87% de umidade, enquanto a mandioca cozida apresenta 68,7% (32), o que corrobora com os valores encontrados, já que a formulação que apresenta maior quantidade de massa de mandioca (formulação 3), também apresentou maiores valores de umidade.

Diante dos resultados encontrados, é possível destacar que a estabilidade observada na maioria dos parâmetros físico-químicos analisados ao longo do período de armazenamento está relacionada com as boas práticas de fabricação empregadas e com a preocupação com a manutenção de baixas temperaturas ao longo das etapas de processamento. Destacando que a elevação dos valores do pH apontam a necessidade de mais estudos, até que se alcance uma estabilidade completamente satisfatória.

## CONCLUSÕES

A utilização da carne mecanicamente separada proveniente dos resíduos de filetagem de tilápia (*Oreochromis* sp.) que seriam descartados, para a elaboração de *nuggets* com adição de massa de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) apresentou resultados potencialmente satisfatórios nas análises físico-químicas durante estocagem em refrigeração por 90 dias, visto que as formulações demonstraram um grau de estabilidade razoável nos resultados encontrados, a exceção do pH. Por fim, ressalta-se que tal processamento da CMS se configura como uma oportunidade de redução dos resíduos de tilápia, com a fabricação de um produto de interesse comercial.

## REFERÊNCIAS

1. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. La transformación azul en acción. Roma; 2024.
2. Bonfa D Neto. O estado mundial da pesca e aquicultura em 2020. Revista de Geografia e etnociências. 2020; 2: 111-114.
3. Associação Brasileira de Psicultura. Anuário 2024: Peixe BR da Piscicultura. São Paulo; 2024.
4. Schulter EP, Filho JE. Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. Texto para Discussão. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; 2017.
5. Silva GF, Maciel LM, Dalmass MV, Gonçalves MT. Tilápia-do-Nilo: Criação e cultivo em viveiros no estado do Paraná Estado do Paraná. Curitiba: GIA; 2015.
6. Mantovani Dl, Corazza ML, Costa SC, Cardozo L Filho. Avaliação dos parâmetros de qualidade da tilápia *Oreochromis niloticus* e desenvolvimento de um produto nutricional. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente. 2012; 5: 443-452.
7. Alda PC, Coradini MF, Chambo AP, Correa SS, Mikcha JM, Goes ES et al. Physicochemical and sensory evaluation of mortadella based on Nile tilapia filleting residues. Ciência Rural. 2021; 51.

8. Costa DP. Desenvolvimento de hambúrguer com carne mecanicamente separada de carcaça e de refile de tilápia: caracterização microbiológica, físico-química e sensorial [dissertação]. São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista; 2017.
9. Moraes PS, Engelmann JI, Igansi AV, Cadaval TR, Pinto LA. Nile tilapia industrialization waste: Evaluation of the yield, quality and cost of the biodiesel production process. Journal of Cleaner Production, 2021; 287.
10. Rebouças MC, Rodrigues MC, Castro RJ, Vieira JM. Caracterização do concentrado protéico de peixe obtido a partir dos resíduos da filetagem de tilápia do Nilo. Semina: Ciências Agrárias. 2012; 33:697-704.
11. Anjos ES. Desenvolvimento e aceitação de hambúrguer com resíduos da filetagem do tambaqui (*Colossoma macropomum*) e farinha do bagaço de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) [dissertação]. Palmas: Universidade Federal do Tocantins; 2019.
12. Embrapa Pesca e Aquicultura. Piscicultura de água doce: Multiplicando conhecimentos [Internet]. Brasília: Embrapa; 2013 [acesso 10 agosto 2024]. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1082280/1/Piscicultura-de-Agua-Doce-2013.pdf
13. Ximenes L F. Produção de pescado no Brasil e no Nordeste brasileiro. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil; 2021 [acesso 10 agosto 2024]. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/649
14. Neves EC, Nascimento GC, Ferreira AR, Neves DA, Fukushima AR, Leoni LA et al. Classificações e características nutricionais e tecnológicas de farinhas de mandioca comercializadas em Belém, Pará, Brasil. Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos. 2020; 23: 1-11.
15. Santos AS, Santos RE, Santana GL, Jesus MS, Costa IM, Brandão TM et al. Utilização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na elaboração de sorvetes. Brazilian Journal of Development. 2021; 7:29503-29522.
16. Ribeiro JM. O Sistema Produtivo da Mandioca e seu Aproveitamento Industrial no Estado da Bahia: mandioca: a raiz necessária ao consumo. Salvador: Editora Dialética; 2021.
17. Brasil. Instrução Normativa n° 6, de 15 de fevereiro de 2001. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Paleta Cozida, de Produtos Cárneos Salgados, de Empanados, de Presunto tipo Serrano e de Prato Elaborado Pronto ou Semipronto Contendo Produtos de Origem Animal. Ministério da Agricultura e Abastecimento.
18. Araújo SS, Rüegg, RA, Carvalho RA, Damasceno KS. Desenvolvimento de uma formulação de nuggets utilizando o surimi de peixe voador (*Hirundicthys affinis*) e avaliação do seu rendimento. Anais do Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos. 2013.
19. Andrade AA. Tecnologia dos alimentos. Rio de Janeiro: SESES; 2018.
20. Soares KM, Gonçalves AA. Qualidade e segurança do pescado. Revista do Instituto Adolfo Lutz. 2012; 71(1):1-10.
21. Pinto JV. Elaboração de manual prático para determinação de vida-de-prateleira de produtos alimentícios [Trabalho de conclusão de curso]. Porto Alegre: UFRGS; 2015.
22. Bacelar RG, Sousa, MC, Filho, JH, Moura NO, Muratori MC. Nuggets prepared using mechanically separated meat (MSM) obtained from tilapia carcasses and cassava dough. 2020; 47:1-8.
23. Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos [Internet]. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008 [acesso em 2024 ago 9]. Disponível em: http://repositorio.asces.edu.br/bitstream/123456789/2001/1/M%c3%a9todos%20F%c3%adsico-Qu%c3%admicos%20para%20An%c3%a1lise%20de%20Alimentos%20-%204%c2%aa%20Edi%c3%a7%c3%a3o.pdf

24. Tapia MS, Alzamora SM, Chirife J. Effects of Water Activity (aw) on Microbial Stability as a Hurdle in Food Preservation. Water Activity in Foods. 2020; 2: 323–355.
25. Maia GP, Belisário CM, Carvalho VD, Cavalcante MD. Caracterização físico-química de rapadura adicionada de amêndoa de baru comercializada na região de Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil. Goiânia: 2020. Social Development, 9(9). Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6464.
26. Feitosa BE, Cunha FT, Felix JP, Aguiar FS, Fonseca Júnior EM, Correa ML, Otani FS. Umidade, Cinzas e Atividade de Água em Avium comercializado em Santarém, Pará. Revista Agroecossistemas. 2018; 10(1):115-130.
27. Rocha CA, Da Silva RS, De Araújo MV, Santos JD. Funções químicas na tecnologia do pescado. Cap. 5. Científica; 2021.
28. Lima LK, Kirschnik PG. Composição, alterações pós-morte e métodos de conservação do pescado [Internet]. Brasília: Embrapa; 2013. [acesso em 2024 ago 10]. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1083562/1/cap.12.pdf
29. Scott WJ. Water relation of food spoilage microorganisms. Advanced Food Research [Internet]. Austrália: Advances in Food Research; 1957 [acesso em 2024 ago 11]. Disponível em: https://doi.org/10.1016/S0065-2628(08)60247-5
30. Verruck S. Avanços em ciência e tecnologia de alimentos. Cap. 4. Científica; 2021.
31. Fogaça FH, Otani FS, Portella CG, Santos-Filho LG, Sant'ana LS. 2015. Caracterização de surimi obtido a partir da carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo e elaboração de fishburger. 2015; 36:765-776.
32. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO. Campinas; 2011.

**Capítulo 16**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-16**

# INFLUÊNCIA DE REVESTIMENTOS NATURAIS À BASE DE CARBOXIMETILCELULOSE DE SÓDIO NA VIDA ÚTIL DE OVOS

**Nathaly Calister MORETTO*; Vinicius Nelson Barboza de SOUZA; Suelen Riquelme CORREA; Laura Aparecida Medeiros FRATARI; Caio Cesar dos OUROS; Rodrigo Garófallo GARCIA; Silvia Maria MARTELLI**

**Nathaly Calister Moretto – Email: morettonah@outlook.com*

**Resumo:** O ovo de galinha é um alimento amplamente apreciado e consumido, cuja qualidade é influenciada por diversos fatores intrínsecos e extrínsecos. Longos períodos de armazenamento acabam afetam negativamente a qualidade interna dos ovos, resultando em alterações na gema, como mudanças na textura, coloração e opacidade, e no albúmen, como densidade, viscosidade e altura. Considerando isto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a aplicação de coberturas comestíveis à base de carboximetilcelulose de sódio (CMC), com a incorporação de uma emulsão contendo óleo essencial de *Menta arvensis L.*, visando preservar a qualidade dos ovos para prolongar sua vida útil. Os ovos foram distribuídos em três grupos: grupo controle (CT), CMC 0,5% e CMC 0,5% + OE. Foram armazenados durante 42 dias em temperatura ambiente (25˚C) e submetidos semanalmente a avaliações dos parâmetros de qualidade, incluindo perda de peso, unidade de Haugh (UH) e pH. Os resultados demonstraram que os ovos revestidos com CMC e CMC 0,5% + OE foram mais eficazes na manutenção da qualidade durante o período de armazenamento, com o tratamento CMC 0,5% + OE apresentando resultados mais promissores. Portanto, a aplicação de CMC e OE revela-se um método potencialmente eficaz para prolongar a vida útil de prateleira dos ovos, sem comprometer a qualidade interna do produto.

**Palavras–chave:** biopolímeros; carboximetilcelulose; ovo de galinha;

## INTRODUÇÃO

O ovo de galinha é frequentemente considerado um alimento nutricionalmente completo, equilibrado e rico em proteínas, gorduras insaturadas, vitaminas, minerais, antioxidantes e ácidos graxos. Além de ser uma opção alimentar de baixo custo, apresenta-se como uma alternativa viável para a população de baixa renda (1). No entanto, a qualidade das aves de um determinado dia pode influenciar significativamente o rendimento e, consequentemente, os custos associados à criação de frangos de corte, os quais estão diretamente ligados à qualidade dos ovos incubáveis produzidos nas granjas de matrizes de corte (2).

Os ovos destinados à comercialização "*in natura*", além de perecíveis, são geralmente conservados em temperatura ambiente durante o armazenamento. Ao longo desse período, os ovos começam a sofrer alterações em suas propriedades químicas e funcionais, resultando em prejuízos econômicos significativos para a indústria de ovos (3). O tempo de armazenamento e a temperatura são critérios extremamente importantes, que precisam ser gerenciados com rigor, pois podem influenciar negativamente a qualidade dos ovos, causando alterações em propriedades como altura do albúmen, Unidade Haugh (HU), cor da gema, pH da gema e do albúmen, e resistência da membrana vitelina, entre outros (4).

A comercialização de ovos é influenciada por múltiplos fatores, dentre os quais se destaca o seu curto prazo de validade, o que gera desafios significativos na logística. À vista disso, as indústrias devem adotar novas tecnologias que visem preservar a qualidade interna dos ovos, garantindo assim sua integridade e segurança para o consumo (5). Por essa razão, a utilização de revestimentos biodegradáveis revela-se uma alternativa eficaz para mitigar este problema. Esses revestimentos atuam diretamente na superfície da casca dos ovos e auxiliam no controle das trocas gasosas, as quais são responsáveis por variações no pH, nas proteínas e nas propriedades nutricionais dos ovos (6).

A cobertura comestível é definida como uma camada de revestimento, elaborada a partir de materiais químicos ou biológicos, que é aplicada como uma única membrana fina ou em camadas sobrepostas (layer by layer) na superfície do alimento. Seu propósito é impedir trocas gasosas, bem como perdas ou ganhos de compostos voláteis e aromáticos, retardando, dessa forma, o processo de envelhecimento do produto (7).

Atualmente, existe uma ampla diversidade de compostos disponíveis para a formulação de revestimentos ou filmes comestíveis. A seleção desses compostos depende principalmente da aplicação desejada, visto que o sucesso do revestimento exige propriedades específicas dos materiais utilizados, tais como solubilidade, densidade, viscosidade e tensão superficial (8, 9). Dessa maneira, os revestimentos comestíveis são, em suma, materiais poliméricos e biodegradáveis aplicados diretamente na superfície de interesse, cujas propriedades são determinadas pela composição da solução filmogênica precursora. A matriz polimérica, um componente essencial dessa solução, é o principal

responsável pela estrutura do filme e pode ser classificada em três tipos: polissacarídica, proteica e lipídica (10).

Um bioolímero aniônico derivado da celulose, a carboximetilcelulose (CMC) é comumente encontrado na forma de sal de sódio, podendo ser produzida em condições atmosféricas normais (11). Ela é amplamente empregada em diversas indústrias, incluindo a farmacêutica, alimentícia, agrícola, construção civil, produção de tintas, detergentes, adesivos e cosméticos,devido às suas propriedades físico-químicas, sendo utilizada como agente espessante, estabilizante de fluidos, emulsificante, engomante, agente adesivo, de suspensão e tixotrópico (12).

A característica deste polímero em formar filmes maleáveis e transparentes, que podem ser ajustados para controlar a permeabilidade ao vapor de água e gases, além de sua biodegradabilidade, permitem sua aplicação como um ótimo revestimento comestível em alimentos (13, 14)

Os óleos essenciais (OE) apresentam propriedades hidrofóbicas e contêm substâncias antioxidantes e antimicrobianas, as quais têm o potencial de aprimorar as propriedades das matrizes poliméricas (15). Nesse sentido, o óleo essencial de hortelã *Menta arvensis L*. atua como uma fonte natural de propriedades anti-aflatoxigênicas e antioxidantes, contribuindo para a preservação de alimentos armazenados (16).

Esta pesquisa desenvolveu coberturas comestíveis à base de carboximetilcelulose de sódio (CMC), com a incorporação de uma emulsão contendo óleo essencial de *Menta arvensis L.*. O objetivo principal foi investigar a capacidade dessas coberturas de prolongar a vida útil dos ovos sob refrigeração ao longo de 42 dias de armazenamento em temperatura controlada de 20ºC. Para isso, foram realizadas análises físicas (perda de massa, pH e unidade de Haugh), além de análises estatísticas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material

Para a realização do experimento, os ovos de galinha foram doados pelo curso de Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados – MS (UFGD). Foram selecionados apenas os ovos que estavam em perfeito estado. Para a elaboração das coberturas, foram utilizadas carboximetilcelulose (CMC) de sódio (CAS: 9000-11-17) e óleo essencial *Menta arvensis L.* (CAS: 68917-18-0) da marca Ferquimica.

## Elaboração das coberturas

Os revestimentos a base de carboximetilcelulose foram obtidos a partir da solubilização do polímero com concentrações finais de 0,5% (m/v) em água destilada à 40°C, sendo homogeneizados com agitador mecânico (IKA, HS7) a 500 rpm durante 60 minutos, utilizando como plastificante o sorbitol (20% m/m polímero). Foram elaboradas coberturas com e sem adição do óleo essencial. Para melhor incorporação do óleo essencial na matriz polimérica foi elaborada uma emulsão concentrada com o óleo de *Menta arvensis* L. em água destilada e emulsificada com um dispersor ultra-turrax (T25 IKA) a 10.000 rpm por 10 minutos, sendo então adicionada ao tratamento pré-estabelecido até a concentração final de óleo de 0,4% (v/v). As composições de cada tratamento estão descritas na Tabela 1, assim como seus códigos.

Tabela 1- Detalhamento dos componentes e respectivos códigos dos tratamentos aplicados em coberturas comestíveis incorporadas com óleos essenciais.

| **Tratamentos** | **Composição** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Código** | **CMC (g/100mL)** | **Emulsão (g/100mL)** | **Sorbitol (g/100g)** | **Tween 80 (g/100g)** |
| **CT** | - | - | - | - |
| **CMC 0,5%** | 0,5 | - | 0,1 | - |
| **CMC 0,5% + E** | 0,5 | 0,4 | 0,1 | 0,2 |

Os revestimentos foram aplicados pelo método de pincelagem, após a aplicação os ovos foram deixados para secar em temperatura ambiente (25°C). Posteriormente, os ovos foram armazenados em ambiente com temperatura controlada a 20°C, visando simular as condições típicas de armazenamento encontradas em supermercados. O detalhamento do processo de elaboração e aplicação das diferentes coberturas está apresentado na Figura 3.

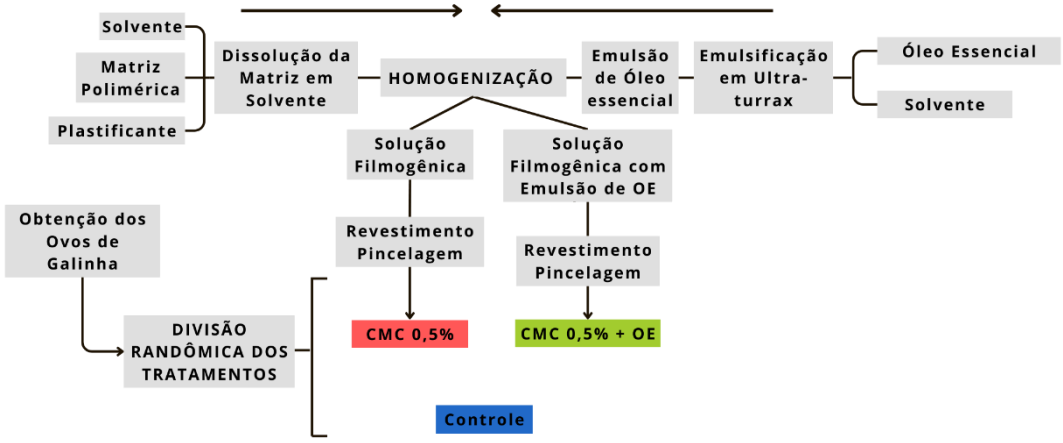



Fig. 3 Metodologia do preparo e da aplicação das coberturas comestíveis nos ovos de galinha.

## Perda de massa

A perda de peso foi determinada a partir da pesagem dos ovos em uma balança analítica (Analyser-Mark500) utilizando cinco ovos para cada tratamento por dia de análise. Os resultados foram expressos em porcentagem, relativo ao peso inicial das amostras, conforme descrito (17) utilizando a Equação 1:

$$\% = \frac{P_i - P_f}{P_i} \, x \, 100 \qquad \textbf{Eq. 1}$$

Onde: Pi = Peso inicial do ovo, em g; Pf = Peso final do ovo, em g;

## Unidade Haugh (UH)

A qualidade interna do ovo foi medida pela unidade "Haugh", utilizando três ovos de cada tratamento para cada dia de análise, e determinado por meio da Equação 2:

$$UH = 100 * \log(H + 7{,}57 - 1{,}7 * W^{0{,}37}) \qquad \textbf{Eq. 2}$$

em que: H = altura da clara espessa (milímetros); G = constante gravitacional de valor 32; W = peso do ovo (gramas) (18, 19).

## Potencial hidrogeniônico (pH) do Albúmen (pH A) e Gema (pH G)

O albúmen e a gema foram separados manualmente e colocados em recipientes individuais e as medidas de pH foram realizadas com um medidor de pH digital (Testo 205), em triplicata para cada tratamento.

## Análises Estatísticas

O programa StatSoft, Inc. (2014). STATISTICA (data analysis software system), versão 12, foi utilizado para calcular as análises de variância (ANOVA) e Tukey. O teste de Tukey foi utilizado para determinar diferenças significativas entre as médias das amostras no intervalo de 95% de confiança ($p<0{,}05$), com três repetições, sendo os resultados expressos em média ± desvio padrão (DP).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os 42 dias de armazenamento dos ovos em temperatura ambiente (25˚C), foram observadas inúmeras reações bioquímicas que resultaram em variações significativas nos valores de perda de peso, UH e pH entre os tratamentos CT, CMC 0,5% e CMC 0,5% + OE. A perda de massa dos ovos é uma das medidas mais importantes no controle de qualidade de ovos frescos durante o armazenamento (20). Os dados médios de perda de massa das amostras são apresentados na Figura 6 e no material Suplementar 1B.

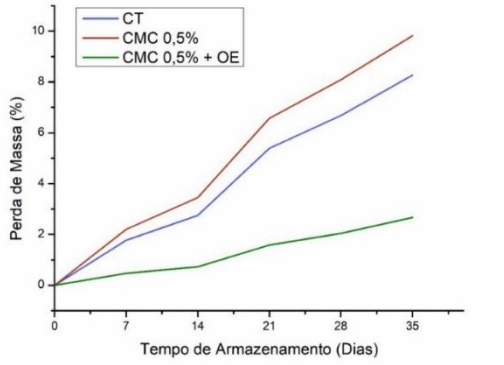



Figura 6. Gráficos de percentual de perda de massa dos tratamentos.

Observando a Figura 6, nota-se que houve perda de peso (P>0,05) durante o período experimental em todos os tratamentos. Os ovos revestidos com CMC 0,5% + OE demonstraram melhor eficácia na manutenção do peso comparados aos do grupo CMC 0,5%, que apresentaram maior perda de peso, seguidos do grupo CT ao longo da pesquisa. A perda de peso ocorre devido ao declínio de água no albúmen, que se acelera com o período de estocagem (21). Isso se deve à transferência de umidade do albúmen para o ambiente externo através dos poros da casca, facilitando a evaporação gradual da água e a liberação de $CO_2$, promovendo assim a perda de peso, a diminuição da UH e o aumento do pH ao longo do tempo (22, 23, 24). A natureza hidrofóbica do OE pode ter auxiliado a reduzir a perda de água durante o período de armazenamento dos ovos.

A UH é uma medida universal amplamente utilizada no controle de qualidade industrial devido à sua facilidade de aplicação e alta correlação com a aparência do ovo quando aberto em uma superfície plana (24). Este método classifica os ovos em qualidade AA (UH ≥ 72), qualidade A (72 > UH ≥ 60), qualidade B (60 > UH ≥ 31) e qualidade C (UH < 30) (6).

Os valores da Unidade Haugh (UH) dos ovos durante o período de armazenamento de 42 dias em temperatura ambiente (25°C) estão na Tabela 2.

| | UH | | |
|---|---|---|---|
| **Dias** | **CT** | **CMC 0,5%** | **CMC 0,5% + OE** |
| **0** | $100,42^{Aa} \pm 3,91$ | $100,42^{Aa} \pm 3,91$ | $100,42^{Aa} \pm 3,91$ |
| **7** | $74,39^{Aab} \pm 8,17$ | $82,13^{Aab} \pm 2,74$ | $82,07^{Ab} \pm 7,00$ |
| **14** | $63,94^{Ab} \pm 10,22$ | $91,73^{Abc} \pm 14,54$ | $79,20^{Ab} \pm 3,61$ |
| **21** | $71,71^{Ab} \pm 3,81$ | $77,48^{Aab} \pm 4,40$ | $58,59^{Ab} \pm 11,37$ |
| **28** | $66,12^{Ab} \pm 12,41$ | $81,71^{Aabc} \pm 6,09$ | $64,94^{Ab} \pm 8,19$ |
| **35** | $67,41^{Ab} \pm 12,00$ | $64,78^{Ac} \pm 1,31$ | $67,54^{Ab} \pm 7,50$ |
| **42** | $50,83^{Bb} \pm 14,09$ | $78,71^{Abc} \pm 1,98$ | $63,67^{ABb} \pm 5,83$ |

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade (P>0,05) pelo teste de Tukey. ** Letras maiúsculas comparam médias na horizontal (entre tratamentos em um mesmo dia), enquanto que letras minúsculas comparam médias na vertical (entre os dias em um mesmo tratamento). Os dados são apresentados como média ± desvio padrão.

Ovos armazenados entre 5°C e 29°C têm sua qualidade comprometida, especialmente no albúmen, devido à quebra das ligações proteicas, resultando em declínio nos resultados de UH para todos os tratamentos (25). À medida que o período de armazenamento aumentava, observou-se uma diminuição gradual nos valores de UH nos ovos revestidos e uma diminuição mais acentuada nos ovos controle. No último dia de armazenamento, os valores médios da UH diminuíram de 100,42 para 50,83 nos ovos CT, enquanto os valores médios de CMC 0,5% (78,71) e CMC + OE (63,67) permaneceram similares após sete dias de armazenamento, ambos sendo considerados de qualidade AA segundo o padrão americano de classificação de ovos (6). O tratamento CMC 0,5% apresentou menor diminuição no valor de UH em relação ao controle, indicando o potencial dessa cobertura em manter a altura do albúmen e, consequentemente, sua qualidade. (26) utilizaram coberturas comestíveis baseadas em amido de mandioca e de inhame em ovos de galinha, demonstrando resultados que corroboram os evidenciados nesta pesquisa, uma vez que os ovos tratados com coberturas polissacarídicas apresentaram melhor preservação nos valores de UH.

A diminuição do índice de albúmen ocorre ao longo do armazenamento devido à liquefação da albumina presente no albúmen, causando a queda de sua altura e reduzindo a UH (24). Constatou-se diferenças estatísticas significativas, com os valores de CMC 0,5% sendo superiores aos dos outros tratamentos, mantendo sua qualidade A ao longo das análises. O tratamento CT manteve sua qualificação A até o trigésimo quinto dia, mas no quadragésimo segundo dia alterou-se para qualidade B, enquanto o tratamento

CMC+OE manteve qualidade AB desde a primeira semana até a última. O CMC provavelmente criou uma barreira que dificulta a perda de água e a saída de $CO_2$, conservando a qualidade do albúmen, resultando em maior altura da clara e, consequentemente, UH mais elevada (27).

O tratamento controle (CT) manteve um valor médio de UH entre 72 e 60 durante 35 dias, sendo classificado como qualidade A; entretanto, na última semana, houve uma queda nos valores de UH abaixo de 60, passando a ser classificado como qualidade B. Já os tratamentos com CMC 0,5% e CMC + OE demonstraram variação nos valores de UH ao longo do experimento, mas ambos foram classificados como qualidade A na última semana. Portanto, os tratamentos CMC e CMC+OE foram eficientes no retardamento da entrada de gases que facilitam a degradação da albumina, sendo o CMC 0,5% mais eficaz que o CMC + OE.

Alterações no pH dos ovos durante armazenamento demonstram gradativa liquefação do albúmen (28). Inicialmente, o pH do albúmen em ovos recém-postos varia entre 7,6 e 7,9; no entanto, com o tempo, esse valor tende a aumentar, podendo alcançar até 9,5 (24). Durante o armazenamento, a liberação de $CO_2$ pelos poros da casca do ovo contribui para o aumento do pH do albúmen (23). A variação do pH da gema também é observada durante o armazenamento. O pH da gema de ovos recém-postos situa-se em torno de 6,0; no entanto, ao longo do armazenamento, esses valores podem variar de 6,4 a 6,9 (29). Os valores de pH do albúmen e da gema para cada tratamento estão apresentados nas Figuras 4 e 5 e no material Suplementar 1A.

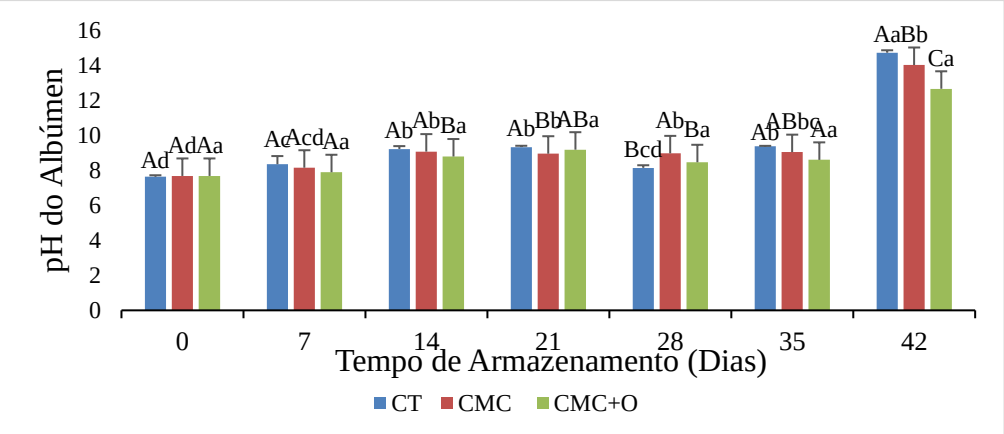



Figura 4 - Correlação entre os valores dos pH da clara de ovos armazenados a 25°C, por períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42) dias de armazenamentos, respectivamente).

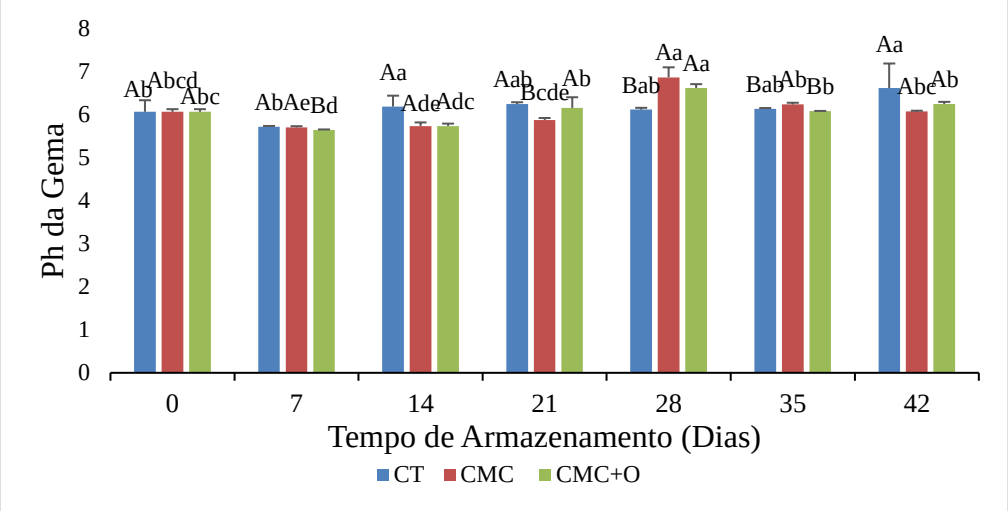



Figura 5 - Correlação entre os valores dos pH da gema de ovos armazenados a 25°C, por períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42) dias de armazenamentos, respectivamente).

Observa-se que os valores de pH do albúmen dos ovos aumentaram ao longo das análises. O pH dos ovos CT elevou-se de 7,64 para 14,72 durante todo o período de análise. O tratamento com CMC apresentou um aumento de 7,64 para 14,02, enquanto o tratamento com CMC+OE aumentou de 7,64 para 12,66. Por outro lado, o pH da gema mostrou uma pequena alteração (P>0,05) durante o período de armazenamento. O pH dos ovos CT aumentou de 6,06 para 6,60; o tratamento com CMC 0,5% variou de 6,06 para 6,07; e o tratamento com CMC+OE aumentou de 6,06 para 6,24.

Essas variações no pH de cada tratamento ocorreram devido à perda de água, que provoca alterações na viscosidade do albúmen por liquefação. Isso permite a migração da água da clara para a gema em função da pressão osmótica, resultando em uma diminuição da altura e do percentual do albúmen, tornando-o mais alcalino com o tempo (30).

Por ser um polissacarídeo, a CMC apresenta propriedades hidrofílicas que não impedem eficazmente a evaporação, resultando em propriedades precárias como barreira de umidade, apesar de uma permeabilidade seletiva ao $O_2$ e $CO_2$, além de resistência à óleo (31). Apesar dos inúmeros benefícios das coberturas polissacarídicas, como proteção mecânica e controle microbiano, elas não são as mais indicadas para reduzir a perda de umidade em alimentos. No entanto, o CMC 0,5% foi eficaz na prorrogação da liquefação do albúmen, resultando em uma pequena diminuição da UH e, consequentemente, obtendo pouca elevação no pH ao longo do tempo.

Coberturas com maior caráter hidrofóbico, como as baseadas em lipídios, seriam mais eficazes nesse aspecto (32). Revestimentos polissacarídicos com adição de

óleo essencial, devido às suas propriedades hidrofóbicas, podem aprimorar as características das matrizes poliméricas, proporcionando uma menor perda de massa nos ovos durante o armazenamento. Esse tratamento potencializa o efeito de barreira, auxiliando na formação do revestimento e mantendo a qualidade do albúmen e da gema intactas. Essa proteção adicional resulta em uma menor perda de massa ao longo dos tempos (33). Diante disso, foi notado que no decorrer das análises, o tratamento CMC 0,5% + OE além de impossibilitar a perda de peso, também obteve ótimos resultados tanto na UH quanto no pH.

## CONCLUSÕES

Conclui-se, portanto, que essa análise constatou que a utilização de CMC 0,5% e CMC 0,5% + OE influencia significativamente a qualidade interna e a preservação da vida de prateleira do produto durante o armazenamento. As análises realizadas, incluindo a UH, pH e perda de peso evidenciaram que os tratamentos com CMC 0,5% e CMC 0,5% + OE promoveram uma maior prevenção na qualidade dos ovos em comparação ao grupo CT.

Precisamente, os ovos tratados com CMC 0,5% manifestaram uma menor redução nos valores UH, além de garantir uma elevada qualidade do albúmen durante o período de armazenamento. Em contrapartida, o CMC 0,5%+ OE além de manter a qualidade do albúmen, diminuiu também a perda de peso dos ovos, por conta de suas propriedades hidrofóbicas concedidas pelo óleo essencial.

Já a análise de pH comprovou que os ovos dos grupos com revestimentos obtiveram uma menor alteração, quando comparados com o grupo CT que mostrou um aumento mais acentuado no pH do albúmen, estando relacionado com a perda de $CO_2$ e umidade durante o armazenamento. Sendo confirmado através da analise visual, onde o grupo CT demonstrou maios deteriorações, enquanto que os grupos tratados com CMC 0,5% e CMC 0,5% +OE tiveram melhores características visuais do albúmen e da gema.

Com isso, fica claro que os revestimentos a base de CMC, principalmente quando adicionados óleo essencial *Menta arvensis* L. tem a capacidade de preservar a qualidade interna dos ovos ao longo do tempo. Essas coberturas comestíveis, acabam gerando uma barreira protetora, que dificulta a perda de água e a liberação de $CO_2$, resultando assim, em uma menor degradação das propriedades visuais e físicas do albúmen e da gema, e consequentemente, em um aumento de vida útil dos ovos.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo apoio contínuo e imprescindível na realização desta pesquisa, bem como pelo suporte financeiro concedido a CAPES.

## REFERÊNCIAS

1. Rodrigues, J. C.; Oliveira, G. D. S; Santos, V. M. D. (2019). Manejo, processamento e tecnologia de ovos para consumo. Nutritime Revista Eletrônica, 16(2): 8400-8418. Scheurmann, G. N.; Rosa, P. S. (2017). Ovo, um alimento nutritivo, saudável e delicioso. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166224/1/final8684.pdf.
2. CARVALHO, T. M. R. DE et al. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 351–361, 1 abr. 2011.
3. Illera, A. E., et al. (2023). "Effect of high voltage atmospheric cold plasma on chicken eggs quality during refrigerated storage." Food Bioscience **53**: 102754.
4. MH Lee, E. C., ES Choi, MH Bang, SH Sohn (2016). "O efeito do período de armazenamento e da temperatura na qualidade dos ovos comerciais." Jornal Coreano de Ciência Poultry **43**: 4.
5. Carvalho, J. X. d. C. R. O. S. F. Q. M. R. V. d. B. F. M. C. d. C. A. M. X. d. (2013). Extensão da vida de prateleira de ovos pela cobertura com própolis. Semina: Ciências Agrárias, Londrina. **34:** 5.
6. Caner, C. and M. Yüceer (2015). "Efficacy of various protein-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs during storage." Poultry Science **94**(7): 1665-1677.
7. Jurić, M., et al. (2024). "Technological advancements in edible coatings: Emerging trends and applications in sustainable food preservation." Food Bioscience **58**: 103835.
8. Costa, M. J., et al. (2018). "Use of edible films and coatings in cheese preservation: Opportunities and challenges." Food Res Int **107**: 84-92.
9. HARSHIT RAJIAL; VARMA, S. Edible Coatings: A Novel Approach to Extending the Shelf Life of Fruits and Vegetables. **Journal of Advances in Biology & Biotechnology**, v. 27, n. 7, p. 25–37, 3 jun. 2024.
10. Lacroix, M. and K. D. Vu (2014). Chapter 11 - Edible Coating and Film Materials: Proteins. Innovations in Food Packaging (Second Edition). J. H. Han. San Diego, Academic Press**:** 277-304.
11. Klemm, D. O., et al. (1998). Comprehensive cellulose chemistry. Volume 1: Fundamentals and analytical methods.
12. Heinze, T. and A. Koschella (2005). "Solvents applied in the field of cellulose chemistry - a mini review." Polimeros-ciencia E Tecnologia **15**: 84-90.
13. Ramos, F. J., & I. Ayala Hernandez. (2019). Synergic Effects on the Viscosity of Sodium Carboxymethylcellulose in Mixtures with Xanthan, Guar and Tara Gum. Springer EBooks, 113–117. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27701-7_24
14. Bourbon, A. I., Costa, M. J., Maciel, L. C., Pastrana, L., Vicente, A. A., & Cerqueira, M. A. (2021). Active Carboxymethylcellulose-Based Edible Films: Influence of Free and Encapsulated Curcumin on Films' Properties. Foods, 10(7), 1512. https://doi.org/10.3390/foods10071512
15. Ju, J., et al. (2019). "Application of edible coating with essential oil in food preservation." Critical Reviews in Food Science and Nutrition **59**(15): 2467-2480.
16. Ashok Kumar, R. S., Priyanka Singh, Amit K Singh, Nawal K Dubey (2009). "Use of essential oil from Mentha arvensis L. to control storage moulds and insects in stored chickpea." Journal of the Science of Food and Agriculture **89**.
17. Yüceer, M., et al. (2016). "Ozone treatment of shell eggs to preserve functional quality and enhance shelf life during storage." J Sci Food Agric **96**(8): 2755-2763.

18. ROMANOFF, A.L.; ROMANOFF, A.J. **The avian egg** 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1963. 918p.
19. SILVERSIDES, F.G.; TWIZEYIMANA, F.; VILLENEUVE, P. A study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. **Poultry Science Journal,** v.72, n.4, p.760-764, 1993.
20. SUPPAKUL, P.; JUTAKORN, K.; BANGCHOKEDEE, Y. Efficacy of cellulose-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs. **Journal of Food Engineering**, v. 98, n. 2, p. 207–213, maio 2010.
21. RÊGO, I.O.P.; CANÇADO, S.V; FIGUEIREDO, T.C.; MENEZES, L.D.M.; OLIVEIRA, D.D.; LIMA, A.L.; CALDEIRA,L.G.M.; ESSER, L.R. Influência do período de armazenamento na qualidade do ovo integral pasteurizado refrigerado. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 64, n.3, p.735-742. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352012000300027&script=sci_arttext.
22. CHERIAN, G.; LANGEVIN, C.; AJUYAL, A.; LIEN, K.; SIM, J.S. Research note: Effect of storage conditions and hard cooking on peelability and nutrient density of white and brown shelled eggs. Poultry Science, v.69, p.1614-1616, 1990.
23. FIGUEIREDO, T. C. et al. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 3, p. 712–720, jun. 2011.
24. ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. Scientia Agricola, Piracicaba, v.58, n. 4, p. 681-685, Dec. 2001. DOI: 10.1590/S0103-90162001000400005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162001000400005&lng=en&nrm=iso.
25. Shin, Daekeun, Carlos Narciso-Gaytán, Joe Mac Regenstein e Marcos X. Sanchez-Plata. "Efeito de várias temperaturas de refrigeração na qualidade de ovos com casca." Journal of the science of food and agriculture 92 7 (2012): 1341-5.
26. Mota, A. S. B., Lima, P. M. S., Silva, D. S., Abreu, V. K. G., Freitas, E. R., & Pereira, A. L. F. (2017). Internal quality of eggs coated with cassava and yam starches. Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences, 12(1), 47–50. https://doi.org/10.5039/agraria.v12i1a5420
27. SCHMIDT, G. S.; FIGUEIREDO, E. A. P. DE; AVILA, V. S. DE. Incubação: estocagem dos ovos férteis. **www.infoteca.cnptia.embrapa.br**, 2002.
28. LOPES, L . L. A.; SILVA, Y. L.; NUNES, R. V.; TAKAHASHI, S. E.; MORI, C. Influência do tempo e das condições de armazenamento na qualidade de ovos comerciais. Revista eletrônica de Medicina Veterinária. n. 18. 2012. Disponível em: http://www.revista.inf.br/veterinaria18/artigos/art11.pdf. Acesso em: 23 out. 2012.
29. Oliveira, B. L., and D. D. Oliveira. "Egg quality and technology." *UFLA: Lavras* (2013): 223.
30. SCOTT, T.A.; SILVERSIDES, T.B. The effect of storage and strain of hen on egg quality. **Poultry Science**, v.79, p.1725-1729, 2000.
31. Wang, W., Wang, C., Liu, X., Zhang, L., Hu, Y., Chen, J., Li, J., & Liu, W. (2023). Evaluation of the application effect of visual indicator coatings based on H2S for predicting the shelf-life of eggs. *Food Packaging and Shelf Life*, *39*, 101156. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2023.101156
32. ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. DE. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87–97, jun. 2014.

33. JU, J.; XIE, Y.; GUO, Y.; CHENG, Y.; QIAN, H.; YAO, W. Application of edible coating with essential oil in food preservation. Critical Reviews In Food Science And Nutrition, [S.L.], v. 59, n. 15, p. 2467-2480, 30 dez. 2018. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2018.1456402

## 34. MATERIAL SUPLEMENTAR

**Suplementar 1ª**

| **pH - CLARA** | | | |
|---|---|---|---|
| **Dias** | **CT** | **CMC 0,5%** | **CMC 0,5% + OE** |
| **0** | $7,64^{Ad} \pm 0,08$ | $7,64^{Ad} \pm 0,08$ | $7,64^{Aa} \pm 0,08$ |
| **7** | $8,35^{Ac} \pm 0,46$ | $8,15^{Acd} \pm 0,63$ | $7,89^{Aa} \pm 0,81$ |
| **14** | $9,22^{Ab} \pm 0,16$ | $9,07^{Ab} \pm 0,09$ | $8,79^{Ba} \pm 0,03$ |
| **21** | $9,33^{Ab} \pm 0,07$ | $8,95^{Bb} \pm 0,12$ | $9,18^{ABa} \pm 0,19$ |
| **28** | $8,14^{Bcd} \pm 0,15$ | $8,97^{Ab} \pm 0,06$ | $8,46^{Ba} \pm 0,18$ |
| **35** | $9,38^{Ab} \pm 0,02$ | $9,04^{ABbc} \pm 0,49$ | $8,60^{Aa} \pm 0,01$ |
| **42** | $14,72^{Aa} \pm 0,14$ | $14,02^{Bb} \pm 0,41$ | $12,66^{Ca} \pm 0,32$ |
| **pH - GEMA** | | | |
| **Dias** | **CT** | **CMC 0,5%** | **CMC 0,5% + OE** |
| **0** | $6,06^{Ab} \pm 0,26$ | $6,06^{Abcd} \pm 0,06$ | $6,06^{Abc} \pm 0,06$ |
| **7** | $5,71^{Ab} \pm 0,02$ | $5,70^{Ae} \pm 0,02$ | $5,64^{Bd} \pm 0,01$ |
| **14** | $6,18^{Aa} \pm 0,25$ | $5,73^{Ade} \pm 0,08$ | $5,73^{Adc} \pm 0,05$ |
| **21** | $6,24^{Aab} \pm 0,04$ | $5,87^{Bcde} \pm 0,04$ | $6,15^{Ab} \pm 0,24$ |
| **28** | $6,11^{Bab} \pm 0,04$ | $6,86^{Aa} \pm 0,23$ | $6,61^{Aa} \pm 0,09$ |
| **35** | $6,13^{Bab} \pm 0,01$ | $6,23^{Ab} \pm 0,04$ | $6,08^{Bb} \pm 1,08$ |
| **42** | $6,6^{Aa} \pm 0,57$ | $6,07^{Abc} \pm 0,01$ | $6,24^{Ab} \pm 0,05$ |

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade (P>0,05) pelo teste de Tukey. ** Letras maiúsculas comparam médias na horizontal (entre tratamentos em um mesmo dia), enquanto que letras minúsculas comparam médias na vertical (entre os dias em um mesmo tratamento). Os dados são apresentados como média ± desvio padrão.

**Suplementar 1B**

| **Perda de Peso** | | | |
|---|---|---|---|
| **Dias** | **CT** | **CMC 0,5%** | **CMC 0,5% + OE** |
| **7** | $1,77^{Ae} \pm 0,10$ | $2,27^{Acd} \pm 0,62$ | $0,47^{Bb} \pm 0,37$ |
| **14** | $2,75^{Ad} \pm 0,15$ | $3,45^{Abcd} \pm 0,96$ | $0,73^{Bab} \pm 0,58$ |
| **21** | $5,39^{Ac} \pm 0,27$ | $6,57^{Aabc} \pm 1,88$ | $1,58^{Bab} \pm 1,12$ |
| **28** | $6,68^{Ab} \pm 0,34$ | $8,09^{Aab} \pm 2,31$ | $2,04^{Bab} \pm 1,37$ |
| **35** | $8,27^{ABa} \pm 0,42$ | $9,82^{Aa} \pm 2,82$ | $2,67^{Ba} \pm 1,66$ |

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade (P>0,05) pelo teste de Tukey. ** Letras maiúsculas comparam médias na horizontal (entre tratamentos em um mesmo dia), enquanto que letras minúsculas comparam médias na vertical (entre os dias em um mesmo tratamento). Os dados são apresentados como média ± desvio padrão.

**Capítulo 17**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-17**

# POTENCIAL BENÉFICO DO CAFÉ PARA A SAÚDE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

**Dayane Dayse de Melo Costa*; Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo**

**Autor correspondente – Email: dayanedaysemelo@ufpi.edu.br*

**Resumo:** O café é uma das bebidas de maior consumo mundialmente. Consumido pelo sabor único e aroma estimulante, por esse motivo, estudos investigam os efeitos do consumo na saúde humana. O presente estudo teve como objetivo investigar o potencial benéfico do café para a saúde humana. Estudo de revisão sistemática, que buscou responder à questão norteadora: Quais os potenciais benefícios do café para a saúde humana? Foi registrado no PROSPERO, aprovado sob o número CRD42024538144. Para responder à pergunta norteadora, buscou-se artigos científicos nas bases de dados BVS, PubMed e *Science Direct*, com Descritores em Ciência da Saúde: "*coffee*", "*benefits*" e "*health*" associados ao booleano *AND*. Foram incluídos artigos originais (ensaios clínicos), com acesso livre, completos, dos últimos 10 anos. Nas buscas foram encontrados 776 estudos, restaram 6 estudos. No que se refere as doenças ou correlações, os estudos verificaram diabetes mellitus 2, sobrepeso/obesidade, síndrome do ovário policístico, indivíduos saudáveis/cognição e humor. Os tipos de cafés descritos foram extrato de café verde, café verde cru, café Arábica Colombiana, café verde descafeinado, café normal, café descafeinado e café solúvel. Concluiu-se que a ingestão de café com ácido clorogênico melhorou o estado de saúde de indivíduos saudáveis, diabetes mellitus tipo 2, sobrepeso, obesidade, índice de massa corporal, pressão arterial sistólica, resistência à insulina, triglicerídeos, colesterol, ácidos graxos livres, oxisteróis e síndrome do ovário policístico, as dosagens relatadas variaram de 156,4 mg a 800 mg de ácido clorogênico, além da cafeína que melhorou o humor e a cognição com dose de 100 mg.

**Palavras–chave:** benefício; café; patologias; saúde

## INTRODUÇÃO

O café é considerado uma das bebidas de maior consumo no mundo todo (Kahn; Cooper; Del Prato, 2014), apreciado pelo sabor único e aroma estimulante, em razão disso, estudos científicos concentram suas pesquisas em investigar os efeitos do consumo na saúde humana, sendo atribuídos diversos benefícios aos apreciadores da bebida (Grosso *et al*., 2017).

A literatura afirma que seu consumo regular está inversamente associado ao risco de desenvolvimento de diabetes tipo 2, sugerindo que os compostos bioativos presentes no café, como os ácidos clorogênicos, podem desempenhar um papel importante na regulação do metabolismo da glicose (Grosso *et al*., 2020).

Também foi correlacionado a efeitos neuroprotetores, destacando que a cafeína, um dos principais componentes do café, pode ajudar a proteger o cérebro contra o desenvolvimento de doenças neurodegenerativas, como o Mal de Parkinson e o

Alzheimer (Li *et al*., 2017) e a um menor risco de depressão, devido aos efeitos da cafeína no sistema nervoso central (Grelle *et al*., 2019).

Além disso, foi associado a efeitos positivos sobre a saúde cardiovascular, onde o consumo frequente está relacionado a menores riscos de infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral (Ding *et al*. 2018). Outras doenças como alguns tipos de cânceres, como de fígado e de colorretal (Navarro *et al*. 2021); doenças hepáticas, como cirrose hepática principalmente na população que consome quantidades de moderadas a altas da bebidas alcoólicas (Kennedy *et al*., 2016); também obtiveram redução do risco em consumidores frequentes (Kennedy *et al*., 2016; Navarro *et al*., 2021).

Bohn *et al*. (2020) estudaram a ação benéfica do café no sistema digestivo. Constaram que o consumo reduz o risco de desenvolvimento de doenças inflamatórias intestinais, como a doença de Crohn e a colite ulcerativa, devido aos efeitos anti-inflamatórios dos compostos presentes. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo investigar através da literatura o potencial benéfico do café para a saúde humana.

## MATERIAL E MÉTODOS

Estudo de revisão sistemática, que investigou por meio de pesquisa na literatura cientifica, com o auxílio da questão norteadora: Quais os potenciais benefícios do café para a saúde humana? Buscando uma melhor construção da indagação foi utilizado o PECO (Santos; Pimenta; Nobre, 2007), no qual (P) população: indivíduos saudável/doente; (E) exposição: consumo de café; (C) comparador: diferentes níveis de consumo de café; (O) desfechos (outcome): prevenção de doença/melhora do quadro de doenças.

No desenvolvimento do presente estudo foram utilizadas as orientações recomendadas no documento PRISMA *(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (MOHER *et al*., 2009), designado para execução de revisões sistemáticas na área da saúde. Para a obtenção de um estudo mais fidedigno e para cumprir com todo o rigor metodológico o estudo foi submetida ao registro PROSPERO (*International Prospective Register of Systematic Reviews*), que se trata de um banco de dados internacional que são indexados protocolos de revisões sistemáticas, com o intuito de averiguar se havia estudos com a mesma temática ou até mesmo iguais. Sob o número CRD42024538144 o protocolo foi aprovado.

Com a finalidade de responder à pergunta norteadora, buscou-se artigos científicos indexados nas bases e portais de dados como: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), *National Library of Medicine* (PubMed) e *Science Direct*, com o auxílio dos Descritores em Ciência da Saúde (DeSC e MeSH): "*coffee*", "*benefits*" e "*health*" associados ao operador booleano *AND*.

Definiram-se como critérios de inclusão artigos originais (ensaios clínicos), com acesso livre, completos, dos últimos 10 anos, em todas as línguas. Foram excluídos artigos em duplicata, fora da temática, de revisão, relatos de experiência, estudos de casos, estudos *in vitro*, trabalhos de conclusão, dissertações e teses.

As escolhas dos estudos nas bases de dados foram através de três processos. O primeiro foi a leitura dos títulos, posteriormente leitura dos resumos dos estudos selecionados na etapa anterior, e por fim foram lidos os estudos por completo. Os estudos foram selecionados de forma independente por dois pesquisares (DDMC e RSRMR), caso houvesse alguma discordância relacionada a escolha, estas eram resolvidas em concordância mútua. A pesquisa foi realizada de maio e julho de 2024.

O processo de extração dos dados foi adequando em consonância com o proposto por The Joanna Briggs Institute (2014). As informações foram alocadas em uma planilha do Word, contendo os seguintes dados: autor (es)/ano de publicação, número da amostra, doença/correlação, tipo de café, métodos e principais resultados.

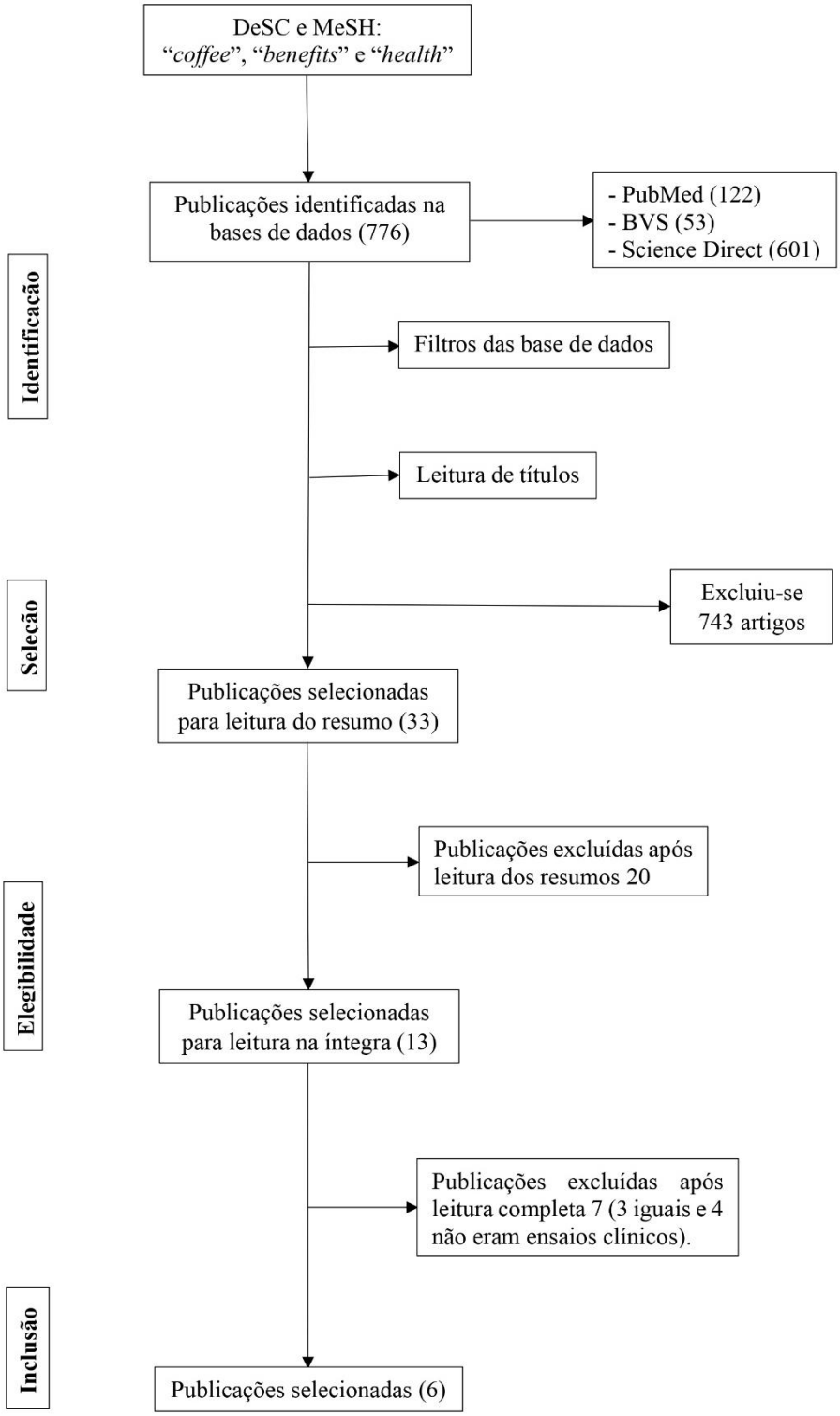
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas buscas realizadas nas bases de dados foram encontrados 776 estudos. As bases de dados disponibilizavam filtros próprios (acesso livre, texto completo, últimos 10 anos), esses filtros foram utilizados para otimizar as buscas. Após esse processo foram lidos os títulos dos estudos nessa etapa foram excluídos 743 estudos, restando 33, estes foram lidos os resumos, nesta segunda etapa foram excluídos 20 estudos, e restaram 13 estudos para serem lido integralmente. Posterior a leitura completa ainda fora excluídos 7 estudos (3 estudos iguais e 4 por não serem ensaios clínicos). Por fim, restaram 6 estudos para a construção da presente revisão sistemática. A Figura 1 demonstra o fluxograma de execução do processo de escolha dos artigos.

As pesquisas eleitas foram desenvolvidas nos últimos 7 anos, sendo 1 no anos de 2023 e 2022, 2 em 2021 e 1 no anos de 2018 e 2017. Os idiomas das referidas pesquisas foram todos redigidos em inglês. Apenas dois estudos (Haskell-Ramsay *et al.*, 2018; Lara-Guzmán; Álvarez; Muñoz-Durango, 2021) apresentavam uma maior variação no número amostra, 72 e 74, respectivamente, em relação as demais pesquisas (Quadro 1). No Quadro 1 estão apresentadas as informações coletadas dos 6 artigos selecionados.

No que se refere as doenças ou correlações, os estudos verificaram diabetes mellitus 2 e sobrepeso/obesidade (Khalili-Moghadam *et al.*, 2023), síndrome do ovário policístico (Meshkani *et al.*, 2022), indivíduos saudáveis (Álvarez; Muñoz-Durango, 2021; Haskell-Ramsay *et al.*, 2018; Naylor *et al.*, 2021) e cognição e humor (Haskell-Ramsay *et al.*, 2018). Os tipos de cafés descritos nas pesquisas foram extrato de café verde (Khalili-Moghadam *et al.*, 2023), café verde cru (Meshkani *et al.*, 2022), café Arábica Colombiana (Lara-Guzmán; Álvarez; Muñoz-Durango, 2021), café verde descafeinado (Naylor *et al.*, 2021), café normal e café descafeinado (Haskell-Ramsay *et al.*, 2018) e café solúvel (Mills *et al.*, 2017) (Quadro 1). Para uma melhor compreensão das pesquisas que fazer parte do presente estudo será detalhado um resumo com a discussão de cada um.

**Figura 1**: Fluxograma com as etapas de escolhas dos artigos.




**Quadro 1:** Dados dos ensaios coletados nas bases de dados.

| Autor (es) / Ano | Nº da amostra | Doença/ correlação | Tipo de café | Método | Principais resultados |
|---|---|---|---|---|---|
| Khalili-Moghadam *et al.*, 2023 | 44 | DM2[12] e sobrepeso/ obesidade | Extrato de café verde | Cápsulas orais de GCE[1] por 800 mg/d por 10 semanas | ↓ significativa peso, IMC[5], PAS[6], HOMA-IR[7], TG[8] sérico e PCR[9]. |
| Meshkani *et al.*, 2022 | 44 | Mulheres com SOP[13] | Café verde cru | Suplemento de extrato de GC[10] cru (400 mg), sendo 50% de AC[11] e baixo teor de cafeína (- de 2%) e pequenas quantidades de lactose por 6 semanas | ↓ triglicerídeo ↓ colesterol devido compostos bioativos do GC[10]. |
| Lara-Guzmán; Álvarez; Muñoz-Durango, 2021 | 74 | Indivíduos saudáveis | Café Arábica Colombiana | 400mL/d por 8 semanas. Café A (787mg) ou café B (407mg) de CGA[2] Medir níveis plasmáticos de 46 lipídios | A maioria dos ácidos graxos livres e oxisteróis ↓ nos grupos intervenção, devido aos compostos fenólicos. |
| Naylor *et al.*, 2021 | 21 | Indivíduos saudáveis | Café verde descafeinado | 7 meses, 3 doses de DGCE[17] com B = 302 mg, C = 604 mg, D = 906 mg de CGA[2] | ↑ significativo da dilatação mediada por fluxo após a ingestão de 302 mg de DGCE[17] contendo 156,4 mg de CGA[2] foi observado em 8,5h, 10h e 24h. |
| Haskell-Ramsay *et al.*, 2018 | 72 | Cognição e humor | CN[3] (100mg de cafeína) CD[4] (~5mg de cafeína) | 220mL em 1 dia Memórias episódica e de trabalho, atenção e estado subjetivo | CN: respostas + rápidas em tarefas de vigilância digital, processamento rápido de informações visuais, ↑ precisão da vigilância digital, ↑ estado de alerta e humor, ↓ fadiga. |
| Mills *et al.*, 2017 | 39 | Saudáveis | Café solúvel | Café solúvel LPC[14] | Melhora aguda da função vascular mediado pelo |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | contendo 89 mg de CGA[16] por 3,6 g de café. HPC[15]. Combinado de 50% de grãos torrados e 50% de grãos verdes com 310 mg de CGA[2] | 5-CQA[13] e seus metabólitos fisiológicos. ↑ bifásico na vasodilatação da artéria braquial. |

Legenda: [1]extrato de café verde, [2]ácidos clorogênicos, [3]café normal, [4]café descafeinado, [5]índice de massa corporal, [6]pressão arterial sistólica, [7]homeostase da resistência à insulina, [8]triglicerídeos e [9]proteína C reativa, [10]café verde, [11]ácido clorídrico, [12]Diabetes Melitos tipos 2, [12]síndrome dos ovários policísticos, [13]ácido 5-cafeoilquínico puro, [14]baixo teor de polifenóis, [15]café com alto teor de polifenóis, [16]ácidos clorogênicos hidroxicinamato, [17]café verde descafeinado.

Khalili-Moghadam *et al.* (2023) avaliaram os efeitos de um suplemento de extrato de café verde nos índices glicêmicos, perfil lipídico e malondialdeído em pacientes com diabetes mellitus tipo 2 e sobrepeso/obesidade. Participaram 44 indivíduos que ingeriram 2 cápsulas (cada uma com 400 mg de extrato de café verde ou placebo), as cápsulas deveriam ser ingeridas após as principais refeições com o intuído de reduzir as complicações gástricas e intestinais, a suplementação (800 mg) teve duração de 10 semanas. A suplementação de extrato de café verde com doses de 800 mg/d por 10 semanas levou a uma diminuição nos níveis de peso, índice de massa corporal, pressão arterial sistólica, homeostase da resistência à insulina, triglicerídeo sérico e proteína C reativa.

Esses dados corroboram com o estudo realizado por Thom (2007), onde foi utilizado dose de 400-1.000 mg/d de 8-12 semanas. Outro estudo (Haidari *et al.*, 2017) que verificou a composição corporal em mulheres obesas, a suplemento de extrato de café verde (400 mg/d com duração de 8 semanas) atenuou o peso corporal e o índice de massa corporal.

Meshkani *et al.* (2022) pesquisaram o efeito do café verde no perfil lipídico, índices glicêmicos e biomarcadores inflamatórios. Nesta pesquisa participaram 44 mulher com diagnóstico de síndrome do ovário policístico. Foi administra um suplemento com 400 mg de café verde durante 6 semanas, posteriormente foram medidos índices glicêmicos, perfis lipídicos e parâmetros inflamatórios. Observou-se que os níveis séricos de colesterol e triglicerídeos tiveram uma diminuição significativa ($p < 0,05$) no grupo que recebeu o suplemento, desta forma, comprovando que o suplemento de café verde pode apresentar melhora para o público feminino acometido pela síndrome do ovários policístico.

Estudos científicos estão em consonância com a pesquisa de Meshkani *et al.* (2022). Morvaridi *et al*. (2020) afirmaram que consumir café verde apresentou redução para índices glicêmicos e risco cardiometabólicos de adultos. Zuñiga *et al*. (2018) demonstraram que o café verde e seus ácidos clorogênicos diminuem os índices lipídicos séricos de triglicerídeo e colesterol em indivíduo que apresentam tolerância diminuída à glicose. Shahmohammadi *et al*. (2017) declararam que suplementar com extrato de café verde (1g/dia) melhorou os níveis séricos de triglicerídeo e colesterol, após 8 semanas de intervenção.

No estudo de Lara-Guzmán, Álvarez e Muñoz-Durango (2021) realizado com 74 participantes saudáveis, avaliaram mudanças nas espécies lipídicas importantes para

doença cardiovascular. Os participantes faziam a ingestão de uma bebida de café (400 mL/dia) que continha 787 mg (café A) ou 407 mg (café B) de ácidos clorogênicos por 8 semanas. Foi avaliado índices plasmáticos de 46 lipídios (ácidos graxos, esteróis e oxisteróis), no início e após 8 semanas e foram avaliadas as ações dos ácido clorogênico e fenólico. Nos participantes que faziam parte do grupo do café os antioxidantes presentes na bebida reduziram os oxisteróis e regularam o ácido araquidônico nas células espumosas.

Os oxisteróis bem como o ácido araquidônico livre são capazes de atingir inúmeras funções celulares e induzir muitos processos fisiológicos (inflamação e aterogênicos), com inclusão da construção de células espumosas e quebra de placas (Gargiulo *et al.*, 2017; Sonnweber *et al.*, 2018), além disso, os oxisteróis também participam da ativação de células (macrófagos), na parede arterial (Gargiulo *et al.*, 2016), Já o ácido araquidônico livre que é liberado na inflamação pode oxidar por enzimas ou radicais livres, formando oxilipinas, também sendo mediadores pró-inflamatórios (Lara-Guzmán *et al.*, 2018; Sonnweber *et al.*, 2018; Nayeem, 2018). Os oxisteróis tal como as oxilipinas são diretamente ligados a aterogênese e também são considerados como biomarcadores de risco de doenças cardiovasculares (Zmyseuowski; Szterk, 2019; Nayeem, 2018).

Na pesquisa de Haskell-Ramsay (2018) que objetivaram comparar a ação do café normal, café descafeinado e placebo nas medidas de cognição e humor, tiveram como amostra total 72 participantes que ingeriram três concentrações de café ou placebo. Posteriormente para confirmar a absorção eficaz, a cognição e o humor foram realizados por meio de software que avaliou a cognição padrão e novas, além disso os participantes foram submetidos a digitação. Os resultados demonstraram atenuação do tempo de reação e elevação do estado de alerta. O café descafeinado demonstrou elevação na exatidão da vigilância dos dígitos além da diminuição do cansaço, dores de cabeça e estado de alerta.

Em contra partida na pesquisa de Griffeth, Perthen e Buxton (2011) que tiveram resultados para o café normal, os autores afirmaram que esses efeitos são decorrentes da cafeína no antagonismo da adenosina, que eleva o metabolismo do oxigênio (Griffeth; Perthen; Buxton, 2011). Da mesma forma, Haskell *et al.* (2005) e Childs e Wit (2006) destacaram que o café normal se alinha ao efeito da cafeína, que só apresenta benefício plausível no desempenho de atividades de atenção e no estado de alerta/excitação subjetiva.

Mills *et al.* (2017) estudaram o efeito do consumo de café rico em ácido clorogênico na atividade cardiovascular e se o ácido clorogênico hidroxicinamato se envolvem em situações potenciais. Foram realizados dois ensaios de intervenção que verificou o impacto do consumo de café, correspondente à cafeína, porém que distingue no conteúdo de ácido clorogênico (89 e 310 mg) na dilatação mediada pelo fluxo. Foi observado que o consumo de café apresenta melhora gradativa na função vascular, um efeito este com mediação parcial do ácido 5-cafeoilquínico puro e seus metabólitos fisiológicos.

Pesquisas realizadas anteriormente (Papamichael *et al.*, 2005; Buscemi *et al.*, 2010a) centraram na ação do café na saúde cardiovascular focando nos efeitos fisiológicos da cafeína, não tiveram controle sobre o conteúdo fenólico, por esse motivo os resultados foram mistos em relação a eficiência vasoativa, Buscemi *et al*. (2010b) sugeriram que outros compostos além da cafeína, possivelmente o ácido clorogênico e compostos fenólicos relacionados podem ter contribuição na função vascular.

Naylor *et al.* (2021) testaram a ação da ingestão de extrato de café verde descafeinado, rico em ácido clorogênico, na função endotelial em indivíduos saudáveis.

Foram administradas 3 doses diferentes de café verde descafeinado (302, 604 e 906 mg, respectivamente) com um placebo. A função endotelial foi determinada como variação da porcentagem do diâmetro interno da artéria braquial em resposta à dilatação mediada por fluxo. Comparado ao grupo placebo, uma elevação da dilatação mediada por fluxo (>1%), estes resultados foram observados nos tempo 8,5h, 10h e 24h, logo depois da ingestão de 302 mg de café verde descafeinado (~156,4 mg de ácido clorogênico).

Em consonância com os resultados na pesquisa de Moinhos *et al.* (2017) os participantes apresentaram melhora na dilatação mediada por fluxo, apesar de ser em tempos distintos (1 e 5 h, respectivamente), o estudo revelou que posterior a ingestão da bebida de café verde com 89 e 310 mg de ácido clorogênico atenuou a dilatação, ao se comparar com um controle com cafeína, em indivíduos com função endotelial subótima.

## CONCLUSÕES

As pesquisas afirmam que a ingestão de café com ácido clorogênico melhoram os estado de saúde de indivíduos saudáveis, a diabetes mellitus tipo 2, sobrepeso, obesidade, índice de massa corporal, pressão arterial sistólica, resistência à insulina, triglicerídeos, colesterol, ácidos graxos livres, oxisteróis e síndrome do ovário policístico, as dosagens relatadas variaram de 156,4 mg a 800 mg de ácido clorogênico por dia, além da cafeína que melhorou o humor e a cognição com dose de 100 mg. Os estudos demonstraram que os efeitos benéficos são advindos do compostos fenólicos presentes como o ácido clorogênico. Ademais, novas pesquisas devem ser realizadas para que se tenham uma dosagem adequada e que seja realizado com outros tipos de patologia.

## REFERÊNCIAS

1. SE Kahn, ME Cooper, S. Del Prato, Fisiopatologia e tratamento do diabetes tipo 2: perspectivas sobre o passado, presente e futuro, **Lancet** 383 (9922) (2014) 1068e1083

2. GROSSO, Giuseppe *et al*. Coffee, caffeine, and health outcomes: an umbrela review. **Annual review of nutrition**. *[S. l.]*, v. 37, p. 131-156, 2017.

3. GROSSO, G. *et al*. Coffee consumption and risk of type 2 diabetes mellitus: an 11-year prospective study of 45,231 participants. European Journal of Nutrition, v. 59, n. 8, p. 383-393, 2020.

4. LI, W. *et al*. Caffeine: a beneficial regulator of brain processing? Neuroscientist, v. 23, n. 3, p. 278-289, 2017.

5. DING, M. *et al*. Long-term coffee consumption and risk of cardiovascular disease: a systematic review and a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. Circulation, v. 137, n. 22, p. 2166-2178, 2018.

6. NAVARRO, A. M. *et al*. Coffee consumption and risk of cancer: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. European Journal of Nutrition, v. 60, n. 6, p. 2883-2897, 2021.

7. KENNEDY, O. J. *et al*. Coffee, including caffeinated and decaffeinated coffee, and the risk of hepatocellular carcinoma: a systematic review and dose-response meta-analysis. BMJ Open, v. 7, n. 5, p. e013739, 2017.

8. BOHN, T. *et al*. Coffee and gastrointestinal function: facts and fiction. A review. Scandinavian Journal of Gastroenterology, v. 55, n. 4, p. 383-389, 2020.

9. SANTOS, Cristina Mamédio da Costa; PIMENTA, Cibele Andrucioli de Mattos; NOBRE, Moacyr Roberto Cuce. A estratégia pico para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**. *[S. l.]*, v. 15, n. 3, 2007.

10. MOHER, D. *et al*. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **PLoS Med**, *[S. l.]*, v. 6, n. 7, p. e1000097, 2009.

11. THE JOANNA BRIGGS INSTITUTE (JBI). **Joanna briggs institute reviewers' manual: 2014 edition**. Adelaide, Australia: University of Adelaide, 2014.

12. HASKELL-RAMSAY, Crystal F.; JACKSON, Philippa A.; FORSTER, Joanne S.; DODD, Fiona L.; BOWERBANK, Samantha L.; KENNEDY, David O. The Acute Effects of Caffeinated Black Coffee on Cognition and Mood in Healthy Young and Older Adults. **Nutrients**, v. 10, n. 1386, 2018.

13. LARA-GUZMÁNA, Oscar J.; ÁLVAREZ, Rafael; MUÑOZ-DURANGO, Katalina. Changes in the plasma lipidome of healthy individuals after consumption of coffee reveal potential cardiovascular benefits: a clinical trial rewarded. **Biology and Medicine of Free Radicals**, Medellín, 176, p. 345–355, 2021.

14. KHALILI-MOGHADAM, S.; HEDAYATI, M.; GOLZARAND, M.; MIRMIRAN P. Effects of supplementation with aqueous extract of green coffee on glycemic 207ndices, lipid profile, CRP and malondialdehyde in patients with type 2 diabetes: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. **Fontiers in Nutritio**, *[S. l.]*, v. 10, n. 1241844, 2023.

15. MESHKANI, Mehrnoush; SAEDISOMEOLIA, Ahmad; YEKANINEJAD, Mirsaeed; MOUSAVI, Seyed Ahmad; ILDARABADI, Azam; VAHID-DASTJERDI, Marzieh. The effect of green coffee supplementation in the lipid profile, glycemic indexes, inflammatory biomarkers and índices anthropometric measurements in Iranian women with polycystic ovary syndrome: A randomized clinical trial. **Clin Nutr Res.** *[S. l.]*, v. 11, n. 4, p. 241-254, 2022.

16. Louise H Naylor,1Diane Zimmermann,2Marjorie Guitard-Uldry,2Laura Poquet,2Antoine Lévêques,2Bjorn Eriksen,2 Rachid Bel Rhlid,2Nicola G. Acute dose-response effect of coffee-derived chlorogenic acids on human vasculature in healthy volunteers: a randomized controlled trial. **Sou J Clin Nutr**. 2021;113:370–379.

17. Charlotte E. Mills; Andreas Fluryb, Cynthia Marmetc, Laura Poquetc, Stefano F.Rimoldi, Cláudio Sartorid, Emrush Rexhajb, Roman Brennerb, Yves Allemannb,Diane Zimmermannc, Glenn R. Gibsona, Don S. Mottrama, Maria-José Oruna-Conchaa, Lucas Actis-Gorettac,2, Jeremy PE Spencera. Mediation of coffee-induced improvements in human vascular function by chlorogenic acids and their metabolites: two crossover intervention trials, randomized and controlled. **Clinical Nutrition** 36 (2017) 1520e1529

18. THOM, E. O efeito do café enriquecido com ácido clorogênico na absorção de glicose em voluntários saudáveis e seu efeito na massa corporal quando usado a longo prazo em pessoas com sobrepeso e obesas. **J Int Med Res**. *[S. l.]*, v. 35, p. 900–8, 2007

19. HAIDARI, F.; SAMADI, M.; MOHAMMADSHAHI, M.; JALALI, M. T.; ENGALI, K. A. A restrição energética combinada com o extrato de café verde afeta as adipocitocinas séricas e a composição corporal em mulheres obesas. **Ásia Pac J Clin Nutr**. *[S. l.]*, v. 26, p. 1048–54, 2017.

20. Morvaridi M, Rayyani E, Jaafari M, Khiabani A, Rahimlou M. O efeito da suplementação com extrato de café verde sobre fatores de risco cardiometabólicos: uma revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos randomizados. J Diabetes Metab Disord;19:645-60, 2020.

21. Zuñiga LY, Aceves-de la Mora MC, González-Ortiz M, Ramos-Núñez JL, Martínez-Abundis E. Efeito da administração de ácido clorogênico no controle glicêmico, secreção de insulina e sensibilidade à insulina em pacientes com tolerância diminuída à glicose. J Med Food 2018;21:469-73.

22. Shahmohammadi HA, Hosseini SA, Hajiani E, Malehi AS, Alipour M. Efeitos da suplementação de extrato de grão de café verde em pacientes com doença hepática gordurosa não alcoólica: um ensaio clínico randomizado. **Hepat Seg** 2017;17:e12299.

23. S. GARGIULO, G. TESTA, P. GAMBA, E. STAURENGHI, G. POLI, G. LEONARDUZZI, Oxisteróis e 4- hidroxi-2-nonenal contribuem para a desestabilização da placa aterosclerótica, **Free Radic. Biol. Med.** v. 111, p. 140–150, 2017.
24. T. Sonnweber, A. Pizzini, M. Nairz, G. Weiss, I. Tancevski, Metabólitos do ácido araquidônico em doenças cardiovasculares e metabólicas, Int. J. Mol. Ciência. 19 (2018)

25. S. Gargiulo, P. Gamba, G. Testa, G. Leonarduzzi, G. Poli, O papel dos oxisteróis no envelhecimento vascular, J. Physiol. 594 (2016) 2095–2113

26. JO Lara-Guzmán, Á. Gil-Izquierdo, S. Medina, E. Osorio, R. Álvarez-Quintero, N. Zuluaga, C. Oger, J.-M. Galano, T. Durand, K. Muñoz-Durango, LDL oxidado desencadeia alterações no estresse oxidativo e biomarcadores inflamatórios em macrófagos humanos, Redox Biol 15 (2018) 1–11

27. MA Nayeem, Papel das oxilipinas em doenças cardiovasculares, **Acta Pharmacol. Pecado**. 39 (2018) 1142–1154

28. A. Zmyseuowski, A. Szterk, Oxysterols como biomarcador em doenças, Clin**. Chim. Acta** 491 (2019) 103–113

29. Griffeth, VE; Perthen, JE; Buxton, RB Perspectivas para fmri quantitativa: Investigando os efeitos da cafeína no metabolismo basal do oxigênio e a resposta a um estímulo visual em humanos. **Neuroimagem**, v. 57, p. 809–816, 2011.

30. Haskell, CF; Kennedy, DO; Wesnes, KA; Scholey, AB Melhorias cognitivas e de humor da cafeína em consumidores habituais e não consumidores habituais de cafeína. **Psicofarmacologia**,179, 813–825, 2005.

32. CHILDS, E.; de WIT, H. Efeitos subjetivos, comportamentais e fisiológicos da cafeína aguda em usuários leves e não dependentes de cafeína. **Psicofarmacologia**, 185, 514–523, 2006.

33. PAPAMICHAEL CM, AZNAOURIDIS KA, KARATZIS EN, KARATZI KN, STAMATELOPOULOS KS, VAMVAKOU G, et al. Efeito do café na função endotelial em indivíduos saudáveis: o papel da cafeína. Clin Sci 2005;109(1):55e60.

34. Buscemi S, Batsis JA, Arcoleo G, Verga S. Efeitos agudos do café na função endotelial
em indivíduos saudáveis 2010a;64(5):483e9.

35. Buscemi S, Verga S, Batsis JA, Donatelli M, Tranchina MR, Belmonte S, et al. Café e
função endotelial: uma batalha entre cafeína e antioxidantes [quest]. Eur J Clin Nutr 2010b;64(10):1242e3.

**Capítulo 18**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-18**

# DESENVOLVIMENTO DE GELEIA DE XIQUE-XIQUE (*Pilosocereus gounellei*) COM SPIRULINA (*Arthrospira platensis*): PROPRIEDADES FUNCIONAIS E FÍSICO-QUÍMICAS

**Joana Rízia Santos Nascimento Souza; Fabrícia de Souza Ferreira ; Eleny da Silva Pinto; Anne Caroline Alves Vieira; Natasha Carolina Melo Diniz; Maristela Alves Alcântara; Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro***

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:atribuzycordeiro@gmail.com*

## RESUMO

**Introdução**: O xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) é uma cactácea endêmica da Caatinga, possui propriedades funcionais, nutricionais e ainda um potencial ilimitado para a indústria e produção alimentar sustentável. Já a spirulina (*Arthrospira platensis*), uma microalga rica em nutrientes, é conhecida por suas propriedades funcionais benéficas à saúde. **Objetivo**: Desenvolver uma inovadora geleia à base de xique-xique enriquecida com spirulina, destacando suas características físico-químicas e propriedades funcionais. **Metodologia**: Foram elaboradas 3 formulações de geleias, tendo como formulação base contendo 60% de cladódio de xique-xique, 8% hortelã, 1,5% de pectina, 0,5% de ácido cítrico e 30% de açúcar, e diferentes concentrações de spirulina, sendo FII (0,25%), FIII (0,5%), e uma controle sem spirulina. Foram realizadas composição centesimal, pH, acidez e sólidos solúveis nas matérias-primas e nas geleias elaboradas. O conteúdo de fenólicos totais e o potencial antioxidante foram determinados. **Resultados**: A adição de spirulina à geleia de xique-xique conferiu propriedades funcionais notáveis, como o aumento da concentração de proteínas e a presença de compostos fenólicos que conferiram a atividade antioxidante confirmada pelo método DPPH. **Conclusão:** A geleia premium elaborada com xique-xique e spirulina apresentou características físico-químicas atendendo aos padrões de qualidade estabelecidos. Espera-se que esse estudo contribua para a diversificação de produtos a base de xique-xique, valorizando uma cactácea endêmica da Caatinga e promovendo ainda mais o consumo da spirulina como uma fonte alternativa de nutrientes.

**Palavras-chave**: antioxidantes; cactácea; geleia; microalga; proteínas

## 1. INTRODUÇÃO

As cactáceas são plantas suculentas pertencentes à família Cactaceae e apresentam ampla ocorrência na Caatinga, destacando-se como a terceira maior diversidade de espécies no bioma. Devido ao clima semiárido predominante na região, caracterizado por altas temperaturas e longos períodos de estiagem, os cactos desenvolveram o controle fisiológico especializado em armazenamento de água, permitindo sua sobrevivência nesse ambiente adverso. Dentre as espécies encontradas na Caatinga, o *Pilosocereus gounellei*, popularmente conhecido como xique-xique, é uma cactácea endêmica dessa região,

apresentando um caule longo com ramos separados, cobertos por espinhos pontiagudos e frutos de polpa rosa intensa e sementes pretas (1, 2).

Apesar da presença marcante dos cactos na Caatinga e do potencial funcional e nutricional que possuem, nota-se uma lacuna de estudos científicos abrangentes sobre suas propriedades e benefícios, o que tem limitado o aproveitamento dessas plantas em sua totalidade. No entanto, pesquisas recentes indicam o xique-xique como uma alternativa alimentar promissora, com valor nutricional significativo e a presença de diversos compostos bioativos, como fibra alimentar, cálcio, magnésio, selênio, zinco e compostos fenólicos, tais como catequina, galato de epigalocatequina, procianidina B e ácido gálico (2). É possível observar que no meio gastronômico seu uso não é mais desafiador, uma vez que, a geleia de xique-xique é um produto culinário que pode ser elaborado com essa planta, como demonstrou no Festival GastroTinga, na cidade de Canindé de São Francisco, estado de Sergipe, uma proposta de geleia de xique-xique com rapadura (3).

Outra fonte com potencial muito importante para o ser humano é a spirulina (*Arthrospira platensis*), uma microalga, cyanobacteria, procariótica que possui um teor elevado de micro e macronutrientes. Sua composição pode apresentar cerca de 70% de proteínas, também é rica em carboidratos, vitaminas (A, C, E e do complexo B), minerais (ferro, cálcio, cobre, magnésio, cromo, manganês, fósforo, potássio, sódio e zinco), ácido γ-linolênico, e pigmentos como clorofila, ficocianinas e carotenoides. A ficocianina *C* é um pigmento comumente encontrado nas cianobactérias, sendo um dos componentes mais abundantes da spirulina e possui propriedades antioxidantes e antiinflamatórias (4).

Assim como as matérias primas citadas anteriormente, a hortelã (*Mentha spicata*) também é muito consumida devido suas propriedades funcionais, bioatividade e potencial antiinflamatório. É uma planta pertencente à família Lamiaceae, perene, rizomatosa e glabra. É uma das ervas mais comumente consumidas e cultivadas em todo o mundo. Suas folhas são ricas em fitoquímicos, ácido fólico e vitaminas que lhe conferem propriedades antibacterianas, antifúngicas e anti-inflamatórias, e ainda ajuda a tratar problemas digestivos, alivia tosse e congestão nasal, e combate doenças respiratórias. A planta fresca ou seca, e seus óleos essenciais são amplamente utilizados na indústria alimentícia, cosmética, confeitaria, goma de mascar, pasta de dente e farmacêutica. A hortelã é reconhecida como planta medicinal, assim como é muito utilizada como tempero na gastronomia mundial (5).

O mercado global de geleias e conservas de frutas tem apresentado crescimento constante. Segundo o relatório do Reportlinker (6), estima-se que esse mercado atingirá US$8,9 bilhões até 2027, com os principais impulsionadores desse crescimento localizados nos EUA, Canadá, Japão, China e Europa. Essa indústria tem se mostrado favorável ao investimento, utilizando indicadores como a Taxa de Crescimento Anual Composta (CAGR) para avaliar o retorno financeiro ao longo do tempo (7).

A geleia de xique-xique e hortelã, enriquecida com spirulina, é uma proposta de um produto inovador e sustentável que aproveita a cactácea típica do semiárido brasileiro. Demonstra ainda, as potencialidades dessa geleia como um alimento funcional, como efeitos benéficos à saúde pelo potencial antioxidante, que pode ainda contribuir para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental da região. Neste contexto, o objetivo principal foi avaliar o potencial funcional e nutricional do xique-xique e sua viabilidade como ingrediente na produção de geleias enriquecidas com spirulina.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

As análises foram realizadas em duas etapas. A primeira etapa consistiu na avaliação físico-química das matérias-primas (cladódio de xique-xique, hortelã e spirulina). A segunda etapa foi realizada com o desenvolvimento das formulações de geleia, seguido da caracterização físico-química, análise do conteúdo de fenólicos totais, atividade antioxidante pelo método DPPH e perfil de textura.

## 2.1 PREPARO DA MATÉRIA-PRIMA

O xique-xique foi higienizado, seguido da retirada da epiderme e dos espinhos do cladódio e pesados. Em seguida foram triturados em um liquidificador, homogeneizados, peneirados e retirada a espuma superficial. A hortelã foi lavada, seguida da retirada do caule, e as folhas obtidas foram higienizadas em água com solução de hipoclorito de sódio em concentração 2,5%, por 15 minutos, foi realizado o enxágue e dispostas em superfície coberta com papel toalha para retirada do excesso de água. A Spirulina, pectina e ácido cítrico já foram adquiridos prontos para o uso, sendo necessários somente a pesagem de acordo com as análises a serem realizadas e a porcentagem das formulações pré-definidas.

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS E DAS FORMULAÇÕES DE GELEIA

A composição e qualidade dos cladódios de xique-xique, hortelã, spirulina e das amostras de geleia foram avaliadas pelas análises físico-químicas: pH, Acidez Total Titulável (ATT), Sólidos Solúveis Totais (SST), SST/ATT, proteínas, lipídios, cinzas, e umidade, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (8) e *Association of Official Analytical Chemists* (9). A atividade de água foi analisada através do uso do equipamento AquaLab 4TE DUO – Analisador de Atividade de Água. Para avaliação funcional, tanto das matérias-primas como das formulações de geleia elaboradas, além das análises descritas anteriormente, foram realizadas análises para determinar teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante as curvas padrão foram realizadas com Trolox e os resultados expressos em µM Trolox/100 g de geleia.

## 2.3 PREPARO DAS GELEIAS

As formulações de geleia foram definidas a partir de delineamento e determinadas após testes preliminares de bancada, tendo como parâmetro a formulação base de uma geleia *premium* de acordo com a legislação (mínimo de 60% vegetal/40% de açúcar). A adição da pectina foi definida em 1,5%, e o ácido cítrico em 0,4% com base na quantidade total de material vegetal e açúcar. Foram formulados 3 tratamentos de geleias, sendo uma formulação base (cladódio, hortelã, açúcar, pectina e ácido cítrico) e duas formulações de geleia base adicionadas de spirulina, com variações nas quantidades de 0,25% e 0,5%, de acordo com o volume final da geleia base.

Para a elaboração da geleia a polpa do cladódio foi triturada, peneirada e a espuma superficial retirada. Em seguida, as folhas de hortelã foram trituradas no liquidificador junto com a polpa do cladódio, peneirados e adicionados no recipiente destinado ao cozimento da geleia. Os demais componentes foram adicionados da seguinte forma, o açúcar foi fracionado em duas partes, sendo a primeira parte adicionada no início do processo, a pectina foi adicionada com o açúcar restante após cerca de 20 minutos ou próximo da obtenção do ponto da geleia, enquanto o ácido cítrico foi adicionado somente após obter o ponto da geleia. As formulações foram concentradas por agitação mecânica,

em fogo baixo até alcançar teor de sólidos solúveis totais das geleias, teve uma variação de 24 a 30 minutos. Após atingido o ponto final do preparo das geleias, estas foram armazenadas em recipiente plástico descartável com tampa, e mantidos em temperatura de refrigeração (5 °C).

### 2.4 PERFIL DE TEXTURA DA GELEIA

A análise foi determinada utilizando um analisador de textura CT3 - Brookfield, com sonda cilíndrica de alumínio de 6mm, com velocidade de teste de 5mm.s-1, penetração de 10mm de distância e tempo entre um ciclo e outro de 5s. A análise foi realizada em triplicata. Os resultados obtidos da curva Força x Tempo foram calculados pelo Software *TexturePro* CT V1.3. Os parâmetros analisados foram: dureza, adesividade, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade.

### 2.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os resultados obtidos foram avaliados estatisticamente pela análise de variância ANOVA e a comparação de médias pelo teste Tukey. Os cálculos foram efetuados pelo programa IBM SPSS *Statistics*. Os resultados obtidos são apresentados na seção resultados, para cada análise realizada da formulação final da geleia.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS MATÉRIAS-PRIMAS

Os resultados da composição centesimal das matérias-primas utilizadas para produção das geleias estão apresentados na Tabela 1. Os dados apresentados correspondem a média de três determinações e seus respectivos desvios padrão.

Tabela 1 - Composição centesimal da polpa do cladódio, hortelã e spirulina.

| Análises (g/100g) | Cladódio | Hortelã | Spirulina |
|---|---|---|---|
| Umidade | 97,59 ± 0,02 | 86,90 ± 0,11 | 11,18 ± 0,07 |
| Cinzas | 0,48 ± 0,01 | 1,64 ± 0,03 | 9,75 ± 0,02 |
| Proteínas | 0,54 ± 0,11 | 4,61 ± 0,08 | 55,53 ± 0,17 |
| Lipídios | 0,26 ± 0,07 | 1,32 ± 0,27 | 8,31 ± 0,61 |
| Carboidratos | 1,13 ± 0,11 | 5,53 ± 0,27 | 15,23 |
| Açúcares totais | - | 1,02 ± 0,05 | - |

Dados apresentados como média (μ) ± desvio padrão (σ)

Ao observar os resultados, foi possível constatar alto teor de umidade (97,59%), e elevada atividade de água (0,9884 %) no cladódio de xique-xique, algo que é característico das espécies de cactáceas. Estudo realizado por (2) confirma essa informação. Ao observar o mesmo estudo realizado por (2), verifica-se valores menores para proteínas (0,49%), e resultados próximos para lipídios (0,28%). Já os teores de carboidratos (açúcares e fibras) e cinzas apresentaram valores bem superiores aos encontrados neste estudo, onde carboidratos foram 3,29% e cinzas 1,99%. A diferença entre os resultados pode estar associada ao estádio de maturação dos cladódios e também ao processo de peneiramento, onde grande parte da haste central (parte da cactácea mais

rica em carboidratos e demais sólidos) foi retirada e descartada, devido ao seu uso não apresentar características agradáveis à geleia.

Em relação a composição das folhas de hortelã (*Mentha spicata L.*), podemos comparar com os resultados encontrados por (10) onde os valores de umidade e cinzas foram muito próximos, de 0,86% e 1,7%, respectivamente. Já os conteúdos determinados, neste estudo, para proteínas e lipídeos foram bem mais elevados que os valores obtidos por (10) (respectivamente 2,3% e 0,4%). Em relação ao resultado encontrado no conteúdo de carboidratos nas folhas de hortelã foi relativamente baixo em comparação aos encontrados nesse mesmo estudo (9,6%).

Já a composição centesimal determinada para spirulina a umidade foi de 11,18%, cinzas de 9,75%, proteínas de 55,53%, lipídios de 8,31%, e carboidratos de 15,23%. Ao comparar esses resultados com os achados por (11), observa-se que a umidade encontrada (11,18 %) em relação ao teor de proteínas determinado (55,53 %) foi superior à reportada por (11). Por outro lado, a quantidade de cinzas determinada neste estudo foi superior ao apresentado por (12) de 7,2%. Essas discrepâncias podem ser atribuídas a diferentes fontes, métodos de análise ou melhorias de maturação das amostras, ressaltando a importância da precisão na caracterização da composição centesimal em trabalhos científicos. Os resultados das análises físico-químicas para determinação de pH, acidez e sólidos solúveis das matérias-primas utilizadas para produção das geleias encontram-se ilustrados na tabela 2. Os dados apresentados correspondem a média de três determinações e seus respectivos desvios padrão.

Tabela 2 - Valores de aW, pH, acidez e sólidos solúveis da polpa do cladódio, hortelã e spirulina.

| Análises | Cladódio | Hortelã | Spirulina |
|---|---|---|---|
| aW | 0,9884 ± 0,0008 | 0,9810 ± 0,0027 | 0,58,6 ± 0,0057 |
| pH | 4,13 ± 0,01 | 6,53 ± 0,04 | 6,47 ± 0,03 |
| Acidez (g/100g de ácido cítrico) | 0,24 ± 0,03 | 0,3680 ± 0,02 | 1,30 ± 0,07 |
| Sólidos solúveis (ºBrix) | 1,37 ± 0,15 | 5,50 ± 0,10 | 6,63 ± 0,21 |

Dados apresentados como média (μ) ± desvio padrão (σ)

Em relação ao xique-xique para pH (4,13), acidez (0,24) e sólidos solúveis (1,37) foram próximos aos encontrados por (13), ao estudarem as diversas partes do cladódio de xique-xique, apresentando valores entre 1,87 e 4,93. As folhas de hortelã apresentaram pH (6,53). Já no estudo de (14), o valor de acidez de 1,81% foi superior. Já os sólidos solúveis foram superiores ao valor encontrado por esse mesmo autor (2,8). A diferença nos teores de acidez dos estudos, pode estar relacionado com o tempo pós-colheita da análise realizada na hortelã, levando em consideração que as alterações na acidez estão relacionadas ao metabolismo oxidativo causado pela respiração celular (14). As matérias-primas avaliadas para utilização na elaboração das geleias apresentaram baixos teores de sólidos solúveis e pH considerado elevado, o que justificou a adição da pectina comercial e ácido cítrico para o processamento das geleias.

## 3.2 COMPOSIÇÃO PROXIMAL DAS FORMULAÇÕES DE GELEIAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SPIRULINA.

Os resultados das análises de determinação da composição proximal das geleias formuladas com xique-xique, hortelã e spirulina encontram-se na tabela 3. Os dados apresentados correspondem a média de três determinações e seus respectivos desvios padrão. O teor de umidade encontrado para as geleias variou de 31,56% a 32,02%. Segundo a legislação RDC n°12, de 24 de julho de 1978, os valores para umidade em

geleias são padronizados entre 35% a 38%, indicando assim, que os valores encontrados em todas as formulações foram inferiores aos valores estabelecidos. No entanto, o conhecimento apenas dos teores de umidade não pode determinar a estabilidade de um alimento. A atividade de água, que é a disponibilidade da água nos alimentos para atividade microbiológica, enzimática ou química nos alimentos, é que determina a vida útil dos alimentos (15).

Os valores de proteínas encontrados nas diferentes formulações de geleias elaboradas apresentaram diferenças estatísticas e variaram de 0,45% a 0,96%. A formulação FIII apresentou uma quantidade maior de proteína em relação a FII. A adição de spirulina na composição base da geleia promoveu um aumento no teor de proteína na medida que aumentou a adição da microalga, devido ao elevado teor deste constituinte conforme apresentado na tabela 2. É esperado que a adição de spirulina em proporções maiores, possa agregar um potencial proteico ainda mais significativo à geleia.

As formulações de geleias apresentaram uma redução significativa dos teores de açúcares totais na medida que a spirulina foi adicionada. A geleia FII, que continha 0,25% de spirulina, apresentou uma redução de 6,56% em relação a FI (sem spirulina). Já a formulação FIII que continha 0,5% de spirulina mostrou uma redução de 4,4% em relação a FII. Ou seja, a diferença a menos no teor de açúcares totais da amostra FIII para Amostra FI foi de 10,6%. Entretanto, para que seja possível entender quais foram os reações que resultaram nessas alterações dos teores de açúcares, são necessários a realização de mais análises e estudos, para entender como a spirulina pode influenciar nos teores de açúcar e sua absorção. Os demais parâmetros analisados não apresentaram variação significativa. Contudo, os resultados encontrados para formulação FI, a geleia controle, conforme resultados descritos na tabela 3 podem ser comparados aos encontrados por (2) em geleia de xique-xique, com umidade (29,02%), Cinzas (0,83%), proteínas (0,28%) e carboidratos (67,17%).

Tabela 3 - Composição centesimal das geleias.

| Análises (g/100g) | Formulações | | |
|---|---|---|---|
| | FI | FII | FIII |
| Umidade | 32,02 ± 1,20 | 31,76 ± 0,60 | 31,56 ± 1,27 |
| Cinzas | 0,83 ± 0,02 | 0,85 ± 0,01 | 0,86 ± 0,01 |
| Proteínas | 0,45 ± 0,06* | 0,75 ± 0,01* | 0,96 ± 0,10* |
| Lipídios | 0,53 ± 0,05 | 0,51 ± 0,05 | 0,53 ± 0,03 |
| Carboidratos | 66,19 ± 1,20 | 66,11 ± 0,60 | 66,06 ± 3,02 |
| Açúcares totais | 60,34 ± 1,18* | 53,78 ± 0,00 | 49,74 ± 3,02 |

Dados apresentados como média (μ) ± desvio padrão (σ)
* Apresentou diferença média significativa no nível de confiança de 0,05 entre as amostras.
Legenda: FI – Formulação base sem adição de spirulina; FII – Formulação base, adicionada de 0,25% de spirulina; FIII – Formulação base, adicionada de 0,5% de spirulina.
**Fonte:** Próprio autor.

Os resultados das análises de determinação de aW, pH, acidez e sólidos solúveis das geleias elaboradas com xique-xique encontram-se ilustrados na tabela 4. Os dados apresentados correspondem a média de três determinações e seus respectivos desvios padrão.

Tabela 4 - Valores de aW, pH, acidez e sólidos solúveis da geleia.

| Análises | Formulações | | |
|---|---|---|---|
| | FI | FII | FIII |
| aW | 0,8019 ± 0,0004* | 0,8032 ± 0,0005 | 0,8034 ± 0,0004 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| pH | 3,48 ± 0,01 | 3,47 ± 0,02 | 3,49 ± 0,00 |
| Acidez (g/100g de ácido cítrico) | 1,26 ± 0,01 | 1,29 ± 0,01 | 1,31 ± 0,02 |
| Sólidos solúveis (ºBrix) | 64,56 ± 0,66 | 64,23 ± 0,76 | 64,83 ± 1,00 |

Dados apresentados como média (μ) ± desvio padrão (σ)
* Apresentou diferença média significativa no nível de confiança de 0,05 entre as amostras.

Os resultados da análise de atividade de água das geleias (aW) apresentaram diferenças estatísticas e variaram de 0,8019 a 0,8034. Estes resultados demonstram que a adição de spirulina interfere na aW. Dentre as formulações, a geleia FI apresentou a menor atividade de água, enquanto a FIII a maior. No entanto, todas as formulações apresentaram na faixa de 0,60 - 0,84, onde não ocorre o crescimento de bactérias patogênicas em alimentos levemente úmidos, como a geleia. De acordo com (16), os valores limítrofes de atividade de água para multiplicação de bactérias halofílicas, bolores xerofílicos e leveduras osmofílicas são, respectivamente, 0,75, 0,65 e 0,61.

O teor de sólidos solúveis encontrado nas formulações de geleias de xique-xique não apresentou diferenças estatísticas e revelou média de 64,54 °Brix. Este resultado atende a legislação brasileira que estabelece variação de 62 a 65 °Brix para sólidos solúveis totais de geleias de fruta. Os valores encontrados para pH estão de acordo com a legislação para produção de geleias. Para o processo de formação eficaz de um gel estável, é necessário obter um pH ideal (entre 3,2 a 3,5), considerando sempre o teor de sólidos solúveis próximo de 65. Ressalta-se ainda, que o pH tem um papel importante na conservação de geleias, pois apresentam pH inferior a 4,5, contribuindo assim, na redução do risco de contaminação por microrganismos deterioradores e patógenos, e consequentemente, aumentando a vida de prateleira.

## 3.3 RESULTADOS DE ANÁLISES DE FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Os resultados obtidos das análises de determinação do Conteúdo de Fenólicos Totais e da Atividade Antioxidante pelo método DPPH das geleias de xique-xique são apresentados na tabela 5. Os dados apresentados correspondem a média de três determinações e seus respectivos desvios padrão.

Tabela 5 - Resultados de Conteúdo de Fenólicos Totais e Atividade Antioxidante (DPPH) das Geleias.

| Formulações | Análises | |
|---|---|---|
| | Fenólicos (mg Ácido Gál/100g) | DPPH (μmol Tx/100g) |
| FI | 106,32 ± 6,87 | 427,91 ± 5,20 |
| FII | 108,65 ± 5,08 | 425,41 ± 12,82 |
| FIII | 109,33 ± 3,37 | 432,08 ± 3,81 |

Dados apresentados como média (μ) ± desvio padrão (σ)

Ao observar os dados obtidos, é possível visualizar um aumento (na medida que se adicionou a spirulina às formulações) em relação às análises de conteúdo de fenólicos totais. Contudo, a análise estatística dos dados não indicou diferenças significativas entre as formulações de geleia. A literatura reporta as desvantagens do método de determinação do conteúdo de fenólicos totais, pois é fato que a presença de proteínas, açúcares e ácidos orgânicos da matriz analisada podem interferir na quantificação dos fenólicos, especialmente por espectrofotometria. Por exemplo, (17) verificou em geleia mista de uva isabel e carnaúba valor de 107,20 mg de Ácido Gál/100g. Esse valor é similar ao encontrado nas formulações FI, FII e FIII que variaram entre 106,32, 108,65 e 109,33 mg

de Ácido Gál/100g, respectivamente. (18), também encontrou resultados próximos, de 106,60 mg de Ácido Gál/100g em geleia de acerola e melão de São Caetano.

Com relação aos resultados da análise de atividade antioxidante pelo método DPPH, também não apresentou diferenças significativas entre as formulações de geleias elaboradas. Pesquisa conduzida por (19) encontrou resultados para atividade antioxidante de geleia de cupuaçu obtidas a partir da polpa do cupuaçu com 3 tratamentos (polpa comercial, polpa seca em estufa e polpa liofilizada), onde os resultados obtidos foram de 57,67; 57,07 e 64,15 µMol Tx/100g, respectivamente. Sendo assim, os resultados obtidos para a atividade antioxidante de geleia de xique-xique com diferentes concentrações de spirulina foram muito superiores aos determinados para geleia de cupuaçu. O resultado da atividade antioxidante ainda pode ser comparado aos valores encontrados por (2) de 572,96 µMol Tx/100g referente ao cilindro vascular do xique-xique. Essa redução nos valores pode estar associada a influência dos processos de produção da geleia, que pode influenciar no conteúdo dos compostos fenólicos, e consequentemente nas propriedades antioxidantes.

## 3.4 RESULTADOS DE ANÁLISES DE TEXTURA DA GELEIA COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SPIRULINA

Os resultados das análises de textura das geleias de xique-xique elaboradas com diferentes concentrações de Spirulina são apresentados na tabela 6. Os dados apresentados correspondem a média de três determinações e seus respectivos desvios padrão.

Tabela 6 - Parâmetros de textura instrumental de geleias de xique-xique elaboradas com diferentes concentrações de Spirulina.

| Parâmetros de textura | Amostras | | |
|---|---|---|---|
| | FI | FII | FIII |
| Dureza (N) | 1,28 ± 0,07 | 1,59 ± 0,09* | 1,38 ± 0,04 |
| Adesividade (mJ) | 1,16 ± 0,020 | 1,76 ± 0,20* | 1,30 ± 0,10 |
| Coesividade (N) | 0,37 ± 0,02 | 0,32 ± 0,20 | 0,38 ± 0,15 |
| Elasticidade (mm) | 0,81 ± 0,11 | 0,92 ± 0,01 | 0,91 ± 0,00 |
| Gomosidade (N) | 0,46 ± 0,06 | 0,51 ± 0,03 | 0,53 ± 0,01 |
| Mastigabilidade (N) | 0,39 ± 0,09 | 0,47 ± 0,02 | 0,48 ± 0,01 |

Dados apresentados como média (µ) ± desvio padrão (σ)

Ao comparar os resultados dos parâmetros de textura apresentados na tabela 6, foi possível verificar que somente a formulação FII apresentou uma diferença superior significativa para os parâmetros de dureza e adesividade entre as demais formulações de geleia. Segundo (20), a dureza pode ser definida como a força necessária para atingir a deformação do alimento durante a primeira mordida. Em relação a esse parâmetro, podemos comparar os valores obtidos de dureza com os valores encontrados por (21), onde esse parâmetro apresentou uma variação entre 0,95 a 4,60 N para geleias prebióticas tradicionais mistas de jabuticaba e acerola.

Em análises de parâmetros de textura de geleias de maçã com tratamentos distintos quanto à concentração de pectina, foram observados valores para coesividade de 0,37 a 0,53 N, para o parâmetro de elasticidade, valores de 0,89 a 0,96 mm e para gomosidade de 0,30 a 1,90 N. Todos esses valores encontrados por (20), são semelhantes aos encontrados. Os valores apresentados na tabela 5 para o parâmetro de mastigabilidade estão dentro dos valores encontrados (22) em geleias de physalis com queijo do tipo brie (0.08 a 0.58 N).

## 5. CONCLUSÃO

Ao finalizar esse estudo, foi possível verificar que os valores obtidos, nas diversas análises realizadas, das matérias-primas foram semelhantes aos encontrados por diversos autores. Nas três diferentes formulações de geleias desenvolvidas (FI, FII e FIII), foi verificado que as mesmas estão conformes aos padrões estabelecidos nas legislações vigentes de geleias (o uso de legislação específica para geleia foi devido a falta de legislação específica para geleia de vegetais).

Ainda foi possível verificar que as formulações adicionadas com spirulina (FII e FIII), apresentaram valores superiores em proteínas, agregando desta forma maior valor proteico as formulações das geleias. Também podemos ver um potencial da spirulina em reduzir de forma significativa os teores de açúcares totais nos alimentos, mais especificamente nas geleias desenvolvidas neste trabalho.

Sugere-se mais análises para investigação microbiológica e sensorial e assim confirmar a qualidade das geleias de xique-xique e hortelã enriquecida com spirulina. Espera-se que novos estudos sejam realizados para a valorização do xique-xique como alimento funcional, fomentando seu aproveitamento na indústria de geleias e promovendo oportunidades de desenvolvimento socioeconômico e ambiental na região da Caatinga. Além disso, estimula o desenvolvimento de novos produtos adicionados de spirulina, possibilitando o benefício potencial do consumo desta microalga rica em proteínas.

## REFERÊNCIAS

1. de Lucena CM, de Lucena RFP, Costa GM, Carvalho TKN, Costa GGDS, Alves RRDN, et al. Use and knowledge of Cactaceae in Northeastern Brazil. J Ethnobiol Ethnomed, 2013;9:1-11.

2. Bezerril FF, de Souza MDFV, Lima MDS, Pacheco MTB, de Carvalho POAA, Sampaio, KB, et al. Physicochemical characteristics and bioactive compounds of the Xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) cactus from Caatinga Brazilian: are they nutritive and functional?. J. Food Meas. Charact., 2021;15:3284-3297.

3. Cunha F. Geléia de xique-xique com rapadura. [Internet]. Acesso em 1 ago. 2024. Disponível em: https://reportergourmet.com.br/aprenda-a-preparar-geleia-de-xique-xique-com-rapadura/

4. Sjors VIF. Alessandro F. "Algae based biofuels, Applications and coproducts." Environment and natural resources management working paper. Environment climate change. Bioenergy monitoring and assessment, 2010.

5. Snoussi M, Noumi E, Trabelsi N, Flamini G, Papetti A, De Feo V. Mentha spicata essential oil: chemical composition, antioxidant and antibacterial activities against planktonic and biofilm cultures of Vibrio spp. strains. Molecules, 2015;20(8):14402-14424.

6. Reportlinker. Global Fruit Jams, Jellies and Preserves Industry. [Internet]. Acesso em: 03 ago. 2023. Disponível em: https://www.globenewswire.com/en/news-

release/2020/08/25/2083575/0/en/Global-Fruit-Jams-Jellies-and-Preserves-Industry.html.

7. Suno. CAGR: O que é? Qual sua importância nos investimentos? [Internet]. Acesso em: 1 ago. 2024. Disponível em: https://www.suno.com.br/artigos/cagr/.

8. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo:IMESP, 2008.

9. AOAC, G. W. Official methods of analysis of AOAC International. Rockville, MD: AOAC International, ISBN: 978-0-935584-87-5. 2016.

10. Scherer R, Lemos MF, Lemos MF, Martinelli GC, Martins JDL, da Silva AG. Antioxidant and antibacterial activities and composition of Brazilian spearmint (*Mentha spicata L.*). Ind Crops Prod, 2013;50:408-413.

11. Barros KKS. Produção de biomassa de Arthrospira platensis (*Spirulina platensis*) para alimentação humana [dissertação] João Pessoa: Universidade Federal da Paraí-ba. 2010.

12. Larrosa A, Da Silva KT, Lamas G, Soares V, Pinto L. Secagem De Spirulina Sp. Em Leito De Jorro: Efeito Da Temperatura Nas Características do Produto Desidratado. Chem. Eng. J., 2015;1(2):3955-3961.

13. de Almeida CA, de Figueiredo RM, Queiroz AJM, de Oliveira FM. Physical and chemical characteristics of xiquexique pulps. 2007, Revista Ciência Agronômica, 38(4), 440.

14. Oliveira A, Correndo RK, Oliveira EL, Oliveira DP, Carrasco LR. Coordenou a intensificação para conciliar os objetivos de desenvolvimento sustentável "Fome Zero" e "Vida na Terra". J. Meio Ambiente. Manag. 2021;284:112032.

15. Fellows PJ. Tecnologia do Processamento de Alimentos-: Princípios e Prática. Artmed Editora, 2018. 34 p.

16. Franco BDGM, Landgraf M. Microbiologia dos alimentos. São Paulo: Atheneu, 2005.

17. Lima JS. Avaliação do teor de compostos fenólicos totais, capacidade antioxidante e análise sensorial de geleia mista de uva Isabel com carnaúba [Dissertação]. Cuité: Universidade Federal de Campina Grande; 2018.

18. Costa TAM. Propriedades antioxidantes da geleia de acerola com melão de São Caetano (*Momordica charantia L.*) [Dissertação]. Cuité: Universidade Federal de Campina Grande; 2021.

19. Correa, CS. Desenvolvimento e caracterização de geleia de cupuaçu [Dissertação]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2018.

20. Garrido JI, Lozano JE, Genovese DB. Effect of formulation variables on rheology, texture, colour, and acceptability of apple jelly: Modelling and optimization. LWT-Food Science and Technology, 2015;62(1):325-332.

21. Lemos DM, Rocha APT, Gouveia JPGD, Oliveira ENAD, Sousa EPD, Silva SFD. Elaboration and characterization of jabuticaba and acerola prebiotic jelly. Braz. J. Food Technol., 2019;22:e2018098.

22. Curi PN, Carvalho CDS, Salgado DL, Pio R, Silva DFD, Pinheiro ACM, Souza VRD. Characterization of different native american physalis species and evaluation of their processing potential as jelly in combination with brie-type cheese. J. Food Technol., 2017;38:112-119.

**Capítulo 19**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-19**

# ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS GRÃOS DE CÁRTAMO (*Carthamus tinctorius* L.)

**Érica Santos Ferreira; Mariana Oliveira Medeiros*; Ana Carolina Oliveira Medeiros; Winnie Gonsalves Sturnich; Caroline Pereira Moura Aranha; Ana Paula da Fonseca Machado.**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: mariana.medeiros076@academico.ufgd.edu.br*

**Resumo:** O cártamo apesar do alto potencial e de sua capacidade de adaptação, possui pouca expressão econômica e ainda existem muitos aspectos a serem explorados pela cultura. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi realizar análises físico-químicas e avaliar a composição centesimal dos grãos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.). Foram realizadas análises de umidade, atividade de água, conteúdo de resíduo mineral fixo, lipídios, proteínas, carboidratos, fibras, pH, acidez titulável e cor. O teor de umidade, atividade de água e cinzas foram de 8,22%, 0,43% e 2,61%, respectivamente. Os lipídios apresentaram 12,96% e 12,28%, para os métodos Bligh Dyer e Soxhlet, respectivamente. As proteínas obtiveram valor de 12,61%. O teor de fibra bruta apresentou 40,88% e a fibra 40,87%. O conteúdo de carboidratos e os valores pH e acidez titulável foram de 2,88%, 6,22% e 0,38%, respectivamente. O cálculo da cromaticidade resultou em 16,59. A umidade ficou dentro do limite considerado para sementes oleaginosas; porém, a porcentagem de extração de lipídios (pelos dois métodos) encontrou abaixo aos encontrados por outros autores. O teor de proteínas e carboidratos também foram baixos quando comparados a outros estudos, enquanto o teor de fibras se mostrou elevado, podendo ser devido a sua casca externa grossa. Quanto a cor, foi observada que a mesma possuiu baixo grau de intensidade para os grãos triturados.

**Palavras-chave:** Semente; Oleaginosa; Lipídios; Fibras; Cromaticidade.

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo de oleaginosas é uma prática comum em relação ao agronegócio nacional, porém as plantações de soja e milho ocupam em grande maioria a fronteira agrícola. O domínio dessas culturas é prejudicado em sua expansão quando proposto em terras que não possuem ambiente favorável ao seu cultivo (1). Todavia, o cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), pertencente à família Asteraceae, tem se adaptado às mais diferentes condições climáticas, pois apresenta características de alta resiliência. É uma planta que resiste a altas temperaturas, com um mínimo de 350-400 mm de precipitação anual, mas seu desempenho se mostra superior quando as precipitações ficam por volta

de 600 mm de chuva. O cártamo é também bastante resistente ao frio nas primeiras fases do ciclo vegetativo (2; 3; 1).

Os grãos de cártamo é proveniente do Oriente Médio e sul da Ásia. É um produto bastante utilizado como corante, extraído de suas flores, para tingir tecidos e alimentos, porém, perdeu seu mercado para anilinas sintéticas e agora é cultivado somente como semente oleaginosa, possuindo de 30 a 40% de óleo (3; 2). Suas sementes produzem óleo rico em ácido linolênico - 75%, além de possuir de 7 a 8% de ácido palmítico e de 5 a 6% de ácido oleico (3).

Portanto, o óleo de cártamo pode ser utilizado para fins industriais com o objetivo de produzir tintas, vernizes, sabões, esmaltes, biocombustíveis, entre outros produtos. A torta dos grãos, que é um subproduto da indústria de óleo, é uma boa fonte proteica, havendo 25% de proteína, podendo ser utilizada na alimentação de bovinos (3; 4). O cártamo ainda pode ser utilizado pela indústria medicinal, pois já possuem diversos medicamentos à base de cártamo, desempenhando a cura de diversas anomalias. Suas sementes também podem ser utilizadas para alimentação de pássaros e de ruminantes, na qual seu fornecimento poderá ser feito através de feno (4).

Apesar do alto potencial e de sua capacidade de adaptação, o cártamo possui pouca expressão econômica em diversos países de agricultura desenvolvida, como o Brasil. Também ainda existem muitos aspectos a serem explorados pela cultura, sendo necessário intensificar os estudos científicos sobre a espécie para que possa ser melhor aproveitada (5; 6).

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi realizar análises físico-químicas e avaliar a composição centesimal dos grãos de cártamo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Obtenção da matéria-prima

Os grãos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) *in natura*, provenientes da região de Dourados, no Mato Grosso do Sul, Brasil, foram colhidos na fazenda experimental da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Em seguida, foram levados para os laboratórios da Faculdade de Ciências Exatas (FACET), na UFGD, e mantidos sob refrigeração até o momento das análises.

### 2.2. Caracterização dos grãos de cártamo

Os grãos de cártamo foram previamente selecionados, higienizados e triturados em moinho de facas, em seguida, o material em pó foi armazenado em embalagens de polietileno, devidamente seladas, e mantido em um dessecador à temperatura ambiente, protegido da luz, até o momento das análises.

### 2.2.1. Umidade

A umidade foi realizada segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (7). Em um cadinho foram pesados 2,5 g de amostra, em triplicata, e levados à estufa a 105 °C por 24 horas. Posteriormente os cadinhos foram levados a um dessecador por 20 minutos e realizada a pesagem final.

### 2.2.2. Atividade de água

A atividade de água foi medida utilizando um higrômetro digital (Aqualab, Decagon Devices Inc., EUA), que foi previamente calibrado com água destilada ($A_w$ = 1,000) e soluções salinas saturadas a uma temperatura controlada de 25 °C.

### 2.2.3. Conteúdo de resíduo mineral fixo

As cinzas foram realizadas em quadruplicada, onde as amostras foram determinadas após sua completa carbonização por incineração na mufla a 550 °C até a obtenção de um resíduo livre de carvão, com coloração acinzentada, segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (8).

### 2.2.4. Lipídios (método *Bligh Dyer*)

O teor de lipídeos totais foi realizado em triplicata e pelo método Bligh-Dyer, o qual é considerado um método a frio, segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (8).

### 2.2.5. Lipídios (método *Soxhlet*)

O teor de lipídeos totais pelo método Soxhlet, um método a quente, foi realizado de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (8).

### 2.2.6. Proteínas

O teor de proteína foi determinado pelo método Kjeldahl segundo o protocolo descrito no Instituto Adolfo Lutz (8). Esse método quantifica o conteúdo de nitrogênio contido na matéria orgânica, determinando assim a proteína bruta. A análise foi realizada em quadruplicada.

### 2.2.7. Carboidratos

O teor de carboidratos foi realizado de acordo com o método de Eynon-Lane segundo o protocolo descrito no Instituto Adolfo Lutz (8).

### 2.2.8. Fibras

O teor de fibra bruta foi determinada de acordo com a metodologia da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) (9). A análise foi feita em quadruplicata.

### 2.2.9. pH

O pH foi medido usando um potenciômetro (TEC-7, Tecnal, Brasil), segundo a metodologia AOAC (9).

### 2.2.10. Acidez Titulável

A acidez titulável foi realizada a partir da titulação com 0,1N de NaOH, segundo metodologia da AOAC (9) até o ponto de viragem em pH 8,1, utilizando o indicador fenolftaleína para facilitar a visualização do ponto de viragem. Para o cálculo da análise foi utilizado o ácido linoleico como padrão por convenção, sendo esse o ácido predominante no grão de cártamo.

### 2.2.11. Cor

Os parâmetros de cor foram avaliados em colorímetro Konica Minolta (CR-S, Konica Monilta, Japan), previamente calibrado em superfície branca de acordo com os padrões pré-estabelecidos. As amostras trituradas foram colocadas em placas de Petri e a medição foi realizada diretamente na superfície das mesmas, sendo essas realizadas em quadruplicata. Foram avaliados 3 parâmetros de cor: L*, a* e b*. O valor de a* caracteriza coloração na região do vermelho (+a*) ao verde (-a*), o valor b* indica coloração no intervalo do amarelo (+b*) ao azul (-b*). O valor L nos fornece a luminosidade, variando do branco (L = 100) ao preto (L = 0). O Croma é a relação entre os valores de a* e b*,

onde se obtém a cor real do objeto analisado. O Ângulo Hue é o ângulo formado entre a* e b*, indicando a saturação da cor do objeto. Para o cálculo do Croma e do Ângulo Hue utilizou-se as **Equações (1)** e **(2)**, respectivamente (10).

$$C = \sqrt{(a2 + b2)} \qquad (Eq\ 1)$$

$$H^{o} = tan - 1\ b*/a* \qquad (Eq2)$$

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **Tabela 1** mostra os resultados da caracterização química dos grãos de cártamo: análise de umidade, atividade de água ($A_w$), cinzas, lipídios (pelos métodos *Bligh Dyer* e *Soxhlet*), proteínas, carboidratos, pH e acidez titulável.

**Tabela 1 -** Resultados das análises da caracterização dos grãos de cártamo.

| **Cártamo** | |
|---|---|
| **Análises** | **Média ± DP*** |
| Umidade | 8,22 ± 0,01 |
| $A_w$ | 0,49 ± 0,00 |
| Cinzas | 2,61 ± 0,09 |
| Lipídios - Bligh Dyer | 12,96 ± 0,29 |
| Lipídios - Soxhlet | 12,28 ± 1,26 |
| Proteínas | 12,61 ± 1,70 |
| Fibra Bruta | 40,88 ± 18,89 |
| Carboidratos | 2,88 ± 0,24 |
| pH | 6,22 ± 0,02 |
| Acidez titulável | 0,38 ± 0,07 |

* Valores expressos pela média ± desvio padrão (DP).

A análise de umidade para os grãos de cártamo apresentou 8,22%. Esse valor foi semelhante ao de Girardi et al. (11) que encontraram grau de umidade entre 6,90 a 8,80% para os lotes de sementes de cártamo. O grau de umidade recomendado para sementes oleaginosas deve estar entre 4 a 9%, visto que se o grau de umidade for superior ao

considerado seguro, pode incentivar o processo respiratório das sementes, acelerando a deterioração devido a liberação de energia e a mobilização de reservas.

Os valores de atividade de água encontrados para as sementes de cártamo foi de 0,49 (**Tabela 1**), valor próximo ao estudo de Nascimento (12), que investigou sobre a secagem convectiva e influência da temperatura nas propriedades físico-químicas das amêndoas de girassol comercial, apresentando as mesmas na sua forma *in natura* 0,52 de atividade de água. $A_w$ menor ou igual a 0,6 caracterizam maior permanência das amostras durante o armazenamento, nesta faixa geralmente não ocorre o desenvolvimento de microrganismos, como bactérias, fungos e leveduras (13).

Conforme a **Tabela 1** o teor de cinzas encontrado foi de 2,61, valor esse próximo ao de Golkar et al. (14), que alega que esses valores podem variar entre 2 a 7%. Um dos motivos de tal variação pode estar associado com o conteúdo de umidade da amostra. Segundo Vizzotto et al. (15), a redução do teor de umidade pode promover o aumento de outros componentes, como matéria inorgânica.

Os lipídios compõem forma de reserva importante, sendo o terceiro material de reserva encontrado nas sementes, normalmente na forma de triglicerói̇s, podendo também ser encontrado na forma de glicolipídios e fosfolipídios (16). Os teores de lipídios encontrados pelos métodos *Bligh Dyer* e *Soxhlet* de acordo com a **Tabela 1** foram de 12,96% e 12,28%, respectivamente. Os valores foram semelhantes para os dois métodos de extração lipídica e encontram-se abaixo dos valores encontrados por Abud et al. (16), que encontrou cerca de 40% de reserva lipídica. Esses valores podem ter ocorrido devido ao método de extração por solvente, que é mais indicado para sementes com menor teor de óleo, o qual se deseja obter maiores rendimentos. Matérias-primas com elevado teor de lipídios é mais indicado o método de extração por prensagem (17).

Gama (18) em um estudo sobre viabilidade de sementes e mobilização de reservas na germinação de cártamo também encontrou teor de lipídios de 37,93%; porém, após o 3° e 22º dia de semeadura essa porcentagem de lipídios foi reduzida para 14,27% e 0,59%, respectivamente.

Como pode ser ver na **Tabela 1** o teor de proteína para o grão de cártamo foi de 12,61%, resultado esse semelhante ao encontrado no estudo de Valeriano et al. (19), onde encontrou 12,51% de proteína bruta. Adub et al. (16) encontrou 36% de proteína para a semente de cártamo, resultado esse elevado quando comparado ao encontrado nesta pesquisa. As sementes são consideradas importantes fontes de proteínas, armazenando-

as em sua forma concentrada. Esse fato é importante para um momento mais tardio, quando essas reservas serão utilizadas durante o processo de germinação e crescimento de plântulas, sendo uma fonte de aminoácidos crucial para o estabelecimento (6).

O valor de carboidratos segundo a **Tabela 1** apresentou valor de 2,88%, sendo esse valor próximo ao estudo de Abud (16), onde encontrou 3% do teor de amido em um estudo sobre morfologia de sementes e plântulas de cártamo. De acordo com o trabalho de Valeriano (6) os carboidratos para os grãos de cártamo foi de 10,33%, valor mais elevado quando comparado com esse estudo. Os carboidratos têm como função principal a geração de energia, de forma geral, eles são compostos de dupla função: cetona e álcool ou aldeído e álcool.

Os parâmetros de pH e acidez titulável apresentam importância para a conservação de alimentos agrícolas, possuindo condições restritivas de interações químicas e presença microbiana (6). O pH segundo a **Tabela 1** foi de 6,22, tendo proximidade com o resultado do estudo de Valeriano (6) sobre o estudo de atributos físicos, morfologia e composição centesimal do cártamo, em que apresentou pH de 6,03. Sendo assim, o referido autor destaca a possibilidade do cártamo apresentar reação de Maillard devido ao fato do pH apresentar resultado acima de 6,0.

Na determinação de acidez titulável para os grãos de cártamo, foi utilizado o ácido linoleico como padrão por convenção, uma vez que na literatura possui dados sobre o ácido predominante da semente Lemos et al. (13) encontraram acidez de 0,43% em um estudo sobre a caracterização das sementes de noni, sendo este semelhante ao resultado encontrado para a semente de cártamo, onde se encontrou 0,38% de acidez.

Os valores encontrados da análise de cor dos grãos de cártamo triturados se encontram na **Tabela 2**.

**Tabela 2 -** Resultados dos parâmetros de cor (L*, a*, b*, Ângulo Hue e Croma) dos grãos de cártamo triturado.

| Parâmetro | Média ± DP* |
|---|---|
| **L*** | 54,34 ± 1,20 |
| **a*** | 5,03 ± 0,51 |
| **b*** | 15,81 ± 0,73 |
| **Hue** | 72,34 |
| **Croma** | 16,59 |

*Valores expressos pela média ± desvio padrão (DP).

De acordo com a **Tabela 2**, a luminosidade ou brilho (L*) apresentou valor de 54,34, variando mais para a cor branca do que para a cor preta. Esse valor é considerado elevado quando comparado ao estudo de Valeriano (6), onde apresentou 0,32 para o brilho em relação ao tegumento dos grãos de cártamo. Já a variação de a* mostrou resultado de 5,03, indicando coloração mais acentuada para o verde do que para o vermelho. O valor de b* retratou 15,81, sendo esse mais próximo da cor azul do que para o amarelo.

O cálculo do ângulo Hue e cromaticidade (Croma) é um índice análogo à saturação da cor ou sua intensidade, que quanto mais alto for o seu valor, mais viva será a cor observada (20). O ângulo Hue apresentou valor de 72,34, sendo considerado de coloração verde-azulado para os grãos de cártamo triturados. Quanto a intensidade, o resultado foi de 16,59, sendo considerado com baixo grau de intensidade de cor.

## 4. CONCLUSÃO

Por meio do presente estudo, foi possível verificar que os parâmetros de umidade ficaram dentro dos padrões para sementes oleaginosas. A atividade de água para o grão de cártamo triturado se encontrou abaixo de 0,6, onde geralmente não ocorre o desenvolvimento de microrganismos. As cinzas encontradas foram de 2,61%, podendo estas variar de 2 a 7% dependendo do teor de água encontrado nas amostras. Os lipídios se encontram abaixo do teor esperado tanto para o método de extração por Bligh Dyer e Soxhlet. Os parâmetros de proteínas e carboidratos dos grãos de cártamo também foram reduzidos quando comparado a outros estudos, enquanto que o teor de fibras foi elevado, podendo ser devido ao fato dos grãos possuírem uma casca externa grossa. Pelo fato do pH do cártamo ter apresentado maior que 6,0, o mesmo pode ficar mais suscetível a reação de Maillard. Quanto à coloração, os grãos triturados apresentaram baixo grau de intensidade de cor segundo o cálculo da cromaticidade.

## 5. REFERÊNCIAS

1. Oliveira CVK.Análise do cártamo como cultura energética [Dissertação]. Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná; 2016.

2. GALANT, Natasha Barchinski; SANTOS, Reginaldo Ferreira; DE ALMEIDA SILVA, Marcelo. Melhoramento de cártamo (Carthamus tinctorius L.). Acta Iguazu, v. 4, n. 1, p. 14- 25, 2015.

3. MARQUES, Períodos de interferência de plantas daninhas e seletividade a herbicidas em canola, niger e cártamo [Tese] Universidade Federal da Grande Dourados 2017.

4. GERHARDT. Divergência genética entre acessos de cártamo (Carthamus tinctorius L.) Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, 2014.

5. SILVA. Caracterização agronômica e divergência genética de acessos de cártamo.Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, 2013.

6. VALERIANO. Morfoanatomia e composição centesimal de sementes de gergelim e cártamo. 2016. 82 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

7. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para a Análise de Alimentos. 3ª ed. São Paulo, 1985.

8. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Fisicos para a Análise de Alimentos. 4ª ed. São Paulo, 2005.

9. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Official Methods of Analysis. 16 ed. Washington: AOAC; 1995. (esta correto)

10. HARDER, Marcia Nalesso Costa; CANNIATTI-BRAZACA, Solange Guidolin; ARTHUR, Valter. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (Bixa orellana). Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias, v. 102, n. 563-564, p. 339-342, 2007.

11. GIRARDI, L. B; LAZAROTTO, M.; DURIGON, M. R.; PEDROSO, D. C.; MULLER, J.; MUNIZ, M. F. B. Envelhecimento acelerado em sementes de cártamo. Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p.43-54. 2013.

12. NASCIMENTO, Amanda Priscila Silva et al. Secagem convectiva e influência da temperatura nas propriedades físico-químicas das amêndoas de girassol comercial. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 20, n. 3, p. 227-238, 2018.

13. LEMOS, D. M.; QUEIROZ, R. M. F.; FIGUEIRÊDO, A. J. M. Caracterização físicoquímica de sementes de noni. Revista GEINTEC, Aracaju, v. 5, n. 3, p.2308-2315, 2015.

14. GOLKAR, P., ARZANI, A., REZAEI, A. M. Genetic Analysis of Oil Content and Fatty Acid Composition in Safflower (*Carthamus tinctorius L.*). Journal of the American Oil Chemists' Society, Boulder, v. 88, n. 7, p.975–982, 2011.

15. VIZZOTTO, T.; FELTES, M. M. C.; ROSA, A. D.; CARPINELLI, N. A.; SCHUH, J.; GONÇALVES, L.; DORS, G. Determinação de umidade e cinzas em diversas matrizes Alimentares. Instituto Federal Catarinense (II Mostra de Iniciação Científica) IFC: Campus Concórdia, 2012. p. 1-5.

16. ABUD, Haynna Fernandes et al. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. Revista Ciência Agronômica, v. 41, p. 259-265, 2010.

17. SOUZA, A.; CASTRO, P.; ASCHERI, J. Tecnologia de Alimentos.(EMBRAPA) 2022.

18. GAMA, G. F. Viabilidade de sementes e mobilização de reservas na germinação de cártamo. Tese de (Mestrado) Agronomia, Universidade Federal De Goiás Regional Jataí, 2020.

19. VALERIANO, Filipe Rodrigues et al. Atributos físicos, morfologia e composição centesimal do cártamo. Revista Cultura Agronômica, v. 28, n. 2, p. 179, 2019.

20. MOOZ, Edinéia Dotti; CASTELUCCI, Ana Carolina Leme; SPOTO, Marta Helena Fillet. Potencial tecnológico e alimentício de frutos de macaúba Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. Revista Brasileira de Pesquisa de Alimentos, v. 3, p. 86-89, 2012.

**Capítulo 20**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-20**

# POTENCIAL ANTIBACTERIANO DE EXTRATOS DE FRUTOS DE CACTÁCEAS NATIVAS DO SEMIÁRIDO PARAÍBANO

**Agda Letícia Barbosa de Macêdo; Cybelle Pereira de Oliveira; Fabrícia de Souza Ferreira; Reginaldo Felipe da Silva Inácio; Maristela Alves Alcântara; Nataly Albuquerque dos Santos; Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro***

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: atribuzycordeiro@gmail.com*

**RESUMO**

A resistência bacteriana tem aumentado consideravelmente nos alimentos, assim, a utilização de extratos vegetais como antimicrobianos naturais são uma alternativa, dado que, a bioconservação constitui uma forma natural de controlar o desenvolvimento de micro-organismos nos alimentos. Objetivou-se avaliar o potencial antibacteriano dos extratos etanólicos e hidroalcoólicos dos frutos de cinco espécies de cactáceas: mandacaru com espinho "*Cereus jamacaru"*, mandacaru sem espinho "*Cereus hildmannianus"*, quipá "*Tacinga inamoena*", facheiro "*Pilosocereus pachycladus*" e palma "*Opuntia fícus indica*". A atividade antibacteriana dos extratos foi avaliada pelos métodos de disco-difusão e microdiluição em placa de 96 poços, conforme as normas do *Clinical and Laboratory Standards Institute*, frente a micro-organismos patogênicos e/ou deteriorantes de alimentos, tais como: *Staphylococcus aureus* ATCC 23235, *Escherichia coli* ATCC 35218, *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 e *Listeria monocytogenes* ATCC 19117. De acordo com os resultados obtidos, os frutos de cactáceas demonstraram possuir atividade antibacteriana, tanto na casca quanto na polpa, de todas as cepas bacterianas ensaiadas, principalmente contra as bactérias; *Escherichia coli* ATCC 35218 e *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028, porém com menor espectro de ação em relação à maioria dos outros micro-organismos estudados, por outro lado, o extrato etanólico da polpa do quipá apresentou atividade moderada frente à bactéria *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442. Desse modo, os extratos apresentaram atividade antibacteriana classificadas de baixa à moderada contra as cepas e concentrações utilizadas, sugerindo-se novos estudos para testar outros solventes e/ou combinações destes para obtenção dos extratos, assim como, avaliar a aplicação em matrizes alimentares.

**Palavras-chave:** antimicrobianos naturais; bioconservação; cactos; extratos vegetais

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente a indústria alimentícia vem buscando atender as exigências dos consumidores que, preocupados com a saúde, buscam alimentos com redução de conservantes sintéticos. Nessa perspectiva, pesquisadores vêm procurando novas fontes naturais para inibir a contaminação microbiana nos alimentos industrializados. No intuito

de prevenir às doenças veiculadas por alimentos, os extratos vegetais são uma alternativa natural que podem apresentar potencial antimicrobiano, uma vez que algumas espécies vegetais têm a capacidade de inibir o crescimento de alguns micro-organismos (1).

Nesse sentido, as espécies vegetais do bioma Caatinga apresentam potencial para a indústria de alimentos, considerando que essa vegetação constitui como uma fonte potencial de atividades biológicas como: anticancerígenas, anti-inflamatórias, antimicrobianas e antidiabéticas (2, 3, 4). A exploração sustentável desse bioma pode ser alcançada por meio do uso econômico de seus bioprodutos. A aprovação de novos compostos para consumo humano, principalmente produtos naturais, tem aumentado nas últimas quatro décadas. Isso representa uma perspectiva promissora para o uso da flora como novos agentes antimicrobianos (5).

Em alguns países da América Latina e especialmente no Brasil, as cactáceas apresentam-se como um alimento alternativo em relação ao consumo humano. Todavia, ainda é pouco difundido entre a população brasileira, sendo pouco aproveitado e utilizado geralmente pela população de baixa renda (6, 3). Contudo, em virtude dos diversos benefícios destas espécies já reportados na literatura, abrem-se perspectivas para valorização dos extratos desses frutos, com potencialidades pouco conhecidas em relação a sua atividade antimicrobiana na conservação de produtos alimentícios.

Buscando atender às mudanças de mercado e o desejo dos consumidores por conservantes naturais em alimentos, objetivou-se neste trabalho avaliar a atividade antibacteriana de extratos de frutos de cactaceas frente a micro-organismos contaminantes de alimentos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal da Paraíba nos laboratórios de Fisiologia pós-colheita, de Cromatografia e Espectrometria de Absorção Atômica e de Análise Microbiológica de Alimentos, do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), Campus III, Bananeiras – PB e no Laboratório de Processos e Operações Unitárias do Centro de Tecnologia e Desenvolvimentos Regional (CTDR) Campus I, João Pessoa – PB.

### 2.1 COLETA DO MATERIAL VEGETAL

Foram coletados frutos de 5 (cinco) espécies de cactáceas: Mandacaru com espinho "*Cereus jamacaru"*, Mandacaru sem espinho "*Cereus hildmannianus",* Quipá "*Tacinga inamoena*", Facheiro "*Pilosocereus pachycladus*" e Fruto de palma "*Opuntia fícus indica*".

A coleta foi realizada em uma propriedade rural localizada no município de Pedra Lavrada-PB, cujas coordenadas geográficas são: Latitude: 6° 45' 14" Sul, Longitude: 36° 28' 13" Oeste, no mês de setembro de 2022, no período da manhã, e de forma manual com auxílio de alguns EPIs (Equipamentos de proteção individual) para segurança devido aos inúmeros gloquídeos (pelos/espinhos),

Os frutos coletados com maior grau de maturação foram selecionados e acondicionados em caixas isotérmicas contendo gelo, para o transporte até o Laboratório de Fisiologia pós-colheita da UFPB.

### 2.2 SELEÇÃO, LIMPEZA E SECAGEM

Os frutos selecionados foram lavados, com auxílio de algumas luvas sobrepostas, devido à abundância de gloquídeos, presentes nas cascas de quipá e fruto de palma. Após retirada dos gloquídeos, os frutos foram submetidos ao processamento mínimo, separando-os em casca e polpa, acondicionados em sacos de polietileno transparentes e mantidos em um *freezer* (-10 °C) até o processo de secagem.

Antes da secagem cada fruto foi subdivido em casca e polpa, totalizando 10 amostras e identificados com o nome de cada fruto. As amostras foram acondicionadas em bandejas de alumínio, congeladas e submetidas ao processo de liofilização.

Para secagem das amostras, utilizou-se um liofilizador de bancada Terroni LS 3000 C, onde as mesmas foram colocadas na câmara do liofilizador por um período de 48 horas, a uma temperatura de -46 ºC e a uma pressão negativa (vácuo). Após esse procedimento, foram acondicionadas em embalagens de alumínio envolvidas com sacos de polietileno transparentes e conservadas em freezer a -10 °C até a etapa de elaboração dos extratos.

## 2.3 PREPARO DOS EXTRATOS DOS FRUTOS DE CACTOS

Foram elaborados extratos etanólicos e hidroalcoólicos (50% água e 50% etanol) das amostras liofilizadas na proporção de 1:10 (amostra:solvente) submetidos a homogeneização, a 500 rpm por 3 horas em agitador magnético, modelo SL-92, marca Solab, em temperatura ambiente (28 °C). Posteriormente foi encaminhada para centrífuga refrigerada, modelo 320 R (Hettich, Tuttlingen, Alemanha) onde utilizou-se a 5.000 rpm por 15 minutos. O sobrenadante foi removido com o auxílio de uma bomba à vácuo. Posteriormente, os extratos foram concentrados em estufa de circulação de ar, modelo MA035/1 marca Marconi, na temperatura de 40 ± 5 °C, para evaporação do solvente. As amostras foram acondicionadas em frascos âmbar e armazenadas a 5 ºC (Figura 1) (7, 8).




Figura 2 – Elaboração dos extratos

## 2.4 MICRO-ORGANISMOS TESTADOS

Para os ensaios da atividade antibacteriana, foram utilizadas cinco linhagens padrão: *Staphylococcus aureus* ATCC (23235), *Escherichia coli* ATCC (35218), Salmonella Typhimurium ATCC (14028), *Pseudomonas aeruginosa* ATCC (15442) e *Listeria monocytogenes* ATCC (19117) cedidas pelo Laboratório de Genética de Micro-organismos - LGM/DBM/CCEN/UFPB, os quais são micro-organismos patogênicos e/ou deteriorantes de alimentos. As cepas foram ressuspensas em caldo TSB (Caldo Triptona Soja) e semeadas em placas contendo o meio de cultura TSA (Ágar Triptona de Soja). Efetuou-se o repique dos micro-organismos em placas de Petri estéreis contendo o meio de cultura TSA, incubando-as em estufa bacteriológica a 37 ± 1 ºC, durante 24 horas.

Decorrido o período de incubação, adicionou-se uma alçada do micro-organismo em tubo de ensaio contendo 9 mL de caldo TSB, e homogeneizou-se em agitador tipo vórtex. O inóculo foi padronizado a $10^{-6}$ UFC/mL em espectrofotômetro a 620 nm, numa absorbância de 0,08 a 0,1 correspondentes a escala 0,5 de McFarland.

## 2.5 DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL ANTIBACTERIANO

### *2.5.1 Avaliação do potencial antibacteriano por disco-difusão*

Os extratos brutos obtidos a partir das cascas e das polpas dos frutos dos cactos estudados foram diluídos para a realização da análise de atividade antibacteriana por disco-difusão. Inicialmente foi pesado 0,2 g de cada extrato e transferidos para balões volumétricos de 10 mL, logo após, foram adicionados 8,0 mL de água destilada estéril e 1 mL de dimetilsulfóxido (DMSO). Os extratos foram homogeneizados e o volume do balão volumétrico foi aferido para 10 mL de água destilada estéril, obtendo assim, uma solução de 2% de extrato, com DMSO a 10% (Simonetti, 2015).

O potencial antibacteriano dos extratos dos frutos de cactos foi analisado de acordo com a norma M2-A8 do *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) (NCCLS, 2003), que se refere aos testes de sensibilidade aos antimicrobianos por disco-difusão, analisando o desempenho dos extratos frente aos micro-organismos testados através da medição do halo de inibição. A classificação da atividade antimicrobiana se deu segundo especificações de Matssura (2004), onde: Inerte (-): ausência de halo de inibição; baixa (+): diâmetro do halo de inibição entre 7 a 10 mm, moderada (+ +); diâmetro do halo de inibição entre 11 a 14 mm e Alta (+ + +): diâmetro do halo de inibição superior a 14 mm.

As placas de Petri foram previamente adicionadas do meio de cultura Ágar Mueller-Hinton. Após a sua solidificação, inoculou-se as placas transferindo o micro-organismo a ser testado com o auxílio de um *swab* estéril. Esfregou-se em toda a superfície do ágar, repetindo o processo outras duas vezes em sentidos opostos, girando a placa e percorrendo na margem da placa contendo o ágar. Assim possibilitou uma distribuição uniforme do inóculo.

Após absorção do inóculo pelo meio de cultura, aplicou-se discos estéreis de 6 mm de diâmetro sobre as placas. Foram dispostos cinco discos por placa, que foram levemente pressionados para garantir o contato com a superfície do meio. Após os discos serem posicionados nas placas, foram adicionados 20 µL do extrato a ser testado sobre os discos. Foram utilizadas cinco placas, em função das cinco diferentes concentrações (2%, 1%, 0,5%, 0,25% e 0,125%), para cada bactéria. Posteriormente as placas foram invertidas e incubadas a 35 °C, por 24 horas. Em seguida, as placas foram examinadas e os halos de inibição foram medidos com auxílio de um paquímetro.

### *2.5.2 Determinação da concentração inibitória mínima (CIM)*

Inicialmente, procedeu-se a diluição da substância teste pesando 3,2 mg da substancia em eppendorf estéril, adicionou-se 250 µL de água destilada estéril e 1000 µL de DMSO (dimetilsulfóxido), obtendo-se uma concentração de 2.560 µg/mL.

| Onde: | | Cálculo: |
|---|---|---|
| Amostra = | 3,2 mg = 3.200 µg | $\frac{3.200\ \mu g}{} = 2.560\ \mu g/mL$ |

Solvente = 1.250 µL = 1,25 mL 1,25 mL

A CIM dos extratos foi determinada pelo método de microdiluição em caldo, de acordo com a padronização do *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI, 2015), onde foram empregados pequenos volumes de inóculo adicionados a placas de acrílico estéreis contendo 96 poços dispostos em doze colunas (1 – 12) e oito linhas (A – H). Para esta análise, 180 µL do meio de cultura BHI adicionado do inoculo bacteriano ($10^{-6}$ UFC/mL) foi adicionado no primeiro poço da linha A, seguido de 20 µL da substância teste, ficando com uma concentração de 256 µL/mL no primeiro poço. A partir do segundo poço da linha B, adicionou-se 100 µL do meio de cultura adicionado do inóculo bacteriano e transferiu-se 100 µL do primeiro poço (contendo o meio de cultura, o inoculo bacteriano e a substância teste) para os próximos poços e assim sucessivamente até os poços da linha F, do qual foi retirado 100 µL e descartado. Na linha G, foram preparados os controles negativos, apenas o extrato a ser testado, o meio de cultura sem o inóculo bacteriano e o controle positivo (meio de cultura contendo inóculo bacteriano), respectivamente.

Assim as concentrações obtidas foram: 1º poço: 256 µg/mL, 2º poço: 128 µg/mL, 3º poço: 64 µg/mL, 4º poço: 32 µg/mL, 5º poço: 16 µg/mL, 6º poço: 8 µg/mL e 7° poço 4 µg/mL. Ao término das diluições, as placas foram incubadas a 37 ± 1 °C durante 24 horas, em seguida foram adicionados 20 µL de resazurina (0,01%) e passados 20 minutos foi realizada a leitura visual, onde a manutenção da cor azul nos poços é interpretada como ausência de crescimento bacteriano, enquanto o desenvolvimento de cor rosa ou incolor foi interpretada como presença de crescimento bacteriano.

### 2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises foram realizadas em cinco repetições e os resultados expressos na forma de média e desvio padrão.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL ANTIBACTERIANO POR DISCO-DIFUSÃO

O potencial antibacteriano dos extratos dos frutos de cactáceas está expresso pelo diâmetro do halo de inibição em mm. As medidas dos halos de inibição variaram de 6,8 a 11,2 mm. A sensibilidade dos micro-organismos aos extratos testados evidenciou comportamentos diferentes de acordo com a parte do fruto, se casca ou polpa, e os tipos de solventes utilizados na obtenção dos extratos, etanólicos ou hidroalcoólico. O potencial antibacteriano dos frutos de cactáceas está apresentado nas tabelas de 1 a 5.

Tabela 5 - Potencial antibacteriano dos extratos do fruto de Mandacaru com espinho

| Parte do fruto | Tipo do extrato | Micro-organismos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Conc. | SA | EC | ST | PA | LM |
| Casca | Extrato Etanólico | 2 % | - | 8,65±0,93 | 8,52±0,50 | - | - |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 % | - | 9,38±0,63 | 7,51±0,04 | - | - |
| | | 0,5 % | - | 8 ± 0,16 | - | - | - |
| | | 0,25 % | - | 8,89±1,28 | - | - | - |
| | | 0,125 % | - | 9,21±0,84 | - | - | - |
| | Extrato Hidroalcoólico | 2 % | - | - | - | - | - |
| | | 1 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,5 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,25 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,125 % | - | 7,11±0,11 | - | - | - |
| Polpa | Extrato Etanólico | 2 % | - | - | - | - | 9,82±0,30 |
| | | 1 % | - | 8,24±0,88 | - | - | - |
| | | 0,5 % | - | - | 9,31±0,99 | - | 8,78±0,41 |
| | | 0,25 % | - | - | 10,46±2,82 | - | - |
| | | 0,125 % | - | 9,02±0,44 | 9,28±0,99 | - | - |
| | Extrato Hidroalcoólico | 2 % | - | 7,87±0,85 | - | - | - |
| | | 1 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,5 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,25 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,125 % | 7,90±0,43 | - | - | - | - |

**-:** não houve formação de halo de inibição. **Conc.:** Concentração, **SA:** *Staphylococcus aureus* ATCC 23235, **EC:** *Escherichia coli* ATCC 35218, **ST:** *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028, **PA:** *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442, **LM:** Listeria *monocytogenes* ATCC 19117.

Na Tabela 1, dentre os extratos obtidos da casca do fruto, o extrato etanólico mostrou atividade em todas as concentrações testadas contra *Escherichia coli* e nas concentrações de 1 e 2% para *Salmonella* Typhimurium. Já o extrato hidroalcoólico apresentou atividade apenas na menor concentração testada, contra *Escherichia coli*. No extrato etanólico obtido da polpa do mandacaru com espinho apresentou atividade antibacteriana sobre *Escherichia coli*, *Salmonella* Typhimurium e *Listeria monocytogenes*, o que prediz uma eficácia maior em comparação com o extrato da casca. Por conseguinte, o extrato hidroalcoólico teve formação de halo apenas para *Staphylococcus aureus* ATCC 23235 (0,125%) *e Escherichia coli* (2%). De acordo com a classificação de Matssura (2004) os extratos etanólicos e hidroalcoólicos de mandacaru com espinho mostraram baixa atividade antimicrobiana frente às cepas testadas, uma vez que os diâmetros dos halos variaram entre 7 e 10 mm.

Davet et. al. (9) avaliaram que os extratos etanólicos de córtex e de lenho de *Cereus jamacaru* não inibiram o crescimento de micro-organismos pelo método de disco-difusão, porém quando avaliando a atividade antimicrobiana pelo método de

microdiluição, os extratos etanólicos de lenho e córtex apresentaram atividade antimicrobiana sobre os micro-organismos *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus* e *Salmonella* Typhimurium.

Em relação aos extratos obtidos do fruto de mandacaru sem espinho (Tabela 2), o extrato etanólico da casca foi capaz de formar halos de inibição apenas contra *Salmonella* Typhimurium em duas concentrações 0,5% e 0,25%. Já ao testar o extrato hidroalcoólico, as bactérias Gram-negativas *Escherichia coli* e *Salmonella* Typhimurium se mostraram sensíveis nas concentrações de 2% e 1% respectivamente. No ensaio com os extratos provenientes da polpa dos frutos de mandacaru sem espinho, pode-se observar que para o extrato etanólico a cepa que se mostrou sensível foi a *Listeria monocytogenes*, na menor concentração testada. Já para o extrato hidroalcoólico, foi observada baixa atividade antibacteriana segundo Matsuura (10) para as bactérias *Escherichia coli* e *Salmonella* Typhimurium nas maiores concentrações utilizadas.

Santos et. al. (11) observou que o extrato etanólico de *Agave sisalana* não apresentou atividade contra as mesmas bactérias testadas nessa pesquisa. Em relação ao extrato hidroalcoólico, Alcântara et. al. (12) relata que a mistura de solventes apresenta uma maior capacidade de extrato fenólico do que os solventes isolados, sendo este mais favorável para a extração de compostos fenólicos em amostras vegetais que os sistemas de monossolventes.

Tabela 2 - Potencial antibacteriano dos extratos do fruto de Mandacaru sem espinho

| Parte do fruto | Tipo do extrato | Micro-organismos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Conc. | SA | EC | ST | PA | LM |
| Casca | Extrato Etanólico | 2 % | - | - | - | - | - |
| | | 1 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,5 % | - | - | 8,04±0,17 | - | - |
| | | 0,25 % | - | - | 8,13±0,18 | - | - |
| | | 0,125% | - | - | - | - | - |
| | Extrato Hidroalcoólico | 2 % | - | 8,57±0,5 | - | - | - |
| | | 1 % | - | - | 8,41±0,92 | - | - |
| | | 0,5 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,25 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,125% | - | - | - | - | - |
| Polpa | Extrato Etanólico | 2 % | - | - | - | - | - |
| | | 1 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,5 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,25 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,125% | - | - | - | - | 8,46 ± 1 |
| | Extrato Hidroalcoólico | 2 % | - | 7 ± 0,27 | - | - | - |
| | | 1 % | - | - | 8,36±0,5 | - | - |
| | | 0,5 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,25 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,125% | - | - | - | - | - |

**-:** não houve formação de halo de inibição. **Conc.:** Concentração, **SA:** *Staphylococcus aureus* ATCC 23235, **EC:** *Escherichia coli* ATCC 35218, **ST:** *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028, **PA:** *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442, **LM:** Listeria *monocytogenes* ATCC 19117.

Na Tabela 3, o extrato etanólico da casca do quipá não mostrou eficiência em inibir o desenvolvimento dos micro-organismos estudados. Em relação ao extrato hidroalcoólico obtido da casca do quipá, aplicado contra a bactéria Gram-positiva *Staphylococcus aureus*, nota-se que houve uma fraca inibição na menor e na maior concentração utilizada, enquanto sobre *Salmonella* Typhimurium, na concentração de 1%, a inibição não apresentou atividade antibacteriana. O extrato etanólico obtido da polpa apresentou fraca ação antimicrobiana em 2% para *Escherichia coli* e moderada em 0,25% contra *Pseudomonas aeruginosa*, com 11,02 mm de acordo com a classificação de Matsuura (10).

O gênero *Pseudomonas* trata-se de um patógeno secundário e oportunista com grande capacidade invasiva e toxigênica sendo responsável pela maioria dos casos de doença infecciosa no homem. Essa bactéria cresce em temperaturas de 37 ºC e a 42 ºC, toleram valores de pH relativamente altos e são capazes de sobreviver em substratos com pequenas quantidades de nutrientes, sendo frequentemente encontrada em produtos de origem animal como ovos e carnes (13).

Tabela 3 - Potencial antibacteriano dos extratos do fruto de quipá

| Parte do fruto | Tipo do extrato | Micro-organismos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Conc. | SA | EC | ST | PA | LM |
| Casca | Extrato Etanólico | 2 % | - | - | - | - | - |
| | | 1 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,5 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,25 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,125% | - | - | - | - | - |
| | Extrato Hidroalcoólico | 2 % | 7,85±0,49 | - | - | - | - |
| | | 1 % | - | - | 6,8 ± 0,23 | - | - |
| | | 0,5 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,25 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,125% | 7,02±0,31 | - | - | - | - |
| Polpa | Extrato Etanólico | 2 % | - | 8,54±0,98 | - | - | - |
| | | 1 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,5 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,25 % | - | - | - | 11,02±0,19 | - |
| | | 0,125% | - | - | - | - | - |
| | Extrato Hidroalcoólico | 2 % | - | - | - | - | - |
| | | 1 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,5 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,25 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,125% | - | - | - | - | - |

**-:** não houve formação de halo de inibição. **Conc.:** Concentração, **SA:** *Staphylococcus aureus* ATCC 23235, **EC:** *Escherichia coli* ATCC 35218, **ST:** *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028, **PA:** *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442, **LM:** Listeria *monocytogenes* ATCC 19117.

Os dados referentes aos extratos do fruto de facheiro estão representados na Tabela 4. O extrato etanólico da casca do fruto do facheiro apresentou atividade

antimicrobiana, em variadas concentrações, para *Escherichia coli* e *Salmonella* Typhimurium, formando halos de 8,22 mm a 9,61 mm. O extrato hidroalcoólico apresentou atividade antimicrobiana somente para *Staphylococcus aureus* nas concentrações de 0,25% e 0,125%. Para o extrato etanólico da polpa apenas *Salmonella* Typhimurium foi sensível na menor concentração, porém o extrato hidroalcoólico apresentou-se ativo para *Staphylococcus aureus*, *Escherichia Coli* e *Salmonella* Typhimurium.

Rahman et. al. (14) atribuíram a atividade antibacteriana à presença de alguns fitoquímicos bioativos (como alcalóides, flavonóides e taninos) na planta de *P. integrifólia*.

Tabela 6 - Potencial antibacteriano dos extratos do fruto de Facheiro

| Parte do fruto | Tipo de extrato | Micro-organismos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Conc. | SA | EC | ST | PA | LM |
| Casca | Extrato Etanólico | 2 % | - | - | 8,75±0,21 | - | - |
| | | 1 % | - | 8,22±0,52 | 8,74±0,63 | - | - |
| | | 0,5 % | - | - | 9,61±0,51 | - | - |
| | | 0,25 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,125 % | - | - | - | - | - |
| | Extrato Hidroalcoólico | 2 % | - | - | - | - | - |
| | | 1 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,5 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,25 % | 7,21±0,79 | - | - | - | - |
| | | 0,125 % | 7,95±0,46 | - | - | - | - |
| Polpa | Extrato Etanólico | 2 % | - | - | - | - | - |
| | | 1 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,5 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,25 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,125 % | - | - | 8,96±0,38 | - | - |
| | Extrato Hidroalcoólico | 2 % | - | - | - | - | - |
| | | 1 % | 7,26±0,61 | - | - | - | - |
| | | 0,5 % | 8,13±0,66 | - | 7,53±0,46 | - | - |
| | | 0,25 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,125 % | - | 9,02±0,41 | - | - | - |

**-:** não houve formação de halo de inibição. **Conc.:** Concentração, **SA:** *Staphylococcus aureus* ATCC 23235, **EC:** *Escherichia coli* ATCC 35218, **ST:** *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028, **PA:** *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442, **LM:** Listeria *monocytogenes* ATCC 19117.

Os alimentos que estão mais frequentemente envolvidos com a intoxicação causada por *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* Typhimurium são os produtos cárneos, frangos, lácteos, adicionados de ovos e os de panificação com recheios. Geralmente uma população de $10^6$ UFC/g no alimento produzirá enterotoxinas suficientes para causar doença. A frequência da contaminação por esses micro-organismos e o seu impacto na saúde pública, justificam o grande interesse pelo qual a comunidade científica e as indústrias agroalimentares apresentam em combatê-los (15).

De acordo com a Tabela 5, representando os extratos do fruto de palma, o extrato hidroalcoólico foi o único que apresentou atividade antibacteriana frente à *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* Typhimurium e *Listeria monocytogenes*. Essa diferença no que se refere aos solventes, segundo Rezaie et. al. (16), pode ser indicada pela eficiência de extração dos diferentes solventes, atribuída às suas polaridades, além de depender fortemente da matriz do material, bem como do tipo de compostos extraíveis. Em relação aos extratos etanólicos obtidos da polpa, pode-se observar que os micro-organismos *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Salmonella* Typhimurium foram sensíveis nas concentrações a 0,25% e 0,125%. Com o extrato hidroalcoólico, observaram-se halos de inibição para três micro-organismos apresentando quantitativamente maior atividade antibacteriana.

Chahdoura et. al. (17) identificou atividade antimicrobiana em óleo de semente de *Opuntia macrorhiza* frente aos micro-organismos *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 35218 e *Salmonella* Typhimurium ATCC 1408 com valores dos halos de inibição variando entre 6,0 mm a 10,3 mm semelhante ao encontrado neste estudo e que segundo a classificação de Matsuura (10) é uma atividade baixa.

Tabela 5 - Potencial antibacteriano dos extratos do Fruto de Palma

| Parte do fruto | Tipo do extrato | Micro-organismos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Conc. | SA | EC | ST | PA | LM |
| Casca | Extrato Etanólico | 2 % | - | - | - | - | - |
| | | 1 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,5 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,25 % | - | - | - | - | - |
| | | 0,125 % | - | - | - | - | - |
| | Extrato Hidroalcoólico | 2 % | - | - | - | - | - |
| | | 1 % | - | - | 7,78±0,73 | - | - |
| | | 0,5 % | - | - | - | - | 8,52±0,96 |
| | | 0,25 % | 8,30 ± 0,97 | - | - | - | - |
| | | 0,125 % | - | - | - | - | - |
| Polpa | Extrato Etanólico | 2 % | - | - | - | - | - |
| | | 1 % | - | - | - | - | - |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,5 % | - | - | - | - | - |
| | 0,25 % | 7,49±0,34 | 8,13±0,26 | - | - | - |
| | 0,125 % | - | - | 8,02±1,38 | - | - |
| Extrato Hidroalcoólico | 2 % | 7,35±0,16 | 7,35±0,2 | - | - | - |
| | 1 % | - | - | 8 ± 0,61 | - | - |
| | 0,5 % | 7,33±0,82 | 8,63±0,53 | 8,63±0,31 | - | - |
| | 0,25 % | - | - | - | - | - |
| | 0,125 % | - | - | - | - | - |

**-:** não houve formação de halo de inibição. **Conc.:** Concentração, **SA:** *Staphylococcus aureus* ATCC 23235, **EC:** *Escherichia coli* ATCC 35218, **ST:** *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028, **PA:** *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442, **LM:** Listeria *monocytogenes* ATCC 19117.

Dentre as vantagens relatadas ao uso de fitoterápicos que podem contribuir como agentes antimicrobianos cita-se o efeito sinérgico, devido aos vários fitoconstituintes que atuam melhor em associação de mecanismos por compostos atuando em moléculas alvos diferentes (18).

Tendo em consideração os casos em que às menores concentrações foram sensíveis nas cinco tabelas apresentadas, Knobloch et. al. (19) ao encontrar resultados semelhantes a esses, associou aos compostos terpenóides específicos com grupos funcionais, como os fenólicos, que atacam as membranas biológicas, mesmo em concentrações mais baixas, interferem adicionalmente com a membrana ou proteínas enzimáticas associadas, dado que, o teor de água presente na amostra pode favorecer a penetração desses compostos químicos nas bactérias, aumentando a permeabilidade na célula bacteriana e tornando-se assim mais sensível a substancia pesquisada.

Além disso, a maioria das bactérias que foram sensíveis aos extratos em estudo foram as Gram-negativas (*Escherichia Coli*, *Salmonella* Typhimurium e *Pseudomonas aeruginosa*) sendo um resultado relevante, visto que nas bactérias Gram-negativas em geral apenas cerca de 10% da parede celular é constituída de peptideoglicano e a maior parte é composta de membrana externa, uma segunda bicamada lipídica, composta por polissacarídeos além de fosfolipídios e proteínas que são ligados na membrana externa, formando assim uma camada lipopolissacarídica (20), por essa razão tornam-se mais resistentes.

## 3.2 CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA (CIM) DOS EXTRATOS DE FRUTOS DE CÁCTOS

Em relação ao potencial antibacteriano pelo método de microdiluição nas placas de 96 poços, todos os extratos dos frutos de cáctos não demonstraram possuir atividade antibacteriana, havendo crescimento dos micro-organismos e apresentando a CIM > 256 μg/mL, esses resultados podem estar associados à característica dos micro-organismos, a composição química e a qualidade da substância estudada.

## 4 CONCLUSÕES

A maioria dos extratos dos frutos analisados demonstraram possuir baixa atividade antibacteriana, tanto da casca quanto da polpa contra as bactérias: *Staphylococcus aureus* ATCC 23235, *Escherichia coli* ATCC 35218, *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 e *Listeria monocytogenes* ATCC 19117, nas concentrações testadas, com exceção apenas do extrato etanólico da polpa do fruto de Quipá que apresentou atividade moderada para a bactéria *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442. Através do método de microdiluição em poços os extratos de cactáceas não apresentaram potencial antibacteriano. Pesquisas relacionadas à atividade antibacteriana dos frutos da família Cactácea ainda são incipientes, sendo necessários estudos adicionais abordando essa temática com os frutos de cactáceas.

## REFERÊNCIAS

1. El-Saber Batiha G, Hussein DE, Algammal AM, George TT, Jeandet P, Al-Snafi AE, et al. Application of natural antimicrobials in food preservation: Recent views. Food Control. 2021;126:108066.

2. *Cavalcant*e A, *Teles* M, *Machado* M. Cactos do semiárido do Brasil: guia ilustrado. Campina Grande: INSA, 2013.

3. Instituto Nacional do Semiárido (INSA). Bioprospecção, conservação e avaliação de recursos genéticos e bioquímicos do bioma caatinga [Internet], 2021a. [acesso em 9 Mai 2023]. Disponível em: https://portal.insa.gov.br/biodiversidade/57-bioprospeccao-conservacao-e-avaliacao-de-recursos-geneticos-e-bioquimicos-do-bioma-caatinga.

4. Instituto Nacional do Semiárido (INSA). Conservação e uso sustentável de cactáceas do Semiárido brasileiro. [Internet], 2021b. [acesso em 9 Mai 2023]. Disponível em: https://portal.insa.gov.br/biodiversidade/58-conservacao-e-uso-sustentavel-de-cactaceas-do-semiarido-brasileiro.

5. Priya AK. Bio-based agricultural products: a sustainable alternative to agrochemicals for promoting a circular economy. RSC Sustainability, 2023;1.4:746-762.

6. RevKumar L, Ram KD, Kirtiraj KG. Antimicrobial packaging film from cactus (Cylindropuntia fulgida) mucilage and gelatine. International Journal of Biological Macromolecules, 2022;33:596-605.

7. Rehman Z. Citrus peel extract: a natural source of antioxidant. Food Chemistry, 2006;99(3):450-454.

8. Epaminondas P.S. Avaliação do potencial oxidante de extratos vegetais, isolados ou associados sinergicamente a antioxidantes sintéticos, aplicados ao óleo de linhaça. Tese (Doutorado). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil. 2013.

9. Davet A, Virtuoso S, Dias, JFG, Miguel, MD, Oliveira, AB, Miguel, OG. Atividade antibacteriana de *Cereus jamacaru* DC., Cactaceae. Revista Brasileira de Farmacognosia, Curitiba, 2009;19(2B):561-564.

10. Matsuura T. Caracterização taxonômica de actinomicetos endofíticos produtores de antibióticos isolados de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.) Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2004.

11. Santos JDG, Branco A, Silva AF, Pinheiro CSR, Neto AG, Uetanabaro APT, Queiroz SROD, Osuna JTA. Antimicrobial activity of Agave sisalana. African Journal of Biotechnology, 2009;8(22):6181-6184.

12. Alcântara MA, de Lima BPI, de Albuquerque MBRL, de Lima AEA, da Silva Junior JC, de Andrade Vieira É, et al. Effect of the solvent composition on the profile of phenolic compounds extracted from chia seeds. Food Chemistry. 2019;275:489–96.

13. Mallet A. Quantificação e identificação de *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Aeromonas hydrophila* em água de propriedades leiteiras Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras Lavras, MG, Brasil. 2007.

14. Rahman A, Sultana Shanta Z, Rashid MA, Parvin T, Afrin S, Khodeza Khatun M, et al. In vitro antibacterial properties of essential oil and organic extracts of Premna integrifolia Linn. Arabian Journal of Chemistry [Internet]. 2016;9:475–9.

15. Thamiris CS. Propriedades probióticas in vitro de bactérias ácido-láticas isoladas de Queijo Minas Artesanal da região de Campo das Vertentes, Minas Gerais. 2022.

16. Rezaie M, Farhoosh R, Iranshahi M, Sharif A, Olmohamadzadeh S. Ultrasonic-assisted extraction of antioxidative compounds from Bene (Pistacia atlantica subsp. mutica) hull using various solvents of different physicochemical properties. Food Chemistry, 2015;173:577–583.

17. Chahdoura H, Barreira JCM, Adouni K, Mhadhebi L, Calhelha RC, Snoussi M, Majdoub H, Flamini G, Ferreira ICFR., Achour L. Bioactivity and chemical characterization of Opuntia macrorhiza Engelm. seed oil: potential food and pharmaceutical applications. Chemistry Food Function, 2017;8:2739–2747.

18. Bonincontro G, Scuderi SA, Marino A, Simonetti G. Synergistic Effect of Plant Compounds in Combination with Conventional Antimicrobials against Biofilm of Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, and Candida spp. Pharmaceuticals, 2023;*16*(11):1531.

19. Knobloch K, Pauli A, Iberl B, Weigand H, Weis N (2011Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oil Components, Journal of Essential Oil Research, 2011;1(3):119-128.

20. Madigan MT, Martinko JM, Dunlap PV, Clark DP. Microbiologia de Brock. 12ª ed. Porto Alegre: Artmed. 2010.

**Capítulo 21**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-21**

# AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA DE MURICI (*Byrsonima Crassifolia*)

**Adriana Soraya Araujo*; Francisco Jose da Conceição Lima ; Pablo Daniel Sena Silva; Maria do Livramento de Paula; Audirene Amorim Santana; Louryval Coelho Paixão; Maria Celia Pires Costa**

* – *Email: adrianasoraya01@gmail.com*

**Resumo:** A caracterização físico-química e a quantificação de componentes essenciais são importantes para o conhecimento do valor nutricional, e do ponto de vista comercial, para agregar valor e qualidade ao produto, além de dar suporte para criação de novos produtos. A polpa e os extratos do murici apresentam em sua composição várias substâncias de interesse alimentar e nutricional, colocando-se com múltiplas potencialidades na produção de alimentos. Este estudo objetivou caracterizar físico-quimicamente a polpa de murici (*Byrsonima Crassifolia*) de frutos coletados em São José de Ribamar e São Bento – MA. A pesquisa se propôs a avaliar duas frações (residual e aquosa) da polpa do murici para estudo comparativo. A umidade da polpa variou entre 79,08% e 81,16%, o teor de cinzas entre 0,34% e 0,56%, lipídeos 1,34% e 2,02%, proteínas 0,76% e 1,42%. Em termos de pH e acidez, os frutos mostraram-se ácidos, com variações que podem influenciar sua aplicação em produtos processados, como sucos e sorvetes. Os sólidos solúveis dos frutos de murici foram elevados, com valores de até 17,23°Brix. Os frutos se destacaram por seus altos teores de vitamina C, compostos fenólicos e carotenoides, indicando uma significativa atividade antioxidante. A análise da oxidação lipídica não mostrou variações significativas entre as amostras. Os valores encontrados para os parâmetros avaliados indicam a importância nutricional da polpa e são coerentes com os dados encontrados por outros autores. Os dados obtidos para as frações aquosa e residual ainda inéditos na literatura, são coerentes com os da polpa que lhes deu origem.

**Palavras–chave:** Antioxidantes; *Byrsonima Crassifolia*; Murici; Oxidação lipídica

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma vasta diversidade de frutos tropicais, o que se reflete na ampla variedade de polpas de frutas disponíveis no mercado consumidor. A polpa de fruta é considerada um produto não fermentado, não concentrado e não diluído, composto de frutos polposos, provenientes da parte comestível do fruto, através de um processo tecnológico adequado e com um teor mínimo de sólidos totais (1). A maioria dessas polpas segue um padrão de identidade e qualidade que estabelece as características físicas, físico-químicas e sensoriais mínimas para apresentação e consumo.

O consumo de frutas tem sido associado a uma menor incidência de mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis, pois contêm altos níveis de compostos bioativos que proporcionam benefícios à saúde e valor nutricional. Esses benefícios estão relacionados às propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e citoprotetoras dos compostos bioativos presentes nas frutas, como fenólicos, carotenoides, ácido ascórbico e tocoferóis (2).

Dentre os componentes biologicamente ativos, os antioxidantes naturais têm despertado interesse pelo seu potencial terapêutico e segurança, protegendo o corpo humano contra o estresse oxidativo e auxiliando na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, como câncer e doenças cardiovasculares e cerebrovasculares (3). Além disso, essas frutas apresentam potencial econômico, podendo ser consumidas in natura, ou na forma de doces, sorvetes, picolés, licores e sucos (4).

Existe uma grande variedade de frutas nativas e exóticas que são consumidas *in natura* ou processadas e que apresentam um potencial interesse devido ao reconhecimento crescente de seu valor nutricional e terapêutico, embora muitas sejam cientificamente inexploradas (5). O murici (*Byrsonima verbascifolia (L.) Rich*) é uma dessas frutas com potencial econômico.

É uma fruta pequena e redonda, predominantemente amarela, com polpa carnuda, macia e suculenta. Foram identificados compostos polifenólicos no murici, que é considerada uma boa fonte de carotenoides e contém mais β-caroteno do que licopeno, além de quantidades consideráveis de luteína e zeaxantina (6). O murici é economicamente importante para pequenas comunidades que o colhem de forma extrativista para consumo e comercialização. A caracterização físico-química dos frutos é essencial para conhecer o seu valor nutricional e, do ponto de vista comercial, para agregar valor e qualidade ao produto final.

Estudos não explicam como a conservação desses frutos pode ser melhorada para manter os atributos químicos, físico-químicos e sensoriais durante um maior período de armazenamento (7)(8)(9). Isso é importante porque a caracterização das frutas e seu comportamento pós-colheita trarão contribuições significativas para futuros estudos que visem promover o consumo dessa fruta in natura ou na forma de polpa, doces, sorvetes, picolés, licores e sucos, além de seu potencial para utilização em indústrias alimentícias. O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização físico-química da polpa de murici (*Byrsonima Crassifolia*) proveniente de frutos coletados em São José de Ribamar e São Bento - MA.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Matéria-prima e preparo das amostras*

Para o preparo da polpa integral, foram utilizados 4 kg de frutos de murici, colhidos diretamente nos locais de produção em áreas rurais do município de São José de Ribamar – MA, assim como na cidade de São Bento – MA.

Os frutos foram armazenados em sacos herméticos de polietileno de 1 kg e encaminhados para o Laboratório de Engenharia de Produtos e Processos em Biorrecursos (LEPPBio), do Departamento de Engenharia Química do Centro de Ciências Exatas e Tecnológica da Universidade Federal do Maranhão (DEEQ-CCET-UFMA).

### *Análises físico-químicas e químicas*

A polpa do murici foi produzida a partir de frutos maduros e saudáveis, seguindo esta ordem de processamento: coleta dos frutos, seleção, higienização, despolpamento manual, peneiramento, embalagem em sacos de polietileno preto de 500 g, e armazenados em freezer horizontal a temperatura de -18 °C onde permaneceram até o início das análises.

Foram feitas as caracterizações físico-químicas da polpa integral de murici. Todas as análises foram realizadas em triplicatas. As análises de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas foram feitas seguindo a metodologia da AOAC (10). Para determinação de umidade foi realizada pela dessecação até peso constante da amostra, em estufa a vácuo (Vacum oven, modelo 5851, pressão 30 inHg, NAPCO, EUA) a 70 ºC. As proteínas foram obtidas pelo método de Kjeldahl com fator de conversão de 6,25. A determinação de lipídeos foi realizada utilizando um aparelho Soxhlet e éter de petróleo na extração, durante seis horas. O teor de cinzas foi determinado após calcinação das amostras em mufla (modelo pyrotec, QUIMIS, Brasil) a 550 ºC. O teor de carboidratos foi determinado através da diferença de 100% com a soma das quantidades de umidade, lipídeos, cinzas e proteínas (11).

Para determinação de acidez total titulável (ATT), solúveis totais (SST) e pH foi utilizada a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (11), na qual a determinação da ATT foi realizada por titulação com NaOH 0,1N e indicador fenolftaleína e os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico. Os SST foram realizados com uso de refratômetro digital modelo PDR 50B, com escala de variação de 0 a 65ºBrix e os resultados foram expressos em ºBrix. Para a análise de pH foi usado um pHmetro (modelo pH 300M, ANALYSER®, Brasil), aferido com tampões de pH 7 e 4, a temperatura de 25 ºC. Depois de determinado os valores de SST e ATT, a relação SST/AAT foi obtida por meio do quociente entre estas duas variáveis.

*Análise de compostos bioativos e capacidade antioxidante total*

A quantificação do teor total de carotenoides foi realizada utilizando o método proposto originalmente por Rodriguez-Amaya (12) com modificações, que se baseia na extração com acetona e subsequente separação com éter de petróleo. As leituras de cor foram efetuadas por meio de um espectrofotômetro (modelo DU-7-B340, Beckman, Krefeld, Alemanha) em um comprimento de onda de 450 nm, correspondente ao β-caroteno. Utilizou-se éter de petróleo puro como referência (branco). O modelo matemático empregado foi derivado da Equação 1.

$$Carotenoides\ Totais = \frac{Abs \cdot V \cdot 10^6}{A^{1\%}_{1\ cm} \cdot m \cdot 100} \quad (1)$$

Os carotenoides totais foram expressos em (mg/100g); no qual o $V$ representa o volume da diluição (mL); $Abs$ implica na máxima absorbância média; o $A^{1\%}_{1\ cm}$ = 2592 significa absortividade para o β-caroteno em éter de petróleo, por fim, $m$ é a massa da amostra (g).

O teor de ácido ascórbico foi obtido usando a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (11) por meio do método amido-iodo, em um erlenmeyer de 100 mL foi pesado 10 g da polpa de murici e em seguida foi adicionado 50 mL de água destilada. A amostra foi homogeneizada, posteriormente foi adicionado 2 mL da solução previamente preparada de ácido sulfúrico ($H_2SO_4$ -2N), 1 mL de iodeto de potássio (KI – 10%) e 1 mL da solução de amido a 10%, a amostra foi homogeneizada novamente. Em seguida em uma bureta graduada de 25 mL a amostra foi titulada com iodato de potássio ($KIO_3$ – 0,01 N) até o

ponto de viragem, quando a amostra começou a adquirir coloração marrom. Os resultados foram expressos em mg/100g.

A determinação dos compostos fenólicos foi realizada conforme o método de Folin-Ciocalteu (13). Para a extração, adicionaram-se 20 mL de água a 0,1 g da amostra, com agitação promovida por um agitador de tubos tipo vortex. Este primeiro extrato foi centrifugado a 10000 $min^{-1}$ a 4 ºC e uma alíquota de 100 mL do sobrenadante foi diluída em 400 mL de água. A este extrato, adicionaram-se 2,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu e a mistura foi incubada por 2 min à temperatura ambiente. Em seguida, foram adicionados 2 mL de bicarbonato de sódio (75 g/L) e a mistura foi incubada a 50 ºC durante 15 min. Após o resfriamento dos tubos, a absorbância foi lida em um espectrofotômetro UV-visível modelo SP-22 (Biospectro – São Paulo, Brasil), a 760 nm. Os resultados foram quantificados com base em uma curva padrão de ácido gálico e expressos em mg de equivalente em ácido gálico por g de matéria seca da polpa.

A atividade antioxidante total foi determinada pelos métodos de redução do ferro – FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power – Poder Antioxidante de Redução do Ferro), conforme a metodologia descrita (14). Uma alíquota de 100 µL de cada extrato diluído foi transferida para tubos de ensaio, juntamente com 3 mL do reagente FRAP recém-preparado. Esta mistura foi homogeneizada e mantida em banho-maria a 37 ºC. Após 30 min, a leitura foi feita a 593 nm em um espectrofotômetro UV-visível modelo SP-22 (Biospectro – São Paulo, Brasil). O reagente FRAP foi utilizado como branco para calibrar o espectrofotômetro. Para a quantificação da atividade antioxidante, foi construída uma curva padrão utilizando soluções aquosas de Fe (II) na faixa de concentração de 100 a 1000 µM. Os resultados foram expressos em µM de sulfato ferroso por grama de matéria seca da polpa.

*Análise de oxidação lipídica*

A oxidação da polpa de murici foi monitorada através da determinação do índice de peróxidos (compostos primários resultantes da reação de oxidação lipídica), conforme a metodologia (15), com modificações. Uma amostra de 0,5 g de polpa foi suspensa em 5 mL de água e mantida sob agitação por 30 min, garantindo sua completa dissolução. Uma porção de 300 µL foi retirada e misturada com 1,5 mL de uma mistura de iso-octano/isopropanol (2:1), agitada por 10 s e centrifugada. Esse processo foi repetido três vezes.

Para a determinação do índice de peróxidos, 200 µL do meio de extração foram adicionados a 9,6 mL de uma mistura de clorofórmio/metanol (7:3) e, em seguida, 50 µL das soluções de cloreto de ferro e tiocianato de amônio foram acrescentadas. A mistura foi agitada, incubada por 5 min no escuro e a absorbância foi lida a 500 nm em um espectrofotômetro UV-visível modelo SP-22 (Biospectro – São Paulo, Brasil). O índice de peróxidos foi quantificado com base em uma curva padrão construída a partir de várias diluições de um padrão de peróxido de hidrogênio e expresso como miliequivalentes (mEq) de hidroperóxido por kg de óleo na polpa (16).

*Análise estatística*

As análises estatísticas foram conduzidas utilizando o teste de Tukey, com um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). As análises foram realizadas com o auxílio do software Statistica 9.0 (Statsoft, Tulsa, EUA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físico-químicas e químicas da polpa de murici in natura, proveniente de São José de Ribamar e São Bento, estão detalhadas na Tabela 1. Os valores apresentados representam a média de cinco repetições para cada análise, acompanhados do respectivo desvio padrão.

A umidade é uma medida crucial, pois afeta diretamente a estabilidade, qualidade e composição dos alimentos. Neste estudo, a polpa de murici de São José de Ribamar apresentou uma umidade de 79,08%, enquanto a de São Bento registrou 81,16%. Esses valores são comparáveis aos reportados em um estudo sobre frutos do cerrado brasileiro, que encontrou uma umidade de 88,22% (2). Além disso, os dados se aproximam dos observados em um estudo de caracterização físico-química do murici, que indicou uma umidade de 79,46% (17).

Tabela 1 – Caracterização físico-química e químicas da polpa de murici *in natura*.

| **Parâmetro analisado** | **Polpa de murici *in natura*** | |
|---|---|---|
| | **São José de Ribamar** | **São Bento** |
| Umidade (g/100g) | 79,08 ± 0,02[a] | 81,16 ± 0,39[b] |
| Cinzas (g/100g) | 0,56 ± 0,08[b] | 0,34 ± 0,02[a] |
| Lipídeos (g/100g) | 1,34 ± 0,15[a] | 2,02 ± 0,20[b] |
| Proteínas (g/100g) | 0,76 ± 0,03[a] | 1,42 ± 0,13[b] |
| Carboidratos (g/100g) | 18,26 ± 0,27[b] | 15,06 ± 0,33[a] |
| SST (ºBrix) | 17,23 ± 1,52[b] | 12,44 ± 1,85[a] |
| pH | 3,33 ± 0,11[a] | 3,38 ± 0,19[a] |
| ATT em ácido cítrico (g/100g) | 2,50 ± 0,21[a] | 2,44 ± 0,09[a] |
| Relação SST/AAT | 6,93±0,06[b] | 5,10±0,10[a] |

Médias ± desvio médio. Médias com a letra minúscula distintas em cada linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

Quanto aos teores de cinzas, a polpa de murici do município de São José de Ribamar apresentou um valor de 0,56%, significativamente maior que o observado na polpa de São Bento, que foi de 0,34%. Essa diferença pode estar associada à presença de minerais nessas partes do fruto. Os teores de cinzas obtidos foram superiores aos relatados em estudos de frutos do cerrado (2), mas inferiores aos valores descritos em caracterização do murici (17).

Neste estudo, os teores de extrato etéreo e proteínas identificados foram de 1,34% e 2,02% para o extrato etéreo nas polpas de São José de Ribamar e São Bento, respectivamente, e de 0,76% e 1,42% para as proteínas nas polpas das mesmas localidades.

Quanto ao pH, os frutos apresentaram uma acidez titulável, com variação de 3,33 a 3,38. Esses valores são menores do que os registrados por Santos et al. (18), que encontraram um pH de 4,74. Frutos com maior acidez e menos açúcar são frequentemente utilizados na fabricação de sorvetes, sucos, doces em conserva e tortas (17). De acordo com Dias et al. (19), frutos destinados ao processamento beneficiam-se de valores baixos de pH, que ajudam na conservação do produto sem a necessidade de adicionar conservantes ácidos, enquanto valores mais altos de pH são preferíveis para o consumo direto.

A acidez titulável dos muricis analisados foi de 2,50 e 2,44. Em relação aos sólidos solúveis, foram encontrados valores de 17,23° e 12,44°Brix, que superam os resultados

de Souza et al. (20) e Santos et al. (18), que registraram 10,57°Brix e 12,33°Brix, respectivamente.

O conhecimento do teor de sólidos totais é comumente utilizado como indicativo do grau de maturação para algumas espécies frutíferas. Sendo sua quantificação importante em frutos, tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento, tendo em vista que os consumidores dão preferência a frutos mais adocicados e menos ácidos, e nas indústrias de alimentos elevados teores destes compostos na polpa do fruto importam na menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e elevado rendimento do produto final, proporcionando economia de tempo e recursos durante o processamento (21).

A relação ST/AT diferiram significativamente entre as amostras do município de São Jose de Ribamar e São Bento, os valores encontrados foram de 6,93±0,06 e 5,10±0,10, respectivamente. Este parâmetro é normalmente utilizado na avaliação do sabor em frutos, bem como do ponto de maturação dos mesmos, sendo mais representativo do que a medição isolada de ácidos e açúcares, dando a ideia da predominância do sabor ácido ou doce na polpa do fruto, ou ainda se há equilíbrio entre eles, sendo que para o mercado de frutas frescas e/ou processadas alta relação ST/AT é mais desejável, portanto os frutos de muricizeiro seriam indicados tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento (19).

Os valores de compostos bioativos, atividade antioxidante e oxidação lipídica da polpa de murici *in natura* estão detalhados na tabela 2. Quanto aos valores de vitamina C, que é classificada como vitamina hidrossolúvel, ela exerce diversas funções fisiológicas e antioxidantes, ajudando a proteger o corpo contra os danos causados pelos radicais livres no organismo (22). As fontes de ácido ascórbico (vitamina C) possuem diferentes níveis de classificação. Segundo Andrade et al. (23), frutas com alto teor de vitamina C contêm entre 100 a 300 mg/100g, as de nível médio entre 50 a 100 mg/100g, e as de baixo teor entre 25 a 50 mg/100g.

Os frutos de murici apresentaram valores de 375,57±0,14 e 403,71±0,10 mg/100g, superiores aos encontrados em um estudo realizado em 2018 sobre a caracterização de frutos de murici na região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, que registrou uma média de 42,24 ± 3,76 mg/100g (21). Esses valores também superaram os resultados obtidos por Borges et al. (2), que identificaram uma concentração de vitamina C de 36,4 mg/100g ao analisar dez frutas do cerrado brasileiro.

Tabela 2 – Compostos bioativos, atividade antioxidante e oxidação lipídica da polpa de murici *in natura*.

| **Parâmetros analisado** | **Polpa de murici *in natura*** | |
|---|---|---|
| | **São José de Ribamar** | **São Bento** |
| Vitamina C (mg/100 g) | 375,57 ± 0,14$^{a}$ | 403,71 ± 0,10$^{b}$ |
| Fenóis totais (mg GAE/100 g) | 467,35 ± 0,05$^{b}$ | 694,18 ± 0,80$^{a}$ |
| Carotenoides totais (mg/100 g) | 6,31 ± 0,41$^{b}$ | 5,62 ± 0,05$^{a}$ |
| FRAP (mM $FeSO_4$/mg de polpa) | 0,97 ± 0,01$^{a}$ | 1,58 ± 0,02$^{b}$ |
| Oxidação lipídica (mEq/kg) | 0,33 ± 0,03$^{a}$ | 0,30 ± 0,02$^{a}$ |

Médias ± desvio médio. Médias com a letra minúscula distintas em cada linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

Além disso, os frutos de muricizeiro mostraram ser uma boa fonte de compostos bioativos, apresentando concentrações de compostos fenólicos de 467,35±0,05 e

694,18±0,80 mg GAE/100g. As fontes de compostos fenólicos podem ser classificadas em alto nível (> 500 mg GAE/100g), médio (100–500 mg GAE/100g) e baixo (<100 mg GAE/100g) (2). Os valores observados neste estudo classificam o murici como uma fonte de média a alta em compostos fenólicos, o que está associado a uma elevada atividade antioxidante.

Os carotenoides são conhecidos por sua capacidade de neutralizar radicais livres e peróxidos, contribuindo para a saúde ao proteger contra danos oxidativos. Esses compostos têm sido associados à redução do risco de doenças degenerativas, como câncer, doenças cardiovasculares e catarata (18). Neste estudo, a concentração de carotenoides totais nos frutos de murici foi de 6,31±0,41 e 5,62±0,05 mg/100g. Segundo a literatura, para que um alimento seja classificado como uma boa fonte de carotenoides, é necessário conter pelo menos 20 μg/g (0,02 mg/100g) (24). Assim, os frutos de murici podem ser considerados uma boa fonte de carotenoides, já que os valores obtidos superam o mínimo recomendado.

A atividade antioxidante da polpa de murici e suas frações foi avaliada utilizando o método FRAP (Poder Antioxidante de Redução do Ferro). Os valores encontrados foram 0,97±0,01 para a polpa do município de São José de Ribamar e 1,58±0,02 para a polpa de São Bento, conforme mostrado na Tabela 2. Esses dados indicam uma diferença na atividade antioxidante entre as polpas, possivelmente devido à maior estabilidade das substâncias antioxidantes e às concentrações de compostos com significativa atividade antioxidante, como fenóis totais e carotenoides totais.

Os valores experimentais de oxidação lipídica, apresentados na Tabela 2, mostram que não houve variação significativa entre as polpas, indicando que a degradação oxidativa é semelhante em ambas. Será necessário avaliar se esses níveis de oxidação lipídica se mantêm ou aumentam quando a polpa é submetida a diferentes processos e como isso afeta os níveis de compostos bioativos e a atividade antioxidante dos pós produzidos.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, é possível concluir que os frutos de murici analisados demonstraram características nutricionais e bioativas significativas, destacando-se como uma excelente fonte de compostos antioxidantes. Além disso, as concentrações de compostos fenólicos e carotenoides totais foram consideráveis, classificando os frutos de murici como fontes médias a altas desses compostos bioativos, com potencial impacto positivo na saúde humana, especialmente na proteção contra doenças degenerativas.

A análise da atividade antioxidante utilizando o método FRAP revelou diferenças entre as polpas das duas regiões, indicando que a origem geográfica pode influenciar a estabilidade e a concentração dos compostos antioxidantes. A estabilidade dos valores de oxidação lipídica sugere que as polpas mantêm suas propriedades antioxidantes mesmo sob condições de processamento, o que é promissor para a utilização industrial do murici.

Em suma, os frutos de murici não apenas se destacam por suas qualidades nutricionais, mas também apresentam um elevado potencial antioxidante, tornando-os candidatos ideais tanto para o consumo in natura quanto para o desenvolvimento de produtos processados voltados para a saúde e o bem-estar. Avaliações futuras sobre o

impacto de diferentes métodos de processamento na retenção dessas propriedades poderão contribuir ainda mais para o aproveitamento desse fruto na indústria alimentícia.

## AGRADECIMENTOS

À UFMA (Universidade Federal do Maranhão); Ao LEPPBio (Laboratório de Engenharia de Produtos e Processos em Biorrecursos) da UFMA, pela infraestrutura para a realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

1. Brasil. Decreto nº 6871, de 4 de Junho de 2009. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União. 04 jun 2009.

2. Borges PRS, Edelenbos M, Larsen E, Hernandes T, Nunes EE, de Barros Vilas Boas EV, et al. The bioactive constituents and antioxidant activities of ten selected Brazilian Cerrado fruits. Food chemistry: X. 2022;14:100268.

3. Moreira-Araújo RS dos R, Barros NV dos A, Porto RGCL, Brandão A de CAS, Lima A de, Fett R. Bioactive compounds and antioxidant activity three fruit species from the Brazilian Cerrado. Revista Brasileira de Fruticultura. 2019;41(3).

4. De Faria FM. Perfil e teores de aminas bioativas em frutas brasileiras. [Mestrado]. Belo Horizonte: Faculdade de Farmácia da UFMG; 2011.

5. Peixoto Araujo NM, Arruda HS, Marques DRP, de Oliveira WQ, Pereira GA, Pastore GM. Functional and nutritional properties of selected Amazon fruits: A review. Food Research International. 2021;147:110520.

6. Aniceto A, Montenegro J, Cadena R da S, Teodoro AJ. Physicochemical Characterization, Antioxidant Capacity, and Sensory Properties of Murici (*Byrsonima crassifolia (L.) Kunth*) and Taperebá (*Spondias mombin L.*) Beverages. Molecules. 2021;26(2):332.

7. Lima M da C, do Nascimento HMA, da Silva JYP, de Brito Alves JL, de Souza EL. Evidence for the Beneficial Effects of Brazilian Native Fruits and Their By-Products on Human Intestinal Microbiota and Repercussions on Non-Communicable Chronic Diseases—A Review. Foods. 2023;12(18):3491.

8. De Brito Alves JL, Souza EL de. Functional Foods with Modulating Action on Metabolic Risk Factors. Foods. 2023;12(21):4043.

9. De Souza VR, Lima TPB, Bedê TP, Faria SBA, Alves R, Louzada A, et al. Murici (*Byrsonima crassifolia (L.) Kunth* and *verbascifolia (L.)*) and Tapereba (*Spondias mombin*) Improve Hepatic and Inflammatory Biomarkers in High-Fat-Diet Rats. Foods. 2023 Jan 5;12(2):255.

10. AOAC International. Official Methods of Analysis of AOAC International. 1997.

11. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Físico-Químicos para análise de alimentos. 4. ed. (1. ed. digital). São Paulo: IAL; 2008.

12. Rodriguez-Amaya DB. A Guide to Carotenoid Analysis in Foods [Internet]. Washington, D.C.: International Life Sciences Institute; 2001 [acesso em 2024 Jun 28]. Disponível em: https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnacq929.pdf

13. Georgé S, Brat P, Alter P, Amiot MJ. Rapid Determination of Polyphenols and Vitamin C in Plant-Derived Products. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2005;53(5):1370–3.

14. Rufino MSM, Alves RE, Brito ES de; Morais SM de; Sampaio C de G, Pérez-Jimènez, J, Saura-Calixto FD. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP). Fortaleza: Comunicado Técnico 125 da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, 2006.

15. Partanen R, Raula J, Seppänen R, Buchert J, Kauppinen E, Forssell P. Effect of Relative Humidity on Oxidation of Flaxseed Oil in Spray Dried Whey Protein Emulsions. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2008;56(14):5717–22.

16. Bae EK, Lee SJ. Microencapsulation of avocado oil by spray drying using whey protein and maltodextrin. Journal of Microencapsulation. 2008;25(8):549–60.

17. Monteiro DC, Sousa WC, Pires CR, Azevedo L, Borges J. Caracterização Físico-Química Do Fruto E Da Geleia De Murici (Brysonima Crassifólia). 2015 [acesso em 2024 Ago 15] Disponível em: https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1967

18. Santos AM, Augustinho BF, Alves TPS, Pinto EG, Martins WF, Soares DSB, et al. Avaliação Físico-Química do Murici In Natura e Desidratado. In: Pesquisas E Atualizações em Ciência dos Alimentos. Agron Food Academy; 2022.

19. Dias AB, Carvalho MAP de, Dantas ACVL, Fonseca VJ de A. Variabilidade e caracterização de frutos de pitangueiras em municípios baianos. Revista Brasileira de Fruticultura. 2011;33(4):1169–1177.

20. Souza JLC, Borges e Silva L, Reges NPR, Mota EES, Leonídio RL. Caracterização física e química de gabiroba e murici. Revista de Ciências Agrárias. 2019;42(3):792–800.

21. Dos Santos EF, de Oliveira JDS, da Silva IC, Gallo CM, de Lemos EEP, Rezende LDP. Caracterização Física e Físico-Química em Frutos de Murici (*Byrsonima Crassifolia (L.) Rich.*) de Ocorrência nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. Revista Ciência Agrícola. 2018;16(3):11.

22. Aranha FQ, Barros ZF, Moura LSA, Gonçalves M da CR, Barros JC de, Metri JC, et al. O papel da vitamina C sobre as alterações orgânicas no idoso. Revista de Nutrição. 2000;13(2):89–97.

23. Andrade RSG de, Diniz MCT, Neves EA, Nóbrega JA. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. Eclética Química. 2002;27:393–401.

24. Dos Santos OV, do Rosário RC, Teixeira-Costa BE. Sources of Carotenoids in Amazonian Fruits. Molecules (Basel, Switzerland). 2024;29(10).

**Capítulo 22**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-22**

# QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE QUEIJO COALHO ARTESANAL COMERCIALIZADO EM SANHARÓ (PERNAMBUCO, BRASIL)

**Diogo Marques da Silva; Allana Thais Pereira da Silva; Gerla Castello Branco Chinelate**

**Resumo:** Em Pernambuco, onde o queijo coalho é um símbolo cultural e econômico, cerca de 40 a 50% da produção do leite é destinada à fabricação desse produto, que sustenta a economia de pequenos produtores e fortalece a identidade gastronômica da região. Entretanto, grande parte da produção ainda é feita de maneira informal, sem padronização higiênico-sanitária, o que caracteriza riscos à saúde dos consumidores. As amostras de queijo coalho foram obtidas diretamente nos pontos de venda dos próprios produtores locais na cidade de Sanharó – PE. Todas as análises foram realizadas nos Laboratórios Multiusuários de Ciência e Tecnologia de Alimentos - LACTAL da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE). Sendo elas, atividade de água (Aa), teor de cinzas (%), pH, cloretos (% teor de sal), acidez (% ácido lático), extrato seco total (%EST), umidade (%), capacidade de derretimento e pesquisa qualitativa de amido em quatro amostras de queijo. A partir dos resultados obtidos observou-se que houve uma variação entre as amostras em alguns aspectos que impactam diretamente na qualidade sensorial e segurança do produto, evidenciando o pH, capacidade de derretimento e cloretos. Por fim, conclui-se que as análises permitiram identificar a necessidade de melhorar o processo produtivo para que os produtos atendam aos padrões de qualidade exigidos. Além disso, destacou-se a importância das boas práticas de higiene durante a produção para prevenir contaminações e garantir a segurança alimentar.

**Palavras–chave:** Boas práticas de fabricação; laticínios; normas sanitárias; segurança alimentar

## INTRODUÇÃO

O queijo coalho, segundo a Instrução Normativa nº 30, de 20 de junho de 2001, que institui o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Manteiga da Terra ou Manteiga de Garrafa; Queijo Coalho e Queijo de Manteiga, é definido como sendo um queijo que se obtém por coagulação do leite por meio do coalho ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas, e comercializado normalmente com até 10 (dez) dias de fabricação (1).

Esse produto lácteo possui uma ótima composição nutricional, ele é naturalmente rico em muitos nutrientes, incluindo vitaminas lipossolúveis, vitaminas B, proteínas, cálcio e fósforo. Todavia, por possuir essas características, apresenta-se como um meio propício para o crescimento de microrganismos, os quais podem ter origem na matéria-prima, particularmente quando o produto é elaborado com leite não pasteurizado, nas etapas de produção ou após o processamento. Consequentemente, ele é mencionado como um veículo frequente de patógenos de procedência alimentar dentre os produtos lácteos.

Portanto, o queijo coalho apresenta um *shelf life* reduzido, sendo necessário o emprego de algum processo ou técnica para auxiliar em sua conservação, bem como na manutenção da qualidade durante o armazenamento até o momento de seu consumo (2).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (3), o estado de Pernambuco possui atualmente um rebanho total de aproximadamente 2.280.130 milhões de cabeças de bovinos, sendo produzido no 1º trimestre deste mesmo ano cerca de 6.205.687 mil litros de leite cru, resfriado ou não. De acordo com (4), cerca de 40 a 50% da produção de leite em Pernambuco é destinado a produção de queijo Coalho Artesanal. Neste estado, esse produto é uma representação de tradição e cultura local, sendo sua fabricação de grande impacto na economia para os pequenos produtores desta região (5). A fabricação e a comercialização estimulam a geração de empregos diretos ou indiretos, enriquecendo a economia regional. Além do mais, o queijo coalho é um símbolo da gastronomia nordestina, sendo um constituinte presente em variados pratos típicos e festividades locais, colaborando para coesão social e a valorização da identidade cultural.

Segundo (6), a tecnologia da produção de queijo em Pernambuco foi trazida pelos colonizadores, sendo passada de geração em geração, estabelecendo dessa forma a tradição da fabricação desse tipo de produto, de início era para consumo das próprias famílias, subsequentemente o queijo passa a ser comercializado, evidenciando-se entre os derivados lácteos. No início do século XX pecuaristas pernambucanos se uniram ao governo, com o intuito de aprimorar a sanidade dos seus rebanhos, e consequentemente, a qualidade do leite e da carne que produziam, surgindo nessa época as primeiras normas higiênicas para fabricação do queijo coalho, dessa maneira o produto ganhou ainda mais visibilidade no mercado.

Esse alimento tradicionalmente feito com leite cru, não havendo padronização higiênica e microbiológica em sua produção, quando artesanal, que é o maior tipo de fabricação no Nordeste Brasileiro. Sendo assim, é considerado um produto artesanal por manter suas características tradicionais, culturais ou regionais, obedecendo parâmetros fixados em regulamentos de forma rudimentar, sendo vendido, em geral, de maneira informal (7). Todavia, quando o queijo é feito com leite que passou pelo processo de pasteurização e sob condições higiênico-sanitárias controladas, o queijo apresentará características microbiológicas seguras e padronizadas (8).

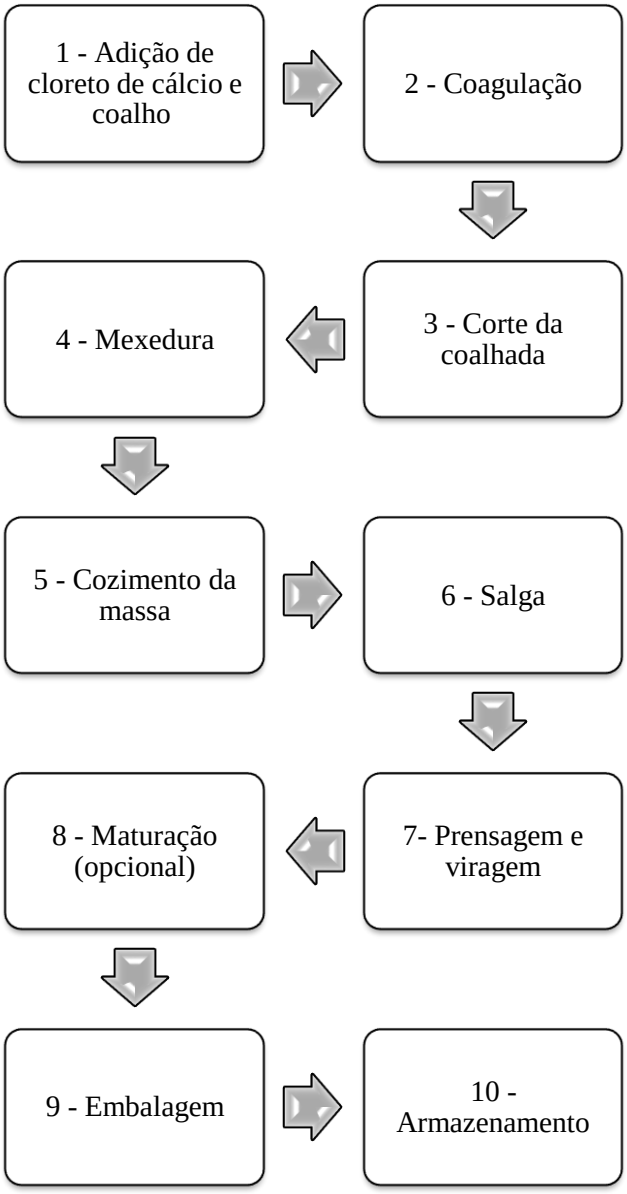
A maior parte da produção de queijo coalho ainda é produzido de maneira informal, por agricultores que produzem o leite, e fazem o queijo para comercializar, garantindo a sua fonte de renda. Porém, a falta de controle sanitário na produção do leite é um risco, a elaboração do queijo com leite contaminado oferece risco à saúde da população consumidora, por isso, é primordial que se obedeça aos requisitos mínimos de higiene, para garantir a qualidade do produto final (9).

Diante do exposto, objetivou-se analisar queijo Coalho Artesanal de diferentes produtores que são comercializados na cidade de Sanharó - PE. Realizando análises físico-químicas, a fim de averiguar se os processos de produção estão sendo executados de forma adequada. Garantindo que o produto esteja atendendo aos padrões de qualidade necessários para o consumo seguro. Além disso, será realizada algumas orientações sobre cuidados com a higiene e que devem ser implementados durante a produção do queijo coalho, destacando práticas essenciais para prevenir possíveis contaminações assegurando a integridade do alimento.

## HIGIENE NAS ETAPAS DO PROCESSAMENTO DO QUEIJO COALHO

Todo o processamento, desde a recepção do leite no laticínio até o transporte do queijo, exige uma série de cuidados e ações higiênico-sanitárias para que o queijo não seja contaminado e não ofereça riscos à saúde do consumidor. A seguir (Fluxograma 1), será detalhado as etapas para o processamento de queijo coalho artesanal.

Fluxograma 1 – Etapas do processamento de queijo Coalho Artesanal




Fonte: (10)

Após a identificação das etapas do processo, na Tabela 1 serão detalhadas algumas descrições imprescindíveis de higiene na elaboração de queijo coalho artesanal, destacando práticas fundamentais para garantir a segurança e a qualidade do produto final.

Tabela 1 – Sugestões para uma higiene adequada nas etapas do processamento de queijo Coalho Artesanal.

| Etapa de produção | Descrição |
|---|---|
| Etapa 1 | Ao adicionar, use luvas e cabelo preso para que o leite não sofra contaminação física. |
| Etapa 2 | Deixar o leite coagulando em tanque limpo e desinfetado e em um ambiente livre de moscas e outros insetos. |
| Etapa 3 | Usar sempre utensílios higienizados para realizar o corte. |
| Etapa 4 | Utilize utensílios limpos e higienizados para realizar a mexedura. |
| Etapa 5 | Utilize luvas ou higienize bem as mãos antes de determinar o ponto da massa. |
| Etapa 6 | Fique atento ao lugar que armazena o sal para que ele não acabe sendo fonte de contaminação. |
| Etapa 7 | Realize esta etapa sempre em uma mesa higienizada e sem resíduos da produção anterior. |
| Etapa 8 | Deixar maturando em ambiente limpo e livre de contaminantes. |
| Etapa 9 | Colocar o queijo em embalagens de plástico com os dados do produtor e tudo que pede a legislação. |
| Etapa 10 | Estocar sob refrigeração (10ºC a 12ºC). |

Fonte: (10)

Cada etapa deve ser meticulosamente controlada para prevenir possíveis contaminações microbiológicas ou físico-químicas. A limpeza rigorosa dos equipamentos, a manipulação adequada dos ingredientes e o ambiente de produção sanitizado são fatores essenciais para prevenir doenças transmitidas por alimentos e preservar as características sensoriais do queijo. Com a adoção das boas práticas de higiene os produtores protegem a saúde dos consumidores, bem como, contribuem para a reputação e o sucesso do seu empreendimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local de estudo e obtenção das amostras

As amostras de queijo coalho foram obtidas diretamente nos pontos de venda dos próprios produtores locais na cidade de Sanharó – PE. Para garantir a integridade e qualidade das amostras durante o transporte, cada queijo foi cuidadosamente acondicionado em *coolers* com gelo, mantendo uma temperatura adequada até a chegada ao laboratório. O transporte foi realizado de forma a minimizar qualquer variação térmica ou contaminação, assegurando que as amostras chegassem nas condições ideais para as análises físico-químicas. Ao chegar na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), as amostras foram imediatamente encaminhadas para os procedimentos de análise, garantindo a precisão e a confiabilidade dos resultados obtidos. Os quatro queijos foram identificados como amostras A, B, C e D.

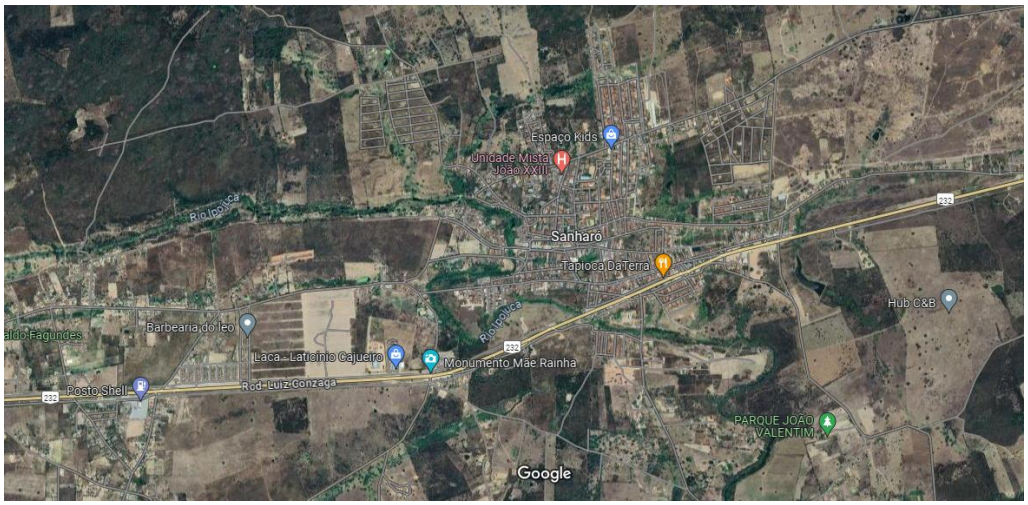


Figura 3 – Mapa da cidade de Sanharó, Pernambuco, Brasil.
Fonte: (11)

**Análises físico-químicas**

As ações deste trabalho foram realizadas nos Laboratórios Multiusuários de Ciência e Tecnologia de Alimentos - LACTAL da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE).

Para o teste de fritura cortou pedaços dos queijos com dimensões de 8 cm x 4 cm x 1 cm, da parte interna, fritou nos dois lados, em fogo médio, com cerca de 5 g de margarina por aproximadamente, 1 minuto e 40 segundos. Foram consideradas como aprovadas no teste as amostras de queijo que não derreteram (12).

A umidade foi determinada pela perda de massa em condições nas quais água e substâncias voláteis são removidas. Os cadinhos foram secados, com suas respectivas marcações, por meia hora, na estufa comum, a 105 ºC, colocados no dessecador até que possuíssem a mesma temperatura que a ambiente. Pesou em balança analítica e anotou o peso dos cadinhos vazios. Pesou 3 g da amostra no respectivo cadinho indicado. Repetiu com outros dois cadinhos para ter triplicatas. Colocou os cadinhos para secar na estufa 105 °C por aproximadamente 24 horas. Foram tirados da estufa e colocados no dessecador até que apresentassem a mesma temperatura que a ambiente. Pesou em balança analítica e anotou o peso (13).

Em seguida, com as mesmas amostras utilizadas para a análise de umidade, foram realizadas as análises de resíduo mineral fixo (cinzas). Colocou os cadinhos já com as amostras na mufla pré-aquecida a 550 ºC, esperando até que o material se torne cinza claro. Essa é uma indicação de que a cinza está pronta. Tirou os cadinhos da mufla e colocou no dessecador até que possuíssem a mesma temperatura que a ambiente. Pesou em balança analítica e anotou o peso (13).

Para a análise de cloretos (teor de sal) foi utilizado o método argentométrico. Nesta análise o cromato de potássio foi usado como indicador. Foram transferidos os resíduos, obtidos na metodologia de resíduo mineral fixo, para erlenmeyer de 125 mL, utilizando cerca de 50 mL de água destilada morna. Adicionou 1 mL de solução de cromato de potássio a 5% (m/v). Titulou com solução de nitrato de prata 0,1 N, até coloração vermelho-tijolo (14).

A análise de pH ocorreu através da medição eletrométrica da atividade iônica do hidrogênio (H+) em meio aquoso, utilizando o eletrodo padrão. Adicionou cerca de 20 mL de água destilada em um béquer de 50 mL. Acrescentou uma quantidade suficiente

de amostra, previamente preparada (triturada), misturando com bastão de vidro. Inseriu o eletrodo na solução de análise, aguardou a estabilização do aparelho e procedeu à leitura (14)

O Extrato Seco Total (%EST) foi realizado em triplicata seguindo a Instrução Normativa n° 68 (BRASIL, 2006) (15).

A atividade de água (Aa) dos queijos foi medida de maneira direta através do aparelho medidor de atividade de água AquaLab sendo determinada a uma temperatura de 25 °C (± 4 °C), seguindo a metodologia descrita em seu manual. Antes de prosseguir com as leituras, foi inserido o carvão ativado no equipamento, aguardou aproximadamente 15 minutos para então realizar a primeira leitura. Adicionou as amostras no copo seletor, colocando-as até a metade da cápsula mantendo as bordas sempre limpas, por fim, prosseguiu com as leituras.

Para o teor de acidez (em % de ácido lático). Foi transferido 10 g da amostra para um béquer de 150 mL. Acrescentou cerca de 50 mL de água destilada morna, e agitou com bastão de vidro até a dissolução possível. Transferiu quantitativamente para balão volumétrico de 100 mL, esfriou em água corrente, e completou o volume. Transferiu uma alíquota de 50 mL para um béquer de 125 mL, acrescentar 10 gotas de fenolftaleína a 1% (m/v). Titulou com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L, até leve coloração rósea, persistente, por aproximadamente 30 segundos (14).

Para a pesquisa qualitativa de amido em queijos, pesou-se 10g de amostra, previamente preparada, em béquer de 200 mL, adicionou 50 mL de água destilada e misturou. Aqueceu em placa aquecedora até fervura, mantendo assim por 5 minutos. Esfriou em água corrente. Adicionou 2 gotas de solução de lugol e observou a coloração produzida. A presença de amido é constatada com a coloração azulada (14).

**Análise estatística**

Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os resultados foram analisados estatisticamente através de cálculos de média, desvio padrão, análise de variância (ANOVA) e a comparação entre as médias através do teste de Tukey. Para as análises foi considerado um nível de significância de 5% ($p<0,05$). O software utilizado foi o Minitab 2017 (16).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de fritura foi observado que a amostra B derreteu. Este fenômeno pode ser explicado pelo baixo teor do pH e a umidade presente na amostra. De acordo com (17) em pH inferior a 5,7, o queijo coalho derrete e se deforma na presença de calor. (18) Diz que quanto mais alto o valor de pH, maior será o teor de cálcio da massa, apresentando-se mais firme e com uma menor tendência ao derretimento. Para evitar que isto ocorra, os produtores devem seguir algumas orientações presentes na Instrução Normativa n° 77, de 26 de novembro de 2018 (19), cuidados básicos e tão importantes que iniciam no estado sanitário do rebanho, instalações e equipamentos, uso de tanques comunitários, coleta e do transporte do leite, recepção e todo o processo de fabricação do queijo.

Os valores médios das análises físico-químicas de umidade, atividade de água (Aa), cinzas, pH, cloretos, acidez e extrato seco total, encontrados para as amostras de

queijo coalho produzidos artesanalmente na cidade de Sanharó – PE, serão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros físico-químicos do queijo Coalho produzidos em Sanharó – PE.

| Componentes | Tratamentos | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Amostra A** | **Amostra B** | **Amostra C** | **Amostra D** |
| Umidade (%) | 54,55±0,40$^{a}$ | 49,13±0,15$^{c}$ | 49,54±0,34$^{c}$ | 52,80±0,55$^{b}$ |
| Atividade de Água (Aa) | 0,968±0,00$^{b}$ | 0,955±0,00$^{c}$ | 0,972±0,00$^{a}$ | 0,971±0,00$^{a}$ |
| Cinzas (%) | 6,18±0,01$^{c}$ | 9,76±0,10$^{a}$ | 7,19±0,07$^{b}$ | 6,65±0,17$^{bc}$ |
| pH | 5,91±0,01$^{b}$ | 5,60±0,00$^{c}$ | 6,05±0,03$^{a}$ | 5,95±0,02$^{b}$ |
| Cloretos (Teor de Sal) (%) | 0,67±0,01$^{d}$ | 1,30±0,01$^{a}$ | 0,81±0,01$^{c}$ | 0,86±0,00$^{b}$ |
| Acidez (% Ácido Lático) | 0,51±0,01$^{ab}$ | 0,40±0,01$^{c}$ | 0,55±0,02$^{a}$ | 0,50±0,01$^{b}$ |
| Extrato Seco Total (% EST) | 45,44±0,40$^{c}$ | 50,86±0,15$^{a}$ | 50,46±0,34$^{a}$ | 47,19±0,55$^{b}$ |

Fonte: o autor (2024)

Em relação a umidade, os resultados dos queijos avaliados apresentaram variações, onde todas as amostras diferiram com um nível de significância de 5% ($p<0,05$). Todavia, tais teores encontrados estão em conformidade com a Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001, onde o queijo é classificado como um queijo de média a alta umidade, de massa semicozida ou cozida e apresentando um teor de gordura nos sólidos totais variável entre 35,0% e 60,0% (1).

A amostra A, apresentou um teor de umidade próximo ao limite superior da faixa permitida (60,0%). Esta característica sugere que o queijo é bastante macio e contém uma quantidade significativa de água, o que pode influenciar sua textura e possivelmente sua durabilidade. O alto teor de umidade determinado nos queijos pode ser explicado pelas informações apresentadas por (20) *et al*, que possivelmente seja em decorrência da maior presença de soroproteínas desnaturadas, as quais tendem a aumentar a capacidade de retenção de água dos queijos. Segundo (21), o teor de umidade varia muito e está correlacionado ao tempo de conservação do queijo. Já as amostras B (49,13%) e C (49,54%), apresentaram valores muito próximos e estão no meio da faixa permitida. Esses queijos apresentavam uma textura intermediária, oferecendo um equilíbrio entre maciez e firmeza. Por fim, a amostra D (52,80%), também se encontrou dentro do intervalo permitido e é ligeiramente maior do que os das amostras B e C, o que pode indicar uma textura um pouco mais macia, mas ainda não tão alta quanto a da amostra A. Pesquisas realizadas por (18) em queijo coalho artesanal, encontraram valores que variaram de 44,7% a 53,4%, já o queijo coalho condimentado artesanal produzido por (22) obtiveram teores mais próximos com os deste trabalho, que foram de 55,21% a 56,08%.

A amostra B (0,955 Aa) apresentou a menor atividade de água. Amostras C (0,972 Aa) e D (0,971 Aa) possuem Aa mais altas. De acordo com (21) valores elevados de Aa tornam os queijos mais suscetíveis ao elevado desenvolvimento microbiano. Os teores das amostras C e D são próximas aos valores encontrados por (23), onde os queijos apresentaram Aa variando de 0,97 a 0,98. Resultados semelhantes aos de (21), onde no estado Pernambuco encontrou valores de 0,96 e uma média de 0,91 nos estados de Sergipe, Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte e Paraíba.

O alto teor de cinzas na amostra B (9,76%) diferiu das amostras A (6,18%) e D (6,65%) que apresentaram valores mais baixos. Essas diferenças impactam tanto a

qualidade nutricional quanto as características sensoriais dos produtos. Tais valores encontrados divergem de alguns trabalhos realizados por outros autores como (24) em análise de queijo coalho de laticínios do sertão de Alagoas onde obteve 3,40%, 3,70% e 3,57% e (25) 4,41% para cinzas em amostras de queijo de coalho produzidos no Ceará.

De acordo com (17) o queijo tem um pH alto (5,7, quando é utilizado fermento, chegando a 6,5, quando não é utilizado fermento), o que propicia condições favoráveis para o desenvolvimento das bactérias contaminantes. Observou-se uma variação no pH entre as amostras, com valores que vão de 5,60 (amostra B) a 6,05 (amostra C). Essa diferença sugere que os queijos analisados estão em estágios de acidez distintos. Em pHs acima de 6, como na amostra C (6,05), há um ambiente mais favorável ao crescimento de micro-organismos indesejáveis, o que exige maior atenção no controle sanitário e na conservação do produto. Em contraste, pHs mais baixos oferecem um ambiente menos propício para a proliferação microbiana. Apesar de que o pH irá influenciar na textura, na maturação e está ligado também as atividades microbiológicas. Resultados semelhantes foram encontrados por outros pesquisadores. Como por exempl (21) com queijos sem inspeção os teores de pH foram menores (5,18, 5,90 e 5,540 e queijos com inspeção foram ligeiramente mais próximos (5,68, 6,20 e 6,04).

Os cloretos são titulados contra nitrato de prata, precipitando sob a forma de cloreto de prata, em pH levemente alcalino (14). Para esta análise de cloretos, a amostra B (1,30%) possui o teor de sal significativamente mais alto, enquanto a amostra A (0,67%) apresenta o valor mais baixo. As amostras C (0,81%) e D (0,86%) estão em níveis intermediários, com diferenças significativas entre si. Segundo (26) o sal, além de conferir gosto característico ou realçar o sabor, complementa a dessoragem e regula a acidez do queijo, favorecendo a liberação da água livre na massa pela diferença de pressão osmótica, propicia à formação da casca, conserva a caseína e é um fator determinante da flora da maturação. Com os dados obtidos observa-se que a variação nos teores de sal pode ser resultado de diferenças na técnica de salga.

A partir da análise estatística os teores de acidez indicam que há diferenças estatisticamente significativas entre as amostras ($p<0,05$). A amostra C (0,55%) apresentou o valor mais alto, sendo significativamente diferente da amostra B (0,40%), que tem o menor teor de acidez. Este aumento pode ser justificado devido provavelmente à fermentação da lactose (26). As amostras A e D (0,51% e 0,50%, respectivamente), não diferem significativamente da amostra C e estão em um nível intermediário de acidez. A amostra B, com a menor acidez, pode ser mais suscetível a esses problemas, exigindo maior atenção no controle de qualidade. Teores menores que os de (18), para os queijos artesanais variando de 0,6% a 1,4%. Por outro lado, semelhantes ao de (26) analisando queijos coalho no período seco obtiveram 0,42% e 0,51% e no período chuvoso 0,57% e 0,58%.

As amostras B (50,86%) e C (50,46%) estão no mesmo grupo estatístico, com valores significativamente mais altos de %EST. A amostra D (47,19%) apresenta um valor intermediário, enquanto a amostra A (45,44%) tem o menor %EST, sendo significativamente diferente das demais. Os valores deste trabalho foram maiores que os de (22) em queijo coalho condimentado, variando de 43,92 a 44,79. Maiores também que o trabalho realizado por (26) onde analisou queijo de coalho produzido com mistura de leite de cabra e de leite de vaca, variando de 37,67% a 44,24%.

A seguir (Tabela 3), será apresentado os resultados para a pesquisa de fraude com amido nos queijos analisados.

Tabela 3 – Pesquisa qualitativa de amido em queijos Coalho produzidos em Sanharó – PE.

| **Componente** | **Tratamentos** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Amostra A** | **Amostra B** | **Amostra C** | **Amostra D** |
| Pesquisa Qualitativa de Amido em queijos | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo |

Fonte: o autor (2024)

Quando as amostras são aquecidas, a molécula de amido tem a sua cadeia helicoidal distendida. Após resfriamento, ocorre a adsorção do iodo (solução de lugol), com desenvolvimento de coloração característica (14), identificando assim, a fraude ou não no produto.

Na instrução normativa nº 30, de 26 de julho de 2001 do Ministério da Pecuária e do abastecimento (1), é possível identificar quais ingredientes são adequados para a composição o queijo coalho, sendo eles, leite integral ou padronizado a 3% (m/m) em seu conteúdo de matéria gorda e coalho ou outras enzimas coagulantes apropriadas, como ingredientes obrigatórios e cloreto de cálcio, cultivo de bactérias lácteas selecionadas, sólidos de origem láctea, condimentos e especiarias e cloreto de sódio, como ingredientes opcionais. Sendo assim, a presença de amido em queijo pode indicar fraude. A adição de amido é uma prática desonesta, pois altera a composição do produto.

Dentre as amostras de queijo analisadas, nenhuma apresentou adulteração em relação à utilização de amido, isso demonstra que a prática de fraude na composição do mesmo por meio da adição desse ingrediente pelos produtores nesta cidade é mínima. Esse teste é importante para o controle do processo e o gerenciamento da produção e indica que o produto está dentro dos padrões.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que as análises realizadas possibilitaram avaliar, através de parâmetros físico-químicos, a necessidade de uma adequação mais eficiente no processo produtivo, fazendo com que os queijos atendam aos padrões de qualidade necessários. Além disso, a pesquisa concedeu informações sobre a importância de práticas higiênicas durante a produção, salientando cuidados essenciais para prevenir contaminações e garantir a integridade do produto final. Estas orientações contribuem para melhorar a segurança alimentar e reforçar a necessidade de boas práticas de fabricação, garantindo assim a qualidade e segurança do queijo coalho artesanal produzido na região.

Por fim, as análises indicam que, para evitar o derretimento indesejado e garantir um produto de qualidade, é crucial o controle do pH e da umidade, além da adoção de práticas recomendadas na Instrução Normativa n° 77, de 26 de novembro de 2018. Dessa forma, os produtores podem garantir que o queijo coalho mantenha suas características típicas, como firmeza e resistência ao calor, atendendo tanto aos padrões legais quanto às expectativas sensoriais dos consumidores.

## REFERÊNCIAS

1. Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BR). Instrução normativa nº 30, de 26 de junho de 2001. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de

Manteiga da Terra ou Manteiga de Garrafa; Queijo de Coalho e Queijo de Manteiga. D.O.U. 16/07/2001

2. Frutuoso AE. Revestimento comestível elaborado com galactomanana de *Caesalpinia pulcherrima e* óleo essencial de *Cymbopogon citratus* aplicado em queijo coalho. [Internet]; 2014 [acesso em 10 de Jul de 2024]. Disponível em: https://ifce.edu.br/limoeirodonorte/arquivos_pgta/dissertacoes/frutuoso_a_e_2014_mta_ifce.pdf
3. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa - Bovinos (Bois e Vacas) - Tamanho do rebanho (Cabeças) [Internet]; 2024 [acesso em. 10 de Jul de 2024]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bovinos/br
4. Menezes SSM. Queijo de coalho: Tradição cultural e estratégia de reprodução social na região Nordeste. Revista de Geografia (UFPE) 2011.Internet]. [Acesso em: 10 de Jul de 2024]. p.40-52. Disponível em: https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/2451/1/tcc_mailzagon%C3%A7alvesdesouza.pdf
5. Souza MG. Caracterização físico-química e microbiológica do queijo coalho, com e sem registro, comercializado durante o período seco e chuvoso na cidade de Serra Talhada-PE [Internet] 2019. [Acesso em: 10 de Jul de 2024]. Disponível em:https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/2451/1/tcc_mailzagon%C3%A7alvesdesouza.pdf
6. Paquereau B, Machado G, e Carvalho S. O queijo de coalho em Pernambuco: histórias e memórias. Garanhuns, PE [Internet]. 2016 [Acesso em: 09 de Jul de 2024]. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Benoit-paquereau/publication/323418110_o_queijo_de_coalho_em_pernambuco_histoas_e_memorias/links/5a954e0baca272140567f455/o-queijo-de-coalho-em pernambuco-historias-e-memorias.pdf
7. Dantas DS. Qualidade microbiológica do queijo de coalho comercializado no município de Patos, PB. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural [Internet] 2012 [Acesso em: 11 de Jul de 2024]. Disponível em: https://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/3423
8. Lira AKA. Aplicação de revestimento comestível à base de fécula de araruta e extrato de própolis verde em queijo de coalho. [dissertação]. Universidade Federal do Agreste de Pernambuco. [Internet] 2018 [Acesso em: 11 de Jul de 2024]. Disponível em: https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/1380
9. Sebrae. Queijos Nacionais: Leite e Derivados. Estudo de Mercado Sebrae\ESPM [Internet] 2008 [Acesso em: 12 de Jul de 2024]. Disponível em: https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae
10. Chinelate GCB, Oliveira JS, Lira DKF, Giovanna FMS, Lima RS, Barros JMS, Albuquerque KGS. Boas práticas de fabricação das queijarias de Pernambuco. Garanhuns: Sebrae, 2021. 64 p
11. Google Mapa. Mapa da cidade de Sanharó, Pernambuco, Brasil [Internet] 2024 [Acesso em: 12 de Jul de 2024]. Disponível em: https://www.google.com.br/maps/@8.3617914,36.5661287,2828m/data=!3m1!1e3?entry=ttu
12. Cavalcante JFM, et al. Queijo Coalho produzido com pool de culturas lácticas isoladas de leite cru da Região do Vale do Jaguaribe, Ceará, Brasil. Revista do

Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora [Internet] 2004 [Acesso em: 10 de Jul de 2024]. Disponível em: https://www.revistadoilct.com.br/rilct

13. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4ª ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz [Internet] 2008 [Acesso em: 05 de Jul de 2024]. Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/nutricaobromatologia/files/2013/07/NormasADOLFOLUTZ.pdf
14. Castanheira ACG. Controle de qualidade de leite e derivados: manual básico comentado. 2. ed. São Paulo: Embrapa Gado de Leite (Cnpgl). 2016.
15. **Brasil.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. *Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos*. Diário Oficial da União, Brasília, 14 dez. 2006. Seção 1, p. 8-12
16. Munck AV. Queijo de Coalho – Princípios básicos da fabricação (Palestra). Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes [Internet] 2004 [Acesso em: 10 de Jul de 2024]. v. 59, n. 339, p. 13-15 2004. Disponível em: https://www.revistadoilct.com.br/rilct
17. Freitas FJR, et al. Avaliação dos parâmetros físico químicos do queijo coalho artesanal produzido em Calçado-PE. Revista brasileira de Tecnologia Agroindustrial [Internet] 2012. [Acesso em: 13 de Jul de 2024]. Disponível em: https://doi.org/10.3895/s1981-36862012000100011
18. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 77, DE 26 DE NOVEMBRO DE 2018. Estabelece os critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial. MAPA. 26 nov 2018; Art 1:66
19. Roig S, Narimatsu A, Dornelas JRF, Spadoti LM, Pizaia PDM. Ciênc Tecnol Aliment. 2003. [Acesso em: 10 de Jul de 2024]
20. Oliveira JS. Queijo: fundamentos tecnológicos. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia / Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia [Internet] 1981. [Acesso em: 15 de Jul de 2024]. Disponível: https://biblioteca.incaper.es.gov.br/busca?b=ad&id=2854&biblioteca=BRT&busca=autoria:%22OLIVEIRA,%20J.%20S.%20de%22&qFacets=autoria:%22OLIVEIRA,%20J.%20S.%20de%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1
21. Araújo AMV, *et al.* Elaboração e avaliação físico-química de queijo coalho condimentado artesanal no sertão Sergipano. Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente [Internet] 2018 [Acesso em: 16 de Jul de 2024]. Disponível: https://periodicos.set.edu.br/saude/article/view/5320
22. Santos BM, *et al*. Caracterização físico-química e sensorial de queijo de coalho produzido com mistura de leite de cabra e de leite de vaca. Revista do Instituto Adolfo Lutz [Internet] 2011 [Acesso em: 16 de Jul de 2024]. Disponível: https://docs.bvsalud.org/biblioref/ses-sp/2011/ses-23189/ses-23189-3055.pdf
23. Silva MCD, Ramos ACS, Moreno I, Oliveira MJ. Influência dos procedimentos de fabricação nas características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de queijo de coalho. Revista do Instituto Adolfo Lutz [Internet] 2010 [Acesso em: 17 de Jul de 2024]. Disponível: https://periodicos.saude.sp.gov.br/RIAL/article/view/32659
24. Nassu RT, Andrade AA, Silva GJF, Fernandes RLA. Caracterização físico-química de queijos regionais produzidos no estado do Rio Grande do Norte. Rev

Inst Latic Cândido Tostes [Internet] 2006 [Acesso em: 17 de Jul de 2024]. Disponível: https://www.revistadoilct.com.br/rilct

25. Spreer, E. Lactologia industrial. Zaragoza, España: Acribia, 1975. 461 p.
26. Souza MGD. Caracterização físico-química e microbiológica do queijo coalho, com e sem registro, comercializado durante o período seco e chuvoso na cidade de Serra Talhada-PE [Internet] 2019 [Acesso em: 15 de Jul de 2024]. Disponível em:https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/2451/1/tcc_mailzagon%c3%a7alvesdesouza.pdf

**Capítulo 23**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-23**

# EFEITOS PROTETORES DA AVEIA PARA A SAÚDE CARDIOVASCULAR: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

**Izabela Cristina Pereira de Araujo*; Kelson Rodrigues dos Santos Júnior; Valdy Modesto dos Reis Júnior; Joyce Lopes Macedo; Laís Lima de Castro Abreu; Maísa Guimarães Silva Primo; Maria do Carmo de Carvalho e Martins**

**Izabela Cristina Pereira de Araujo (Corresponding author) – Email: izabela_cristina256@hotmail.com*

**Resumo:**
As doenças cardiovasculares consistem em importante problema de saúde pública e constituem-se na principal causa de mortes no mundo. Os alimentos funcionais contêm substâncias bioativas que, quando consumidas regularmente, modulam processos metabólicos e/ou fisiológicos, de maneira a contribuir para reduzir o risco de doenças e manter a saúde. Nesse contexto, a aveia tem se destacado pelos seus potenciais benefícios para a saúde cardiovascular, especialmente devido à presença de fibras solúveis. O objetivo deste trabalho foi apresentar revisão sobre os efeitos protetores da aveia para a saúde cardiovascular. Os estudos analisados neste trabalho demonstraram que a aveia, especialmente devido ao elevado conteúdo de beta-glucanas, possui efeitos positivos sobre o perfil lipídico relacionados com redução das concentrações de colesterol total e LDL, além de promover a excreção de ácidos biliares, e modulação da microbiota intestinal. Outros compostos presentes na aveia, tais como os polifenóis, atuam na melhoria do sistema antioxidante e de marcadores de inflamação. A aveia apresenta um papel protetor benéfico na saúde cardiovascular, sendo um alimento importante na prevenção de doenças desse sistema.

**Palavras–chave:** aveia; beta-glucana; doença cardiovascular; perfil lipídico; saúde cardiovascular;

## INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares (DCV) são responsáveis por grande número de mortes a cada ano e representam um dos maiores desafios de saúde pública em todo o mundo (1). A dislipidemia é uma condição clínica caracterizada por alterações nas concentrações das lipoproteínas plasmáticas em relação aos valores de referência considerados normais. Essas alterações incluem a hipertrigliceridemia e/ou hipercolesterolemia. A hipercolesterolemia resulta do acúmulo de lipoproteínas ricas em colesterol, como a lipoproteína de baixa densidade (LDL). O aumento das concentrações

circulantes de lipídeos produz lesão endotelial que, quando associada com processo inflamatório, progride para a aterosclerose (2).

O controle dos fatores de risco cardiovascular inclui o tratamento farmacológico da hipercolesterolemia, bem como mudanças relacionadas ao estilo de vida, incluindo a prática regular de atividade física e a modificação de hábitos alimentares, as quais desempenham um papel fundamental na prevenção e no manejo dessas condições (3). A dieta é um dos pilares do tratamento não farmacológico das DCV, e estratégias nutricionais incluindo, por exemplo, o uso de alimentos funcionais, têm sido amplamente estudadas para melhorar a saúde cardiovascular. Os alimentos funcionais são aqueles que além das funções nutricionais básicas, possuem em sua composição uma ou mais substâncias que modulam processos metabólicos ou fisiológicos, de maneira a contribuir para melhorar as condições de saúde e reduzir o risco de doenças (4).

Nesse contexto, a aveia conhecida cientificamente como *Avena sativa*, é um cereal pertencente à família Poacea, que se destaca como um alimento funcional promissor devido aos seus efeitos benéficos para a saúde cardiovascular (5, 6). Os principais componentes da aveia incluem: carboidratos complexos (principalmente na forma de amido), os quais são importantes fonte de energia; e fibras solúveis, em especial as beta-glucanas, conhecidas por seus efeitos na saúde cardiovascular pela sua capacidade de reduzir as concentrações séricas de colesterol total e LDLc, ajudando a prevenir a formação de placas de ateroma nas paredes arteriais (5).

A relação entre o consumo de aveia e a saúde cardiovascular está bem estabelecida. Nesse sentido, foi demonstrado que o consumo regular de aveia pode melhorar o perfil lipídico, reduzindo as concentrações séricas de colesterol e LDLc, efeito relacionado com a diminuição do risco cardiovascular (5,7).

Diante do exposto, O objetivo deste trabalho foi apresentar revisão sobre os efeitos protetores da aveia para a saúde cardiovascular, destacando sua importância como parte de uma dieta saudável para contribuir para a prevenção e o manejo das doenças cardiovasculares.

## METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão integrativa, tipo de estudo que permite agrupar e resumir as informações relevantes sobre a temática analisada de forma organizada (8). O trabalho foi estruturado nas seguintes etapas: identificação do tema e seleção da hipótese: amostragem; categorização dos estudos; avaliação dos estudos; interpretação dos resultados e, por fim, apresentação da revisão e síntese do conhecimento, descritas a seguir:

Identificação do tema e seleção da hipótese

Com base no tema “Efeitos protetores da aveia para o sistema cardiovascular”, a questão problema consistiu no seguinte questionamento: O consumo de aveia auxilia no controle das dislipidemias, reduzindo a colesterolemia e a disfunção endotelial e o risco de doenças cardiovasculares? A pergunta de pesquisa foi elaborada com a aplicação do acrônimo PICOS (P: população; I: intervenção; C: Comparador; O: Desfecho; S: Estudo), de acordo com o disposto no Quadro 1.

Quadro 1 - Estratégia PICOS utilizada para definição da pergunta de pesquisa.

| | Estratégia |
|---|---|
| P | Humanos e/ou animais com *hipercolesterolemia* |
| I | Tratamento com aveia e/ou compostos bioativos nela encontrados |
| C | Grupo não exposto a intervenção com tratamento medicamentoso (padrão) e dietético, e sem uso de aveia |
| O | Redução dos níveis pressóricos, da disfunção endotelial, da c*olesteromia* e do risco cardiovascular |
| S | Estudos de coorte, ensaios clínicos e estudos experimentais com animais |

## Amostragem

Os estudos foram selecionados por meio de busca realizada nos meses de abril a maio de 2024 nas bases de dados eletrônicas PubMed e Science Direct, por dois pesquisadores de forma independente (KRSJ e VMRJ). Para a busca foram utilizados os descritores em Ciências da Saúde (DeCS) ou termos: aveia, *Avena* sp; β-glucana; *Avena sativa* L; perfil lipídico; colesterolemia; colesterol; aterosclerose; pressão arterial; disfunção endotelial; dislipidemias; risco cardiovascular e doenças cardiovasculares. Os operadores booleanos "AND" e "OR" foram utilizados para combinar os descritores, seguindo a estratégia de busca adequada para cada base de dados. A estratégia de busca utilizada consistiu na seguinte combinação de descritores “AND” e “OR”: “Oat” OR “beta glucan” OR “*Avena sativa*” OR “*Avena* sp” AND “lipid profile” OR “cardiovascular risk” OR “cardiovascular disease” OR “cholesterolemia” OR “atherosclerosis” OR “blood pressure” OR “endothelial dysfunction” OR “dyslipidemia” OR “cholesterol”

Em relação aos critérios de elegibilidade, foram incluídos estudos de coorte, ensaios clínicos e experimentais, *com seres humanos e/ou animais com hipercolesteromia, que utilizassem a aveia e/ou compostos bioativos/isolados como tratamento, estudos publicados no idioma inglês e no período de 2019 a 2023, nas bases de dados anteriormente citadas.* Foram excluídos estudos que não relatassem a concentração/dose estudada e tempo de intervenção, aqueles em que a aveia ou seus compostos isolados estivessem associados a outra substância, assim como estudos de revisão, publicados em idiomas diferentes do inglês e fora do recorte temporal estabelecido.

### Categorização e avaliação dos estudos

Os artigos selecionados passaram por leitura dos títulos e resumos para avaliar a adequação quanto aos critérios de elegibilidade. Aqueles que apresentaram os critérios predeterminados tiveram o texto completo adquirido para análise detalhada e extração dos dados. As evidências científicas foram classificadas segundo os níveis de evidência propostos por Bork (9).

### Interpretação dos resultados e síntese do conhecimento

Foram registradas as seguintes características dos estudos: nomes dos autores/estudo; ano de publicação; objetivos; método de investigação; intervenção/dose; e principais desfechos. Os resultados foram fundamentados na avaliação crítica, sendo realizada a comparação dos estudos e da temática abordada frente ao objeto de pesquisa proposto. As informações estão disponibilizadas em quadro apresentado na seção seguinte.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas buscas realizadas foram identificados 32.008 artigos nas bases de dados, com 2.065 na Pubmed e 29.943 na Science direct. Dentre essas publicações foram selecionados 4.003 artigos após a aplicação dos critérios de elegibilidade. Foram incluídos para a análise final dois artigos encontrados na base de dados Pubmed e quatro na Science Direct (Figura 1), foram incluídos no estudo.

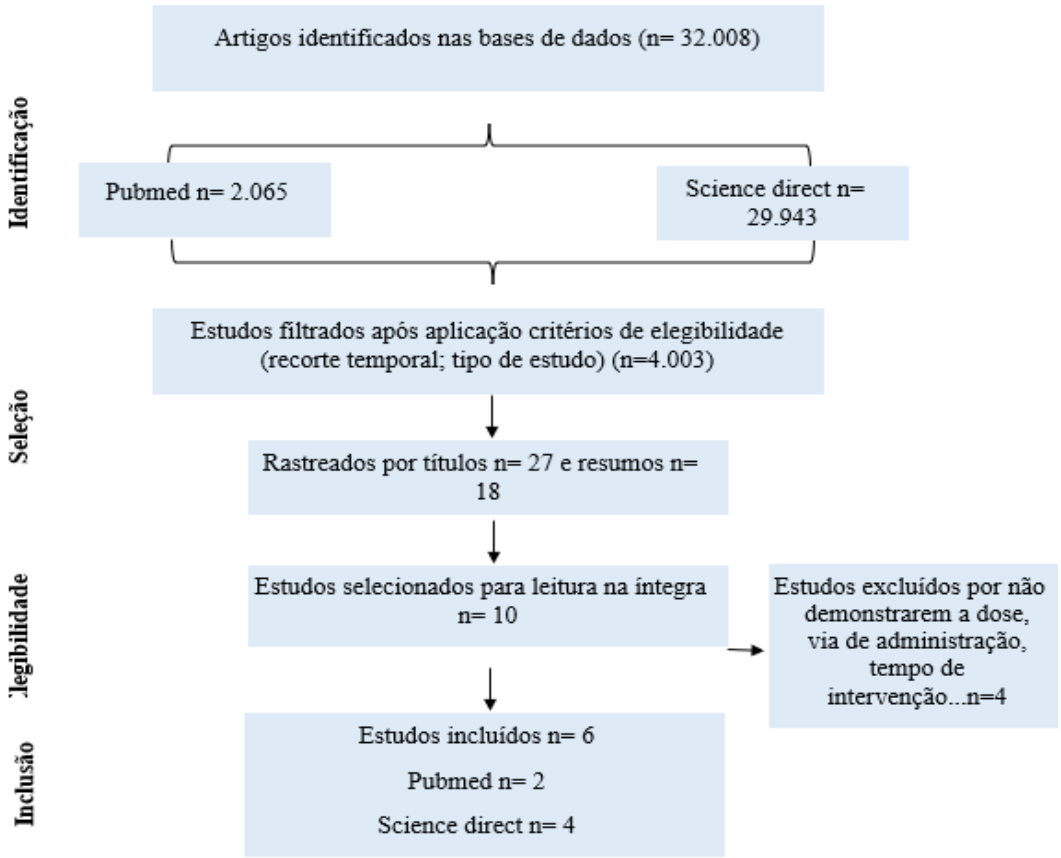



Figura 1 – Fluxograma de seleção de artigos

No quadro 2 são apresentados os estudos selecionados, segundo autor/ano de publicação, objetivo/tipo de estudo, intervenções realizadas e principais desfechos encontrados. Foram incluídos cinco artigos de ensaios clínicos e um de estudo pré-clínico

realizado com camundongos. Nos estudos avaliados, o consumo de aveia ou produtos contendo aveia como fonte de beta-glucana por um período entre quatro a 14 semanas produziu redução das concentrações circulantes de LDLc, e em cinco estudos também foi encontrada redução nas concentrações de colesterol total.

Quadro 2 – Caracterização dos artigos incluídos na revisão integrativa sobre os efeitos protetores da aveia no sistema cardiovascular

| **Autor, ano** | **Objetivo do Estudo** | **Tipo de Estudo** | **População e Amostra** | **Intervenção** | **Principais resultados encontrados** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Liao *et al.*, 2019** | Avaliar o impacto da substituição parcial de alimentos básicos por macarrão de aveia nos níveis de lipídios sanguíneos. | Estudo clínico randomizado, duplo-cego, controlado por placebo. | 84 indivíduos (48 com hipercolesterolemia e 36 normais), com 42 no grupo experimental (tratados com noodles de aveia contendo 3,12 g de β-glucana por 10 semanas) e 42 no grupo placebo (noodles de trigo). | Consumo de macarrão de aveia (grupo experimental) ou macarrão de trigo (grupo placebo) **Tempo de tratamento:** 10 semanas **Dose:** 100 g de macarrão/dia (substituindo uma ou duas refeições). | Consumo de *noodles* de aveia: ↓ colesterol total (17,46%), ↓ LDLc (19,03%), e ↓ TC/HDL-c (3,61-3,37) e LDL-c/HDL-c (2,44-2,17) |
| **Gao *et al.*, 2021** | Avaliar se a fibra de aveia atenua os níveis circulantes de oxiesteróis e a inflamação hepática em camundongos nocaute para o receptor LDL. | Estudo pré-clínico. | 80 camundongos machos da linhagem LDLR−/−, divididos em quatro grupos de 20 animais cada. | Adição de 0,8% de fibra de aveia à dieta dos camundongos**.** **Tempo de tratamento:** 14 semanas | ↓ LDL-c, ↓ acúmulo de lipídios no fígado, ↓ lesões ateroscleróticas e inibição de ↑ oxisteróis circulantes em uma dieta com elevado teor de gordura/colesterol. |
| **Fergus on *et al.*, 2020** | Investigar os efeitos da suplementação dietética com β-glucano de aveia de alto peso molecular (high-MW OBG) com ou sem fitoesteróis sobre os lipídios plasmáticos em indivíduos com hipercolesterolemia | Ensaio clínico randomizado, controlado por placebo, duplo-cego, com desenho fatorial 2 x 2 em quatro grupos paralelos. | 100 participantes com hipercolesterolemia recrutados na região de Hunter (NSW, Austrália), com idade entre 18 e 70 anos, sem doenças crônicas, como DCV, diabetes mellitus, condições renais/hepáticas, entre outras. | Grupo tratado com fitoesteróis sem β-glucana de aveia de alto peso molecular e outro contendo combinação de fitoesteróis com β-glucana. **Tempo de tratamento:** 6 semanas **Dose:** fitoesteróis 2 g/dia; beta-glucana de aveia 3 g/dia, ou combinação de fitoesteróis 2 g/dia e beta-glucana de aveia 3 g/dia. | • Consumo de beta-glucana de aveia ↓ colesterol total em 0,30 mmol/L e ↓ LDLc em 0,25 mmol/L.<br>• Combinação de fitoesterois com beta-glucana ↓ colesterol total (~11,5%) e ↓ LDLc (~14%). |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Woleve r TM *et al.*, 2021** | Investigar os efeitos de uma bebida contendo β-glucano de aveia no colesterol LDL e no risco de doenças cardiovascula res em homens e mulheres com colesterol LDL borderline alto. | Ensaio clínico randomiz ado, paralelo e duplo-cego. | 207 participantes de ambos os sexos, saudáveis, com colesterol LDL calculado em jejum entre 3,00 e 5,00 mmol/L e índice de massa corporal entre 18,5 e <40 kg/m$^2$. | β-glucana de aveia de alto peso molecular ou pó de arroz (controle) **Tempo de tratamento:** 4 semanas **Dose:** β-glucana de aveia de alto peso molecular (1 g) três vezes ao dia (totalizando 3 g por dia) | ↓ LDLc em 0,195 mmol/L, ↓ colesterol total em 0,162 mmol/L e ↓ razão colesterol total e não-HDL, bem como o risco cardiovascular base no escore de Framingham em cerca de 8%. |
| **Xu D *et al.*, 2021** | Investigar os efeitos prebióticos da aveia, avaliando o impacto da aveia nos lipídios sanguíneos, na microbiota intestinal e nos ácidos graxos de cadeia curta. | Ensaio clínico randomiz ado controlad o e de desenho paralelo. | 210 participantes com hipercolesterolem ia leve em hospitais locais e comunidades. | Consumo diário de aveia contendo 3 g de β-glucana e 56,8 mg de polifenol. **Tempo de tratamento:** 45 dias **Dose**: beta-glucanas de aveia 3 g/dia e 56,8 mg de polifenol. | Consumo de aveia ↓colesterol total e LDLc após 30 e 45 dias, com reduções de 5,7% e 8,7% no colesterol total, e em 7,6% e 9,1% no LDLc, respectivamente. |
| Cicero *et al.*, 2020 | Investigar os efeitos de 3 g/dia de beta-glucanos de aveia nos níveis de lipídios plasmáticos, glicemia em jejum e bem-estar intestinal auto-percebido. | Ensaio Clínico Controla do Randomi zado com Placebo | 83 participantes italianos com hipercolesterolem ia moderada e perfil de baixo risco cardiovascular. | Consumo diário de 3 g de beta-glucanas de aveia. **Tempo de tratamento:** 8 semanas. Dose: 3 g/ dia beta-glucanas de aveia. | • beta-glucanas ↓ LDLc em 12,2% após 4 semanas de suplementação e em 15,1% após 8 semanas.<br>• beta-glucanas ↓ colesterol total em 8,9% e colesterol não-HDL em 12,1% após 8 semanas de tratamento. |

Os estudos analisados demonstraram que o consumo de aveia apresenta diversos benefícios, os quais incluem melhora do perfil lipídico, com diminuição das concentrações séricas de colesterol total e LDLc, que são fatores de risco cardiovascular tanto em animais quanto em humanos. Nesse sentido, a fibra de aveia diminui os níveis circulantes de oxisteróis e a inflamação hepática por meio do direcionamento da via de sinal TLR4 em camundongos nocaute para o receptor de LDL, além de retardar a progressão da aterosclerose. (10). Em humanos, a beta-glucana de aveia reduz as concentrações de colesterol total e LDLc (7,11,12). Esses resultados destacam a aveia como um alimento funcional associado a efeitos benéficos para saúde cardiovascular.

Os efeitos benéficos das beta-glucanas de aveia na redução do colesterol total e LDLc foram descritos, por exemplo, em estudo em que a substituição parcial de macarrão de trigo por macarrão de aveia produziu melhora no lipidograma, com diminuição no colesterol total, LDLc e triglicerídeos, além de contribuir para aumentar o HDLc (13). Esses efeitos são atribuídos às propriedades das beta-glucanas presentes na aveia em reduzir a absorção intestinal de colesterol e modular o metabolismo lipídico (13). Ademais, em um ensaio clínico randomizado controlado para investigar os efeitos prebióticos da aveia em comparação com o arroz em indivíduos com hipercolesterolemia leve, Xu et. al. (11) observaram que o consumo de aveia diminuiu em 5,7% e 8,7% o colesterol total e o LDLc em 7,6% e 9,1% após 30 e 45 dias, respectivamente.

Além disso, em estudo clínico realizado por Wolever et. al. (7) para avaliar os efeitos de uma bebida contendo β-glucana de aveia no LDLc e no risco de doenças cardiovasculares em indivíduos com colesterol LDL *borderline*, o consumo de β-glucana de aveia reduziu o LDLc modificou a composição da microbiota intestinal, e aumentou a produção de ácidos graxos de cadeia curta, o que também pode contribuir para a melhoria da saúde cardiovascular em comparação com o grupo controle (arroz).

Outros efeitos demonstrados foram relacionados com o fato de a fibra de aveia apresentar efeitos anti-inflamatórios e antioxidantes, os quais em conjunto com a redução dos níveis de LDLc podem contribuir para a proteção do sistema cardiovascular (10). A combinação de fitoesteróis com beta-glucana de aveia de alto peso molecular também mostrou resultados promissores na redução do LDLc em pacientes com hipercolesterolemia (14).

Os mecanismos pelos quais a aveia pode melhorar a saúde cardiovascular são diversos e estão relacionados principalmente aos seus componentes bioativos. As beta-glucanas são fibras solúveis que formam um gel viscoso no trato gastrointestinal, retardando o esvaziamento gástrico e a absorção intestinal de nutrientes, incluindo o colesterol. Isso pode resultar também da diminuição da circulação enterohepática de sais biliares, levando a uma diminuição nos níveis sanguíneos de colesterol total e LDLc (7).

A interação de fibras solúveis, como as beta-glucanas da aveia, e os ácidos biliares formando um gel viscoso no trato gastrointestinal, aumenta a excreção de ácidos biliares nas fezes. E, em resposta a essa perda de ácidos biliares, o fígado aumenta a produção de ácidos biliares a partir do colesterol (14).

Quanto à microbiota intestinal, deve existir uma espécie de mutualismo entre o hospedeiro e as bactérias para manter o hospedeiro saudável, uma vez que o ecossistema microbiano intestinal desempenha um papel primordial na modulação metabólica e imunológica (15). Entre os efeitos dos beta-glucanos na microbiota intestinal, destaca-se a promoção do crescimento de bactérias benéficas que podem estar envolvidas na metabolização de ácidos biliares, reduzindo o colesterol (11). Outros efeitos incluem o processo de fermentação bacteriana (principalmente ceco e no cólon) das fibras com a formação de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) butirato, acetato e propionato, os

quais possuem impacto relevante para a fisiologia do hospedeiro. Os AGCC, com destaque para o butirato, são utilizados como um importante substrato energético para os colonócitos. O propionato é utilizado como substrato para a gliconeogênese hepática, e o acetato é o AGCC em maior concentração na circulação sanguínea após passar pelo fígado (16).

Os polifenóis, componentes bioativos presentes na aveia, também apresentam importantes efeitos benéficos para a saúde cardiovascular relacionados com suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, as quais podem auxiliar na proteção contra as DCV (17).

Entre as limitações deste estudo podem ser destacados aspectos como: 1. Uso de diferentes doses e períodos de tratamento, o pode dificultar a comparação direta dos resultados, impedindo a generalização dos achados; e 2. a falta de estudos prospectivos de longa duração com grandes grupos de participantes pode ter restringido a análise mais aprofundada dos efeitos da aveia na saúde cardiovascular. Dessa forma, destaca-se a importância de futuras pesquisas que preencham essas lacunas, com estudos mais detalhados e prolongados, para uma compreensão mais completa dos benefícios da aveia para a saúde cardiovascular e os mecanismos subjacentes.

Apesar disso, como pontos fortes desta revisão está a utilização de abordagem abrangente dos efeitos benéficos das beta-glucanas de aveia na redução da colesterolemia e na melhoria da saúde cardiovascular, com a indicação das possíveis propriedades dos constituintes envolvidos, com destaque para as ações anti-inflamatória, antioxidante e de modulação da microbiota intestinal e aumento na produção de ácidos graxos de cadeia curta, contribuindo para a promoção da saúde cardiovascular.

## CONCLUSÃO

A análise dos estudos incluídos nesta revisão evidencia os efeitos benéficos da aveia na saúde cardiovascular, principalmente o papel das beta-glucanas na redução do colesterol total, do LDLc e os efeitos anti-inflamatórios e antioxidantes das fibras da aveia. Contudo, são necessárias pesquisas mais robustas e abrangentes para elucidar os mecanismos de ação da aveia e de seus benefícios para a saúde cardiovascular. A continuação dessas investigações é crucial para fornecer melhor nível de evidências de recomendações dietéticas e estratégias de uso para a prevenção de doenças cardiovasculares.

## REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Cardiovascular diseases (CVDs). 2017. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds). Acesso em: 20 maio 2024.

2. Faludi AA, Izar MCDO, Saraiva JFK, Chacra APM, Bianco HT, Afiune Neto A, et al. Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose–2017. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 2017;109(2), 1-76. Acesso em: 26 setembro 2024.

3. Estruch R, et al. Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet supplemented with extra-virgin olive oil or nuts. New England Journal of Medicine, 2018;378(25):e34. DOI: https://doi.org/10.1056/nejmoa1800389. Acesso em: 8 junho 2024.

4. Sgarbieri VC, Pacheco MTB. Revisão: alimentos funcionais fisiológicos. Brazilian Journal of Food Technology, 1999;2(2):7-19.

5. Whitehead A, et al. Cholesterol-lowering effects of oat β-glucan: a meta-analysis of randomized controlled trials. The American Journal of Clinical Nutrition, 2014;100(6):1413-1421. DOI: https://doi.org/10.3945%2Fajcn.114.086108. Acesso em: 8 junho 2024.

6. Gutierrez-gonzalez JJ, Garvin DF. Genomic insights from the first chromosome-scale assemblies of oat (Avena spp.) diploid species. BMC Biology, 2019;17(92). DOI: https://doi.org/10.1186/s12915-019-0712-y. Acesso em: 8 junho 2024.

7. Wolever TM, et al. An Oat β-Glucan Beverage Reduces LDL Cholesterol and Cardiovascular Disease Risk in Men and Women with Borderline High Cholesterol: A Double-Blind, Randomized, Controlled Clinical Trial. J Nutr, 2021set.;151( 9):2655-2666. DOI: https://doi.org/10.1093/jn/nxab154. Acesso em: 8 junho 2024.

8. Mendes KDS, Silveira RCCP, Galvão CM. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. Texto Contexto Enferm, Florianópolis, 2008 Out-Dez; 17(4): 758-64.

9. Bork AMT. Enfermagem baseada em evidências. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

10. Gao H, et al. Oat fiber attenuates circulating oxysterols levels and hepatic inflammation via targeting TLR4 signal pathway in LDL receptor knockout mice. Journal of Functional Foods, 2021 jan.;76:104322, jan. 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104322. Acesso em: 8 junho 2024.

11. Xu D,. et al. The Prebiotic Effects of Oats on Blood Lipids, Gut Microbiota, and Short-Chain Fatty Acids in Mildly Hypercholesterolemic Subjects Compared With Rice: A Randomized, Controlled Trial. Front Immunol, 2021 dez.;12:787-797. 2021. DOI: https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.787797. Acesso em: 8 junho 2024.

12. Cicero AFG, et al. A Randomized Placebo-Controlled Clinical Trial to Evaluate the Medium-Term Effects of Oat Fibers on Human Health: The Beta-Glucan Effects on Lipid Profile, Glycemia and inTestinal Health (BELT) Study. Nutrients, 2020 mar.;12(3): 686. DOI: https://doi.org/10.3390%2Fnu12030686. Acesso em: 8 junho 2024.

13. Liao M-Y, et al. Down-regulation of partial substitution for staple food by oat noodles on blood lipid levels: A randomized, double-blind, clinical trial. Journal of Food and Drug Analysis, Taipei, 2019 jan.;27(1):93-100. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfda.2018.04.001. Acesso em: 8 junho 2024.

14. Ferguson JJ, et al. High molecular weight oat β-glucan enhances lipid-lowering effects of phytosterols: A randomised controlled trial. Clin Nutr, 2020 jan.; 39(1):80-89. DOI: https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.02.007. Acesso em: 8 junho 2024.

15. Costa CM, Martins JÁ, Pinheiro KS, Teles PVN, Muratori MCS, Martins MCC. Impacto da alimentação na modulação intestinal. In: Santos FL. (Org.). Estudos Interdisciplinares em Ciências da Saúde. 1ed. João Pessoa: Periodicojs editora, 2022, v. 8, p. 214-246. DOI: https://doi.org/10.51249/easn08.2022.953. Acesso em: 27 setembro 2024.

16. Macfarlane G, Macfarlane S. Bacteria, colonic fermentation, and gastrointestinal health. Journal of AOAC International, Oxford, 2012; 95(1):50-60.DOI:https://doi.org/10.5740/jaoacint.sge_macfarlane. Acesso em: 27 setembro 2024.

17. Liu L, et al. The antiatherogenic potential of oat phenolic compounds. Atherosclerosis, 2004 jul.;75(1):39-49. DOI: https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2004.01.044. Acesso em: 8 junho 2024.

**Capítulo 24**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-24**

# AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DA ÁGUA DE COCO RECONSTITUÍDA

**Dalylla Bruno Libório Dourado*; Rodrigo Soares Oliveira ; Vinicius Luis De Oliveira Cantuário; Manuel Henrique de Sousa Cunha; Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão; Francilio de Carvalho Oliveira**
**Dalylla Bruno Libório Dourado — Email: douradodalylla@gmail.com*

**Resumo:** A água de coco é um excelente nutriente que ajuda a recuperar a hidratação do organismo humano e possui vários outros benefícios, como atenuar o envelhecimento e auxiliar na prevenção e tratamento de doenças. A água de coco é uma bebida característica do Brasil e é bastante consumida devido às suas propriedades nutricionais. Este estudo teve como objetivo avaliar a toxicidade da água de coco através de ensaios com *Allium cepa*. Realizou-se uma pesquisa experimental para avaliar a toxicidade da água de coco reconstituída, utilizando os testes com A. cepa, além de medir teores de acidez e sólidos solúveis totais. Foram coletadas amostras de três marcas de água de coco reconstituída e uma amostra de água de coco natural, totalizando dez amostras. As amostras de água de coco reconstituída foram codificadas como S, M e P, e a água de coco natural como N. Observou-se uma variação da acidez, com pH entre 3,29 e 3,73, e uma variação no índice de acidez titulável, de 0,52 a 0,72. Os sólidos solúveis totais variaram nas médias de 3,0 a 2,06 °Brix. Os resultados dos testes de toxicidade não apresentaram comportamento tóxico em comparação com a solução salina. Embora houvesse diferenças entre os lotes, nenhum deles apresentou risco à saúde por toxicidade.
**Palavras–chave:** acidez; água de coco; *Allium cepa*; *cocos nucifera L*; toxicidade

## INTRODUÇÃO

O coco (*Cocos nucifera L*) é um fruto muito utilizado na contemporaneidade, tanto na sua forma natural como modificada, utilizada na indústria para produção de diversos artigos, sejam eles alimentícios, cosméticos ou eletrônicos através de tratamentos específicos para obtenção de microchips e materiais de computação. A água do coco é um excelente nutriente que ajuda a recuperar a hidratação do organismo humano e possui vários outros benefícios, tais como atenuar o envelhecimento, auxiliar na prevenção e tratamentos de doenças, contribuir na saúde dos rins, ajudar a diminuir o estresse, combater a icterícia, as irritações do estômago e intestino, e inflamações nos olhos (1).

A água de coco é uma bebida característica do Brasil e bastante consumida em virtude de suas propriedades nutricionais. Além da saudabilidade garantida por esse hidratante natural, seu sabor é muito apreciado pelos brasileiros, que ao longo dos anos pressionam as indústrias para o aumento dessa demanda, convertendo a água de coco antigamente consumida diretamente de dentro do fruto para um produto de prateleira, no

entanto, é necessário que esse processo ocorra minuciosamente para que conservantes ou outras substâncias adicionais não interfiram na qualidade do produto (2).

Nessa perspectiva, há observado que algumas marcas de água de coco encontram-se inapropriadas para o consumo, em virtude de estudos relatarem que alguns padrões da bebida se apresentam fora do limite estabelecido pela instrução normativa N° 27, de 22 de julho de 2009 (3). Em virtude dessa imprópria postura, é crucial existir um alerta no que se refere a qualidade desse líquido, que nada obstante de ser um nutriente excelente quando ingerida em seu estado *in natura*, pode inclusive findar como um problema à saúde posterior ao seu processamento (4).

Já é de conhecimento de que é baixa a toxicidade do coco e seus componentes (5), mas um estudo aprofundado sobre este substrato do coco se faz necessário tendo em vista seu uso industrial/alimentício. Além disso, os critérios de avaliação físico-químicos utilizados para a pesquisa foram o °Brix, que equivale ao teor de doçura das bebidas e potencial de hidrogênio (pH).

O atual estudo objetivou avaliar a toxicidade da água de coco através de A. cepa, o qual é um teste de baixo custo e alta acurácia, que permite a verificação da toxicidade em níveis macroscópicos através da análise de crescimento das raízes de A. cepa.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Amostra

Foram coletadas amostras de 3 marcas de água de coco reconstituída, de cada marca foram utilizadas 3 amostras de lotes distintos e 1 água de coco natural, totalizando em 10 amostras. As amostras de água de coco reconstituídas foram codificadas de S, M e P e a amostra de água de coco natural, decodificada de N.

### Inclusão e exclusão

No processo de seleção das amostras foram incluídas amostras encontradas em um supermercado na cidade de Teresina-PI, 64073-020 e excluídas as amostras que estavam em lotes deteriorados e apresentaram características de má conservação.

### Coletas de dados

A coleta das águas de coco reconstituídas foi realizada no intervalo entre os dias 6 e 24 de agosto de 2022 em período diurno em uma rede de supermercado localizada na cidade de Teresina, PI. Após a coleta, as amostras foram armazenadas em temperatura ambiente e refrigeradas após a apertura do lacre das embalagens das mesmas. Todas as embalagens foram devidamente identificadas de acordo com as letras S, M e P e com a data de abertura de cada lote.

A água de coco natural, identificada como Amostra N, foi coletada a partir da extração manual da água de coco de dentro do próprio fruto e, em seguida, refrigerada para conservação do líquido. Assim como as águas de coco reconstituídas, a mesma foi coletada no mesmo período de tempo e intervalo de dias.

### Determinação da acidez

**a.** Acidez em Potencial de Hidrogênio (pH)

Transferiu-se 10mL de amostra para um Becker de 50mL onde foi medido diretamente em um pHmetro (pH Metro QUIMIS®) a acidez da solução. O pHmetro foi calibrado com tampa de pH de 4,0, 6, 0 e 9,0 em temperatura ambiente. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

**b.** Acidez Titulável

Mediu-se utilizando uma pipeta, 10mL das amostras, transferiu-se para o balão volumétrico, completou-se até 100mL com água destilada, da solução do balão volumétrico retirou-se 10mL e colocou em um Erlenmeyer, colocou 3 gotas de fenolftaleína, colocou-se em uma bureta NaOH 0,1mol/L, titulou-se até o surgimento de uma cor rosa, calculou o índice de acidez. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

**Sólidos Solúveis Totais (SST)**

A determinação do °Brix foi executada por refratometria, utilizando-se o refratômetro de Abbé (PZO WARSZAWA RL1®), corrigido para 0º Brix a 20°C, previamente calibrado a temperatura ambiente com água deionizada. Todas as amostras foram feitas em triplicata.

**Análise de toxicidade**

Os ensaios de toxicidade foram realizados em células vegetais de A. cepa (obtidos comercialmente) conforme o protocolo de Fiskesjo (1985) (7), que se baseia na exposição de bulbos de cebola às soluções testadas, utilizando cinco repetições para cada. Os bulbos de A. cepa foram lavados em água da torneira por cerca de 20 minutos, e com ajuda de uma lâmina de bisturi cirúrgico, foi realizado a retirada das raízes secas e camadas externas. Em seguida, foram retirados os parênquimas centrais das coroas de brotamento, fazendo uma pequena incisão em formato de X para aumentar a absorção das soluções e a uniformidade de brotamento e crescimento e, posteriormente, uma raspagem para retirada de possíveis resíduos. A toxicidade foi avaliada segundo a medida do comprimento das raízes, dispostas em local escuro, após a exposição dos bulbos às amostras em temperatura ambiente, por 72 horas. Para o controle negativo foi utilizado a água da torneira e o controle positivo a solução salina de sulfato de cobre (0,006 μg/mL). As soluções testes foram codificadas de N: água do coco natural, P, M e S para as águas de coco reconstituídas. Após as 72 horas foram realizadas as medidas das raízes em milímetros. Para cada um dos controles e água de coco natural foram utilizados 5 cebolas pequenas para a realização do teste. Para as amostras de água de coco reconstituídas foram utilizadas 5 cebolas para cada um dos três lotes disponíveis.

**Análise estatística**

Foi realizada a análise de variância em uma via ANOVA seguida do pós-teste de MúltiplaComparação Tukey's com o auxílio do software GraphPadPrism version 7.0. Os resultados foram apresentados como a média ± desvio padrão e considerando estatisticamente significantes se $p \leq 0.05$ com nível de confiança de 95%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes realizados com as amostras para a determinação do pH indica uma acidez elevada para todas as amostras. Comparando esses resultados com a instrução normativa de julho de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (3), nota-se que há uma irregularidade no que se trata do pH mínimo das amostras de água de coco reconstituída por parte das fabricantes, que podem ser observadas na figura 1.

Figura 1: Variação da acidez em pH.

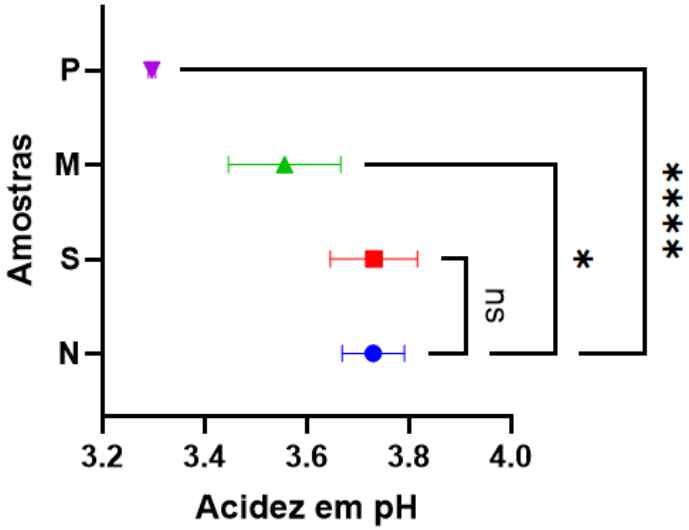



Figura 1: Resultado da média da acidez em pH das amostras de água de coco reconstituídas comercializadas em uma rede de supermercado na cidade de Teresina-PI,2022. Onde as marcas foram codificadas de S, M e P, sendo N a água de coco natural, utilizada como padrão. Os valores de p correspondem a * 0,0145; ****<0,0001 para uma significância de 95% e ns ilustra a não diferença significativa.

É possível verificar na figura 1 uma variação da acidez de 3,29 a 3,73 para as amostras analisadas, sendo que a mais ácida corresponde a marca P (3,29± 0,05) e as menos ácidas M (3,55± 0,03) e S (3,73± 0,03) quando comparadas com a N (3,73 ± 0,05).

Conforme a instrução normativa n.º 27, de 22 de julho de 2009 (3), os valores de pH devem corresponder a um valor mínimo de 4,30, superior aos resultados encontrados nos testes das amostras. Este fato pode implicar tanto na qualidade da água de coco quanto na sua comercialização no mercado brasileiro, que poderá ser interrompida, assim como na sua importação, que poderá ser interferida, segundo o Art. 1º dessa mesma instrução normativa (3).

Os produtos irregulares quanto ao pH podem causar problemas graves à saúde humana no que se refere a alterações homeostáticas no qual os fluidos corpóreos podem ser afetados. No entanto, outros problemas de saúde podem ocorrer quando se trata de um alimento muito ácido, como alterações na mucosa bucal, podendo causar aftas -tanto no céu da boca, quanto gengivas e bochechas, língua geográfica, hiperplasias (aumento da quantidade de células da gengiva) e até mesmo câncer de boca e garganta (8).

Figura 2: Acidez titulávem em porcentagem.

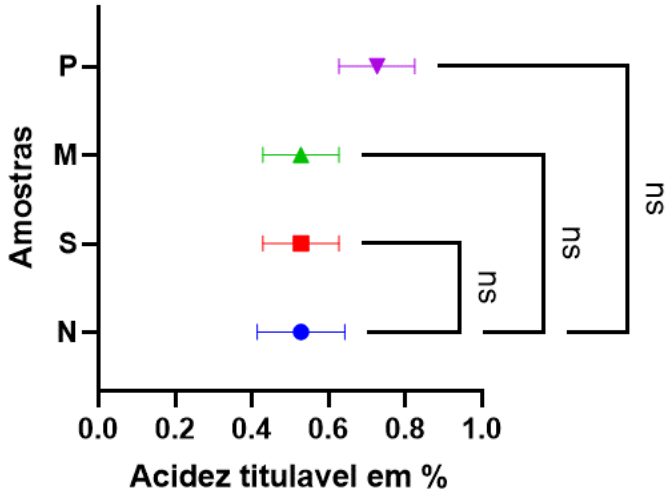



Figura 2: Resultado da média da acidez titulável das amostras de água de coco reconstituídas comercializadas em uma rede de supermercado na cidade de Teresina-PI,2022. Onde as marcas foram codificadas de S, M e P, sendo N a água de coco natural, utilizada como padrão. Para significância de 95% em que ns ilustra a não diferença significativa com p ≥0,05.

A figura 2 ilustra os resultados da acidez titulável para média e desvio padrão das amostras de água de coco reconstituídas comercializadas em uma rede de supermercado na cidade de Teresina-PI, 2022, em que se verifica uma variação no índice de acidez de 0,52 a 0,72 para as amostras analisadas, sendo que o maior índice foi P (0,72±0,09) e os menores índices foram de S (0,52±0,05) e M (0,52±0,04), similares ao N (0,52±0,04). Apesar de existir uma pequena variância no resultado de acidez titulável de cada amostra, esse resultado não é significativo no que se trata de qualidade do produto

Apesar da variação no índice de acidez de 0,52 a 0,72, a normativa n°27 de 22 de julho de 2009 (3), retirou a acidez como parâmetro de qualidade da água de coco. Mas esses ácidos possuem vantagens. O óleo de coco e seus derivados são amplamente utilizados por diversas indústrias, como a cosmética, que utiliza em larga escala o ácido mirístico, um dos dois principais ácidos graxos do óleo de coco. Além disso, o óleo de coco é uma substância base para muitos produtos farmacêuticos e também para a produção de biocombustível por meio da utilização de ésteres metílicos (9).

Esses ácidos graxos saturados são compostos por capróico, caprílico, cáprico, láurico, mirístico, palmítico, esteárico, e araquídico, além de ácidos graxos insaturados, como oléico, palmitoléico, e linolênico em menor quantidade (10). A análise do teor de doçura, conhecido como SST, nas amostras de água de coco resultou em valores que variaram de 2,06°Brix a 3,0°Brix, conforme detalhado na Tabela 1.

Tabela 1: Média do SST e densidade das amostras de água de coco reconstituídas.

| Lotes | N | | S | | M | | P | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parâmetros | º Brix | Densidade (mg/dL) | º Brix | Densidade (mg/dL) | º Brix | Densidade (mg/dL) | º Brix | Densidade (mg/dL) |
| Média | 3,0 | 1,02 | 2,12 | 1,02 | 2,06 | 1,02 | 2,2 | 1,02 |

Tabela 1: Resultado da média dos sólidos solúveis totais (º Brix) e densidade (mg/dL) das amostras de água de coco reconstituídas comercializadas em uma rede de supermecardo na cidade de Teresina-PI,2022. Onde as marcas foram codificadas de S, M e P, sendo N a água de coco natural, utilizada como padrão.

A tabela 1 ilustra os resultados para SST para média das amostras de água de coco reconstituídas comercializadas em uma rede de supermercado na cidade de Teresina-PI, 2022, em que se verifica uma variação nas médias de 3,0 a 2,06 °Brix para as amostras analisadas, sendo que o maior índice foi N (3,0) e os menores índices foram de P (2,2), S (2,12) e M (2,06).

Correlacionando esses achados com a pesquisa de Carvalho et. al. (11), Silva et. al. (12) e a Instrução Normativa N°27 de 22 de julho de 2009 (3), observa-se que existe uma inadequação no que se refere à quantidade de Sólidos Solúveis Totais mínimos das águas de coco reconstituídas em nome das indústrias que devem estar entre 4,0 e 6,9 ºBrix. Considerando os resultados obtidos e citados anteriormente, nota-se que há ausência de uma seleção adequada de cocos para a extração de sua água, fazendo com que escolham frutos de baixa qualidade para a industrialização de sua água.

O teor de ºBrix abaixo do indicado representa que as amostras de água não possuem um sabor tão desejável quanto o que deveria ser para a normativa do Ministério da Agricultura (2009) (3). A inferioridade desse ºBrix pode indicar que os frutos são colhidos antes do momento correto, justificando tanto a baixa quantidade de doçura quanto o pH obtido nos testes. Essas divergências nas amostras de água de coco em razão das fabricadoras dessas bebidas, pode acarretar a interrupção das vendas pelos órgãos responsáveis pela qualidade desses produtos. O correto nível de doçura é um importante fator a ser levado em consideração par a produção de alimentos desta natureza para que haja boa aceitação da população e o consumo não seja desencorajado pela experiencia palatável do consumidor.

Na figura 3 pode-se observar os resultados dos testes de toxicidade. Os valores das médias e desvio padrão da toxicidade das amostras das águas de coco N (5,50 ± 0,37); S (9,70 ± 1,30); M (9,28 ± 0,95); P (6,95 ± 0,44); para água da torneira CN (15,08 ± 0,44) não apresentaram um comportamento tóxico quando comparada a solução salina CP (0,26 ± 0,05).

Figura 3: Avaliação da toxicidade através do crescimento das raízes.

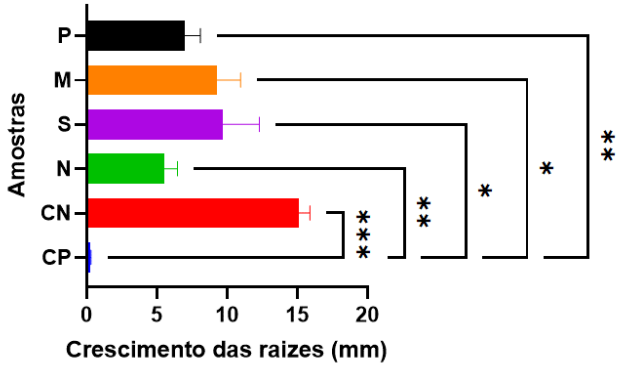



Figura 3: Avaliação da toxicidade pela evolução das raízes (em milímetros) após exposição por 72 horas em água de coco natural (N) e reconstituída, das marcas S, M, P. As diferenças entre os grupos foram estabelecidas por Análise de Variância (ANOVA), seguido de t-Student-Neuman-Keuls comparado com o grupo controle negativo (CN) e controle positivo (CP). * indica uma diferença estatisticamente significativas com p ≤0,05 comparado ao CP.

Para essa análise, utilizou-se de dois controles: positivo e negativo. Comparando os crescimentos das raízes nesses controles, é possível notar não haver toxicidade nas amostras de água de coco devido à semelhança maior entre o crescimento dessas raízes com o controle negativo, no qual houve um maior crescimento dos brotos. O ensaio de A. cepa pode ser uma importante metodologia para verificar a viabilidade do metabolismo celular quando exposto a um ambiente. A interferência direta do meio em relação as células do meristema da cebola com alimentos aquosos ou solúveis pode representar dessa forma uma importante abordagem para verificação de toxicidade (13).

Sabe-se que é baixa a toxicidade do coco e seus componentes, porém poucos estudos descreveram a toxicidade da água de coco de maneira minuciosa. Matos (5), já confirmou que componentes do coco têm baixa toxicidade através da *Artemia salina*, no entanto, a água de coco ainda não recebeu a devida atenção no que se refere a sua toxicidade. Através dos resultados obtidos pode-se constatar que mesmo em sua forma industrial, esse substrato apresenta baixa toxicidade, demonstrando baixos riscos à saúde neste quesito (14,15).

Figura 4: Comparação da toxicidade da água de coco em diferentes lotes de uma marca.

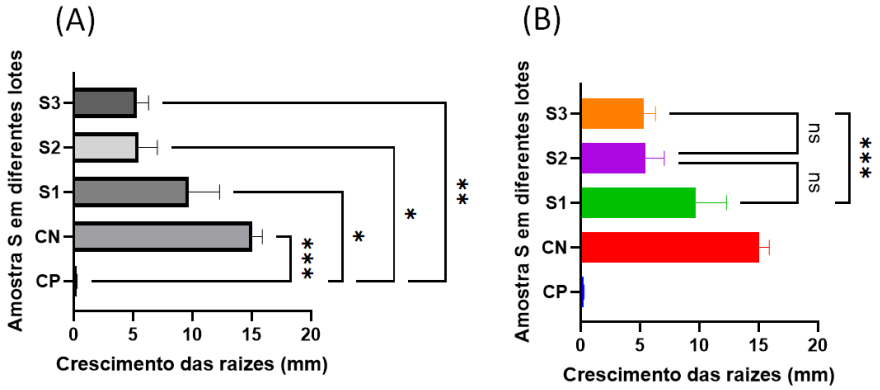



Figura 4: Resultado comparativo da toxicidade de uma marca em relação a diferentes lotes. (A) coresponde a toxicidade em relaçao ao CP e (B) toxicidade em realçao aos lotes de 1 a 3 denomidados de S1- S3. P ***=0,0009

Os valores das médias e desvio padrão da toxicidade das amostras das águas de coco S1 (9,70 ± 0,26); S2 (5,46 ± 0,26); S3 (5,32 ± 0,26); para água da torneira CN (15,08 ± 0,44) não apresentaram um comportamento tóxico quando comparada a solução salina CP (0,26 ± 0,05).

Ao observar a evolução de dados no que se refere a toxicidade dos lotes mencionados, pode-se afirmar que há uma diferença nestes índices entre os lotes, refletindo uma inconsistência no processo de produção do material ou uma condição de estado de armazenamento que possa ter causado esse aumento ou diminuição, tendo em vista que o lote S1 se apresentou matematicamente menos tóxico que os demais, embora nenhum deles apresente risco a saúde por toxicidade (16,17).

## CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos conclui-se que as águas de coco reconstituídas não estavam em consonância com a legislação no tocante aos parâmetros acidez e Grau Brix. No entanto, quanto ao nível de toxicidade, as amostras não apresentaram toxicidade frente ao teste realizado. Sugere-se ainda que sejam realizadas ao nível microscópico, testes de citotoxicidade e genotoxicidade a fim de confirmar a qualidade desses produtos como maneira de complementar os dados adquiridos neste estudo para que seja garantida a segurança do consumo do alimento para a população.

## REFERÊNCIAS

1. Silva AC. Reaproveitamento da casca de coco verde. *Rev Monogr Ambientais*. 2014;4077–86.
2. Cunha AG. Avaliação do efeito do processamento térmico na composição química da água de coco por GC-MS, LC-MS e NMR. 2019.
3. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 27, DE 22 DE JULHO DE 2009, de acordo com o Art. 87, do Decreto nº 6.871, de 22 de julho de 2009, Brasil 2009
4. De Mendonça LP, Silva TS, Oliveira J, et al. Caracterização microbiológica, físico-química e de rotulagem de águas de coco envasadas. *Res Soc Dev*. 2020;9(8)
5. Matos DMA. Avaliação da ação antibacteriana, antifúngica e toxicidade dos resíduos do coco verde (Cocos nucifera L.). 2021.
6. Clemente RC. Avaliação do potencial toxicológico de Bacabas-de-leque (Oenocarpus distichus Mart.) por ensaios de fragilidade osmótica eritrocitária, Artemia salina e em raiz de arte. *Braz J Dev*. 2019;5(10):19170–83.
7. Fiskesjö G. The Allium test as a standard in environmental monitoring. *Hereditas*. 1985;102(1):99–112.
8. Dos Santos OV, Silva JM, Oliveira R, et al. Consumo excessivo de bebidas potencialmente erosivas: implicações à saúde pública. *Braz J Health Rev*. 2019;2(4):2554–71.
9. Kumar SN. Variability in coconut (*Cocos nucifera* L.) germplasm and hybrids for fatty acid profile of oil. *J Agric Food Chem*. 2011;59(1):2011.
10. Maia GPA, Silva J, Oliveira R, et al. Os impactos à saúde correlacionados ao consumo do óleo de coco. *Res Soc Dev*. 2020;9(7).
11. Carvalho MP, Silva J, Oliveira R, et al. Determinação de macrocomponentes e nutrientes minerais da polpa de manga (*Mangifera indica* L.). *Rev Eletr Perspect Cienc Tecnol*. 2014;6(1–2):22.
12. Silva MSJ, Oliveira R, Santos J, et al. Avaliação físico-química e microbiológica de águas de coco produzidas na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará. *Rev Saúde (Sta Maria)*. 2020.

13. Altunkaynak, Pınar; Yilmaz, Ece Avuloğlu. Food Additives and Genotoxicity. International Journal of Science Letters, v. 3, n. 2, p. 109-120, 2021.
14. Miguel TBAR, Silva J, Oliveira R, et al. Protective effect of natural and processed coconut water by non-thermal technologies against oxidative stress in brine shrimp (Artemia salina). *Food Bioprocess Technol*. 2021;14(4):702–16.
15. Teodoro AV, Costa MS, Souza T, et al. Toxicity and repellency of the essential oil from *Lippia gracilis* to the coconut mite *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae). *Int J Acarol*. 2021;47(5):414–7.
16. Pineda GM, Rodríguez A, Martínez L, et al. Simulación de un proceso productivo del embotellado de agua de coco y de una alternativa de mejora. 2020.
17. De Carvalho Oliveira F, Lima RG, Araújo AL, Oliveira M, Souza I, Marques V, et al. Estudo in vivo da toxicidade e citotoxicidade de biocerâmicos de nanohidroxiapatita e nanotubos de carbono funcionalizados com óxido de grafeno. Braz J Dev. 2020;6(10):78341-52.

**Capítulo 25**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-25**

# ANÁLISE SENSORIAL PELA ÓTICA DAS CORES

Soraia Lopes Rodrigues1; Cecylia Luiza Nonato Sotero Gomes2; Aryanne Soares dos Santos2; Sarah Ramos Portela2; Gabriel Costa da Silva2; Marcella Barboza Rodrigues2; Flávia Aline Andrade Calixto3

1 Discente de Nutrição; 2 Discente de Medicina Veterinária; 3 Docente dos Cursos de Nutrição e Medicina Veterinária – *Email: slrodrigues.25@gmail.com*

## RESUMO

A percepção das cores exerce uma influência profunda no comportamento humano e nas decisões de compra, impactando desde as emoções até a escolha de alimentos. Enquanto os núcleos são fundamentais na formação das expectativas sensoriais, afetando a percepção de qualidade, frescor e sabor dos produtos. As escolhas de marketing, as abordagens sensoriais buscam criar uma conexão emocional mais profunda com o consumidor, estimulando não apenas a visão, mas também o paladar, olfato, tato e audição. Este trabalho tem como objetivo avaliar se diferentes cores usadas para servir influenciam diretamente na escolha de alimentos através da análise sensorial de preferência. Foram realizados testes preferência com queijos minas frescal tradicional e "light", servidos em pratos descartáveis de cores diferentes: amarelo, rosa, azul, vermelho e verde, com a única variação entre as amostras dos dois grupos a cor do prato de servir. Os provadores, 25 no total, avaliaram as amostras de queijo por ordenação pareada, sem saber que os queijos eram iguais em ambos os grupos, para verificar a influência da cor na preferência. Os resultados foram coletados e analisados no Laboratório de POA do Unifeso em ficha própria que foi tabulada para análise estatística. Embora não houvesse diferença estatística com nível de 5% de significância nas escolhas entre os queijos tradicional e "light", porém as preferências por cor variaram entre os grupos. O vermelho foi mais preferido para o queijo tradicional, enquanto no grupo "light", rosa e amarelo empataram, com o vermelho sendo menos preferido. Esses achados indicam que a cor pode influenciar a percepção e escolha dos consumidores sendo necessários estudos aplicados à embalagem de alimentos e análises sensoriais descritivas.

**Palavra-chave**: cor; teste de ordenação de preferência; marketing sensorial

## INTRODUÇÃO

A percepção das cores exerce uma influência significativa sobre o comportamento humano, afetando desde aspectos emocionais até decisões cotidianas, como a escolha e compra de alimentos. As cores têm um papel importante em nossa vida, sendo capazes de induzir diversos estados emocionais, como alegria ou tristeza, excitação ou depressão, e atividade ou passividade, além de sensações térmicas como calor ou frio. No contexto do consumo, a cor dos alimentos desempenha um papel central na formação das expectativas sensoriais, servindo como um dos primeiros indicadores de qualidade, frescor e sabor. A cor pode alterar significativamente a percepção do gosto, aroma e até

mesmo da textura, ressaltando sua importância como um fator decisivo na aceitação e preferência dos consumidores (FARINA; PEREZ; BASTOS, 2011)1.

Além disso, a cor dos alimentos é um dos atributos mais influentes na percepção dos consumidores em relação a um produto, uma vez que se espera que os produtos apresentem uma coloração característica. Os consumidores costumam associam a cor dos produtos a outros atributos sensoriais, como sabor e nível de doçura, o que evidencia a importância de garantir que a coloração do produto esteja de acordo com suas características organolépticas, como um sinal sensorial crítico que afeta a aceitabilidade do produto (COBUCCI, 2010)2.

O consumidor não se satisfaz apenas com a propaganda tradicional; ele demanda um envolvimento mais profundo com suas emoções, buscando, assim, estabelecer uma relação de confiança com o produto, serviço ou marca. Diante dessa nova expectativa, os profissionais de marketing têm desenvolvido estratégias de marketing sensorial, uma abordagem que, conforme o próprio nome indica, foca no estudo e na criação de campanhas que estimulam os sentidos do consumidor, como a visão, a audição, o paladar, o tato e o olfato. Portanto, não é suficiente apenas ver e tocar; é necessário também sentir, ouvir ou experimentar (MELLO, 2010)3.

A análise sensorial é conduzida com base nas respostas dos seres humanos às diversas sensações geradas por reações fisiológicas, desencadeadas por determinados estímulos. Esse processo resulta na interpretação das propriedades intrínsecas dos produtos. É essencial que ocorra a interação entre os indivíduos e os produtos, permitindo o contato necessário. A avaliação dos estímulos é realizada por meio de processos físicos e químicos, enquanto as sensações são moduladas por efeitos psicológicos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

## OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi avaliar se diferentes cores usadas para servir influenciam diretamente na escolha de alimentos através da análise sensorial de preferência.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi adquirida 3 amostras de queijos minas frescal de aproximadamente 1kg e 3 amostras de queijo minas frescal light de mesma gramatura e com o mesmo lote, para a aplicação do teste afetivo por ordenação pareada de preferência, onde, a única diferença seria a cor do prato no qual foram servidos. Os queijos, separados em tradicional e light, foram partidos em amostras de tamanhos e formatos similares para a degustação.

Para este estudo, foram adquiridos pratos descartáveis das seguintes cores: amarelo, rosa, azul, vermelho e verde, as quais receberam códigos numéricos de três dígitos aleatórios. Foram gerados 10 códigos aleatórios com três dígitos cada, e separados nos dois grupos: tradicional e light, sendo cinco específicos para cada queijo. Os queijos cortados foram colocados nos pratos coloridos conforme as amostras de queijo tradicional e queijo light e seus códigos, sendo utilizadas as mesmas cincos cores para as amostras tradicionais e as amostras light. Os provadores não recebiam a informação que os produtos eram iguais por grupo, mas recebiam a informação que um grupo era tradicional e outro era light. Como normalmente as embalagens de produtos light tem cores azul e verde, a ideia era ver se os provadores tinham uma preferência por essas cores quando em produto light.

As análises sensoriais foram realizadas no Laboratório de Produtos de Origem Animal do Centro Universitário Serra Dos Órgãos com provadores não treinados de ambos os sexos compostos por alunos, funcionários e visitantes do local. Todos os voluntários receberam e assinaram previamente um termo de consentimento livre e esclarecido para participar do teste (TCLE). Foram excluídos do teste, os provadores que não gostarem do queijo ou declararem algum tipo de alergia. O CEP aprovado para análise sensorial é: CAAE: 52768421.5.0000.5247; número de parecer: 5.133.643.

Foram 25 provadores que fizeram o teste de ordenação pareada das cinco amostras dos dois grupos. Além das amostras os provadores foram servidos com copo plástico descartável de 200mL com água filtrada e uma unidade de biscoito água e sal para limpeza das papilas gustativas entre as amostras.

Foi oferecida um conteúdo de cerca de 15g de queijo depositados nas diferentes cores de pratos. Os provadores receberam primeiramente as cinco amostras tradicionais, seguindo a orientação de iniciar a análise do sentido da esquerda para a direita, também foi solicitado para que avaliassem a preferência, entre as amostras, de forma decrescente da mais preferida para a menos preferida e anotassem em ficha própria. Em seguida, foram servidas igualmente as amostras do queijo light, e instruído que a avaliação ocorresse da mesma forma. Para cada provador recebeu suas amostras em ordem balanceada, ou seja, cada amostra aparece em determinada posição igual número de vezes, para ambos os grupos (PALERMO,2015).

É importante salientar que todas as amostras de queijo light e queijo tradicional foram provenientes da mesma peça, sendo a única diferença entre elas o código e a cor do prato descartável.

A avaliação dos resultados foi realizada pelo teste de Friedman utilizando a tabela de Newell e MacFarlane para verificar se há ou não diferença significativa entre amostras. Se a diferença entre as somas das ordens for maior ou igual ao valor tabelado, conclui-se que existe diferença significativa entre as amostras ao nível de significância correspondente (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As ordenações atribuídas pelos julgadores ao alimento de acordo com as cores foram distribuídas em percentual, sendo a primeira colocação da preferência de cor do queijo tradicional indicada na figura 1. A cor vermelha foi escolhida como preferida por 40% dos provadores, a cor azul por 20%, a cor rosa por 16%, e as cores amarela e verde por 12% cada. Em relação ao queijo “light” (Figura 2), a preferência pelos provadores por cor foi distribuída da seguinte forma: 24% para a cor rosa e a cor azul, 20% para a cor verde, 20% para a cor vermelha e 16% para a cor amarela.

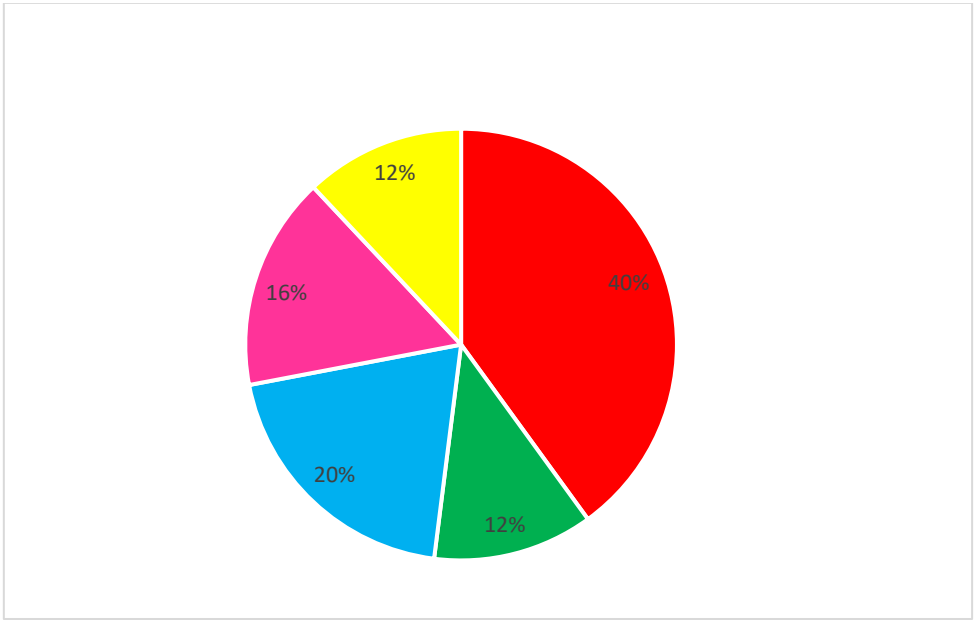



Figura 1: Preferência percentual atribuídas pelos julgadores de acordo com o número total de escolhas por cor para a primeira posição de ordenação para amostras de queijo minas frescal tradicional

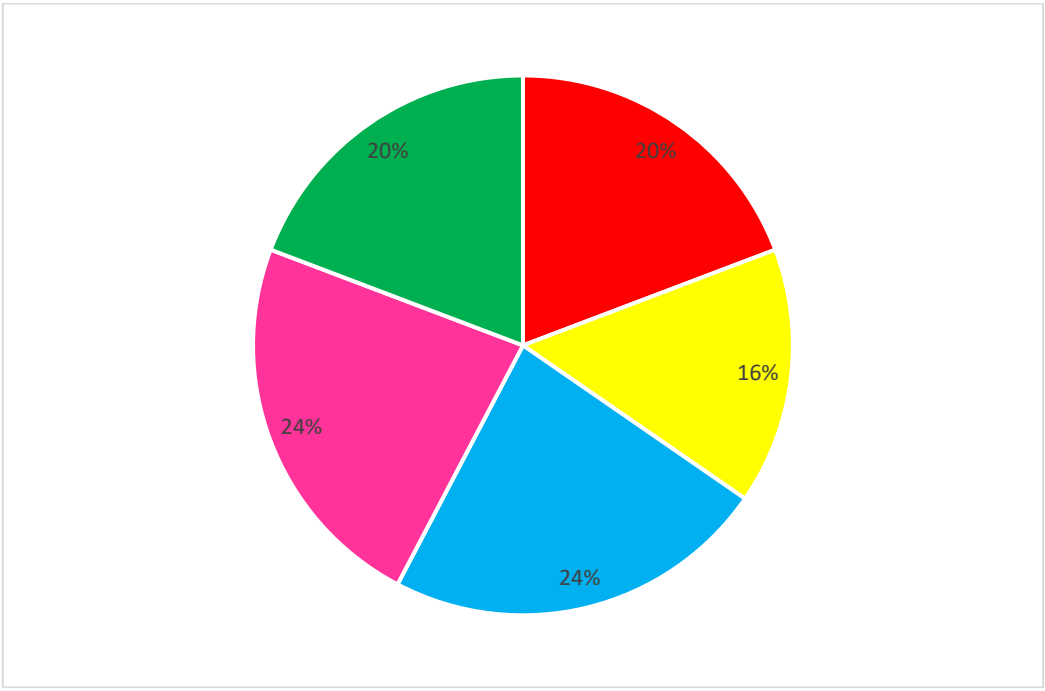



Figura 2: Preferência percentual atribuídas pelos julgadores de acordo com o número total de escolhas por cor para a primeira posição de ordenação para amostras de queijo minas frescal "light".

A cor azul se destacando em um produto "light" está de acordo com grande parte das embalagens deste tipo de produto.

As pontuações atribuídas às amostras pelos julgadores foram totalizadas de acordo com a ordenação de preferência na escolha para as amostras do queijo minas frescal tradicional (Figura 3) e queijo minas frescal "light" (Figura 4) para posterior análise de diferença estatística entre as cores.

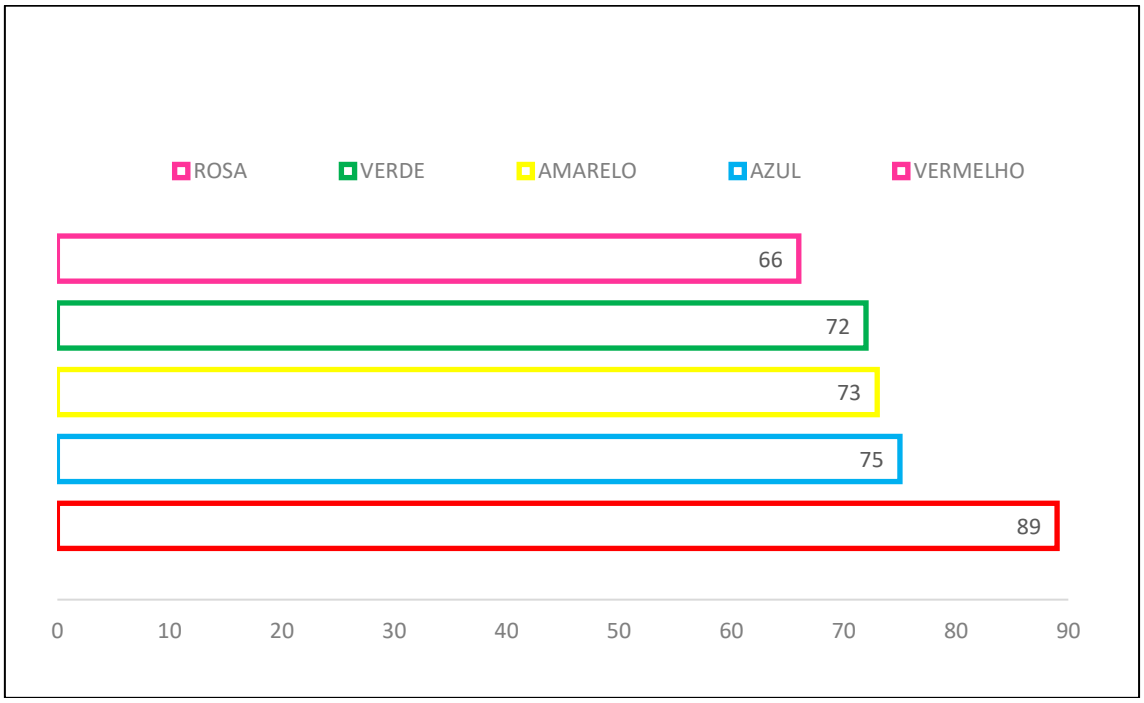



Figura 3: gráfico em barra com somatório de pontuação da ordem de preferência das amostras de acordo com as cores para as amostras de queijo minas frescal tradicional

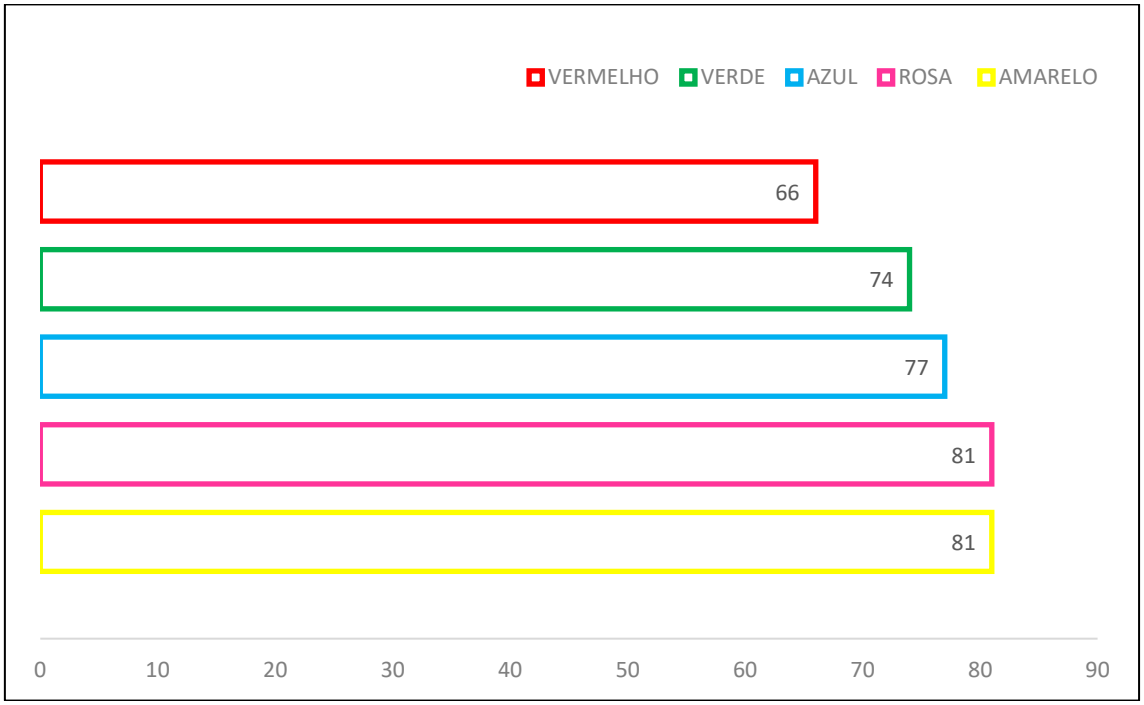



Figura 4: gráfico em barra com somatório de pontuação da ordem de preferência das amostras de acordo com as cores para as amostras de queijo minas frescal “light”

A soma total das pontuações por cores foi ordenada de forma decrescente, e as diferenças entre elas foram calculadas (tabela 1 e tabela 2). Essas diferenças foram comparadas com os valores críticos para verificar significância estatística a 1% e 5%.

Tabela 1: Somatório total e diferença entre as pontuações por cores das amostras de queijo minas tradicional

| AMOSTRA TRADICIONAL | VERMELHO | AZUL | AMARELO | VERDE | ROSA |
|---|---|---|---|---|---|
| SOMATÓRIO TOTAL | 89 | 75 | 73 | 72 | 66 |
| DIFERENÇA VERSUS VERMELHO | | 14 | 16 | 17 | 23 |
| DIFERENÇA VERSUS AZUL | | | 2 | 3 | 9 |
| DIFERENÇA VERSUS AMARELE | | | | 1 | 7 |
| DIFERENÇA VERSUS VERDE | | | | | 6 |

Tabela 2: Somatório total e diferença entre as pontuações por cores das amostras de queijo minas light

| AMOSTRAS LIGHT | AMARELO | ROSA | AZUL | VERDE | VERMELHO |
|---|---|---|---|---|---|
| SOMATÓRIO TOTAL | 81 | 81 | 77 | 74 | 66 |
| DIFERENÇA VERSUS AMARELO | | 0 | 4 | 7 | 15 |
| DIFERENÇA VERSUS ROSAL | | | 4 | 7 | 15 |
| DIFERENÇA VERSUS AZUL | | | | 3 | 11 |
| DIFERENÇA VERSUS VERDE | | | | | 8 |

Com base na tabela de Newell e MacFarlane para caracterizar diferença estatística entre as cores sendo cinco amostras avaliadas por 25 provadores, deveria haver uma diferença mínima de 31 para 5% de significância. O maior intervalo foi de 23 entre vermelho e rosa para queijo minas tradicional e de 15 entre o vermelho versus amarelo e versus o rosa, sendo assim, não houve diferença estatística significativa entre os resultados, apesar das variações numéricas nas ordens de escolha.

Após a somatória as pontuações por ordem de preferência, observa-se que, entre as amostras de queijo minas frescal tradicional, a cor vermelha se destacou com 89 pontos, seguida pela cor azul com 75 pontos, a cor amarela com 73 pontos, a cor verde com 72 pontos e a cor rosa com 66 pontos. No entanto, para o queijo minas frescal “light”, as cores amarelas e rosa apresentaram uma pontuação emparelhada de 81 pontos cada, indicando uma pequena superioridade das demais cores. As cores azul e verde apresentaram pontuações de 77 e 74 pontos, respectivamente, com um pequeno aumento em relação ao queijo tradicional, mas a verde mantendo a ordem de preferência no somatório geral entre os tipos de amostras. Curiosamente, a cor vermelha, que foi a preferida no queijo tradicional, caiu para a última posição de preferência no grupo "light", com apenas 66 pontos.

Segundo Palermo (2017), a cor pode influenciar imediatamente a aceitação ou rejeição de um alimento pelo consumidor, muitas vezes antes mesmo de prová-lo. A cor do produto está associada às suas características sensoriais, o que pode explicar por que a cor vermelha teve um desempenho distinto neste estudo, dependendo do tipo de queijo.

Palermo destaca que cores associadas a produtos tradicionais são frequentemente vistas de maneira diferente quando aplicadas a produtos "light", constantemente associado a opções mais saudáveis e menos calóricas, e cores como rosa e amarela podem ser percebidas como mais compatíveis com essas características.

Mini (2018) complementa que características não sensoriais, como a cor do alimento, podem alterar a percepção do sabor e, consequentemente, a escolha e aceitação do consumidor. A diferença na pontuação das cores para os dois tipos de queijo, pode justificar a variação na preferência pela cor vermelha entre os queijos tradicionais e "light". A cor vermelha, comumente usada em produtos tradicionais, pode ter influenciado negativamente a aceitação do queijo "light", conforme sugerido pelos resultados de pontuação, os achados deste estudo refletem a complexidade da influência da cor na aceitação do queijo.

Para produtos alimentícios como carne, a intensidade da cor vermelha no mesmo já é um critério de maior aceitação (DIAS et al., 2008).

## CONCLUSÕES

As diferentes cores usadas para servir os queijos minas frescal tradicional e "light" não influenciam na ordenação de preferência de maneira significativa. Porém os resultados individualizados apresentaram uma ordem de preferência numérica em relação a cor vermelha quando no grupo tradicional, e o oposto ocorreu em relação ao grupo "light". Sendo assim, este estudo pôde demonstrar a influência das cores na escolha dos produtos pelos consumidores quando os mesmos têm como base o tipo de produto a ser analisado, como no caso tradicional ou "light".

Estudos de preferência com base em cor de embalagem podem ajudar para definir melhor essa influência no produto alimentício. Além disso, análises sensoriais descritivas poderiam trazer outras informações sobre percepção dos provadores.

## REFERÊNCIAS

**1 COBUCCI, R. M. A.** Análise sensorial: apostila do curso. Curso tecnológico superior em gastronomia. Goiânia: Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2010.

**2 DIAS, A.M.A.; MACIEL, M.I.S.; BATISTA, A.M.V.; CARVALHO, F.F.R; GUIM, A.; SILVA, G.** Inclusão do farelo grosso de trigo na dieta e seu efeito sobre as propriedades físicas e sensoriais da carne caprina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 28(3): 527-533, 2008

**3 FARINA, M.; PEREZ, C.; BASTOS, D.** Psicodinâmica das cores em comunicação. 6. ed. Limeira, SP: Editora Blucher, 2011.

**4 INSTITUTO ADOLFO LUTZ.** Análise sensorial: métodos físico-químicos para análise de alimentos, n. 1, p. 42, 2008.

**5 MININ, V. P. R.** Análise sensorial: estudo com consumidores. 4. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2018. 362 p.

**6 PALERMO, J. R.** Análise sensorial: fundamentos e métodos. 1. ed. Rio de Janeiro: Ed. Atheneu, 2015. 158 p.

**7 RODAS, M. A. B.; DELLATORRE, J. C. M.** Análise sensorial. In: ZENEBON, Odair; PASCUET, Neus Sadocco (Org.). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. p. 279-320.

# Conbraca

Fortaleza

## Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos

## BIOQUÍMICA E BIOTECNOLOGIA DE ALIMENTOS

III CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

**Use Ctrl+F para pesquisar e acessar os trabalhos apresentados no evento!**

**Capítulo 26**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-26**

# APLICAÇÃO DE XILOGLUCANA EM SUCO CONCENTRADO DE MANGA, AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE E COMPARAÇÃO COM DIFERENTES MARCAS

**Lívia Cotrin Rodrigues; Felipe Costa de Souza; Antônia Tágila da Silva Holanda;Mirla Dayanny Pinto Farias; Francisca Joyce Elmiro Timbó Andrade Daniele Maria Alves Teixeira Sá ;Georgia Maciel Dias de Moraes *;**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: georgia@ifce.edu.br*

**Resumo:** O aumento da demanda por alimentos mais saudáveis, os chamados *clean label*, vêm impulsionando os estudos para substituição de aditivos químicos. A xiloglucana que é um polissacarídeo natural de grande abundância na natureza tem demonstrado bom desempenho como estabilizante e espessante em bebidas pois tem o poder de produzir soluções mais viscosas e estáveis ao longo do período de armazenamento. Este trabalho teve como objetivo aplicação de xiloglucana em suco concentrado de manga, avaliação da estabilidade e comparação com duas marcas disponíveis no mercado local. Foi realizada a extração da xiloglucana, e posteriormente foi incorporada ao suco de manga, elaborado com a variedade *Tommy Atkins*. Além disso, foi preparado o suco de manga sem espessante e adquiridos sucos industrializados de mesmo sabor para comparativo. Os sucos foram submetidos a análises de viscosidade, acidez e pH.. As amostras elaboradas se caracterizam por serem mais viscosas do que as marcas comerciais, podendo ser devido a variedade da matéria prima e/ou em decorrência da concentração de suco utilizada. Para as análises de acidez em ácido cítrico os resultados obtidos no presente estudo estavam dentro do mínimo estabelecido pela legislação, entre 0,41 a 1,07g/100g de ácido orgânico. Os valores de pH em todas as amostras se mostraram próximos aos resultados obtidos na literatura. Conclui-se que o suco elaborado com xiloglucana possui um grande potencial de mercado pelas propriedades físico-químicas apresentadas e por atender as necessidades do consumidor por produtos mais naturais.

**Palavras–chave:** *clean label*; suco tropical; polissacarídeo.

## INTRODUÇÃO

Os polissacarídeos são polímeros naturais bem distribuídos e disponíveis na natureza a partir de plantas, apresentam-se como principais componentes químicos para a estrutura vegetal das paredes celulares, sendo a xiloglucana um desses polímeros e um polissacarídeo de grande abundância em toda a floresta brasileira, ela possui função de armazenamento de energia nas sementes e funções estruturais. Na área alimentícia, a xiloglucana é utilizada como agente antimicrobiano, inibidor da cristalização, estabilizante, espessante dentre outras propriedades. Dentre as diferentes espécies que contêm xiloglucana estão a linhaça (*Linum usitatissimum L.*,), copaíba (*Copaifera langsdorffii*), Tamarindo (*Tamarindus indica*), e Jatobá (*Hymenaea courbaril*) ao qual varia em suas estruturas químicas (1).

O aumento da busca por produtos mais saudáveis se dá devido às mudanças nos padrões de vida em comparação aos produtos industrializados. Isso é vantajoso aos consumidores que procuram alimentos com qualidade e praticidade, buscando à saúde e produtos com pouco ou nenhum aditivo químico (2), pois os rótulos complexos e extensos podem ser incompreensíveis. Dessa forma, com o intuito de atender esse público, as formulações de alimentos estão empregando menos aditivos químicos, indo na tendência atual por rótulos *clean label*, ou seja, produtos alimentícios com menor número possível de ingredientes e menor teor de substâncias artificiais. Por conta disso, os compostos obtidos de produtos naturais, vêm sendo estudados para aplicação em alimentos (3), como por exemplo bebidas.

O segmento de suco de manga vem de um crescente interesse das indústrias e dos consumidores pelas bebidas naturais (4). O consumo de sucos processados tem aumentado devido a falta de tempo da população em preparar o suco *in natura*, pois eles apresentam praticidade e são uma opção de maior valor nutritivo quando comparado com bebidas carbonatadas (5).

A manga (*Mangifera indica L.*) é natural do sudoeste da Ásia e atualmente é destaque das frutas tropicais mais importantes. Isso é devido ao seu aroma exótico, sabor doce e suculência (6).

O Brasil possui uma grande extensão territorial, além disso é rico em recursos naturais como terra, clima e tecnologias, que potencializam a produtividade de exportação tendo alto potencial agrícola[2]. O país, em 2020, produziu cerca de 77,34% do total da produção de manga e o sudeste por cerca de 21,84% destes, que foi de 1.414.338 toneladas. Dentre as muitas variedades, a manga *Tommy Atkins* é a mais produzida e possui a maior participação no volume comercial, que é devido a sua coloração, principalmente, a grandes produções e resistência a longas distâncias de transporte (7).

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo aplicação de xiloglucana em suco de manga, avaliação da estabilidade e comparação com diferentes marcas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o preparo dos sucos foram obtidos 7kg de manga em estádio maduro, da variedade *Tommy Atkins*, em supermercados da cidade de Sobral-CE e levados para o laboratório de análise sensorial do Instituto Federal do Ceará (IFCE), campus Sobral, onde foram lavadas e higienizadas com solução de hipoclorito de sódio a 200ppm por 15 minutos e em seguidas enxaguadas e secas, para prosseguir com os processos manuais de descascamento, corte e extração da polpa.

A elaboração do suco concentrado foi feita com a manga, água, ácido cítrico (INS 330), benzoato de sódio (INS 211), e xiloglucana, como mostra a tabela 1. Os sucos concentrados obtidos foram envasados em garrafas de vidro de 500ml, pasteurizados a 60°C por 30 minutos, seguido de resfriamento e foram armazenados à temperatura ambiente em local seco e arejado, e as análises foram realizadas no dia do preparo (T0), aos 15 dias (T15) e 30 dias (T30) de armazenamento.

Tabela 1 – Formulação do suco concentrado de manga em percentual.

| Ingredientes | F1 | F2 |
|---|---|---|
| Manga | 65% | 65% |
| Água | 35% | 35% |
| Ácido Cítrico | 0,5% | 0,5% |
| Xiloglucana | - | 0,5% |
| Benzoato de sódio | 0,1% | 0,1% |

F1 - Suco elaborado sem xiloglucana;
F2 - Suco elaborado com xiloglucana.

Além dos sucos elaborados, foram avaliados sucos concentrados de manga e manga com maçã, obtidos no comércio local e mantidos em suas embalagens originais à temperatura ambiente, até realizações das análises.

**Determinação da viscosidade**

Para avaliação dos sucos elaborados e industrializados, foram realizadas análises de viscosidade utilizando um viscosímetro marca Quimis® e modelo Q860M21, ao qual a temperatura medida para todas as amostras foi em temperatura ambiente entre 24° a 25° Celsius.

**Determinação da acidez em ácido cítrico**

A análise de acidez em ácido cítrico foi realizada pelo método de volumetria com indicador, descrita por Adolf Lutz (8).

**Determinação do potencial hidrogeniônico (pH)**

Para as análises de pH, foram realizadas em um phmetro de bancada marca Even® e modelo PHS-3E-BI, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0.

**Avaliação estatística**

Cada resultado obtido foi submetido à análise de variância (ANOVA) e a comparação das médias ao teste de Tukey com significância estatística de ≤0,05, utilizando o software de estatística OriginLab versão 2023b.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 dispõe sobre os resultados de viscosidade dos sucos elaborados sem xiloglucana (F1) e com xiloglucana (F2) e nos industrializados. A Marca A possui goma gelana (INS 418) em sua formulação e a Marca B formulado com goma xantana (INS 415), goma guar (INS 412) e carboximetilcelulose sódica (INS 466).

Tabela 2 - Viscosidade (mPa.s) dos sucos elaborados e nos industrializados.

| Amostras | T0 | T15 | T30 |
|---|---|---|---|
| F1 | 852,52±28,00Bb | 1110,25±11,10Ab | 1069,40±15,98Aa |
| F2 | 1649,70±9,33Aa | 1284,05±21,57Ba | 1025,45±5,44Cb |
| Marca A | 434,15±1,77Ac | 424,75±4,03Ac | 395,15±10,11Bc |
| Marca B | 301,95±5,16Ad | 304,53±5,90Ad | 305,95±0,49Ad |

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e para mesma amostra, representam diferença significativa a nível de 5% de significância.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna e para o mesmo tempo, representam diferença significativa a nível de 5% de significância.

A composição culminou em efeitos de viscosidade diferentes entre as amostras elaboradas e industrializadas. As amostras elaboradas sem xiloglucana e com xiloglucana se caracterizam por serem mais viscosas quando comparadas com as amostras industrializadas. A amostra F1 entre o tempo (T0) ao (T15) aumentou sua viscosidade,

entretanto permaneceu estatisticamente estável entre os tempos (T15) e (T30), com valores semelhantes a amostra F2 nesses mesmos tempos. Uma possível explicação é dada pela variedade da manga e a concentração de sólidos quando comparado com as marcas comerciais.

Observa-se que a amostra F2 no (T0) apresenta-se com valor maior do que todas as outras amostras analisadas, isso se deve a interação da xiloglucana com a água por exemplo, que resulta na formação de gel ou aumento da viscosidade (1), e por isso é amplamente utilizada no Japão em diferentes áreas. Além disso, os consumidores preferem sucos de manga mais viscosos, sendo essa característica um ponto importante para maior aceitação sensorial (9). Entretanto, nos seguintes tempos (T15) e (T30) os valores de viscosidade foram se reduzindo evidenciando o consumo da xiloglucana durante o período de 30 dias.

Todavia, é fato que a xiloglucana com o decorrer dos tempos foi diminuindo sua ação provocado pela enzima b-galactosidase que é uma das quatro enzimas capazes de hidrolisar xiloglucana de reserva (10). A enzima é capaz de contribuir significativamente para modificações na parede celular, que elevam quando associados ao aumento da solubilidade e da despolimerização das pectinas, pois a b-galactosidase hidrolisa as ligações cruzadas da galactana e causa o afrouxamento dos poliuronídeos de parede celular. Essa enzima é presente na manga que em seu amadurecimento é acompanhada pela solubilização de pectinas, que envolvem ação enzimática de poligalacturonase (PG), pectinametilesterase (PME) e outras (11).

Também é possível observar, que a amostra da marca B, que utiliza uma mistura de estabilizantes, mostrou maior estabilidade entre 30 dias, quando comparada ao suco elaborado neste estudo, e a amostra A permaneceu com estabilidade por 15 dias, essa amostra utiliza apenas goma gelada. A diferença na composição dessas amostras mostra que a utilização de combinações divergentes influenciam na estabilidade dos sucos.

A tabela 3 indica os resultados das análises de acidez em ácido cítrico dos sucos elaborados com xiloglucana e nos industrializados. Importante ressaltar que na legislação brasileira o valor mínimo é de 0,30g de ácido cítrico/100g para os sucos tropicais não adoçados de manga. Além disso, o suco tropical não adoçado é basicamente composto por polpa, água e aditivos (12).

Tabela 3 - Acidez em ácido cítrico dos sucos elaborados com xiloglucana e nos industrializados expressos em g/100g.

| **Amostras** | **T0** | **T15** | **T30** |
|---|---|---|---|
| F1 | 0,97±0,00Aa | 0,93±0,01Bb | 0,94±0,00Bb |
| F2 | 0,96±00,00Ca | 0,99±0,01Ba | 1,07±0,01Aa |
| Marca A | 0,41±0,00Cb | 0,50±0,00Bc | 0,57±0,00Ac |
| Marca B | 0,41±0,00Cb | 0,43±0,00Bd | 0,50±0,00Ad |

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e para mesma amostra, representam diferença significativa a nível de 5% de significância.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna e parao mesmo tempo, representam diferença significativa a nível de 5% de significância.

É de suma importância entender que a acidez total titulável está ligada ao estado de conservação e confere, por exemplo, estabilidade. E que quando ocorre deterioração há a diminuição da quantidade de ácidos orgânicos que se transformam em açúcar (13). Na tabela 3 é possível perceber que no (T0) as amostras elaboradas tiveram valores semelhantes e foram estatisticamente iguais, isso ocorre também nas amostras

industrializadas, onde obteve-se o mesmo valor de ácido orgânico em ambas as amostras. Porém nos tempos (T15) e (T30) apenas a amostra sem xiloglucana permaneceu estatisticamente igual, enquanto as outras tiveram diferenças entre esses tempos.

No tempo (T0) a amostra sem xiloglucana possuia valor igual a 0,97g/100g, já nos tempos seguintes ocorreu um decréscimo (T15) e (T30) permaneceu estatisticamente iguais, essa pequena diminuição pode ser explicada por essa amostra não ter nenhum estabilizante.

Além disso, os resultados obtidos no presente estudo estavam dentro do mínimo estabelecido pela legislação que informa que o valor mínimo é de 0,30g de ácido cítrico/100g. Em outras três pesquisas os resultados apresentados para sucos de manga foram entre 0,36 a 0,80g/100g de ácido cítrico (14,15,16). Os diferentes resultados encontrados para os sucos de manga variam por causa das condições de cultura, variedade e estádio de maturação, pois essa fruta é encontrada em diversos cultivares de mangueira no Brasil (15,16).

Na tabela 4 estão dispostos os resultados obtidos na análise de pH dos sucos elaborados com xiloglucana e nos industrializados. Salienta-se que o pH é um parâmetro importante, pois influência na palatabilidade, no desenvolvimento de microrganismos (14), atividade enzimática, grau de deterioração do alimento, variação de textura, parâmetros que devem ser levados em consideração na escolha de embalagens e meio de conservação adequados (13), entretanto, a legislação não estipula o teor de pH para sucos tropicais não adoçados de manga.

Tabela 4 - Potencial Hidrogeniônico (pH) dos sucos elaborados com xiloglucana e nos industrializados.

| **Amostras** | **T0** | **T15** | **T30** |
|---|---|---|---|
| F1 | 3,61±0,06Aab | 2,63±0,03Cc | 3,15±0,07Bb |
| F2 | 3,81±0,04Aa | 2,63±0,02Cc | 3,10±0,04Bb |
| Marca A | 3,38±0,01Bb | 3,92±0,03Aa | 3,48±0,06Ba |
| Marca B | 2,57±0,21Bc | 3,35±0,03Ab | 2,81±0,19Bc |

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e para mesma amostra, representam diferença significativa a nível de 5% de significância.
Letras minúsculas diferentes na mesma coluna e para o mesmo tempo, representam diferença significativa a nível de 5% de significância.

É possível observar na tabela 4, que as amostras elaboradas permaneceram estatisticamente iguais em cada um dos tempos avaliados. Em estudos realizados com manga foi observado que o pH para concentrado líquido teve valor de pH 3,5 (4), pH 3,40 a 3,59 (15), e pH 3,35 a 3,75 (11), dentro da média do encontrado no presente estudo.

Todas as amostras analisadas tiveram variações estatísticas ao longo dos tempos analisados, no entanto as amostras comerciais tiveram maior estabilidade ao longo do período de armazenamento. Essas variações podem ser explicadas devido a cada empresa formular de forma única em seu produto, modificando as quantidades de água e aditivos, por exemplo. Além disso, como já mencionado anteriormente, as condições de cultivo dentre outros aspectos agrícolas podem influenciar no produto final (14).

## CONCLUSÕES

Conclui-se que o suco elaborado com xiloglucana possui um grande potencial de mercado pelas propriedades físico-químicas apresentadas e por atender as necessidades do consumidor por produtos mais naturais e menos ingredientes.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal do Ceará campus Sobral e ao CNPq por fornecer meios para a realização deste trabalho, e ao grupo de pesquisa de química de macromoléculas do IFCE campus Sobral pelo suporte.

## REFERÊNCIAS

1. Farias MDP. Produção de microestruturas de xiloglucana das sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril var. courbaril*) e sua aplicação na área alimentar [tese doutorado]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2017.
2. Silva TNC. O potencial da comercialização de frutas brasileiras no mercado externo: uma revisão [dissertação]. Goiás: Instituto Federal Goiano; 2022.
3. Oliveira TA. Tendência Clean Label: uma revisão [dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2022.
4. Duarte NGD. Isolamento de carotenóides e estabilidade de substâncias bioativas durante o armazenamento de produtos de manga [dissertação de mestrado]. Niterói: Universidade Federal Fluminense; 2018.
5. Matsuura FCAU, Rolim RB. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi evolui à produção de um "blend" com alto teor de vitamina C. Rev Bras Frutic [Internet]. abril de 2002;24(1):138–41. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-29452002000100030
6. Láscaris MPS, Leite JV, Nunes TP, Moreira JJS, Brito BSN, Pagani AAC, et al. Extração, caracterização, atividade antioxidante e antimicrobiana de resíduos de manga (Tommy Atkins). Rese Soci Develop. 2020; 9:1-19.
7. Gazzola R, Gründling RDP, Aragão AA. Produção e mercado internacional de manga. Rev Bras Agrotec. 2020; 10:81-87.
8. Instituto Adolf Lutz (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos/coordenadores Odair Zenebon e Neus Sadocco Pascuet. 4° ed. São Paulo: Instituto Adolf Lutz, 2008.
9. Tavares PPLG, Anjos EA, Silva LM, Castro BR, Nascimento RQ, Mamede MEO. Análise sensorial e caracterização físico-química de sucos mistos de manga e umbu. In: VI simpósio de engenharia e ciências de alimentos, 2018; São José do Rio Preto. São Paulo: UNESP; 1-6.
10. Silva CO. Papel da b-galactosidase no mecanismo de degradação do xiloglucano de parede celular durante a mobilização de reserva em cotilédones de *Copaifera langsdorffii* [dissertação]. Campinas, Universidade Estadual de Campinas; 2001.
11. Evangelista RM, Chitarra AB, Chitarra MIF. Influência da aplicação pré-colheita de cálcio na textura e na atividade das enzimas poligalacturonase, pectinametilesterase e b-galactosidase de manga (Tommy Atkins) armazenadas sob refrigeração. Ciênc. agrotec. 2000;24:174-181.
12. Ministério da Saúde (BR). Instrução Normativa n°12, de 4 de Setembro de 2003. Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade gerais para suco tropical. Anexo I e II. Brasília: Ministério da Saúde; 2003.

13. Silva CS. Determinação do ponto de colheita da manga 'Ubá' (Mangifera indica L. VAR. Ubá) pela análise de suas propriedades físico-químicas [dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2021
14. Nogueira AMP, Imaizumi VM, Figueira R, Filho WGV. Análises físico-químicas e legislação brasileira de polpas, sucos tropicais e néctares de manga. Rev Bras Tecn Agro. 2015;9:1932-1944.
15. Ferreira APR, Sales LGM, Cavalcante MMS, Cunha NR, Ribeiro SG, MLS. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de sucos tropicais. Cong Bras Eng Quim [internet]. 2014 [acesso em 09 Jun 2024]; Disponível em: https://proceedings.science/cobeq/cobeq-2014/trabalhos/avaliacao-de-parametros-de-qualidade-fisico-quimicos-de-sucos-tropicais?lang=pt-br
16. Fernandes AG, Pinheiro AM, Prado GM, Fai AEC, Sousa PHM, Maia GA. Sucos tropicais de acerola, goiaba e manga: avaliação dos padrões de identidade e qualidade. Redalyc [internet]. 2006 [acesso em 09 Jun 2024]; Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/3052/305226699003.pdf

**Capítulo 27**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-27**

# RENDIMENTO DA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES DA TORTA DE CHIA (*Salvia hispanica*) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA DE SECAGEM

**Casi Santos dos Santos*;Maurício Henrique Barboza Silva Ferreira; Pablo Daniel Sena Silva; Aldo da Silva Farias; Liandra Silva Vale; Audirene Amorim Santana; Allan Kardec Dualibe Barros Filho**

**Casi Santos dos Santos – Email: casi.ss@discente.ufma.br*

**Resumo:** Uma quantidade significativa de resíduos é gerada no processamento industrial de chia (*Salvia hispanica*), cujas sementes são ricas em óleo. Os subprodutos dessa extração, frequentemente descartados, possuem alto valor nutritivo. Este estudo investigou como a temperatura de secagem afeta a extração de compostos antioxidantes da torta de chia. Amostras foram secas a 40, 50, 60, 70 e 80 ± 0,1°C até atingirem umidade constante. Em seguida, passaram por extração assistida por ultrassom e foram examinadas por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). As variáveis independentes foram tempo (15, 45 e 60 minutos) e solvente (água - $H_2O$, metanol - $CH_3OH$ e hexano - $CH_6H_{14}$). Todos os extratos foram analisados quanto à atividade antioxidante (DPPH e Fenólicos Totais) e os dados foram analisados estatisticamente. Com o uso do metanol, foi possível obter maior rendimento de compostos fenólicos, seguido pela água e pelo hexano, com melhores resultados nas condições de 60°C/60min, 50°C/45min e 50°C/45min, respectivamente. A polaridade do solvente foi um fator crucial; o hexano (apolar) teve rendimento muito inferior ao metanol (polar) e à água (polar). Para extração curta (15 min), a água foi uma opção econômica e ambientalmente amigável. Para extrações mais longas, o metanol teve rendimento maior, sendo mais vantajoso economicamente. As micrografias mostraram que amostras *in natura* e secas a 40°C tinham superfícies lisas, enquanto as secas a 50°C e 60°C apresentaram uma matriz porosa, aumentando o rendimento. Em contraste, amostras secas a 70°C e 80°C exibiram características granulares, regiões cristalinas e superfícies desgastadas, sugerindo oxidação e transformação dos compostos antioxidantes.

**Palavras–chave:** cinética; subproduto; solvente; soluto; compostos fenólicos

## INTRODUÇÃO

Ao longo da cadeia produtiva de processamento da chia, é gerada uma grande quantidade de subprodutos. Na maioria das vezes, a torta de chia, que é o resíduo do processo de extração do óleo, é considerada de baixo valor agregado e acaba sendo descartada no meio ambiente, sem ser reaproveitada ou utilizada na criação de novos produtos. Estudos têm destacado a importância de utilizar integralmente a semente de chia, desde o óleo até a torta resultante da prensagem, a fim de reduzir a quantidade de resíduos descartados e agregar valor a esses subprodutos, permitindo sua utilização na formulação de diversos produtos.

A torta é o principal subproduto do processamento do óleo de chia. Embora geralmente não tenha aplicação industrial subsequente, representa uma matéria-prima de

baixo custo, sustentável e rica em ácidos graxos, ômega 3, antioxidantes, proteínas, vitaminas, minerais e fibras dietéticas. A torta de chia é especialmente notável por ser uma rica fonte de compostos bioativos com alto potencial antioxidante, como carotenoides e compostos fenólicos (1).

O corpo humano necessita de uma ingestão constante de compostos antioxidantes, que têm a função de estabilizar radicais livres, incluindo espécies reativas de oxigênio (EROs) e espécies reativas de nitrogênio (ERNs). Essas espécies são produzidas de forma descontrolada quando o corpo é exposto a fatores internos, como envelhecimento, inflamações e obesidade, além de fatores externos como poluição, radiação, consumo de álcool, tabagismo e má alimentação (2).

Quando há um acúmulo de radicais livres no corpo, causado pela ineficiência do sistema de defesa interna e pela insuficiência de compostos antioxidantes, pode ocorrer uma condição chamada estresse oxidativo. Essa condição é uma das principais causas de doenças crônicas não transmissíveis (3).

Doenças crônicas podem ser prevenidas através da ingestão contínua de substâncias bioativas, incluindo compostos antioxidantes. Esses compostos têm sido consumidos a partir de fontes naturais e produtos nutracêuticos, sendo adicionados a produtos industrializados para agregar valor e minimizar os efeitos negativos do estresse oxidativo nos sistemas biológicos (4). O rendimento de compostos antioxidantes de fontes naturais depende da estrutura e concentração do composto bioativo. Para obter compostos fenólicos de fontes naturais, a preparação da matriz vegetal e a extração são etapas essenciais (5).

Para maximizar o rendimento da extração de compostos antioxidantes, é importante entender detalhadamente a matriz vegetal. Desafios relacionados à estrutura das matrizes alimentícias, condições laboratoriais e métodos de extração aplicados devem ser superados para melhorar o rendimento (5). Portanto, para a extração de compostos antioxidantes em matrizes vegetais, é crucial conhecer os diferentes métodos de extração, os solventes extratores e as variáveis experimentais, além de estudar a influência da temperatura de secagem no rendimento final de compostos antioxidantes, pois a secagem pode causar alterações estruturais na matriz vegetal, expondo os compostos bioativos a diversos fatores.

## MATERIAL E MÉTODOS

Através da Pazze Industrial de Alimentos Ltda., Panambi, RS, Brasil foram adquiridos 5 kg de resíduos da extração de óleo de chia. Os resíduos foram divididos em porções de 0,5 kg e armazenados à temperatura ambiente.

As amostras foram secas a 40, 50, 60, 70 e 80 ± 0,1°C até atingirem umidade constante. O teor de umidade das amostras, tanto *in natura* quanto secas, foi determinado secando as amostras a 105°C por 24 horas e pesando antes e depois. A umidade em base seca foi calculada a partir da diferença entre a massa úmida e a massa seca.

Utilizou-se um banho ultrassônico Cristofoli para extrair compostos das amostras de chia *in natura* e previamente secas, com variações de tempo (15, 45, 60 minutos) e solventes (hexano, metanol, água). A razão soluto/solvente foi de 1:10. Após extração, os extratos foram centrifugados e armazenados.

A capacidade antioxidante foi medida pelo método DPPH, com resultados expressos em equivalentes de Trolox, usando a metodologia adaptada de Mensor et al. [6] e Benelli et al. [7]. O teor de fenólicos totais foi determinado utilizando os métodos de Folin-Ciocalteau [8 e 9], usando o reagente de Folin-Ciocalteu, com resultados em

equivalentes de ácido gálico (EAG). Os dados foram analisados estatisticamente (ANOVA).

As análises de MEV foram realizadas utilizando um microscópio HITACHI TM3000, com aumentos de até 300 vezes, para examinar a superfície e textura das tortas de chia secas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da capacidade de redução do radical DPPH foram obtidos utilizando a equação da curva de calibração do padrão Trolox (y = -11.42x + 0.891) e expressos em µmol de equivalente Trolox por grama de amostra seca. A Tabela 1 apresenta os valores médios e o desvio-médio (n=3) da atividade antioxidante (DPPH) para amostras de torta de chia *in natura* e secas, submetidas a diferentes temperaturas de secagem, solventes extratores e tempos de extração.

Tabela 1 - Atividade antioxidante pelo método de redução do radical (DPPH) (µmol ET $g^{-1}$).

| | *In Natura* | 40°C | 50°C | 60°C | 70°C | 80°C |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3,436±0,283 | 4,924±1,154 | 5,851±0,222 | 3,720±0,079 | 3,916±0,131 | 4,009±0,128 |
| 2 | 4,231±0,343 | 5,208±0,490 | 6,213±0,113 | 3,780±0,156 | 4,199±0,142 | 4,534±0,211 |
| 3 | 5,006±0,207 | 5,137±0,065 | 6,488±0,096 | 4,186±0,140 | 4,647±0,233 | 4,225±0,291 |
| 4 | 4,246±0,155 | 4,812±0,782 | 4,296±0,167 | 6,609±0,184 | 3,802±0,169 | 2,563±0,191 |
| 5 | 5,640±0,898 | 6,798±0,595 | 6,320±0,166 | 8,606±0,293 | 4,397±0,276 | 4,636±1,090 |
| 6 | 6,054±0,441 | 6,570±0,202 | 7,213±0,681 | 9,516±0,349 | 5,544±0,796 | 4,573±0,740 |
| 7 | 0,785±0,079 | 0,641±0,056 | 0,978±0,144 | 0,951±0,189 | 0,520±0,134 | 0,557±0,162 |
| 8 | 0,482±0,180 | 0,915±0,252 | 1,720±0,139 | 1,599±0,170 | 1,287±0,454 | 0,570±0,141 |
| 9 | 1,253±0,399 | 0,818±0,186 | 1,332±0,256 | 0,827±0,204 | 1,053±0,150 | 1,474±0,417 |

*(1): $H_2O$ - 15 min; (2): $H_2O$ - 45 min; (3): $H_2O$ - 60 min; (4): $CH_3OH$ - 15 min; (5): $CH_3OH$ - 45 min; (6): $CH_3OH$ - 60 min; (7): $C_6H_{14}$ - 15 min; (8): $C_6H_{14}$ - 45 min; (9): $C_6H_{14}$ - 60 min; valor médio ± desvio padrão, n=3. ET: equivalentes de Trolox.
Fonte: Autores (2024).

A Figura 1 apresenta o gráfico que ilustra a quantidade de equivalente Trolox em µmol por grama de amostra seca, conforme determinado pelo método DPPH.

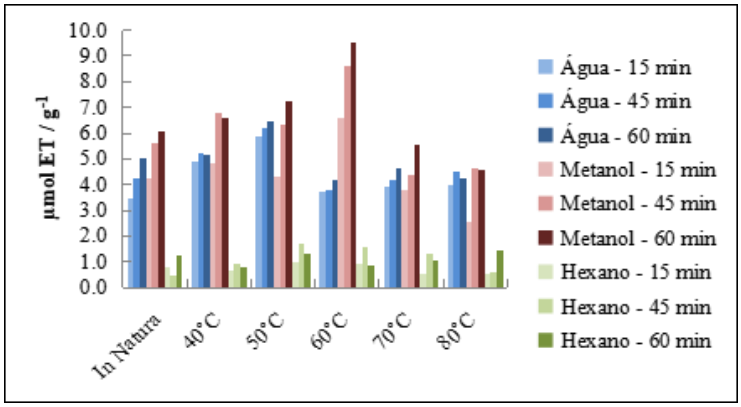



Figura 4- Atividade antioxidante pelo método de redução do radical (DPPH) (µmol EQT $g^{-1}$).
Fonte: Autores (2024).

De acordo com os dados da Figura 1, a atividade antioxidante variou entre 0,482±0,180 e 9,516±0,349 µmol de equivalente Trolox por grama de amostra seca. A condição de extração que obteve a maior atividade antioxidante foi 60°C com metanol por 60 minutos. Entre os solventes utilizados, o hexano teve um rendimento significativamente inferior. Para secagem a 50°C, o hexano apresentou rendimentos de 0,978±0,144, 1,720±0,139 e 1,332±0,256 µmol de ET/g para 15, 45 e 60 minutos,

respectivamente. Enquanto que a água, na mesma temperatura mostrou maior capacidade antioxidante, com valores de 5,851±0,222, 6,213±0,113 e 6,488±0,0967 µmol de ET/g para 15, 45 e 60 minutos, respectivamente. O metanol, por sua vez, apresentou os maiores valores de atividade antioxidante para a secagem a 60°C, com 6,609±0,184, 8,606±0,293 e 9,516±0,349 µmol de ET/g, nos mesmos tempos, respectivamente.

A Tabela 2 mostra os resultados do teor de fenólicos totais na torta de chia, com médias e desvios-padrão (n=3) para amostras *in natura* e secas. Esses resultados foram calculados com base na equação da curva de calibração do ácido gálico (y = 26.16x - 0.008) e expressos em mg de ácido gálico equivalente por grama de amostra seca.

Tabela 2 - Teor de fenólicos totais expressos em mg de EAG $g^{-1}$

| | *In Natura* | 40°C | 50°C | 60°C | 70°C | 80°C |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,532±0,139 | 1,041±0,063 | 1,238±0,021 | 0,851±0,129 | 0,996±0,066 | 0,666±0,122 |
| 2 | 0,706±0,007 | 1,101±0,040 | 1,230±0,047 | 0,813±0,051 | 0,576±0,028 | 0,837±0,030 |
| 3 | 0,817±0,011 | 1,638±0,079 | 1,270±0,020 | 1,243±0,008 | 1,318±0,064 | 1,074±0,021 |
| 4 | 0,877±0,005 | 1,040±0,024 | 0,963±0,025 | 0,813±0,012 | 0,722±0,008 | 0,724±0,021 |
| 5 | 0,851±0,010 | 1,381±0,057 | 1,525±0,032 | 1,699±0,037 | 1,180±0,052 | 1,163±0,028 |
| 6 | 1,333±0,010 | 1,358±0,009 | 1,293±0,006 | 1,668±0,211 | 1,261±0,072 | 1,196±0,038 |
| 7 | 0,051±0,007 | 0,046±0,004 | 0,077±0,006 | 0,049±0,002 | 0,050±0,003 | 0,052±0,005 |
| 8 | 0,085±0,010 | 0,080±0,003 | 0,224±0,026 | 0,143±0,009 | 0,162±0,003 | 0,109±0,006 |
| 9 | 0,093±0,003 | 0,091±0,020 | 0,228±0,012 | 0,166±0,007 | 0,168±0,003 | 0,123±0,007 |

*(1): $H_2O$ - 15 min ; (2): $H_2O$ - 45 min; (3): $H_2O$ - 60 min; (4): $CH_3OH$ - 15 min; (5): $CH_3OH$ - 45 min; (6): $CH_3OH$ - 60 min; (7): $C_6H_{14}$ - 15 min; (8): $C_6H_{14}$ - 45 min ; (9): $C_6H_{14}$ - 60 min; valor médio ± desvio padrão, n=3. EAG: equivalentes de ácido gálico.
Fonte: Autores (2024).

A Figura 2 ilustra a quantidade de equivalente ácido gálico (em µmol) por grama de amostra, obtida pelo método de Folin-Ciocalteu.

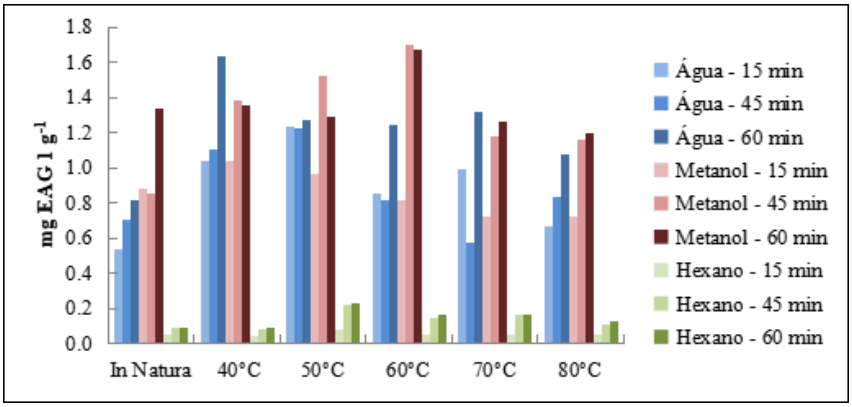



Figura 5- Teor de fenólicos totais expressos em mg de EAG $g^{-1}$
Fonte: Autores (2024).

O teor de fenólicos totais na torta de chia variou entre 0,046±0,004 e 1,699±0,037 mg de ácido gálico equivalente por grama (Figura 2). A condição de extração que resultou no maior teor de fenólicos totais foi 60°C com metanol por 45 minutos. Entre os solventes utilizados, o hexano apresentou um rendimento significativamente menor comparado aos outros, com melhores resultados nas condições de secagem a 50°C (0,077±0,006; 0,224±0,026 e 0,228±0,012 mg de ácido gálico equivalente por grama, para 15, 45 e 60 minutos de extração, respectivamente). Já a água mostrou a maior capacidade antioxidante para secagem a 50°C (1,238±0,021; 1,230±0,047 e 1,270±0,020 mg de ácido gálico equivalente por grama, para 15, 45 e 60 minutos, respectivamente), enquanto o metanol demonstrou melhor atividade antioxidante para secagem a 60°C (0,813±0,012;

1,699±0,037 e 1,668±0,211 mg de ácido gálico equivalente por grama, para 15, 45 e 60 minutos, respectivamente).

Os resultados mostram que o metanol foi 631,57% mais eficiente do que o hexano nas melhores condições. Comparando metanol e água nas melhores condições, a relação metanol/água foi de 65,67%, 138,13% e 131,33% para 15, 45 e 60 minutos de extração, respectivamente. Isso indica que, para tempos de extração mais curtos, a água é mais econômica e ambientalmente favorável. Contudo, para extrações mais longas (45 e 60 minutos), o metanol superou a água em rendimento em 38,13% e 31,33%, respectivamente. A análise de variância revelou efeitos significativos ($p<0,05$) de primeira ordem para todas as variáveis independentes, incluindo temperatura de secagem, tempo de extração e tipo de solvente. Além disso, foram identificados efeitos significativos de interação entre temperatura de secagem e solvente, bem como entre solvente e tempo de extração. No entanto, não foram encontrados efeitos significativos de interação entre temperatura de secagem e tempo de extração.

A estabilidade dos compostos polifenólicos durante a desidratação e extração é afetada por degradações químicas, enzimáticas e pela volatilização dos compostos. No entanto, a decomposição térmica tem sido identificada como a principal responsável pela redução do conteúdo de polifenóis como observado no estudo de Moure et al (10). Temperaturas de secagem superiores a 60°C têm mostrado diminuir a capacidade antioxidante dos compostos, devido tanto à transformação química desses compostos em formas com atividade antioxidante inferior quanto à oxidação (11; 12).

A atividade antioxidante e os compostos fenólicos em folhas de amoreira secas a 40°C ou 60°C não diferiram significativamente das folhas liofilizadas (11). Contudo, uma secagem a 70°C levou a uma redução significativa em ambos os parâmetros, ressaltando a importância do controle rigoroso da temperatura para manter a atividade antioxidante e os níveis de compostos fenólicos. Da mesma forma, foi observado em estudo de Dorta et al.(12) que temperaturas acima de 60-70°C reduziram a capacidade antioxidante em cascas e caroços de manga.

Em um estudo sobre maçãs (13), notou-se que a perda de compostos voláteis durante a secagem aumentava com a temperatura. Além disso, a secagem da pimenta Cumari do Pará a temperaturas superiores a 45°C resultou em redução significativa dos polifenóis totais e da atividade antioxidante, indicando que temperaturas mais altas preservam os macronutrientes e aumentam a vida útil, mas degradam os antioxidantes (14).

A secagem de peras Rocha a 60°C levou a uma significativa diminuição da capacidade antioxidante, apesar de os teores de fenólicos totais não terem sido muito afetados (15). Da mesma forma, a secagem das folhas de espinheira-santa foi mais eficaz a 40°C, onde os valores de atividade antioxidante foram mais elevados (16).

Além da temperatura, o tipo de solvente usado na extração também influencia a capacidade antioxidante. Os extratos de acetona, etanol e metanol tinham maior atividade antioxidante comparados ao acetato de etila e ao hexano (17). Em outro estudo, observou-se que solventes polares, como água e metanol, apresentaram maior conteúdo fenólico total e atividade antioxidante em comparação com solventes não polares, como hexano (18). Da mesma forma, foi notado que o metanol foi o solvente com maior rendimento percentual na extração de antioxidantes, seguido por água destilada, enquanto hexano e clorofórmio apresentaram rendimentos mínimos (19).

Os resultados deste trabalho corroboram a literatura existente, indicando que solventes polares geralmente resultam em maior capacidade antioxidante, enquanto solventes não polares, como hexano, são menos eficazes para a extração de compostos

antioxidantes. Portanto, tanto a temperatura de secagem quanto o tipo de solvente são fatores críticos na otimização da extração de antioxidantes.

A Figura 3 mostra micrografias com aumento de 300x das amostras de torta de chia *in natura* (a) e secas a diferentes temperaturas: 40 °C (b), 50 °C (c), 60 °C (d), 70 °C (e) e 80 °C (f). Observa-se que as amostras apresentam uma distribuição heterogênea de tamanho de partículas e características distintas conforme a temperatura de secagem. Para as imagens 3(a) e 3(b), as amostras exibem uma matriz expandida com superfícies lisas e pouca porosidade interna, o que pode ter dificultado a penetração do solvente e reduzido o rendimento da extração dos compostos antioxidantes.

À medida que a temperatura de secagem aumenta (Figuras 3(c) e 3(d)), as fibras se tornam mais agregadas, com superfícies mais ásperas e maior porosidade, facilitando a penetração do solvente e melhorando a extração dos compostos desejáveis. No entanto, para temperaturas mais elevadas (Figuras 3(e) e 3(f)), observou-se desgaste da superfície da matriz e a presença de partículas soltas, o que sugere que os compostos bioativos podem ter sofrido oxidação e transformação estrutural.

Com base no estudo de Thamer et al. (20) observou-se que o excesso de água atuou como um solvente intracelular, melhorando a eficiência da extração de compostos bioativos com solventes aquosos. Esperava-se que as amostras *in natura* e secas a 40 °C, com maior umidade, apresentassem teores mais altos de fenólicos totais e atividade antioxidante. No entanto, conforme as Tabelas 1 e 2, as amostras secas a 50 °C mostraram maior rendimento. Isso pode ser explicado pela maior porosidade das amostras secas a 50 °C, que facilita a penetração do solvente e o contato com o soluto, tornando a extração aquosa mais eficaz (Figura 3).

Observou-se também em um estudo feito com sementes de chia (21) que as superfícies dos subprodutos da semente de chia eram heterogêneas, com partículas pequenas aderidas a partículas maiores e baixa porosidade. Além disso, notou-se que, com o aumento da temperatura de secagem, as fibras de sementes de uva se tornavam mais agregadas, o que reduzia o teor de óleo (22). Esses achados são consistentes com os resultados deste estudo, que mostraram partículas heterogêneas e quebradiças, e uma redução no teor de compostos antioxidantes em temperaturas muito altas.

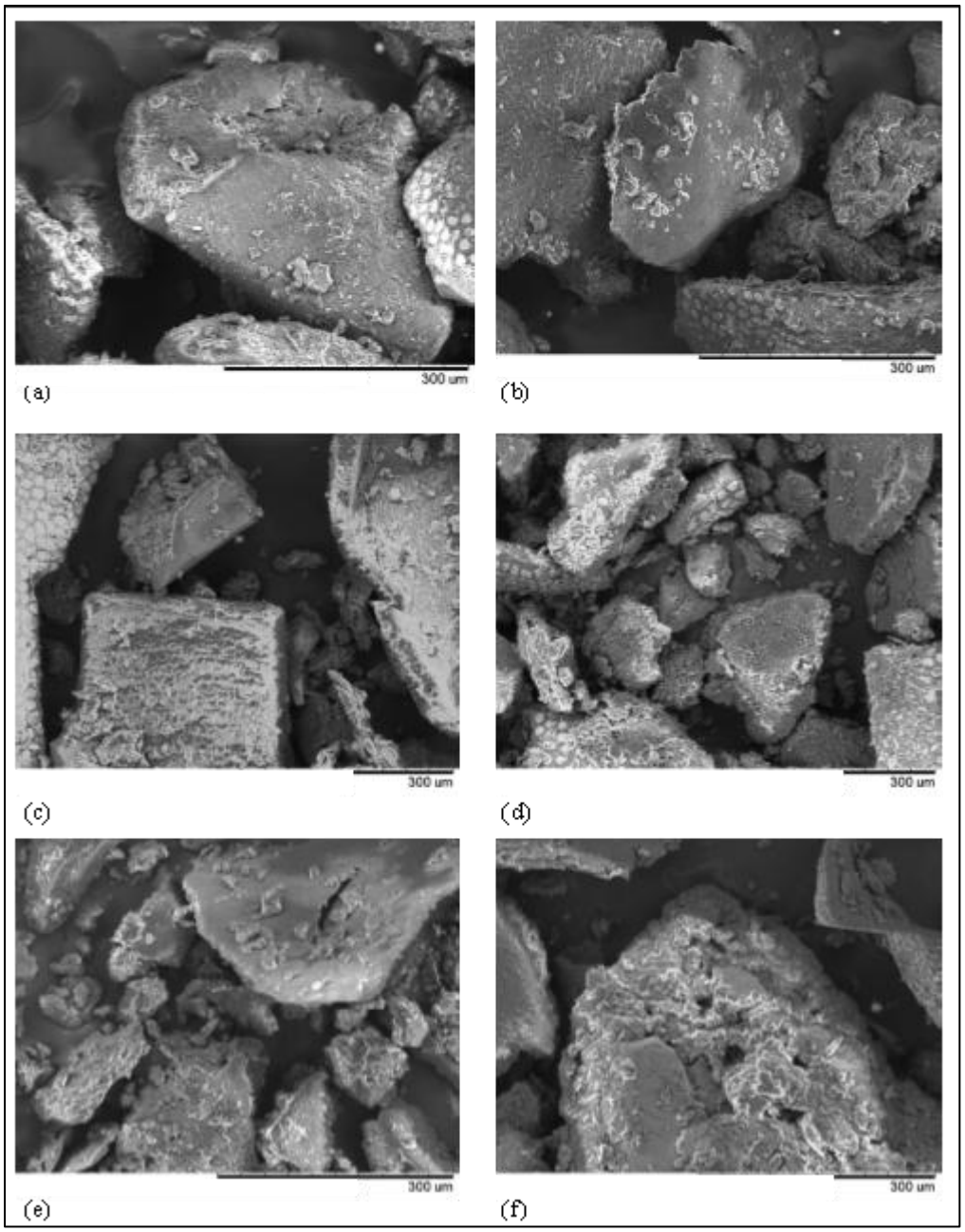



Figura 6- Micrografia realizadas para a torta de chia in natura e secas
Fonte: Autores (2024).

## CONCLUSÕES

Foi realizada a secagem da torta de chia em temperaturas variando de 40°C a 80°C e, em seguida, foram extraídos compostos antioxidantes utilizando três solventes (metanol, água e hexano) e três tempos de extração (15, 45 e 60 minutos). A significância dos fatores temperatura de secagem, solvente e tempo de extração no rendimento dos compostos antioxidantes foi avaliada por ANOVA, e os resultados foram confirmados por meio de micrografias das amostras secas.

Os resultados mostraram que o metanol foi o solvente mais eficiente para a extração de compostos fenólicos, seguido pela água e, por último, pelo hexano. A análise das micrografias revelou que superfícies lisas e pouco porosas das amostras secas dificultaram a extração de antioxidantes. Em contraste, amostras com maior porosidade facilitaram a extração desses compostos. Amostras com características granulares,

regiões cristalinas e superfícies desgastadas apresentaram oxidação e degradação estrutural dos compostos antioxidantes. Portanto, a temperatura de secagem e a escolha do solvente têm um impacto significativo na eficiência da extração de antioxidantes da torta de chia, sendo a porosidade da matriz um fator crucial para otimizar o rendimento.

## REFERÊNCIAS

1. Tan D, Prado M, Oliveira-Alves S. Chia (Salvia hispanica L.): Composição química, compostos fenólicos, atividade antioxidante e atividade antitumoral. Seven Publicações Acadêmicas. 2024.
2. Vellosa J, Biavatti M, Françóia P, Mello B, Almeida A, Bueno G. Oxidative stress: an introduction to the state of art. Brazilian Journal of Development. 2021;1:10152-10168.
3. Prevedello M, Comachio G. Antioxidants and their relationship with free radicals, and Chronic Non communicable Diseases: a literature review. 2021;7:55244-55285.
4. Silva A, Ferreira G, Dias A, Barros N, Silva Z. Use and effectiveness of medicinal plants action on cardiovascular diseases and Type 2 Diabetes: Panax Ginseng, Curcuma Longa, Adonis Vernalis. Brazilian Journal of Development. 2021;7,86526-82549.
5. Guindani C, Podestá R, Block J, Rossi M, Mezzomo N, Ferreira S. Valorization of chia (Salvia hispanica) seed cake by means of supercritical fluid extraction. 2016;112:67-75.
6. Mensor L, Menezes F, Leitão G, Reis A, Santos T, Coube C, Leitão S. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. Phytotherapy Research. 2001;15: 127–130.
7. Benelli P, Riehl C, Smânia A, Smânia E, Ferreira S. Bioactive extracts of orange (Citrus sinensis L. Osbeck) pomace obtained by SFE and low pressure techniques: Mathematical modeling and extract composition. J. Supercritical Fluids. 2010;55: 132-141
8. Rossi J, Singleton V. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture. 1965;16:144-158.
9. Peschel W, Sánchez-Rabaneda F, Diekmann W, Plescher A, Gartzía I, Jiménez D et al. An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. Food Chemistry. 2006;97:137-150.
10. Moure A, Cruz J, Franco D, Domínguez J, Sineiro J, Domíguez H et al. Natural antioxidants from residual sources. Food chemistry. 2001;72:145–171.
11. Katsube T, Tsurunaga Y, Sugiyama M, Furuno T, Yamasaki Y. Effect of air-drying temperature on antioxidant capacity and stability of polyphenolic compounds in mulberry (*morus alba l.*) Leaves. Food chemistry, 2009;113:964–969.
12. Dorta E, González M, Lobo M, Sánchez-Moreno C, Ancos B. Screening of phenolic compounds in by-product extracts from mangoes (*mangifera indica l.*) by hplc-esi-qtof-ms and multivariate analysis for use as a food ingredient. Food research international. 2014;57:51–60.
13. Krokida M, Philippopoulos C. Volatility of apples during air and freeze drying. Journal of food engineering. 2006;73:135–141.
14. Reis R, Castro V, Devilla I, Oliveira C, Barbosa L, Rodovalho R. Effect of drying temperature on the nutritional and antioxidant qualities of cumari peppers from pará;

(*capsicum chinense jacqui*). Brazilian journal of chemical engineering. 2003;30:337-343.
15. Santos S, Guiné R, Barros A. Effect of drying temperatures on the phenolic composition and antioxidant activity of pears of rocha variety (*pyrus communis l.*). Journal of food measurement and characterization. 2014;8:105-112.
16. Negri M, Possamai J, Nakashima T. Atividade antioxidante das folhas de espinheira-santa - maytenus ilicifolia mart. Ex reiss., secas em diferentes temperaturas. Brazilian journal of pharmacognosy. 2009;19:553-556.
17. Zhang Q, Lin G, Ye W. Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review. Chinese medicine. 2018;13:1-26.
18. Barchan A, Bakkali M, Arakrak A, Pagán R, Laglaoui A. Original research article the effects of solvents polarity on the phenolic contents and antioxidant activity of three mentha species extracts. International journal of current microbiology and applied sciences. 2014;3;399-412.
19. Dhawan D, Gupta G. Comparison of different solvents for phytochemical extraction potential from datura metel plant leaves. International journal of biological chemistry. 2016;11:17-22.
20. Thamer F, Dauqan E, Naji K, Alshaibi Y. The effect of drying temperature on the antioxidant activity of thyme extracts. J food Technol Pres. 2018;2:2-7.
21. Tavares L. Extração e caracterização de mucilagem e subprodutos da semente de chia (*salvia hispanica l.)*.Lavras: Universidade federal de lavras, 2016.
22. Menezes M. Estudo dos processos de secagem e de extração para produção do óleo bruto de semente de uva. Maringá: Universidade estadual de maringá, 2014.

**Capítulo 28**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-28**

# PECTINAS E OLIGOSSACARÍDEOS PECTÍNICOS: APLICAÇÕES EM ALIMENTOS

**Mayara Lira Furtado [1]*, Joana de Barros Alexandre [2], Luana Carvalho da Silva [3], Gabrielle Albuquerque Freire [4], Nathália Uchôa de Castro Bessa [5], Roselayne Ferro Furtado [6]**

[1, 2, 4, 5]Universidade Estadual do Ceará, Programa de Pós-graduação em Ciências Naturais.
[3]Universidade Estadual do Ceará.
[5] Embrapa Agroindústria Tropical.

* Autor correspondente – E-mail: roselayne.furtado@embrapa.br

**Resumo:** Pectinas são utilizadas na indústria alimentícia como agentes gelificantes, estabilizantes e espessantes. Sua estrutura complexa, composta principalmente por ácidos galacturônicos, permite que as pectinas formem géis estáveis em determinadas condições de pH e de açúcar. Além das propriedades já conhecidas e exploradas das pectinas, mais recentemente, outros usos vêm sendo reportado na literatura. Pectinas podem ser hidrolisadas para a produção dos oligossacarídeos pectínicos e esses estão sendo estudados quanto as propriedades biológicas, tais como repressor do acúmulo de lipídeos hepáticos, antioxidante, potencial prebiótico, dentre outras. Esta revisão descreve a estrutura, os principais processos de extração e aplicações de pectinas em alimentos, além dos oligossacarídeos pectínicos, descrevendo os métodos de produção e suas possíveis aplicações.

**Palavras- chave:** Biopolímero; Aplicações; Hidrolisados; Processo de extração.

## INTRODUÇÃO

A pectina, um polissacarídeo presente em várias plantas, apresenta uma estrutura complexa que pode variar em função dos métodos de extração empregado, estágio de maturação do fruto e principalmente de acordo com a fonte de obtenção. A pectina, sendo atóxica, biodegradável e comestível, tem sido amplamente utilizada na indústria alimentícia como agente gelificante, espessante e estabilizante, podendo ser aplicada, por exemplo, em bebidas, produtos lácteos, geléias, embalagens de alimentos, possuindo também várias outras aplicações (1).

Os oligossacarídeos pectínicos, por outro lado, são obtidos a partir das pectinas por meio de processos de degradação enzimática ou química. Esses oligossacarídeos estão sendo estudados quanto às funções biológicas e seus benefícios à saúde (2). Podem apresentar propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, imunomoduladoras e efeitos prebióticos ao estimularem o crescimento de bactérias benéficas no intestino. Devido a essas características, os oligossacarídeos pectínicos têm despertado um interesse crescente em áreas como nutrição funcional e biotecnologia (3).

Os estudos envolvendo as pectinas e seus oligossacarídeos são importantes para suportarem cientificamente o desenvolvimento e melhoria de formulações e produtos que beneficiem a saúde humana, promovam a sustentabilidade e impulsionem a inovação

industrial. Esta revisão tem o objetivo de descrever os principais processos de extração e as aplicações de pectinas em alimentos, além de mostrar as possibilidades de produção e aplicações de oligossacarídeos pectínicos, incluindo as aplicações na área de alimentos.

## 1. PECTINAS

### 1.1 Definição e estrutura química

A pectina é um hidrocoloide derivado de plantas, amplamente utilizado na indústria de alimentos como agente gelificante, estabilizante e espessante. Além disso, é empregado na indústria farmacêutica e na literatura. Podem ser encontrados outros potenciais usos como na produção de filmes comestíveis, plastificantes, substitutos de papel e espumas, graças às suas características estruturais e bioquímicas únicas (1). O termo "pectina" refere-se a uma variedade de polímeros que variam em conteúdo de açúcar neutro, peso molecular e composição química. Devido aos seus diversos grupos funcionais e modificações estruturais específicas, as moléculas de pectina são aplicáveis em uma ampla variedade de usos (2).

A pectina é um heteropolissacarídeo encontrado abundantemente na parede celular primária e entre elas, na lamela média das plantas. Em algumas plantas, até 30% da composição da parede celular pode ser pectina (3). Essas moléculas foram inicialmente identificadas em 1790 no bagaço de maçã (2). A pectina é principalmente obtida de frutos como citros e maçãs, onde cascas e bagaços frequentemente servem como subprodutos para a indústria de processamento de frutas. A extração de pectina dessas fontes e suas diversas funcionalidades estão alinhadas ao conceito de bioeconomia (4).

A pectina, um biopolímero aniônico na maior parte solúvel em água, está entre os mais comercializados (5). Sua atratividade decorre da renovabilidade, fácil acessibilidade, propriedades atóxicas e baixo custo de produção. Pesquisas apontam que o mercado global de pectina estimado em US$ 1 bilhão em 2019, deve atingir US$ 1,5 bilhão em 2025 (6).

As pectinas são compostas principalmente por resíduos de ácido galacturônico (GalA) ligados por ligações α-1,4. Algumas pectinas possuem regiões constituídas apenas por moléculas de GalA, conhecidas como homogalacturonanas. Aproximadamente 70% das moléculas de pectina são formadas por essas regiões homogalacturonanas. Nestas regiões, os resíduos de GalA podem ser metilesterificados no grupo carboxila C6. Além disso, os resíduos de GalA nas pectinas podem ser acetilados nas posições O-2 ou O-3, o que é comum em pectinas derivadas de beterraba sacarina. Além das regiões homogalacturonanas, as pectinas podem conter outras regiões estruturais, como xilogalacturonano, apiogalacturonano, ramnogalacturonano I (RG-I) ou ramnogalacturonano II (RG-II) (7).

As pectinas comerciais são classificadas como de alta metilação com percentual de grupamentos esterificados (grau de esterificação- DE) na cadeia superior a 50%, ou de baixa metilação com DE inferior a 50%. O grau de esterificação influencia fortemente as propriedades funcionais, tais como solubilidade, capacidade de gelificação, temperatura e condições de gelificação das pectinas. Pectinas com percentual de esterificação acima de 70% gelificam a temperatura mais alta do que as pectinas de baixa esterificação (1).

### 1.2 Principais Métodos de Extração

Os métodos de extração da pectina influenciam de maneira distinta as características finais do biopolímero, e consequentemente, sua adequação para diferentes usos industriais. Cada método de extração tem suas particularidades e é considerando o tipo de matéria-prima utilizada e as características desejadas da pectina final que é escolhido, podendo ser uma extração ácida, alcalina, enzimática, assistida por ultrassom ou assistida por micro-ondas (8). Durante os processos de extração, outros componentes tais como óleos essenciais e fenóis são eliminados, o que resulta em teor de ácido galacturonico do material final igual ou superior a 65% (9).

A extração ácida utiliza ácidos minerais ou orgânicos para liberar a pectina das paredes celulares e lamela média (10). A extração alcalina, embora menos frequente, pode ser útil para certas matérias-primas, mas apresenta risco de degradação da pectina (11). A extração enzimática utiliza enzimas especificas para um processo em condições amenas e direcionado (12). As extrações assistidas por ultrassom (13) e micro-ondas (14) aumentam a eficiência do processo, reduzindo o tempo e a temperatura necessários. Cada método oferece vantagens e desvantagens específicas, que influenciam na escolha conforme a aplicação industrial desejada.

A extração em meio ácido sob aquecimento é o método utilizado industrialmente para obtenção de pectinas a partir de resíduos industriais de sucos de frutas (15). É um método de alta eficiência que envolve o uso de ácidos minerais, como ácido clorídrico, ácido sulfúrico ou ácido nítrico, e ácidos orgânicos, como ácido lático, ácido cítrico ou oxalato de amônio, para hidrolisar compostos estruturais da célula vegetal e liberar a pectina. Apesar de sua eficácia, é crucial controlar cuidadosamente as condições do processo, como a concentração do ácido, a temperatura e o tempo de reação (16;17;10). A extração alcalina utiliza soluções como hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio, que respondem melhor na faixa de pH 9 - 13. Apresenta, geralmente, rendimento maior em comparação com a extração ácida, pois ajudam na liberação de pectina ao romper as redes poliméricas de celulose/hemicelulose reticuladas (11;18). No entanto, ambos os métodos podem apresentar risco de degradação da pectina e alteração de suas propriedades, o que pode comprometer a pectina final, além de gerar resíduos que precisam ser neutralizados, aumentando a complexidade e o custo do processo (8;19).

A extração enzimática envolve o uso de enzimas, como celulases, para degradar compostos da parede celular e liberar a pectina. A ação enzimática acontece em condições mais brandas que as extrações ácidas e alcalinas e possui alta especificidade para a geração de fragmentos pécticos poliméricos, preservando melhor a estrutura da pectina e suas propriedades funcionais. Contudo, a extração enzimática pode ser dispendiosa devido ao elevado custo das enzimas e requer controle rigoroso das condições de extração (12; 20). A extração assistida por ultrassom utiliza ondas ultrassônicas para aumentar a eficiência da extração, facilitando a quebra das paredes celulares e reduzindo o tempo e a temperatura necessários. No entanto, este método requer equipamentos especializados e pode não ser adequado para todas as matérias-primas (13;21). De forma semelhante, a extração assistida por micro-ondas emprega radiação de micro-ondas para aquecer rapidamente a mistura, facilitando a liberação da pectina. Apesar de eficiente, este método também exige equipamento especializado e pode não ser ideal para todas as matérias-primas (14;22).

Após a extração e etapas de centrifugação/ filtração, o líquido resultante é submetido à etapa de precipitação, geralmente com álcool, ou podem-se usar outros solventes orgânicos para a separação da pectina. Finalmente, os solventes são evaporados para obter o produto de interesse.

## 2. BLENDAS DE PECTINAS

A mistura física realizada com dois ou mais polímeros é conhecida como blenda e o resultado pode gerar misturas miscíveis ou imiscíveis. A realização dessa mistura tem como intuito produzir materiais com propriedades diferentes quando em estado puro, assim, gerando novas aplicabilidades. As blendas possuem a vantagem de simples preparação e controle das propriedades físicas apenas com as alterações nas concentrações dos componentes (23).

A escolha para utilização de blendas pode ser explicada por normalmente o processo de obtenção de novos polímeros ser mais dispendioso do que a realização de misturas poliméricas (24).

A realização das blendas pode ser feita através de *casting*, que é uma mistura de polímeros utilizando um solvente comum, e posteriormente evaporando para obter filmes finos. A segunda forma de obtenção é utilizar os polímeros fundidos utilizando extrusoras, este método é bastante utilizado industrialmente (25).

Blendas de pectinas passaram a ser utilizadas como uma alternativa para a criação de eletrólitos, uma vez que sua matéria prima advém de fontes vegetais, logo se tornando uma troca mais sustentável para o meio ambiente ao invés de utilizar o petróleo. A blenda em questão é realizada com PVA (poli álcool vinílico) que apesar de ser um polímero sintético é biodegradável (26). Para que a blenda seja funcional como eletrólito também são adicionadas nanopartículas de grafeno para que haja o aumento na condutividade elétrica (27).

## 3. OLIGOSSACARIDEOS PECTÍNICOS

Os oligossacarídeos pectínicos são carboidratos formados por cadeias curtas de unidades de açúcar derivadas da pectina. Esses compostos são obtidos através da degradação controlada da pectina, utilizando métodos químicos, enzimáticos ou físicos. Quando a pectina é parcialmente hidrolisada, seja por métodos enzimáticos ou químicos, ela é quebrada em fragmentos menores chamados oligossacarídeos pectínicos (28).

A produção de oligossacarídeos derivados da pectina envolve a despolimerização da pectina purificada ou a hidrólise enzimática parcial das matérias-primas. Este processo transforma a pectina complexa em formas mais simples, como os oligossacarídeos pectínicos, que são menos complexos e heterogêneos em comparação com os compostos originais. Esses oligossacarídeos são explorados para diversas aplicações vitais, como inibidores do acúmulo de lipídeos hepáticos, antioxidantes, entre outras (29).

### 3.1 Hidrólise química e enzimática

A pectina pode ser degradada por hidrólise ácida ou enzimática. Os métodos ácidos são comumente usados em procedimentos analíticos; no entanto, resultados divergentes sugerem que estas técnicas ainda necessitam de melhorias significativas (30). A manutenção de condições fortemente ácidas por períodos prolongados pode resultar em uma taxa de destruição de GalA livre que excede a taxa de liberação do polímero (30). A hidrólise da pectina produz oligossacarídeos de pectina cuja composição varia consideravelmente, dependendo do método de extração, fonte, massa molar e grau de esterificação. Nesse cenário, a matéria-prima e o processo produtivo determinam as características estruturais e propriedades físico-químicas dos hidrolisados, bem como sua atividade fisiológica e aplicabilidade em formulações alimentícias (31).

A hidrólise ácida é um método econômico para produzir pectina de baixo peso molecular e com propriedades funcionais específicas que podem ser alcançadas com o auxílio da hidrólise controlada (32). Danji e Yadav (32) submeteram à pectina crítica a uma hidrólise ácida com ácido clorídrico (0,25 M; 70 °C) por 30 e 60 min. A hidrólise ácida reduziu significativamente o peso molecular e a viscosidade da pectina de uma maneira dependente do tempo (maior tempo, menor peso molecular), resultados que deram ao hidrolisado obtido melhor solubilidade, aumentando a gama de aplicações da pectina, pois poderá ser utilizado alterando minimamente as propriedades do produto. Moura et al. (31) hidrolisaram parcialmente a pectina obtida da casca do maracujá e determinaram sua massa molar e propriedades físico-químicas. A condições para hidrólise foi de HCl 0,25 N a 60 °C por 2, 3 ou 4 h. As pectinas parcialmente hidrolisadas revelaram menor massa molar do que a pectina não hidrolisada, com reduções adicionais à medida que o tempo de reação aumentava. A hidrólise ácida reduziu a capacidade de retenção de água e de ligação de cátions, mas aumentou a capacidade de absorção de gordura com duas horas de reação.

A modificação estrutural direcionada da pectina natural, que pode ocorrer em hidrólises ácidas modificando o grau de esterificação da pectina, é um processo conhecido como desesterificação, onde ocorre a diminuição do grau de esterificação, pela degradação das cadeias de açucares ramificados, podendo assim melhorar as limitações de pectinas de alto teor de esterificação, e ganhando assim uma gama mais ampla de perspectivas de aplicação (33). Zhang et al. (34) verificaram o efeito de métodos de degradação nas propriedades estruturais da pectina cítrica, comparando a degradação assistida por ácido, ácido com ultrassom e ultrassom. Os resultados indicaram que as pectinas degradadas com ácido (80 °C, 12 h), ácido assistido por ultrassom (25 °C, 2,5 h) e ultrassom (25 °C, 1,5 h) tiveram massa molecular equivalente. O comprimento das cadeias lineares das pectinas degradadas foi menor e a densidade das ramificações foi menor, em comparação com a da pectina original.

Outro método de hidrólise de pectinas são os métodos enzimáticos, onde as pectinases, um grupo diversificado de enzimas complexas, podem ser usadas para proporcionar diferentes tipos de quebras na estrutura da pectina nativa. Por exemplo, a poligalacturonase e a pectina liase degradam amostras de pectina em moléculas menores, como fragmentos de pectina, oligossacarídeos e monossacarídeos, enquanto a pectinesterase facilita a desesterificação da pectina (35). A modificação das características físicas e químicas das pectinas é voltada para a sua funcionalidade e propriedades. Particularmente, a pectina rica em domínios ramnogalacturonano-I, homogalacturonano de baixo peso molecular e pectina esterificada com baixo teor de metila exibiram propriedades prebióticas benéficas (35; 36; 37).

Características reológicas como viscosidade ou propriedades viscoelásticas dos sistemas mudam sutilmente dependendo da estrutura da pectina e das condições ambientais. Com isso Wu et al. (38) verificaram o efeito da desesterificação enzimática e da degradação da ramnogalacturonano-I da pectina com alto teor de metoxil nas propriedades do gel ácido-açúcar. A pectina desesterificada por pectina metil esterase ocasionou o melhoramento do grau de gel devido a diminuição do grau de esterificação e a diminuição de domínios da ramnogalacturonano-I. Mendéz et al. (39) também utilizaram a modificação enzimática de pectinas para a melhoria da qualidade de formação de gel. Neste trabalho, a pectina da casca de melancia foi modificada enzimaticamente utilizando diferentes tratamentos (desesterificação e/ou desramificação das cadeias laterais galacturônicas e arabinose, e desproteinização), e seu impacto no grau de esterificação, composição de monossacarídeos e alterações em suas propriedades

estruturais (linearidade e grau de ramificação) foram analisados. Os resultados mostraram que os géis de pectina mais fortes foram obtidos quando a desesterificação e a diminuição das ramificações foram combinadas para produzir pectina.

## 4. APLICAÇÕES DAS PECTINAS E DOS OLIGOSSACARÍDEOS PECTÍNICOS NA ÁREA DE ALIMENTOS

A pectina é um polissacarídeo atóxico, natural e versátil. Desde o início de sua produção comercial no início do século XX, ela tem desempenhado um papel relevante na indústria alimentícia. Além das funções reportadas anteriormente sob uma ótica industrial, aplicações de processamento e embalagem de alimentos, agente micro e nanoencapsulante, revestimento para frutas e vegetais frescos, além de emulsificante, são também encontradas na literatura (40). A pectina é utilizada em produtos alimentícios com base em suas propriedades estruturais e moleculares, como o grau de esterificação, o teor de ácido galacturônico e o peso molecular. A pectina de alto grau de esterificação é usada no processamento de geleias, compotas e marmeladas, enquanto a pectina de baixo grau de esterificação é empregada em geleias de baixa caloria e como estabilizante em produtos lácteos (41).

Estudos realizados recentemente mostram que a pectina ganhou papel importante nas formulações de embalagens para alimentos, especialmente ao interagir com diferentes polímeros. Filmes e revestimentos à base de pectinas são biodegradáveis e podem exibir propriedades antioxidantes e antimicrobianas, aos quais fornecem proteção e prolongam a qualidade e a vida útil do alimento (42). Guo et al. (43) formularam um filme ativo à base de pectinas e polifenóis da casca de melancia. Os autores aplicaram o filme à carne de carneiro resfriada e constataram que o filme retardou a deterioração da qualidade da carne.

A literatura também descreve o uso da pectina na tecnologia de encapsulamento, que tem como objetivo proteger compostos ativos de influências externas que possam acelerar sua degradação, mascarar sabores e odores indesejados, além de proporcionar uma liberação controlada dos compostos encapsulados (44). Zhou et al. (45) encapsularam vitamina E por coacervação complexa tendo como materiais de parede gelatina e pectina de alto ou baixo grau de esterificação. Os autores indicaram que as partículas exibiram excelente estabilidade térmica, resistência ao pH gástrico e liberação sustentável no intestino. Vancauwenberghe et al. (46) estudaram as células vegetais encapsuladas em géis de pectina, aos quais podem ser impressas em 3D com boa precisão e reprodutibilidade.

Pectinas também vêm sendo usadas com sucesso em blendas poliméricas, conforme reportado anteriormente. Além das blendas, também é possível utilizar aditivos nas matrizes poliméricas com o objetivo de melhorar ou adequar alguma propriedade específica. Esses aditivos podem ser classificados como plastificantes, reticulante, antimicrobianos e antioxidantes. A utilização desses componentes deve ser monitorada, pois está diretamente associada com a alteração nas propriedades mecânicas, propriedades de barreira e propriedades específicas.

Os oligossacarídeos são carboidratos formados por um número reduzido (3-10) de unidades de açúcares simples, conhecidos como monossacarídeos. Frutooligossacarídeos e galacto-oligossacarídeos são exemplos de oligossacarídeos disponíveis comercialmente (47). Contudo, nos últimos anos, a atenção tem se voltado para ingredientes prebióticos mais eficientes e econômicos, como os oligossacarídeos pectínicos. Os oligossacarídeos pectínicos geralmente não são digeríveis e oferecem diversos benefícios à saúde. Eles ajudam a impedir a aderência de microrganismos uropatogênicos, possuem efeitos antiobesidade, propriedades antibacterianas e antioxidantes (47).

Oligossacarídeos de pectina e pectinas, constituídos por ácido galacturônico (GalA), ramnose (Rha), arabinose (Ara) e galactose (Gal), têm sido utilizados como substratos prebióticos, pois esses compostos estimulam a atividade e o crescimento de bactérias benéficas do intestino (48). Os oligossacarídeos pectínicos puderam ser utilizados seletivamente pelos microrganismos intestinais e foram considerados como a melhor escolha para fatores prebióticos de segunda geração (49). Além disso, os oligossacarídeos possuem algumas aplicações vitais como inibidor da angiogênese, agente antibacteriano e inibidor da proliferação de células cancerosas (49).

## CONCLUSÃO

Artigos sobre pectina como aditivo alimentar (emulsificantes, espessantes, estabilizantes e gelificantes) cresceram significativamente desde 2018. Esses estudos associam as propriedades tecnológicas a características estruturais das pectinas que permitem diversos grupos funcionais e modificações.

Vários estudos destacam também a capacidade das pectinas de formar blendas mostrando que as blendas de pectina oferecem uma gama de vantagens funcionais e de qualidade na fabricação de alimentos permitindo a personalização e otimização de produtos, melhorando a textura, estabilidade e perfil nutricional, enquanto atendem às tendências de mercado por alimentos mais saudáveis e com melhor performance sensorial.

Além disso, muitos artigos relatam a importância dos oligossacarídeos pectínicos obtidos por hidrólise das pectinas para a saúde, como suas propriedades prebióticas que promovem a saúde intestinal, estimulando bactérias benéficas, e suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias que ajudam na prevenção de doenças crônicas. Os estudos comprovaram que uso de pectinas e oligossacarídeos pectínicos impulsiona a inovação na indústria alimentícia, permitindo o desenvolvimento de novos produtos funcionais e saudáveis e que pesquisas contínuas sobre suas propriedades abrem caminho para aplicações futuras ainda mais diversificadas.

## REFERÊNCIAS

1- Chandel, V., Biswas, D., Roy, S., Vaidya, D., Verma, A., & Gupta, A. Current advancements in pectin: Extraction, properties and multifunctional applications. *Foods*. 2022; *11*(17): 2683.

2- Zdunek, Artur; Pieczywek, Piotr M.; Cybulska, Justyna. The primary, secondary, and structures of higher levels of pectin polysaccharides. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2021;20: 1101-1117.

3- Seyfried, M., Soldera-Silva, A., Bovo, F., Stevan-Hancke, F. R., Maurer, J. B. B., & Zawadzki-Baggio, S. F. Pectinas de plantas medicinais: características estruturais e atividades imunomoduladoras. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*. 2016; *18*(1): 201-214.

4- Liu, Zaizhi et al. Development of Brönsted acidic ionic liquid based microwave assisted method for simultaneous extraction of pectin and naringin from pomelo peels. Separation and Purification Technology. 2017;172: 326-337, 2017.

5- Freitas, C. M. P., Coimbra, J. S. R., Souza, V. G. L., & Sousa, R. C. S. Structure and applications of pectin in food, biomedical, and pharmaceutical industry: A review. *Coatings*. 2021;*11*(8):922.
6- Markets and Markets Pectin Market. Available online. 2024 [acesso em 2024 junho 04]. Disponível eim: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/pectin-market-13129149.html

7- BEUKEMA, Martin; FAAS, Marijke M.; DE VOS, Paul. The effects of different dietary fiber pectin structures on the gastrointestinal immune barrier: impact via gut microbiota and direct effects on immune cells. Experimental & Molecular Medicine. 2020;52: 1364-1376.

8- Cui, J., Zhao, C., Feng, L., Han, Y., Du, H., Xiao, H., & Zheng, J. Pectins from fruits: Relationships between extraction methods, structural characteristics, and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*. 2021;*110*: 39-54.

9- Kumar, S., Konwar, J., Purkayastha, M. D., Kalita, S., Mukherjee, A., & Dutta, J. (2023). Current progress in valorization of food processing waste and by-products for pectin extraction. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2023; *239*:124332.

10- Guo, M., Xu, K., Yee, J., Dutcher, J. R., Martinez, M. M., & Roman, L. Comparative rheology and antioxidant potential of high-methoxyl sugar acid gels of unrefined powder and acid-extracted pectin from two hawthorn (Crataegus pinnatifida) fruit cultivars. *LWT*. 2024:116331.

11- Cui, J., Ren, W., Zhao, C., Gao, W., Tian, G., Bao, Y., ... & Zheng, J. The structure–property relationships of acid-and alkali-extracted grapefruit peel pectins. *Carbohydrate polymers*. 2020; *229*: 115524.

12- Wu, D., Chen, S., Ye, X., Zheng, X., Ahmadi, S., Hu, W., ... & Chen, J. Enzyme-extracted raspberry pectin exhibits a high-branched structure and enhanced anti-inflammatory properties than hot acid-extracted pectin. *Food Chemistry*. 2022;*383*: 132387.

13- Girón-Hernández, J., Pazmino, M., Barrios-Rodríguez, Y. F., Turo, C. T., Wills, C., Cucinotta, F., ... & Gentile, P. Exploring the effect of utilising organic acid solutions in ultrasound-assisted extraction of pectin from apple pomace, and its potential for biomedical purposes. *Heliyon*. 2023;*9*(7).

14- Tran, N. T. K., Nguyen, V. B., Van Tran, T., & Nguyen, T. T. T. Microwave-assisted extraction of pectin from jackfruit rags: Optimization, physicochemical properties and antibacterial activities. *Food Chemistry*. 2023; *418*:135807.

15- Canteri, M. H., Moreno, L., Wosiacki, G., & Scheer, A. D. P. Pectina: da matéria-prima ao produto final. *Polímeros*. 2012; *22*: 149-157.

16- Cho, E. H., Jung, H. T., Lee, B. H., Kim, H. S., Rhee, J. K., & Yoo, S. H. Green process development for apple-peel pectin production by organic acid extraction. *Carbohydrate polymers*. 2019;*204*:97-103.

17- Lepilova, O., Aleeva, S., Koksharov, S., & Lepilova, E. Supramolecular structure of banana peel pectin and its transformations during extraction by acidic methods. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2023; *242*:124616.

18- Liu, D., Xia, W., Liu, J., Wang, X., & Xue, J. Ultrasound-assisted alkali extraction of RG-I enriched pectin from thinned young apples: Structural characterization and gelling properties. *Food Hydrocolloids*. 2024;*151*:109879.

19- Baghdadi, F., Nayebzadeh, K., Aminifar, M., & Mortazavian, A. M. Pectin purification from plant materials. *Macromolecular Research*. 2023;*31*(8): 753-770.

20- Milošević, M. M., & Antov, M. G. Pectin from butternut squash (Cucurbita moschata)–The effect of enzyme-assisted extractions on fiber characteristics and properties. *Food Hydrocolloids*. 2022; *123*:107201.

21- Deng, R. X., Zheng, Y. Y., Liu, D. J., Liu, J. Y., Zhang, M. N., Xi, G. Y., ... & Liu, P. The effect of ultrasonic power on the physicochemical properties and antioxidant activities of frosted figs pectin. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2024;*106*:106883.

22- Turan, O., Isci, A., Yılmaz, M. S., Tolun, A., & Sakiyan, O. Microwave-assisted extraction of pectin from orange peel using deep eutectic solvents. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. 2024;*37*:101352.

23- de Amorim, A. M. (2004). *Estudo da miscibilidade de blendas de poli (óxido de etileno) e poli (succinato de etileno)* [ Doctoral dissertation ]. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. Programa de Pós-Graduação em Química; 2004.

24- Bona, J. C. D. Preparação e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de blendas de amido com polietileno. 2007.

25- Luna, C. B. B., da Silva, D. F., Basílio, S. K. T., Araújo, E. M., da Silva, A. L., & Bezerra, A. F. C. Desenvolvimento de blendas poliméricas visando a tenacificação dos polímeros: uma revisão. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*. 2015; *36*(1): 67-80.

26- Mazuki, N. F., Fuzlin, A. F., Saadiah, M. A., & Samsudin, A. S. An investigation on the abnormal trend of the conductivity properties of CMC/PVA-doped NH 4 Cl-based solid biopolymer electrolyte system. *Ionics*. 2019;*25*: 2657-2667.

27- Majumdar, S., Sen, P., & Ray, R. Graphene oxide induced high dielectricity in CS/PMMA solid polymer electrolytes and the enhanced specific capacitance with Ag decorated MnCoFeO4 nanoparticles anchored graphene sheets in hybrid solid-state supercapacitors. *Materials Research Bulletin*. 2022;*151*: 111814.

28- PASARIN, Diana et al. Characterization of pectin oligosaccharides obtained from citrus peel pectin. Fermentation. 2023; 9:312.

29- Satapathy, Sonali, et al. Biochemical prospects of various microbial pectinase and pectin: an approachable concept in pharmaceutical bioprocessing. *Frontiers in Nutrition*. 2020, 7: 117.

30- Locatelli, G. O., Finkler, L., & Finkler, C. L. Comparison of acid and enzymatic hydrolysis of pectin, as inexpensive source to cell growth of Cupriavidus necator. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2019;*91*:20180333.

31- de Moura, F. A., Macagnan, F. T., de Oliveira Petkowicz, C. L., & da Silva, L. P. Partially hydrolyzed pectin extracted from passion fruit peel: Molar mass and physicochemical properties. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. 2020;*21*:100206.

32- Dangi, N., & Yadav, B. S. Characterization of partial acid hydrolysates of citrus pectin for their pasting, rheological and thermal properties. *Journal of Food Science and technology*. 2020; *57*:2681-2692.

33- Li, R., Fan, H., Li, B., Ge, J., Zhang, Y., Xu, X., ... & Liu, F. Comparison on emulsifying and emulgelling properties of low methoxyl pectin with varied degree of methoxylation from different de-esterification methods. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2024;*263*;130432.

34- Zhang, L., Zhang, X., Liu, D., Ding, T., & Ye, X. (2015). Effect of degradation methods on the structural properties of citrus pectin. *LWT-Food Science and Technology*. 2015;*61*(2):630-637.

35- Wang, Y., Liu, J., Long, Y., Yao, H., Schols, H. A., de Vos, P., ... & Tian, L.Enzymatic modification of pomelo pectins for shaping the gut microbiota to a healthy pattern. *Food Hydrocolloids*. 2024;*152*:109939.

36- Manthei, A., Elez-Martínez, P., Soliva-Fortuny, R., & Murciano-Martínez, P. Prebiotic potential of pectin and cello-oligosaccharides from apple bagasse and orange peel produced by high-pressure homogenization and enzymatic hydrolysis. *Food Chemistry*. 2024;*435*:137583.

37- Zhao, Y., Bi, J., Yi, J., Wu, X., Ma, Y., & Li, R. Pectin and homogalacturonan with small molecular mass modulate microbial community and generate high SCFAs via in vitro gut fermentation. *Carbohydrate Polymers*. 2021; *269*:118326.

38- Wu, C. L., Liu, Z. W., Liao, J. S., & Qi, J. R. Effect of enzymatic de-esterification and RG-I degradation of high methoxyl pectin (HMP) on sugar-acid gel properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2024; *265*:130724.

39- Méndez, D. A., Martínez-Abad, A., Martínez-Sanz, M., López-Rubio, A., & Fabra, M. J. Tailoring structural, rheological and gelling properties of watermelon rind pectin by enzymatic treatments. *Food Hydrocolloids*. 2023;*135*:108119.

40- Roman-Benn, A., Contador, C. A., Li, M. W., Lam, H. M., Ah-Hen, K., Ulloa, P. E., & Ravanal, M. C. Pectin: An overview of sources, extraction and applications in food products, biomedical, pharmaceutical and environmental issues. *Food Chemistry Advances*. 2023;*2*:100192.

41- Singhal, S., & Hulle, N. R. S. Citrus pectins: Structural properties, extraction methods, modifications and applications in food systems–A review. *Applied food research*. 2022*;*(2): 100215.

42- Roy, S., Priyadarshi, R., Łopusiewicz, Ł., Biswas, D., Chandel, V., & Rhim, J. W. Recent progress in pectin extraction, characterization, and pectin-based films for active food packaging applications: A review. *International journal of biological macromolecules*. 2023; *239*:124248.

43- Guo, Z., Wu, S., Lin, J., Zheng, H., Lei, H., Yu, Q., & Jiang, W. Active film preparation using pectin and polyphenols of watermelon peel and its applications for super-chilled storage of chilled mutton. *Food Chemistry*. 2023; *417*:135838.

44- Rehman, A., Ahmad, T., Aadil, R. M., Spotti, M. J., Bakry, A. M., Khan, I. M., ... & Tong, Q. Pectin polymers as wall materials for the nano-encapsulation of bioactive compounds. *Trends in Food Science & Technology*. 2019; *90*: 35-46.

45- Zhou, X., Feng, X., Qi, W., Zhang, J., & Chen, L. Microencapsulation of vitamin E by gelatin-high/low methoxy pectin complex coacervates: Effect of pH, pectin type, and protein/polysaccharide ratio. *Food Hydrocolloids*. 2024; *151*:109794.

46- Vancauwenberghe, V., Mbong, V. B. M., Vanstreels, E., Verboven, P., Lammertyn, J., & Nicolai, B. 3D printing of plant tissue for innovative food manufacturing: Encapsulation of alive plant cells into pectin based bio-ink. *Journal of Food Engineering*. 2019; *263*: 454-464.

47- AWASTHI, Mukesh Kumar et al. Emerging trends of microbial technology for the production of oligosaccharides from biowaste and their potential application as prebiotic. International Journal of Food Microbiology. 2022; 368,109610.

48- Chandel, V., Biswas, D., Roy, S., Vaidya, D., Verma, A., & Gupta, A. Current advancements in pectin: extraction, properties and multifunctional applications. *Foods*. 2022;*11*(17): 2683.

49- Zheng, L., Xu, Y., Li, Q., & Zhu, B. Pectinolytic lyases: a comprehensive review of sources, category, property, structure, and catalytic mechanism of pectate lyases and pectin lyases. *Bioresources and Bioprocessing*. 2021; *8*:1-13.

**Capítulo 29**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-29**

# DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX) EM SUCOS INDUSTRIALIZADOS INTEGRAIS DE UVA

**Anna Clara da Silva Torres Anaisse*; Francyelle Castelo Branco Silva; João Pedro Sousa de Sá; Ana Luisa Pires Tavares; Rikelme da Silva Rocha; Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão; Marilene Magalhães de Brito.**

**Email: ana_anaisse@hotmail.com*

**Resumo:** A uva é reconhecida por seus compostos bioativos, especialmente flavonoides, que possuem alta capacidade antioxidante, contribuindo para a prevenção de doenças crônicas. O grau Brix (°Brix), que mede a porcentagem de sólidos solúveis em uma solução, é um parâmetro crucial para avaliar a qualidade dos sucos de uva. A legislação brasileira exige um teor mínimo de sólidos solúveis de 14 °Brix para sucos de uva integrais. Este estudo teve como objetivo avaliar o teor de sólidos solúveis em sucos de uva integrais disponíveis no mercado de Teresina-PI. Foram analisadas cinco marcas diferentes utilizando refratometria a 20°, e os resultados foram comparados às exigências legais. As análises revelaram variações significativas nos teores de sólidos solúveis, com valores de 13,9°Brix, 15,1°Brix e 17°Brix. Esses resultados indicam diferentes níveis de doçura, sendo essenciais para avaliar a qualidade do suco e garantir a satisfação do consumidor. A análise de sólidos solúveis é, portanto, uma ferramenta valiosa para assegurar a qualidade dos sucos de uva integrais, refletindo a maturação das uvas e a consistência do processo de produção.

**Palavras–chave:** Uva; Grau brix; Sólidos solúveis; Suco integral;

**Abstract:** Grapes are recognized for their bioactive compounds, especially flavonoids, which have high antioxidant capacity, contributing to the prevention of chronic diseases. The Brix degree (°Brix), which measures the percentage of soluble solids in a solution, is a crucial parameter for evaluating the quality of grape juices. Brazilian legislation requires a minimum soluble solids content of 14 °Brix for whole grape juices. This study aimed to evaluate the soluble solids content in whole grape juices available on the Teresina-PI market. Five different brands were analyzed using refractometry at 20°, and the results were compared to legal requirements. The analyzes revealed significant variations in soluble solids content, with values of 13.9°Brix, 15.1°Brix and 17°Brix. These results indicate different levels of sweetness, being essential to evaluate the quality of the juice and guarantee consumer satisfaction. Soluble solids analysis is, therefore, a valuable tool to ensure the quality of whole grape juices, reflecting the ripeness of the grapes and the consistency of the production process.

**Keywords:** Grape; Brix degree; Soluble solids; Whole juice;

## INTRODUÇÃO

A uva é amplamente reconhecida como uma excelente fonte de vitaminas e minerais, sendo um dos melhores agentes naturais para a prevenção de doenças (1). Seus compostos bioativos, especialmente os flavonoides, possuem alta capacidade antioxidante, reduzindo os radicais livres e protegendo contra o estresse oxidativo e doenças crônicas (2). O consumo da fruta e de seus derivados contribui significativamente para uma melhor qualidade de vida. As antocianinas (delfinidina, cianidina, petunidina, peonidina, malvidina) são as principais responsáveis pela cor, um atributo crucial para a aceitação do suco (3).

No Brasil, os sucos de uva têm grande importância devido ao volume comercializado. Segundo Fongaro et al. (2016) (4), a produção de sucos de uva no país está em expansão significativa. Dados da Associação Brasileira de Vitivinicultura (5) mostram que a produção de sucos no Rio Grande do Sul aumentou de quase 28 milhões de litros em 2005 para quase 88 milhões de litros em 2015, triplicando em uma década. Com esse aumento, as vendas de sucos cresceram ainda mais expressivamente, passando de quase 38 milhões de litros em 2005 para mais de 150 milhões de litros em 2015, quase quadruplicando no mesmo período.

Esses dados ressaltam a relevância do setor vitivinícola no mercado nacional, com ênfase nos sucos de uva, e fornecem base para novos investimentos no setor, que devem levar em conta a análise de mercado para garantir o sucesso da atividade. Dessa, forma, o suco de uva é um produto com grande potencial no mercado brasileiro, especialmente o suco de uva integral (6).

Para o controle de qualidade dos sucos de uva, é fundamental determinar o pH, a acidez total titulável, o teor de sólidos solúveis totais, a densidade, entre outros parâmetros. A legislação brasileira estabelece um mínimo de 14 ºBrix para os sólidos solúveis (7) Segundo Bender et al. (2019) (8), a qualidade do suco está diretamente ligada às condições de sua elaboração.

O grau BRIX (°BRIX) ou teor de BRIX é a porcentagem de sólidos solúveis presentes em uma solução (9). Trata-se de uma escala numérica de um índice de refração de uma solução, sendo comumente utilizada na indústria de alimentos para mensurar os teores aproximados de açúcares em: frutas, sucos de fruta, vinhos bem como em outras soluções (10). Segundo exigências legais, é proibida a adição de aromas sintéticos e corantes ao suco, que deve apresentar coloração vinho, rosada ou translúcida, teor mínimo de sólidos solúveis exigida pela legislação, acidez total mínima de 410 mg/100g e um máximo de 20% de açúcares totais naturais· (11,12).

O suco integral deve manter as características organolépticas distintivas da fruta de origem. Seu sabor deve ser predominantemente doce, mas sem exageros, mantendo um equilíbrio harmonioso com sua acidez. Uma das qualidades mais valorizadas é justamente esse equilíbrio entre o doce e o ácido. No paladar, não deve haver presença de sabores indesejáveis, como gosto de cozido, mofo ou qualquer outro sabor desagradável (13).

Nesse contexto, visando analisar a qualidade de uma bebida atrativa para o consumidor, o presente estudo objetivou-se avaliar determinar os teores de sólidos solúveis totais em sucos de uva integrais disponíveis no mercado local de Teresina-PI.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os sucos de uva integrais de cinco marcas diferentes foram adquiridos em um mercado local de Teresina-PI. Para as análises, os sucos foram identificados de 1 a 5 e divididos em beckeres de 50 (cinquenta) mL (Figura 1).

A seguir, foram levados ao Laboratório de Bromatologia do Centro Universitário Maurício de Nassau – Uninassau, para realização de análises.

O teor de sólidos solúveis (°BRIX), foi determinado por meio do método de refratometria a 20°, utilizando um refratômetro digital modelo RHB-32, e pipetas pasteur descartáveis. Desse modo, as análises foram executadas em triplicata e organizadas em tabela utilizando o programa Excel *for Windows* versão 2406 (Microsoft) e as médias foram comparadas às exigências da Portaria nº 43, de 18 de maio de 2016, República Federativa do Brasil (11).




Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 1: Amostras de sucos de uva integrais, Teresina-PI, 2024.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Brix é uma escala numérica que mede a quantidade de sólidos solúveis em uma solução de sacarose. A Portaria nº 43, de 18 de maio de 2016 (11) descreve parâmetros analíticos para sucos de uva, sendo o teor mínimo de sólidos solúveis de 14 °Brix, acidez total mínima de 410 mg/100g e um máximo de 20% de açúcares totais naturais, deixando os sucos deste ensaio dentro do definido pela legislação.

Os resultados da verificação dos sólidos solúveis (°BRIX) dos sucos de uva integrais analisados estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1**: Determinação do de sólidos solúveis (°BRIX) em sucos industrializados integrais de uva de diferentes marcas, Teresina-PI, 2024.

| | **°BRIX** |
|---|---|

| **Marcas** | Média | Valor de referência |
|---|---|---|
| **1** | 13,9 | |
| **2** | 13,9 | |
| **3** | 13,86 | 14 – 17 °BRIX |
| **4** | 15,13 | |
| **5** | 17 | |

Fonte: Dados da Pesquisa, 2024.

A análise de sólidos solúveis (°Brix) revelou variações consideráveis na concentração de açúcares entre as diferentes marcas. Os valores obtidos foram 13,9°Brix, 15,1°Brix e 17°Brix, indicando diferentes níveis de doçura nos sucos analisados. O valor de 13,9°Brix representa uma concentração razoável de açúcares, enquanto o valor de 15,1°Brix está associado a uma doçura mais evidente. Já o valor mais alto, 17°Brix, aponta uma alta concentração de açúcares, resultando em um suco consideravelmente mais doce. Estes resultados são essenciais para avaliar a qualidade do suco, a maturação das uvas utilizadas e garantir a consistência do produto final, aspectos que influenciam diretamente a preferência e satisfação do consumidor.

Em estudo sobre a composição físico-química de sucos de uva, os resultados de sólidos solúveis variaram entre 8,2 ºBrix e 15,6 ºBrix, apresentando uma variação bem maior do que a observada neste estudo (10). Já em um estudo com dez amostras de suco de uva integral, observou-se um valor médio de 11,79 ºBrix, sendo que apenas uma das amostras apresentou valor superior a 14,0 ºBrix. Esse resultado foi associado ao ponto de maturação das uvas (11).

A uva é uma fruta energética com alto teor de açucarares. De acordo com a legislação vigente (7), o suco integral é obtido da uva por meio de processos tecnológicos adequados, sem adição de açúcares e na sua constituição natural, dessa forma a diferença no teor de sólidos solúveis observados nas amostras estão associados a doçura das uvas usadas na produção dos sucos.

Em estudo publicado em 2016 onde foram realizadas análises físico-químicas em sucos integrais produzidos com uvas tintas, duas amostras apresentaram resultados insatisfatórios, pois os valores ficaram abaixo do estabelecido pela legislação brasileira, em que o limite mínimo é de 14º Brix. (14)

Destaca-se que bebidas embaladas e prontas para o consumo como os sucos integrais industrializados oferecem grandes vantagens para o consumidor em termos de praticidade, sendo de suma importância que essas bebidas estejam de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que a análise de sólidos solúveis (°Brix) revelou variações significativas na concentração de açúcares entre as diferentes marcas, com valores que variaram de 13,9°Brix a 17°Brix. Dessa forma, esses resultados apontam que enquanto alguns sucos apresentaram uma concentração moderada de açúcares, outros se mostraram significativamente mais doces.

A conformidade com a Portaria nº 43, de 18 de maio de 2016, que estabelece um teor mínimo de sólidos solúveis de 14 °Brix, foi atendida por quase todas as amostras, exceto uma, que ficou parcialmente abaixo do exigido. Esta análise é essencial para garantir a qualidade do produto final, uma vez que sucos com teores adequados de °Brix são indicativos de frutas bem maduras e de um processo de produção adequado.

Desta forma, conclui-se que a análise de sólidos solúveis é uma ferramenta valiosa para avaliar a qualidade dos sucos de uva integrais, permitindo melhorias frequentes no controle de qualidade e na satisfação do consumidor.

## AGRADECIMENTOS

Gratidão à nossa professora Marilene Magalhães, por todo apoio e incentivo na produção de trabalhos acadêmicos focando no nosso crescimento profissional e pessoal.
Obrigada aos funcionários do Centro Universitário Maurício de Nassau – Campus Redenção que atuam nos laboratórios por sempre estarem disponíveis e acessíveis ao atendimento de todas as demandas.
Ao Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU por ter proporcionado as condições para a realização deste trabalho concedendo espaço físico para uso sendo estes o Laboratório de Bromatologia de Alimentos, reiterando ainda nossa gratidão ao evento que por meio desta publicação fomentou o acréscimo de aprendizado e conhecimento a todos os envolvidos.

## REFERÊNCIAS

1. Shayanfar S, Bodbodak S. Effect of different physicochemical de-tartration methods on red grape juice quality. Journal of Food Science and Technology. 2014 Dec 15;51(12):4084–9.

2. Zhou DD, Li J, Xiong RG, Saimaiti A, Huang SY, Wu SX, et al. Bioactive Compounds, Health Benefits and Food Applications of Grape. Foods. 2022 Sep 7;11(18):2755.

3. Pasvanka K, Tzachristas A, Proestos C. 9 - Quality Tools in Wine Traceability and Authenticity [Internet]. Grumezescu AM, Holban AM, editors. ScienceDirect. Academic Press; 2019. p. 289–334. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128166819000096?via%3Dihub

4. Fongaro, C.; Cavagnolli, N. I.; Spada, P. K. W. D. S. Evaluation of physicochemical parameters of grape juices produced in the Serra Gaúcha. In: 39th World Congress of Vine and Wine. Anais...Bento Gonçalves, 2016.

5. UVIBRA – União Brasileira de Vitivinicultura. Produção de Uvas, Elaboração de Vinhos e derivados. Acesso em 10 de Agosto de 2024.

6. Wurz D, Zeni J, Guerra CC, Stefanello FS. Panorama da comercialização de suco de uva no Brasil [Internet]. ResearchGate; 2017. Acesso em 16 de Agosto de 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Douglas-Wurz/publication/322533593_Panorama_da_comercializacao_de_suco_de_uva_no_Brasil/links/5a65b2660f7e9b6b8fdc9c09/Panorama-da-comercializacao-de-suco-de-uva-no-Brasil.pdf

7. BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria n. 55, de 27 de julho de 2004. Normas referentes à complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho. JusBrasil, 27 jul. 2004.

8. Bender, A.; Souza, A. K.; Caliari, V.; Malgarim, M.; Camargo, S. Qualidade do suco de uva da variedade Concord Clone 30 elaborado com novo sistema de extração. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 13, n. 2, p. 2897-2913, 2019.

9. Silva DM da, Martins MB, Nascimento ALS, Moraes M da S, Santos LB dos. Estudo do Processo de Concentradores de Sólidos (BRIX). GTS - Gestão, Tecnologia e Sustentabilidade [Internet]. 2018 Jun 25 [acesso em 2024 Jul 09];1(1). Disponível em: https://www.faengrv.com.br/gts/index.php/revistagts/article/view/15

10. Elias W de C. Estudo da automação e controle do grau BRIX das dornas de fermentação de uma destilaria. educapescapesgovbr [Internet]. 2020 Nov 9; Acesso em 09 de Julho de 2024. Disponível em: https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/671419?mode=full

11. PORTARIA No 43 , DE 18 DE MAIO DE 2016 [Internet]. Ministério da Agricultura e Pecuária. 2016 Acesso em 12 de Julho de 2024. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/2015-2017/portaria-no-43-de-18-de-maio-de-2016

12. INSTRUÇÃO NORMATIVA N°14, DE 08 DE FEVEREIRO DE 2018 [Internet]. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2018. Complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 2018. Acesso em 12 de Julho de 2024. Disponível em: https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202008/17121016-instrucao-normativa-14-de-2018-piqs-vinhos-e-derivados-da-uva-e-do-vinho.pdf

13. Rizzon, LA.; Meneguzzo, J. Suco de Uva. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 45 p

14. Vargas, P. & Hoelzel, S. & Rosa, Claudia. (2008). Determinação do teor de polifenóis totais e atividade antioxidante em sucos de uva comerciais. Alimentos e Nutrição. 19.

**Capítulo 30**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-30**

# A UTILIZAÇÃO DE PROBIÓTICOS NA MODULAÇÃO DA MICROBIOTA INTESTINAL PODE SER EFICAZ NO TRATAMENTO ADJUVANTE DA DEPRESSÃO?

**Laís Lima de Castro Abreu*(ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6909-6774); Gildelânia da Silva Carvalho(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4434-7060); Sabrina Barros de Sousa(ORCID: https://orcid.org/0009-0008-2439-7045; Andrea Gomes Santana de Melo(ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6536-2254); Joyce Lopes Macedo(ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-9980-3388); Luis Eduardo de Sousa Ribeiro(ORCID: https://orcid.org/ 0009-0005-3667-5661); Maria do Carmo de Carvalho e Martins (ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-9107-2485)**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: lais.castro123@ufpi.edu.br*

O presente trabalho teve como objetivo reunir estudos que evidenciem os principais efeitos do uso de probióticos como terapia adjuvante na redução da sintomatologia da depressão. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, norteada pela pergunta: "A suplementação com probióticos pode ser uma alternativa como tratamento adjuvante da depressão diminuindo seus sinais e sintomas?''. A seleção dos estudos foi realizada durante os meses de agosto e setembro de 2022, nas bases de dados: PubMed, Cochrane Library e Embase via portal Periódico Capes. A ingestão diária de probióticos reduziu os sintomas depressivos sendo mais pronunciada quando *Bifidobacterium* e os aglomerados de *Atopobium* do filo *Actinobacteria* foram mantidos em contagens mais altas. Participantes que receberam o probiótico multiespécies (*Bifidobacterium bifidum* W23, *Bifidobacterium lactis* W52, *Lactobacillus acidophilus* W37, *Lactobacillus brevis* W63, *Lactobacillus casei* W56, *Lactobacillus salivarius* S24 e *Lactococcus lactis* -S19 e S58) por 4 semanas mostraram uma reatividade cognitiva geral significativamente reduzida ao humor triste, explicada pela redução da ruminação e pensamentos agressivos quando comparados ao grupo placebo. Conclui-se, diante as evidências vistas no estudo realizado, que o uso de probióticos causa uma melhora positiva no tratamento adjuvante da depressão, proporcionando uma melhora no quadro da doença, de modo que as cepas *Bifidobacterium, Lactobacilos, Lactococcus* e *Ruminococcus* são as mais relatadas na literatura com efeitos notórios na modulação do eixo-intestino-cérebro.

**Palavras-Chave:** Probióticos; Depressão; Microbiota intestinal; Eixo-intestino-cerébro.

## INTRODUÇÃO

A depressão é uma doença crônica não transmissível (DCNT) que acomete cada vez mais pessoas no mundo, e que é caracterizada por sintomas de tristeza profunda, cansaço excessivo, perda de interesse em atividades simples do dia-a-dia, como trabalhar, estudar e realizar atividades física, sem que em casos mais graves, a depressão cursa com ideias de morte, que podem levar a tentativas ou mesmo ao suicídio[1]. Trata-se de

problema que, segundo estimativas da Organização Mundial da Saúde[2] afeta mais de 300 milhões de pessoas no mundo, o que corresponde a aproximadamente 4,4% da população mundial. Dados do último mapeamento sobre a doença realizado pela OMS apontam que 5,8% da população brasileira sofre de depressão, o equivalente a 11,7 milhões de brasileiros. Em seguida, aparecem Cuba (5,5%), Barbados (5,4%), Paraguai (5,2%), Bahamas (5,2%), Uruguai (5%) e Chile (5%). A nível continental, o Brasil aparece atrás apenas dos Estados Unidos, onde segundo a OMS, 5,9% da população sofre de transtornos de depressão.

O Manual de Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5) classifica a depressão por sintomas específicos em: 1. Transtorno depressivo maior (também chamado de depressão maior); 2. Transtorno depressivo persistente (distimia); e 3. Outro transtorno depressivo específico ou inespecífico. A depressão pode ainda ser classificada segundo a etiologia em: Transtorno disfórico pré-menstrual; Transtorno depressivo decorrente de outra condição médica; e Transtorno depressivo induzido por substância/medicação[3].

De acordo com o DSM-5, a depressão maior (DM) é o tipo mais comum de transtorno depressivo, sendo caracterizada por sintomas que variam de acordo com cada caso, mas que envolvem sensação de vazio, falta de interesse pelas pessoas, falta de interesse pelas atividades do dia a dia, tristeza intensa sem motivo aparente e insônia[3]. Para um diagnóstico mais preciso é necessário que estejam presentes pelo menos cinco sintomas em conjunto, durante período mínimo de duas semanas seguidas, e dois dos sintomas presentes consistem, obrigatoriamente, na falta de interesse em fazer atividades que antes eram motivo de alegria e no humor deprimido[4].

A comunicação entre microbiota intestinal e sistema nervoso central pode envolver diferentes alterações em processos fisiológicos que envolvem vias humorais, neurais e inflamatórias([5]. Depressão e ansiedade são, frequentemente, acompanhadas por mudanças na motilidade colônica, o que altera a composição e estabilidade da microbiota intestinal, bem como a morfologia função do cólon. Os distúrbios relacionados ao estresse também podem alterar a barreira intestinal aumentando sua permeabilidade, o que poderia permitir uma resposta pró-inflamatória impulsionada pela microbiota por meio da translocação de certos produtos bacterianos presentes no lúmen intestinal[6].

Os probióticos são definidos como micro-organismos vivos que, quando consumidos em quantidades adequadas conferem benefícios a saúde[7], e aqueles micro-organismos vivos que consumidos de forma correta que produzem benefícios a saúde em paciente com doenças psiquiátricas são denominados psicobióticos[5].

Não foram encontrados protocolos estabelecidos já publicados que tratem sobre a administração de probióticos em pessoas clinicamente deprimidas, mas estudos utilizando modelos animais demonstraram boa perspectiva futura como recurso auxiliar para o tratamento de pessoas com depressão[5,8], tendo em vista que seu uso possui efeito positivo no humor e na ansiedade de indivíduos saudáveis, podendo oferecer uma nova abordagem de terapia adjunta em transtornos psiquiátricos[9].

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo descrever, por meio de revisão integrativa da literatura, estudos que evidenciem os principais efeitos do uso de probióticos como terapia adjuvante na redução de sintomas da depressão.

## METODOLOGIA

Este estudo consiste em uma revisão integrativa da literatura realizado considerando as etapas descritas por Souza, Silva e Carvalho[10], visando manter o vigor

científico e metodológico, sendo as etapas: elaboração da pergunta norteadora; busca ou amostragem na literatura; coleta de dados; análise crítica dos estudos incluídos; discussão dos resultados e apresentação da revisão integrativa. Foi elaborada a seguinte pergunta norteadora: A suplementação com probióticos pode ser uma alternativa como tratamento adjuvante da depressão para diminuir seus sinais e sintomas?

A seleção dos estudos foi realizada durante os meses de agosto e setembro de 2022, sem restrição de período de publicação e idioma, nas bases de dados: PubMed, Cochrane Library e Embase, via portal Periódico Capes. Para cada bases de dados foi elaborada uma estratégia de busca individualizada que está apresentada no Quadro 1.

**Quadro 1** - Estratégia de busca individualizada para cada base de dados

| | |
|---|---|
| **PubMed** | (("Depression"[Mesh] OR (Depressive Symptoms) OR (Depressive Symptom) OR (Symptom, Depressive) OR (Symptoms, Depressive) OR (Emotional Depression) OR (Depression, Emotional)) AND ("Probiotics"[Mesh] OR (Probiotic))) AND ("Gastrointestinal Microbiome"[Mesh] OR (Gastrointestinal Microbiomes) OR (Microbiome, Gastrointestinal) OR (Gut Microbiome) OR (Gut Microbiomes) OR (Microbiome, Gut) OR (Gut Microflora) OR (Microflora, Gut) OR (Gut Microbiota) OR (Gut Microbiotas) OR (Microbiota, Gut) OR (Gastrointestinal Flora) OR (Flora, Gastrointestinal) OR (Gut Flora) OR (Flora, Gut) OR (Gastrointestinal Microbiota) OR (Gastrointestinal Microbiotas) OR (Microbiota, Gastrointestinal) OR (Gastrointestinal Microbial Community) OR (Gastrointestinal Microbial Communities) OR (Microbial Community, Gastrointestinal) OR (Gastrointestinal Microflora) OR (Microflora, Gastrointestinal) OR (Gastric Microbiome) OR (Gastric Microbiomes) OR (Microbiome, Gastric) OR (Intestinal Microbiome) OR (Intestinal Microbiomes) OR (Microbiome, Intestinal) OR (Intestinal Microbiota) OR (Intestinal Microbiotas) OR (Microbiota, Intestinal) OR (Intestinal Microflora) OR (Microflora, Intestinal) OR (Intestinal Flora) OR (Flora, Intestinal) OR (Enteric Bacteria) OR (Bacteria, Enteric)) |
| **Cochrane Library** | **#1** MeSH descriptor: [Depression] explode all trees<br>**#2** (depression):ti,ab,kw<br>**#3** MeSH descriptor: [Probiotics] explode all trees<br>**#4** (probiotics):ti,ab,kw<br>**#5** MeSH descriptor: [Gastrointestinal Microbiome] explode all trees<br>**#6** (Gastrointestinal Microbiomes):ti,ab,kw<br>**#7** (Gut Microflora):ti,ab,kw<br>**#8** (colon flora):ti,ab,kw<br>**#9** (Gut Microbiota):ti,ab,kw<br>**#10** (Gastrointestinal Flora):ti,ab,kw<br>**#11** (Gut Flora):ti,ab,kw<br>**#12** (Gastrointestinal Microbiota):ti,ab,kw<br>**#13** (Intestinal Flora):ti,ab,kw<br>**#14** #1 OR #2<br>**#15** #3 OR #4<br>**#16** #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12 OR #13<br>**#17** #14 AND #15 AND #16 |
| **Embase** | ('depression'/exp OR 'depression':ti,ab OR 'depressive symptom':ti,ab) AND ('probiotic agent'/exp OR 'probiotic':ti,ab OR 'probiotic agent':ti,ab OR 'probiotics':ti,ab) AND (random*:ab,ti OR placebo*:de,ab,ti OR ((double NEXT/1 blind*):ab,ti)) |

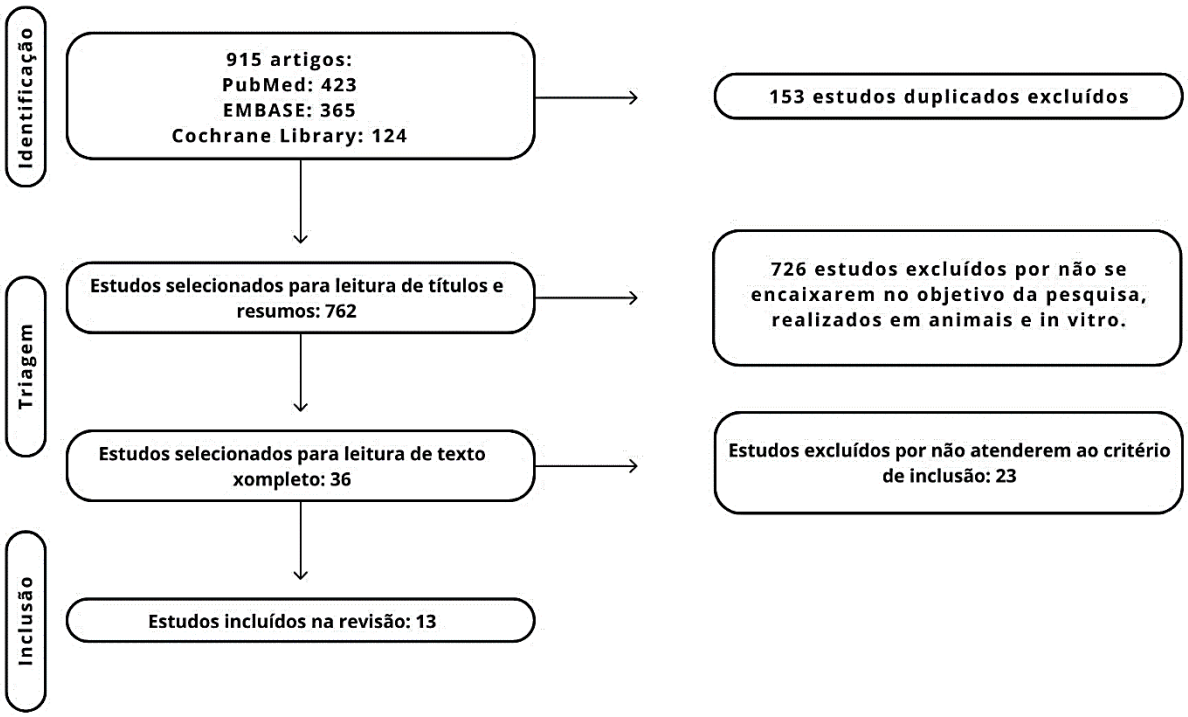
**Fonte:** Autores (2022).

Os critérios de inclusão utilizados foram: artigos originais de ensaios clínicos que avaliaram o efeito do uso de probióticos como tratamento adjuvante na depressão em humanos de ambos os sexos, adultos e com diagnóstico de depressão disponíveis gratuitamente na integra. Foram considerados como critérios de exclusão: artigos de revisão ou fora do recorte temporal; trabalhos duplicados nas bases de dados e /ou indisponíveis na íntegra para leitura do texto completo; trabalhos em que os autores não

relataram a concentração/dose estudada e tempo de intervenção e estudos realizados em animais e estudos *in vitro*.

Os registros identificados na estratégia de pesquisa foram combinados na plataforma Rayyan QCRI[11]. O levantamento nas bases de dados resultou em 915 artigos, e a triagem revelou 153 estudos duplicados, resultando em 762 registros após remoção das duplicações. A seleção de estudos foi realizada em duas etapas. Na primeira etapa, após leitura dos títulos e resumos, foram excluídos 726 artigos que não se encaixavam com o objetivo da pesquisa e faziam parte dos critérios de exclusão. A segunda etapa consistiu na leitura do texto completo de 36 artigos, dos quais 13 atenderam os critérios de inclusão e prosseguiram para fase de extração de dados, leitura exaustiva e síntese do conhecimento. A Figura 1 mostra o fluxograma da seleção de estudos.

**Figura 1**- Fluxograma da seleção de estudos.




**Fonte:** Autores (2022).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 2 são apresentadas as principais características dos artigos selecionados, sendo elas: autores e ano; população estudada e amostra; intervenção; desfecho psicológico avaliado; avaliação utilizada; e principais resultados de cada estudo. A partir dos resultados encontrados nos 13 artigos analisados, observou-se que em 11 dos 13 trabalhos incluídos nesta revisão as cepas mais utilizadas foram as *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* e que ambas demonstram melhorar a microbiota intestinal e reduzir os sintomas de depressão. Foram referidos nos trabalhos redução dos seguintes sintomas: ansiedade (10 trabalhos), distúrbios do sono (08 trabalhos) e alterações de humor (04 trabalhos). Em dois estudos não houve melhora na microbiota intestinal (Quadro 2).

O estudo de Messaoudi et al.[9] avaliou o valor dos probióticos como terapêutica preventiva e/ou adjuvante em doenças relacionadas ao estresse. Os resultados da pesquisa mostram que a Formulação Probiótica (FP) melhora os mesmos escores da população

geral (o escore global de HADs, o índice de gravidade global do HSCL-90 e três de seus subescores, ou seja, somatização, depressão e raiva-hostilidade), bem como o escore PSs (Escore Internacional de Sintomas Prostáticos) e três outros subescores do HSCL-90, ou seja, "obsessivo compulsivo", "ansiedade" e "ideação paranoide". Ademais, os autores concluíram que a ingestão oral de FP mostrou efeitos benéficos no estresse e seus distúrbios relacionados em voluntários humanos.

No estudo realizado por Steenbergen et al.[12], os participantes do grupo intervenção que receberam um probiótico multiespécie contendo *Bifidobacterium bifidum* W23, *Bifidobacterium lactis* W52, *Lactobacillus acidophilus* W37, *Lactobacillus brevis* W63, *Lactobacillus casei* W56, *Lactobacillus salivarius* S24 e *Lactococcus lactis* (S19 e S58) reduziram significativamente a reatividade cognitiva geral à depressão e, em particular, pensamentos agressivos e ruminativos em relação ao grupo placebo. Os grupos foram avaliados pré e pós-intervenção preenchendo questionários que avaliam a reatividade cognitiva ao humor triste e sintomas de depressão e ansiedade, com boa discriminação diagnóstica e gravidade (LEIDS-r, BDI-II e BAI).

Romijn e colaboradores[13] investigaram se os probióticos melhoraram o humor, o estresse e a ansiedade em uma amostra com humor deprimido, os participantes foram avaliados antes e após a intervenção através dos questionários: Escala de Avaliação de Depressão de Montgomery–Åsberg (MADRS), Escala de Impressões Clínicas Globais Melhoradas (iCGI), QIDS-SR16, Avaliação Global de Funcionamento (GAF), DASS-42, Escala de Gravidade dos Sintomas da Síndrome do Intestino Irritável (IBS-SSS), Biomarcadores sanguíneos e uma lista de verificação de efeitos colaterais comuns.

De acordo com os autores, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos probiótico e placebo em qualquer medida de resultado psicológico e de qualquer biomarcador durante o período de intervenção. Houve diferenças significativas entre o número de dois efeitos adversos (boca seca e interrupção do sono), prevalecendo no grupo placebo em relação ao probiótico. Houve três eventos adversos graves ao longo do estudo, todas tentativas de suicídio por parte de um participante do grupo placebo[13].

No estudo feito por Marotta et al.[14], os participantes receberam probiótico ou placebo por 6 semanas, seguido por um período de *washout* de 3 semanas por uma duração total de 9 semanas. Todos os participantes completaram uma extensa bateria de questionários psicológicos, onde foram encontradas diferenças significativas nas pontuações da subescala de depressão (POMS) em que o grupo experimental experimentou uma redução no estado de humor depressivo e que esse efeito permaneceu quase estável após 3 semanas de washout, também redução da raiva-hostilidade e fadiga. Os autores concluíram que a administração de probióticos pode melhorar o bem-estar psicológico, melhorando aspectos do humor e da qualidade do sono.

No estudo realizado por Chahwan et al.[15], os resultados encontrados propõem que todos os participantes do ensaio clínico demonstraram melhora dos sintomas, sugerindo efeitos terapêuticos não específicos associados às visitas semanais de monitoramento. Os participantes do grupo probiótico demonstraram uma redução significativamente maior na reatividade cognitiva em comparação com o grupo placebo, particularmente no subgrupo leve/moderado.

No estudo acima também foi observado que os probióticos não alteraram significativamente a microbiota de indivíduos deprimidos, no entanto, foi encontrada uma correlação significativa entre *Ruminococcus gnavus* e uma métrica de depressão. A partir deste resultado, os autores concluíram que embora a composição da microbiota tenha sido

semelhante entre todos os grupos, os probióticos afetaram uma variável psicológica associada à suscetibilidade à depressão.

No estudo realizado por Theodora et al.[16] foi analisado as diferenças dos sintomas depressivos antes e após a administração de probiótico usando *Lactobacillus rhomnosus* e *Lactobacillus helventicus* por 28 dias, e os resultados mostraram que houve diferença significativa entre o escore BDI-II (escala de depressão de Beck) antes e depois da administração das cepas probióticas. Em indivíduos com sintomas leves de depressão e episódio de curta duração, sua resposta foi obtida em até 50% e muitas vezes difícil de distinguir com a resposta dos estudos de antidepressivos, dessa forma os autores concluíram em seu estudo que a administração de probióticos pode reduzir os sintomas depressivos.

Foi encontrado resultados semelhantes no estudo de Akkasheh et al.[17], duplo-cegos e com 40 pacientes diagnosticados com depressão. O grupo experimental que recebeu suplemento probiótico (*Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei* e *Bifidobacterium bifidum*) mostrou redução significativamente das pontuações de BDI, mostrando melhora de sintomas gerais, incluindo humor.

Na pesquisa realizada por Reininghaus et al.[18] se objetivou avaliar o efeito do tratamento probiótico em indivíduos deprimidos. De acordo com os resultados encontrados, ambos os grupos melhoraram significativamente em relação aos sintomas psiquiátricos. A cepa *Ruminococcus gauvreauiie Coprococcus 3* foram mais abundantes e a β-diversidade (razão entre a diversidade de espécies) foi maior no grupo dos probióticos após 28 dias. A análise KEGG (Enciclopédia de Genes e Genoma de Kioto) mostrou vias metabólicas e reguladoras da inflamação elevadas no grupo de intervenção. A elevada abundância de bactérias potencialmente benéficas após o tratamento probiótico permite especulações sobre a funcionalidade do tratamento probiótico em indivíduos deprimidos. Os autores concluíram que a suplementação de probiótico por quatro semanas, em indivíduos internados com diagnóstico de transtorno depressivo maior, mostrou um efeito benéfico geral do tratamento clínico.

Wallace e Milev[19] desenvolveram estudo com o objetivo de examinar as mudanças nos sintomas depressivos antes e após a introdução de um suplemento probiótico contendo dois ingredientes ativos: *Lactobacillus helveticus* R0052 (90%) e *Bifidobacterium longum* R0175 (10%), em 10 pacientes com Transtorno Depressivo Maior (TDM) em tratamento e fornecer dados sobre a viabilidade de realizar um estudo duplo-cego maior, randomizado, controlado por placebo na mesma população de pacientes. Os resultados da pesquisa mostraram que houve melhorias significativas nos sintomas clínicos afetivos e na qualidade subjetiva do sono. Não foram observados efeitos colaterais ou efeitos adversos associados ao suplemento probiótico. Ademais, eles concluíram que os achados desta pesquisa apoiam as evidências existentes neste campo emergente de que os probióticos têm um papel no alívio dos sintomas de depressão em pacientes deprimidos moderadamente virgens de tratamento e indicam que o suplemento probiótico é seguro e bem tolerado nessa população.

Na pesquisa de Otaka et al.[20] investigou-se o impacto da ingestão diária de probióticos no alívio dos sintomas depressivos. Os resultados mostraram uma redução significativa nos sintomas depressivos após o tratamento com probióticos, conforme avaliado pelo HAM-D21 (Escala de Avaliação de Depressão de Hamilton) que foi acompanhada por melhora significativa na qualidade do sono e distúrbios do sono, conforme avaliado com o PSQI (Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh) embora as mudanças nos sintomas depressivos autorreferidos, com base no BDI (Inventário de Depressão de Beck), não tenham sido estatisticamente significativas.

O sono perturbado é um sintoma muito angustiante que tem grande impacto na qualidade de vida em pacientes deprimidos. A pontuação média do PSQI dos pacientes no presente estudo foi de 10,1 no início do estudo, o que excedeu o ponto de corte de 5,5 para insônia[21]. Os presentes resultados indicam que a qualidade do sono melhorou com a redução dos sintomas depressivos.

O estudo de Lee et al.[22], que examinou a eficácia e segurança da administração de *Lactobacillus reuteri* NK33 e *Bifidobacterium adolescentis* NK98 (NVP-1704) para o gerenciamento de sintomas relacionados ao estresse, mostrou uma melhora significativa na qualidade subjetiva do sono e nos sintomas de insônia após o tratamento. Os resultados também revelaram uma redução significativa nos níveis séricos da citocina pró-inflamatória IL-6 após o tratamento com NVP-1704. Um estudo com camundongos, feito por Jang e colaboradores, trouxe achados semelhante, os resultados concluíram que o tratamento com NVP-1704 levou ao alívio da depressão/ansiedade e alterações nos níveis séricos de IL-6[23].

Também foi demonstrado que os indivíduos tratados com NVP-1704 tinham uma composição da microbiota intestinal com proporções reduzidas de *Enterobacteriaceae* para *Bifidobacteriaceae* e *Enterobacteriaceae* para *Lactobacillaceae*, o que pode estar associado a uma melhor saúde mental. Os autores concluíram que suas descobertas sugerem que o probiótico NVP-1704 pode ser benéfico para a saúde mental e o sono[22].

Arifdjanova et al.[24] realizaram estudo com o objetivo de investigar o efeito da terapia probiótica no perfil do estado psicoemocional e na natureza das alterações neuroimunoendócrinas em pacientes com transtornos depressivos. Os resultados encontrados revelaram uma tendência positiva mais pronunciada para concentrações normalizadas de glicocorticoides, catecolaminas, citocinas pró-inflamatórias e óxido nítrico nos pacientes submetidos à terapia combinada (antidepressivo + probiótico) em comparação com os pacientes que receberam terapia antidepressiva e placebo, além de uma diminuição mais pronunciada dos sintomas de depressão, em comparação com os indicadores dos pacientes que se submeteram à terapia padrão. Os autores concluíram que o uso de probióticos resultou em uma melhora mais expressa dos indicadores neuroimune-endócrinos nos sujeitos do estudo, com subsequente melhora de seu estado mental particularmente.

No estudo realizado por Schaub et al.[25] cujo objetivo foi determinar se a suplementação de probióticos em altas doses em curto prazo reduz os sintomas depressivos juntamente com as alterações microbianas e neuro intestinais em pacientes deprimidos, os resultados encontrados apontam que os probióticos mantiveram a diversidade microbiana e aumentaram a abundância do gênero *Lactobacillus*. No estudo de Barrett e colaboradores[26], o aumento do *Lactobacillus* foi associado à diminuição dos sintomas depressivos no grupo de probióticos. Este gênero pode produzir GABA em estudos com camundongos, e demonstrou reduzir a corticosterona induzida pelo estresse e o comportamento relacionado à ansiedade e à depressão.

De acordo com os autores, é possível concluir que um tratamento probiótico complementar melhora os sintomas depressivos (HAM-D) juntamente com alterações na microbiota intestinal e no cérebro, o que destaca o papel do eixo Microbiota-Intestino-Cérebro no Transtorno Depressivo Maior (TDM) e enfatiza o potencial das abordagens de tratamento relacionadas à microbiota como acessíveis, terapias pragmáticas e não estigmatizantes no TDM[25].

Para finalidade de melhor compreensão sobre os mecanismos terapêuticos desempenhados pelos probióticos no contexto da depressão é preciso compreender o eixo-intestino-cerebro, que em termos simples se refere a existência de um canal de

comunicação entre a microbiota intestinal e o Sistema Nervoso Central por meio de canais interativos envolvendo mecanismos de sinalização nervosos, endócrinos e imunológicos, de modo que abundâncias substancialmente mais altas de bactérias potencialmente patogênicas no intestino, está associado ao comprometimento cognitivo e inflamação sistêmica, e desta maneira os probióticos surgem com a finalidade de promover o equilíbrio microbiano, aumentando o perfil de microorganismos comensais[27].

Os diferentes desfechos descritos nos artigos parecem estar relacionados às diferenças no tipo de cepa utilizada, na escala de avaliação dos sintomas de depressão, na dose de probióticos administrada e no tempo de duração do protocolo experimental, o que pode levar a resultados inconsistentes e a dificuldades na reprodutibilidade do método. Apesar de várias evidências produzidas a partir dos ensaios clínicos com utilização de probióticos como recurso auxiliar no manejo da depressão demonstrado aqui e de muitos mecanismos para tentar explicar suas vias metabólicas, ainda não se conseguiu definir realmente como eles agem no organismo, bem como, não há ainda uma dose padrão, quais cepas seriam indicadas e o tempo de tratamento, como pode ser depreendido do Quadro 2, visto os diferentes protocolos utilizados.

**Quadro 2 -** Dados dos estudos elegíveis selecionados.

| AUTORES E ANO | POPULAÇÃO | PARTICIPANTES | INTERVENÇÃO | DESFECHO PSICOLÓGICO AVALIADO | AVALIAÇÃO | PRINCIPAIS RESULTADOS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Messaoudi *et al*., 2011. | Indivíduos saudáveis, com níveis de cortisol livre urinário inferior a 50 ng/ml na linha de base, no sofrimento psicológico com base na porcentagem de mudança da escala de estresse percebido. | 25 indivíduos (10 probiótico e 15 placebo). | *Lactobacillus helveticus* R0052 e *Bifidobacterium longum* R0175. | Ansiedade e depressão | Escala de Estresse Percebido (PSs); HSCL-90; HADs. | Diminuíram os escores globais de HADs e HSCL-90: subescores das esferas de somatização, depressão e raiva-hostilidade. |
| Steenbergen *et al.*, 2015. | Indivíduos saudáveis jovens | 40 participantes ( 20 probiótico e 20 placebo) | *Bifidobacterium bifidum* W23, *Bifidobacterium lactis* W52, *Lactobacillus acidophilus* W37, *Lactobacillus brevis* W63, *Lactobacillus casei* W56, *Lactobacillus salivarius* S24 e *Lactococcus lactis* (S19 e S58). | Reatividade cognitiva ao humor triste. | LEIDS-r; (BDI-II); (BAI); | Participantes que receberam a intervenção de probióticos multiespécies mostraram uma reatividade cognitiva geral significativamente reduzida ao humor triste, que foi amplamente explicada pela ruminação reduzida e pensamentos agressivos. |
| Romijn *et al*., 2017. | Indivíduos com humor deprimido moderado | 79 indivíduos (40 probiótico e 39 placebos) | *Lactobacillus helveticus* e *Bifidobacterium longum* | humor, estresse e ansiedade | MADRS; iCGI; QIDS-SR16; GAF; DASS-42; IBS-SSS; Biomarcadores Sanguíneos; Lista de verificação de efeitos colaterais comuns. | Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os grupos probiótico e placebo em qualquer medida de resultado psicológico ou qualquer biomarcador baseado no sangue. Boca seca e distúrbios do sono foram relatados com mais frequência |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | no grupo placebo. |
| Marotta *et al*., 2019. | Estudantes saudáveis | 38 indivíduos (19 experimental e 19 placebo) | *Lactobacillus fermentum* LF16, *L. rhamnosus* LR06, *L. plantarum* LP01 e *Bifidobacterium longum* BL04 | Humor, dimensões da personalidade e qualidade do sono | LEIDS-R; STAI; BDI-II; POMS; PSQI; TCI; COPE-NIV; BIS/BAS; LOT-R. | No geral, observou-se que a ingestão de probióticos exerce um efeito positivo no estado de humor depressivo e na qualidade do sono. Esse efeito foi específico para o grupo experimental. |
| Chahwan *et al.*, 2019. | Indivíduos com sintomas depressivos. | 71 participantes (34 probiótico e 37 placebos) | Ecologic®Barrier*: Bifidobacterium bifidum* W23, *Bifidobacterium lactis* W51, *Bifidobacterium lactis* W52, *L. acidophilus* W37, *Lactobacillus brevis* W63, *Lactobacillus casei* W56, *Lactobacillus salivarius* W24, *Lactococcus lactis* W19 e *Lactococcus lactis* W58 | Redução dos sintomas de depressão leve a grave. | BDI-II; MINI; DASS-21; BAI; LEIDS-R; Amostra de fezes. | Foi observado uma melhoria semelhante dos sintomas depressivos em ambos os grupos probióticos e placebo, e uma melhora na reatividade cognitiva no grupo probiótico. Não foram observadas grandes diferenças na microbiota. |
| Theodora et al. 2019. | Estudantes saudáveis | 76 indivíduos (39 probiótico e 37 placebo) | *Lactobacillus rhomnosus* e *Lactobacillus helveticus* | Sintomas de depressão. | BDI-II. | Estudantes que receberam a capsula probiótica tiveram uma pontuação BDH-II significativamente menor do que o grupo placebo. |
| Reininghaus et al. 2020. | Indivíduos com depressão. | 61 participantes (28 intervenção e 33 placebo) | OMNi-BiOTiC ® Stress Repair: *B. bifidum* W23, *B. lactis* W51, *B. lactis* W52, *L. acidophilus* W22, *L. casei* W56, *L. paracasei* W20, *L. plantarum* W62, *L. salivarius* W24 e *L.* | sintomas psiquiátricos, função da barreira intestinal e microbioma. | HAMD; BDI-II; SCL-90; GSI; PSDI; PST; MSS; GLQI; Amostra de fezes; Concentração de zonulina. | Ambos os grupos melhoraram significativamente ao longo do tempo em sintomas psiquiátricos. Não houve diferença significativa nas mudanças entre o grupo de probióticos e placebo em nenhuma das escalas psiquiátricas. Zonulin não |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *lactis* W19. Além disso, 125 mg de D-Biotina (vitamina B7), 30 mg de cavalinha comum, 30 mg de colágeno de peixe e 30 mg de queratina. | | | mudou significativamente ao longo do tempo. Em termos de abundância diferencial global, foi encontrado um aumento significativo no grupo Ruminococcus (R.) gauvreauii no grupo probióticos e aumento do Coprococcus 3 taxonomicamente relacionado no grupo de probióticos. |
| Wallace e Milev 2021. | Adultos com Transtorno Depressivo Maior. | 10 participantes, sem placebo. | *Lactobacillus helveticus* R0052 e *Bifidobacterium longum* R0175 (CEREBIOME ® ) | Sintomas da depressão e qualidade do sono. | CAN-BIND; MADRS; QIDS-SR16; SHAPS; GAD-7; IDATE; PSQI. | Melhorias significativas nos sintomas clínicos afetivos foram observadas na semana 4 e mantidas na semana 8. Melhorias significativas na qualidade subjetiva do sono foram observadas na semana 8. Nenhum efeito colateral ou adverso associado ao suplemento probiótico foi observado. |
| Otaka *et al.* 2021. | Pacientes com Transtorno Depressivo Maior ou Transtorno Bipolar. | 18 Indivíduos, sem placebo. | *Lacticaseibacillus paracasei* cepa Shirota. | Sintomas depressivos. | HAM-D21; BDI; PSQI; IDATE; GSRS; Amostra de fezes. | Os resultados mostraram que a redução dos sintomas depressivos associada à intervenção foi relacionada à microbiota intestinal e mais pronunciada quando Bifidobacterium e os aglomerados de Atopobium do filo Actinobacteria foram mantidos em contagens mais altas. Desta maneira os autores concluíram que intervenções direcionadas a essas bactérias intestinais são consideradas candidatas a pesquisas futuras. |
| Lee *et al.* 2021. | Adultos com estresse psicológico | 122 Participantes (63 experimental e | NVP-1704: *Lactobacillus reuteri* | Sintomas relacionados ao estresse, como | SRI; BDI-II; BAI; PSQI; ISI; Exames | O grupo NVP-1704 teve uma redução mais significativa nos |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | e sintomas subclínicos de depressão ou ansiedade. | 59 controle) | NK33 e *Bifidobacterium adolescenteis* NK98. | depressão, ansiedade e insônia. | de sangue; Amostra de fezes; | sintomas depressivos em quatro e oito semanas de tratamento e nos sintomas de ansiedade em quatro semanas em comparação com o grupo placebo. Aqueles que receberam NVP-1704 também experimentaram uma melhora na qualidade do sono. O tratamento com NVP-1704 levou a uma diminuição nos níveis séricos de interleucina-6. Além disso, NVP-1704 aumentou Bifidobacteriaceae e Lactobacillacea, enquanto diminuiu Enterobacteriaceae, na composição da microbiota intestinal. |
| Arifdjanova *et al.* 2021. | Indivíduos com transtorno depressivo. | 119 Indivíduos (60 probiótico+ terapia padrão e 59 placebo+ terapia padrão). | Multibiótico Bac-Set Forte. | Efeito da terapia probiótica no perfil do estado psicoemocional e na natureza das alterações neuroimunoendócrinas em pacientes com terapia padrão (Cipralex). | HDRS-17; ELISA; HPLC; Systems (USA) and Biomedica Gruppe (Austria). | Os pacientes com transtornos depressivos tiveram uma diminuição estatisticamente significativa nos níveis de cortisol, dopamina, IL-6, TNF-a e Óxido Nítrico, bem como uma maior redução pronunciada dos sintomas depressivos, em comparação com os indicadores dos pacientes submetidos à terapia padrão. |
| Schaub et al. 2022. | Pacientes deprimidos. | 47 Participantes (21 probiótico e 26 placebo). | Vivomixx®: *Streptococcus thermophilus* NCIMB 30438, *Bifidobacterium breve* NCIMB 30441 , *Bifidobacterium longum* NCIMB 30435, | Sintomas depressivos, alterações microbianas e neuro intestinais. | HAM-D; BDI; GSRS; STAI1; Amostras de fezes; MBV; | A suplementação probiótica teve um efeito benéfico na evolução clínica. Além da melhora dos sintomas depressivos, os probióticos administrados também modulam a microbiota intestinal dos pacientes. |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | *Bifidobacterium infantis* NCIMB 30436, *Lactobacillus acidophilus* NCIMB 30442 , *Lactobacillus plantarum* NCIMB 30437 , *Lactobacillus paracasei* NCIMB 30439 , *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* NCIMB 30440. |

Fonte: Autores (2022). Legenda: Escala de Estresse Percebido (PSs); Lista de verificação de sintomas de Hopkins (HSCL90); Subescala de ansiedade do Symptom Checklist (SCL-90); Escala de Ansiedade e Depressão (HADs); Leiden Index of Depression Sensitivity Revised (LEIDS-R); Inventário de Depressão de Beck II (BDI-II); Beck Anxiety Inventory (BAI); Escala de Avaliação de Depressão de Montgomery-Åsberg (MADRS); Improved Clinical Global Impressions (iCGI); Inventário Rápido de Sintomatologia Depressiva (QIDS-SR16); Global Assessment of Functioning (GAF); Depression, Anxiety and Stress Scale (DASS-42); Irritable Bowel Syndrome Symptom Severity Scale (IBS-SSS); Inventário de Ansiedade Traço-Estado 1 (STAI1); Profile of Mood State (POMS); Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh (PSQI); Inventário de Temperamento e Caráter (TCI); Cope Orientation to Problem Experienced—New Italian Version (COPE-NIV); Behavioral Inhibition and Behavioral Activation Scale (BIS/BAS); Life Orientation Test-revisited (LOT-R); Mini International Neuropsychiatric Interview (M.I.N.I); e Depression Anxiety Stress Scale - 21 Items (DASS-21); Hamilton depression scale (HAMD); Global Severity Index (GSI); Positive Symptom Distress Index (PSDI); Positive Symptom Total (PST); Mania Self Rating Scale (MSS); Gastrointestinal Quality of Life Questionnaire (GLQI); Rede Canadense de Integração de Biomarcadores em Depressão (CAN-BIND); Escala de Prazer Snaith-Hamilton (SHAPS); Transtorno de Ansiedade Generalizada (GAD-7); Inventário de Ansiedade Traço de Estado (IDATE); Escala de Avaliação de Depressão de Hamilton (HAM-D21V); Inventário de Depressão de Beck (BDI); Escala de Avaliação de Sintomas Gastrointestinais (GSRS); Stress Response Inventory (SRI); Índice de Gravidade da Insônia (ISI); Escala de Avaliação de Depressão de Hamilton (HDRS-17); Ensaio de Imunoabsorção Enzimática (ELISA); Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC); Morfometria Baseada em Voxel (MBV).

## CONCLUSÃO

A análise dos estudos incluídos nesta revisão evidencia que o uso de probióticos combinado com a terapia tradicional promove maior melhora dos sintomas de depressão e regulação do sistema imune, diminuindo as concentrações séricas de cortisol e das citocinas pró-inflamatórias IL-6 e TNF-a. As cepas *Bifidobacterium, Lactobacillus, Lactococcus* e *Ruminococcus* são as que apresentam mais efeitos na modulação do eixo intestino-cérebro. Em relação às doses dos probióticos utilizadas, houve grande diferenças entre os estudos, o que mostra a necessidade de mais pesquisas sistematizadas com o intuito de estabelecer condutas terapêuticas padronizadas e seguras para o consumo humano dos probióticos.

## REFERÊNCIAS

1. Chang L, Wei Y, Hashimoto K. Brain-gut-microbiota axis in depression: A historical overview and future directions. *Brain Res Bull*. 2022;182:44-56. doi:10.1016/j.brainresbull.2022.02.004
2. World Health Organization (WHO). *World mental health report: transforming mental health for all. World Health Organization*. 2022. Disponível em: https://iris.who.int/handle/10665/356119.
3. American Psychiatric Association. Manual Diagnostico e Estatístico de Transtornos Mentais DSM-5. *American Psychiatric Association.* 2014; 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 992 p.
4. Paker G, Brotchie H. Depressão maior suscita questionamento maior. *Rev Bras Psiquiatr*. 2009; 31: 3-6.
5. Dinan TG, Stanton C, Cryan JF. Psychobiotics: a novel class of psychotropic. *Biol Psychiatry*. 2013; 74:720-726.
6. Lach G, Schellekens H, Dinan TG, Cryan JF. Anxiety, Depression, and the Microbiome: A Role for Gut Peptides. *Neurotherapeutics*. 2018; 15: 36-59.
7. Costa BC, Azevedo GS dos S, Ferreira PHA, Almeida LMR. Probióticos na redução de sintomas de ansiedade e depressão: uma revisão integrativa. *Rev Cienc Saude*. 2020; 10: 97-108.
8. Kelly JR, Clarke G, Cryan JF, Timothy G Dinan TG. Brain-gut-microbiota axis: challenges for translation in psychiatry. *Annals of Epidemiology*. 2016; 26: 366-372.
9. Messaoudi M, Violle N, Bisson JF, Desor D, Javelot H, Rougeot C. Beneficial psychological effects of a probiotic formulation (Lactobacillus helveticus R0052 and Bifidobacterium longum R0175) in healthy human volunteers. *Gut microbes*. 2011; 1: 256-261.
10. Souza MT, Silva MD, Carvalho R. Revisão Integrativa: o que é e como fazer. *Einstein (São Paulo).* 2010; 8: 102-6.
11. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan - a web and mobile app for systematic review. *Systematic Reviews.* 2016; 5: 210.
12. Steenbergen L, Sellaro R, van Hemert S, Bosch JA, Colzato LS. A randomized controlled trial to test the effect of multispecies probiotics on cognitive reactivity to sad mood. *Brain, behavior, and immunity*, 2015; 48: 258-264.
13. Romijn AR, Rucklidge JJ, Kuijer RG, Frampton C. A double-blind, randomized, placebo-controlled trial of Lactobacillus helveticus and Bifidobacterium longum

for the symptoms of depression. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*. 2017; 51: 810-821.
14. Marota A, Sarno E, Casale AD, Pane M, Mogna L, Amoruso A, et al. Effects of probiotics on cognitive reactivity, mood, and sleep quality. *Front Psychiatry*. 2019; 10:164.
15. Chahwan B, Kwan S, Isik A, Hemert SV, Burke C, Roberts L. A randomised, triple-blind, placebo-controlled trial of probiotics for depressive symptoms. *Journal of affective disorders*. 2019; 253:317-326.
16. Theodora RH, Sarjana W, FITRIKASARi A, SS D, Sari SP. Differences of BDI-II (beck depression inventory-II) score before and after probiotics administration. *PJMHS*. 2019; 13: 1276-1281.
17. Akkasheh G, Kashani-Poor Z, Tajadadi-Ebrahimi M, Jafari P, Akbar H, Taghizadeh M, et al. Clinical and metabolic response to probiotic administration in patients with major depressive disorder: a randomized, double-blind, placebocontrolled trial. *Nutrition*. 2016; 32(3): 315-20.
18. Reininghaus EZ, Platzer M, Kohlhammer-Dohr A, Hamm C, Mörkl S, Bengesser SA, et al. Provit: supplementary probiotic treatment and vitamin B7 in depression—a randomized controlled trial. *Nutrients.* 2020; 12: 3422.
19. Wallace CJK, Milev RV. The efficacy, safety, and tolerability of probiotics on depression: clinical from an open-label pilot study. *Frontiers in psychiatry,* 2021; 12: 618279.
20. Otaka M, Kikuchi-Hayakawa H, Ogura J, Ishikawa H, Yomogida Y, Ota M, et al. Effect of Lacticaseibacillus paracasei strain Shirota on improvement in depressive symptoms, and its association with abundance of Actinobacteria in gut microbiota. *Microorganisms.* 2021; 9:1026.
21. Doi Y, Minowa M, Uchiyama M, Okawa M, Kim K, Shibui K, Kamei Y. Psychometric assessment of subjective sleep quality using the Japanese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI-J) in psychiatric disordered and control subjects. *Psychiatry Res*. 2000; 97:165–172.
22. Lee HJ, Hong JK, Kim JK, Kim DH, Jang SW, Han SW, Yoon IY. Effects of robiotic nvp-1704 on mental health and sleep in healthy adults: An 8-week randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Nutrients*. 2021; 13:2660.
23. Jang HM, Lee KE, Kim DH. The Preventive and Curative Effects of Lactobacillus reuteri NK33 and Bifidobacterium adolescentis NK98 on Immobilization Stress-Induced Anxiety/Depression and Colitis in Mice. *Nutrients.* 2019; 11:819.
24. Arifdjanova SR, Abrurakhmanova ZZ, Bizulya ES, Gumenyuk LN, Sorokina LE, Gerbali OY. The role of probiotics in combination therapy of depressive disorders. *Russian Open Medical Journal.* 2021; 10:e0109.
25. Schaub AC, Schneider E, Vazquez-Castellanos JF, Schweinfurth N, Kettelhack C, Doll JPK, et al. Clinical, gut microbial and neural effects of a probiotic add-on therapy in depressed patients: a randomized controlled trial. *Translational Psychiatry*. 2022; 12: 227.
26. Barrett E, Ross RP, O'Toole PW, Fitzgerald GF, Stanton C. gamma-Aminobutyric acid production by culturable bacteria from the human intestine. *J Appl Microbiol*. 2012; 113:411–7.
27. Du Y, Gao XR, Peng L, Ge JF. Crosstalk between the microbiota-gut-brain axis and depression. *Heliyon.* 2020; 6:e04097.

**Capítulo 31**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-31**

# AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DO EXTRATO DE TAMARINDO (*Tamarindus indica*) SECO EM ESTUFA.

**Francisco Sandro Vidal da Silva; Alisson da Silva Gomes; Paulo Felipe Câmara de Macedo; Beatriz de Cássia Martins Salomão**

**Resumo:** A produção de alimentos no Brasil vem destacando sua relevância econômica tanto para o abastecimento interno quanto para as exportações. Apesar de sua importância, a produção de alimentos gera um grande desperdício, resultando em perdas econômicas significativas e impactos negativos ao meio ambiente. Um exemplo específico é o processamento industrial de frutas, que gera grandes quantidades de resíduos agroindustriais, como cascas e sementes. Estes resíduos, que muitas vezes são considerados materiais sem utilidade comercial, podem se tornar fontes de poluição ambiental. O estudo explora a possibilidade de aproveitar integralmente esses resíduos de frutas, especialmente cascas e sementes, como uma maneira de recuperar compostos bioativos com propriedades antioxidantes e antimicrobianas. O tamarindo (*Tamarindus indica*), uma fruta originária da África e amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais, é destacada por suas qualidades nutricionais e uso em uma variedade de produtos alimentícios. A pesquisa investigou a capacidade antimicrobiana dos extratos de tamarindo, especialmente contra cepas bacterianas como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis* e *Escherichia coli*. O processo experimental envolveu a produção de um extrato hidroalcoólico do resíduo de tamarindo, que foi testado em diferentes concentrações para avaliar sua eficácia antimicrobiana. Os resultados mostraram que o extrato de tamarindo apresentou atividade antimicrobiana significativa contra *Acinetobacter sp.* 5696 *e Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, sugerindo que os resíduos de frutas, como a tamarindo, podem ser utilizados como uma alternativa viável para a conservação de alimentos, podendo substituir aditivos químicos tradicionais e oferecendo soluções inovadoras para embalagens ativas e revestimentos comestíveis.

**Palavras–chave:** extrato; microrganismos; resíduo; tamarindo

## INTRODUÇÃO

Atualmente a produção de alimentos, em paralelo com a indústria de insumos e a agroindústria de processamento, são pilares de extrema relevância para economia brasileira, tanto para o abastecimento interno, quanto para o setor exportador do país. Todavia, o grande desperdício de alimentos proporciona enormes perdas econômicas e impactos negativos ao ecossistema. Além disso, o processamento industrial de frutos é responsável pela geração de uma grande quantidade de resíduos agroindustriais, representando significativa fonte poluidora e gerando grande perda de recursos. Os resíduos das frutas, material orgânico sem utilização comercial, muitas vezes transformam-se em uma fonte de poluição ambiental (1). Estes resíduos apresentam em sua composição compostos químicos relevantes para a indústria de alimentos, como

propriedades antioxidantes e antimicrobianas(2). Nesse contexto, o aproveitamento integral de resíduos de frutas por meio das partes desprezadas, como casca e sementes, torna-se uma alternativa para a recuperação de compostos bioativos com propriedades antioxidantes e antimicrobianas. As cascas e sementes são um dos principais subprodutos gerados pelas indústrias de polpas congeladas e sucos de frutas. Estes resíduos possuem em sua composição diversos compostos químicos importantes para a indústria de alimentos, como por exemplo os antioxidantes (3).

O tamarindo *(Tamarindus indica*) é um fruto proveniente da África, que se desenvolve naturalmente em regiões tropicais e subtropicais. Este fruto possui destaque como alimento e erva medicinal utilizada em diversas partes do mundo. O tamarindo apresenta excelentes qualidades nutricionais, uma vez que possui quantidades consideráveis de potássio, fósforo, cálcio e vitamina A, sendo bastante utilizado na fabricação de polpas, néctares, sorvetes, doces, licores, geleias e molhos (4). Cada unidade do fruto tamarindo possui de uma a 10 sementes, pesa de 10 a 15 gramas, sendo que a casca, a polpa e as sementes, contribuem, respectivamente, com 30%, 30% e 40% do peso do fruto inteiro.

O conhecimento sobre aa capacidade antimicrobiana de resíduos das frutas exóticas visa contribuir para o seu reaproveitamento integral e propor alternativas para os efeitos deletérios provocados pela contaminação microbiológica de alimentos. Devido ao alto teor nutricional presente nos resíduos agroindustriais e os impactos ambientais de seu descarte inapropriado, uma das estratégias para beneficiar a saúde dos consumidores e a melhoria do meio ambiente, seria a secagem dessas partes, usualmente não comestíveis, visando a obtenção de farinhas, tornando-as adequadas para várias aplicações (6). Essa capacidade de inibir o crescimento de microrganismos e evitar a oxidação tornam seus extratos uma opção para substituir aditivos, bem como uma alternativa para embalagens ativas e/ou revestimentos comestíveis para frutas, tornando-se assim uma possibilidade inovadora para a conservação de alimentos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do experimento foram utilizadas cepas dos microrganismos *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* e *Acinectobacter* sp. 5695, que foram cultivados em meio TSA (ágar tripticase de soja). Já a bactéria *Escherichia coli* foi cultivada em ágar Eosina Azul de Metileno (EMB), preparado conforme as recomendações do fabricante e autoclavado por 15 minutos a 121°C (7).

O resíduo de tamarindo, previamente descongelado e triturado, foi depositado em bandejas, sendo posteriormente, levado ao ultracongelador a uma temperatura aproximada de -80°C, durante 24 horas. Em seguida, as bandejas com as amostras descongeladas foram inseridas na estufa, onde permanecem por 24 a 48 horas, a 60ºC. Após a desidratação, as amostras foram retiradas das bandejas, colocadas em sacos plásticos apropriados, trituradas até a obtenção de um pó homogêneo e armazenadas sob refrigeração (8).

O extrato foi preparado na concentração de 10%. Para tanto, foram pesados 42 gramas do pó do extrato de tamarindo seco e moído, para 420 mL de solvente (50% água destilada + 50% álcool 95°). A extração foi conduzida em um agitador horizontal na temperatura de 80 °C, durante 2h. Posteriormente foi realizada a filtragem a vácuo, em funil de Buchner e filtro 0,5µm, e a centrifugação a 4200 rpm por 20 minutos , sendo posteriormente levada para o rotaevaporador da Tecnal na temperatura de 50 °C, onde permaneceu até a redução de pelo menos metade do volume inicial, para garantir a

evaporação do álcool(9).
Extrato Controle: Um extrato controle foi preparado contendo somente água e álcool (5:5 v/v água + álcool 95°) e levado para o rotaevaporador nas mesmas condições do extrato de polpa de tamarindo. Este extrato deve ser utilizado para certificar que não ocorre nenhuma ação antimicrobiana proveniente do álcool.

A avaliação do potencial antimicrobiano do extrato foi realizada com a técnica de discos de difusão, onde o controle foi estabelecido utilizando a concentração inibitória mínima (CIM), o qual o valor obtido pela medição do diâmetro pode ser classificado como: S (sensível), I (intermediário), R (resistente), sendo um potencial antimicrobiano eficaz com a formação de halos iguais ou superiores a 8mm.

Foram avaliadas com as concentrações de 3%, 5% e 10% do extrato hidroalcóolico de tamarindo imersos na placa de petri, em comparação a um antibiótico inibidor de cada microrganismo.

Os halos foram analisados com o auxílio de um paquímetro eletrônico, possibilitando resultados mais assertivos na medição dos halos, com a perspectiva de determinar o diâmetro para o potencial de inibição.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com a análise antimicrobiana realizada, os resultados foram significativos na concentração de 10%. As cepas de *Acinetobacter* sp. 5695 apresentaram halo de inibição com 9.16 mm ± 0.74 e nas placas com *Pseudomonas aeuriginosa* ATCC 27853 foi formado um halo de 5.76 mm ± 1.07. Para as cepas de *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* e *Escherichia coli*, o extrato não demonstrou ação antimicrobiana.

Para a interpretação dos resultados foram realizadas as médias dos valores obtidos na triplicata de cada microrganismo e calculado seu intervalo de confiança. As concentrações de 3% e 5% do extrato não demonstraram resultados significativos.

As figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, ação do extrato hidroalcóolico de tamarindo, em comparação com a ceftazidima, que é um antibiótico utilizado para inibir ação de microrganismos patogênicos. Na figura 2, é possível visualizar a medição do halo formado pela ação antimicrobiana do extrato com a utilização de um paquímetro digital.



Figura 1: Ação do extrato antimicrobiano de tamarindo cepas de *Acinectobacter*




Figura 2: Análise e medição do potencial antimicrobiano das cepas de *acinectobacter*



Figura 3- Triplicata das amostras de *Acinetobacter* sp. 5695.

*Acinetobacter* é uma bactéria que tem demonstrado prevalência em diversas fontes alimentares, desde produtos frescos a alimentos processados. Além disso, o frequente isolamento de estirpes de *Acinetobacter* multirresistentes e produtoras de biofilme levanta preocupações para a indústria de alimentos, devido ao seu potencial patogênico (11). Neste estudo, o halo de inibição para esta bactéria foi superior a 9 mm, demonstrando sua sensibilidade e potencial antimicrobiano do extrato a 10%., Segundo o Clinical and Laboratory Standards Institute, consideram-se halos iguais ou superiores a 8 mm, como sensíveis à solução utilizada (12). Com isso na tabela 1 podemos observar a avaliação do potencial antimicrobiano e as classificações das bactérias mediante ao extrato.

Tabela 1- Dados de interpretação do antibiograma.

| Microrganismo | Concentração mg/mL | Diâmetro(mm) | Clasificação |
|---|---|---|---|
| ***Acinetobacter* sp. 5695** | 10% | 9.16 mm ± 0.74 | Sensível |
| ***Pseudomonas aeuriginosa* ATCC 27853** | 10% | 5.76 mm ± 1.07 | Semirresistente |

Os resultados obtidos reforçam a importância de explorar alternativas naturais e sustentáveis na indústria alimentícia para prolongar a vida útil dos alimentos e reduzir a dependência de conservantes químicos. O uso de resíduos agroindustriais, como cascas e sementes de frutas, não apenas contribui para a redução do impacto ambiental, mas também agrega valor a esses subprodutos, transformando-os em recursos importantes.

A atividade antimicrobiana observada no extrato de tamarindo é promissora, mas deve ser considerada dentro de um contexto mais amplo. A seletividade na inibição de microrganismos sugere a necessidade de estudos adicionais para compreender melhor os mecanismos de ação dos compostos bioativos presentes na tamarindo e como eles podem ser otimizados.

Portanto, o estudo abre portas para futuras investigações sobre o potencial de resíduos de frutas como fonte de compostos bioativos, destacando a tamarindo como um exemplo viável. A implementação de tais soluções pode promover uma abordagem mais sustentável na produção de alimentos, contribuindo para a segurança alimentar e para a inovação na conservação.

## CONCLUSÕES

Este estudo destaca o potencial dos resíduos agroindustriais como uma alternativa sustentável para a indústria alimentar. A investigação revelou que o extrato hidroalcoólico da polpa de tamarindo possui atividade antimicrobiana eficaz contra determinadas cepas bacterianas, como *Acinetobacter* sp. 5695 e *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

Os resultados obtidos não apenas enfatizam a relevância de se explorar os compostos bioativos presentes em resíduos de frutas, mas também apontam para a possibilidade de agregar valor aos subprodutos que, de outra forma, seriam descartados como poluentes ambientais. Além disso, a seletividade observada na ação antimicrobiana do extrato sugere a necessidade de aprofundamento nas pesquisas para compreender os mecanismos envolvidos e explorar plenamente o potencial destes compostos em diversas aplicações industriais. A continuidade e expansão desse tipo de pesquisa poderá promover o desenvolvimento de produtos alimentícios mais seguros, saudáveis e alinhados às demandas da indústria.

## AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Engenharia de Alimentos da UFRN, o qual nos possibilitaram todos os materiais e local para a execução desse projeto. Concomitantemente, a professora

orientadora Beatriz de Cássia Martins Salomão, por orientar de forma assertiva e nos possibilitar a obtenção de resultados positivos no projeto.

**REFERÊNCIAS**

1.AJILA, C. M.; BHAT, S. G.; PRASADA RAO, U. J. S. Valuable components of raw and ripe peels from two Indian mango varieties. Food Chemical, v. 102, p. 1006-1011, 2007.

2. SILVA, Francisco Sandro Vidal da , COMPARAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DOS EXTRATOS HIDROALCOÓLICOS DE RESÍDUOS DE ACEROLA E JAMBO .. Em: Anais do 15° SLACAN - Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos e Nutrição; Campinas.SP.BR. Campinas : Galoá; 2023. Disponível em: https://proceedings.science/slacan-2023/trabalhos/comparacao-do-potencial-antimicrobiano-dos-extratos-hidroalcoolicos-de-residuos?lang=pt-br

3. AMORIM, S.A. Resíduos da indústria processadora de polpas de frutas: capacidade antioxidante e fatores antinutricionais. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual
do Sudoeste da Bahia, programa de pós-graduação stricto senso em ciências ambientais, Itapetinga, 2016.

4. SOUZA, D. S. Caracterização e avaliação da capacidade antioxidante da polpa liofilizada enriquecida com extrato aquoso da semente de tamarindo (Tamarindus indica). 2015. 160 p. Tese (doutorado) - Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/254306>. Acesso em: 27 ago. 2023.

5. PEREIRA, P. C. et al. Mudas de tamarindeiro produzidas em diferentes níveis de matéria orgânica adicionada ao substrato. Revista Verde, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 152-159, 2010.

6. DAMIANI, C.; SILVA, F. A.; RODOVALHO, E. C.; BECKER, F. S.; ASQUIERI, E. R.; OLIVEIRA, R. A.; LAGE, M. E. Aproveitamento de resíduos vegetais para produção de farofa temperada. Alimentação e Nutrição, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 657-662, 2011.

7. OLIVEIRA, L. M. N. Quantificação de rutina, atividades antioxidante e antimicrobiana de extratos de polpas e subprodutos de frutas tropicais. 2014. -

8. BORGES, K. C. Pitanga (Eugenia uniflora) desidratada por atomização e liofilização: características físico-químicas, compostos bioativos e efeito sobre longevidade, estresse oxidativo e neurotoxicidade induzida em modelos in vivo Caenorhabditis elegans. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, p. 231, 2015.

9. HOSKIM, R.T. et al. Blueberry Polyphenol-Protein Food Ingredients: The Impact of Spray Drying on the in Vitro Antioxidant Activity, Anti-Inflammatory Markers, Glucose Metabolism and Fibroblast Migration. Food Chemistry, v.280, p. 187-194,

2019.

10. ELLER, R. C. W. S; FEITOSA, V. A ARRUDA, T. A; ANTUNES, R. M. P; CATAO, R. M. R. Avalição Antimicrobiano De Extratos Vegetais e Possível Interação Farmacológica in vitro. Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl., 2015, 36(1).

11.Carvalheira, A., Silva, J., & Teixeira, P. Acinetobacter spp. in food and drinking water–A review. Food Microbiology, 95, 103675, 2021.

12.Patel JB, Coclerill FR, Bradford PA, Eliopoulos G. Clinical and Laboratory Standards Institute [Internet]. Clinical and Laboratory Standards Institute, editor. M02-A12: Performance Standards for Antimicrobial Disk . 2015 [cited 2024 Jul 6]. Available from: https://clsi.org/media/1631/m02a12_sample.pdf

**Capítulo 32**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-32**

# EFEITO DA EXTRAÇÃO POR ULTRASSOM NA AVALIAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FOLHAS DE MARACUJÁ (*PASSIFLORA EDULIS*)

**Ana Terra de Medeiros Felipe*; Alliny Samara Lopes Lima ;Emanuelle Maria de Oliveira Paiva; Maria Eduarda de Souza Cruz; Katia Nicolau Matsui; Márcia Regina da Silva Pedrini**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: anaterramf@outlook.com*

**Resumo:** O crescente interesse na obtenção de compostos fenólicos tem impulsionado o desenvolvimento de novas metodologias de extração. A extração por ultrassom destaca-se por sua eficiência, rapidez e menor impacto ambiental. Este trabalho buscou avaliar o efeito da extração assistida por ultrassom na recuperação de compostos fenólicos, atividade antioxidante e rendimento de folhas de maracujá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*). As folhas secas e moídas (5% m/v) foram adicionadas a água e submetidas à extração em ultrassom por 90 minutos, seguido de filtração e centrifugação. O extrato obtido apresentou um teor de compostos fenólicos totais de 16,72 mg EAG/g, além de apresentar 42,90% de inibição do radical DPPH. O rendimento do processo extrativo foi de 68,04%, indicando viabilidade da extração por ultrassom. Esses resultados demonstram o potencial das folhas de maracujá como fonte de compostos bioativos com propriedades antioxidantes, além da viabilidade da extração por ultrassom como uma ferramenta eficiente para a obtenção desses compostos.

**Palavras–chave:** atividade antioxidante; compostos fenólicos; extração; *Passiflora edulis*; ultrassom.

## INTRODUÇÃO

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) pertence ao gênero Passiflora, da família Passifloraceae. Esta família compreende cerca de 500 espécies distribuídas em 17 gêneros, sendo o gênero *Passiflora* o mais representativo, com aproximadamente 400 espécies (1). A maioria dessas espécies são trepadeiras nativas das Américas, especialmente da América do Sul (2). No Brasil, destacam-se o maracujá doce (*Passiflora alata* Curtis) e o maracujá amarelo (*Passiflora edulis* variedade *flavicarpa* Degener), que constitui a espécie mais cultivada no país (3,4).

A espécie *Passiflora edulis* var. *flavicarpa*, popularmente conhecida como maracujá-amarelo, maracujá-azedo e maracujá-comum, apresenta frutos de maior acidez, além de características como maior tamanho, peso, resistência a pragas e produtividade (5). O Brasil, responsável por 70% da produção mundial do fruto, concentra a maior parte de sua produção na região Nordeste, especialmente nos estados da Bahia e Ceará, que juntos respondem por aproximadamente 200 mil toneladas anuais. Outros estados

relevantes na produção nacional são Pernambuco, Santa Catarina, Minas Gerais e São Paulo (6).

O maracujazeiro e seus frutos são amplamente reconhecidos na medicina popular por suas propriedades calmantes e sedativas, sendo o consumo de suas folhas na forma de chá uma prática tradicional (7). O interesse em extratos das folhas de *P. edulis* vem crescendo devido a presença de compostos fenólicos com capacidade antioxidante e farmacológica (8). É reportado principalmente a presença de flavonóides (9,10) e saponinas nas folhas da *Passiflora edulis* (11). Dentre os flavonóides, os flavonóides C-glicosídeos vem sendo associados aos efeitos farmacológicos sedativos e ansiolíticos (12,13), embora estudos clínicos e farmacológicos ainda precisem ser aprofundados.

A otimização de processos de extração visando obtenção de compostos bioativos com capacidade antioxidante vem despertando interesse de diversos autores (14, 15). Processos de extração de estruturas vegetais comumente empregam métodos convencionais como extrações sólido-líquido, que utilizam solventes aquosos e elevadas temperaturas (16). Uma alternativa para otimização de processos é a extração por ultrassom. O processo emprega o fenômeno da cavitação acústica, no qual consiste na geração de ondas sonoras de alta frequência que geram dano a estrutura celular e otimizam a transferência de massa de compostos de interesse (17). Além disso, a extração por ultrassom pode ser considerada uma tecnologia mais ecológica quando comparada à métodos de extração convencionais, podendo utilizar menor quantidade de solventes, reduzir o tempo de extração e melhorar a eficiência do processo (18, 19, 20).

Com o intuito de explorar uma alternativa mais eficiente à extração convencional, este trabalho utilizou a técnica de ultrassom assistida para a extração de compostos fenólicos das folhas de maracujá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*). Os extratos obtidos foram caracterizados quanto ao rendimento, teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante.

## MATERIAL E MÉTODOS

1. Obtenção das folhas

As folhas da *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* foram coletadas na fazenda Gurjaú, na cidade de Coronel Ezequiel-RN (6º23 '44.2 ”S 36º75' 10 '23.7” W). O material vegetal foi então seco em estufa de ar circulante a 45°C durante 72 horas, e armazenado em recipientes hermético ao abrigo da luz (21). As folhas secas foram moídas em moinho multiuso Tecnal 631/2 e peneiradas em peneira com abertura de malha de 24 mesh, visando obter um pó homogêneo.

2. Extração

Para a obtenção dos extratos, 10 gramas (g) de folhas secas e moídas foram submersas em 200 mL de água destilada em um banho de ultrassom (ALTSONIC Clean 3IA, 3L). O processo de extração foi realizado sob as seguintes condições: frequência de 40 kHz, potência de 100 W e tempo de sonicação de 90 minutos. Os extratos foram filtrados em papel filtro qualitativo e centrifugados durante 10 min a 4000 RPM.

3. Teor de fenólicos totais

A quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada pelo método de Folin-Ciocalteu, adaptado de Singleton et al. (22). Inicialmente, foi construída uma curva padrão utilizando diferentes concentrações de ácido gálico. Em seguida, 50 µL de água, 25 µL de amostra e 25 µL do reagente de Folin-Ciocalteu (10% v/v) foram adicionados a cada poço de uma placa de 96 poços. Após a adição de 100 µL de solução de bicarbonato de sódio a 7,5% (p/v), as placas foram incubadas por 90 minutos, em temperatura ambiente e ao abrigo da luz. A absorbância foi medida em leitor de placas a 765 nm. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico por grama de amostra seca (mg EAG/g).

4. Atividade antioxidante

A capacidade antioxidante foi avaliada pelo método do radical DPPH, adaptado de Bobo-Garcia et al. (23). Uma solução etanólica de DPPH (150 µL) foi adicionada à 20 µL das amostras. Em seguida, as amostras foram mantidas a temperatura ambiente, na ausência de luz, por um período de 40 minutos e as absorbâncias foram mensuradas no leitor microplacas a 515 nm. Uma curva padrão com Trolox foi construída e os resultados expressos em % DPPH capturado na amostra.

5. Rendimento

O rendimento percentual de amostra do extrato foi determinado usando a massa final do extrato obtido (m2) e a massa inicial de extrato bruto (m1), de acordo com a Equação 1 (24):

$$Rendimento = \frac{m2}{m1} x\ 100 \quad (1)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método de extração assistida por ultrassom foi aplicado nessa pesquisa para avaliar seu impacto na manutenção do teor de compostos fenólicos totais e na atividade antioxidante do pó obtido das folhas da *Passiflora edulis*. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 1, onde é possível também avaliar o rendimento de extração desse processo.

Tabela 1 – Valores obtidos nas metodologias aplicadas para o extrato de *Passiflora edulis* obtido por ultrassom assistida.

| **Análises** | **Resultados** |
|---|---|
| Teor de fenólicos totais (mg EAG/g) | 16,72 |
| Atividade antioxidante (%) | 42,09 |
| Rendimento (%) | 68,04 |

Fonte: Autores (2024).

Em relação ao teor de fenólicos totais (TPC) obtido no extrato, o valor encontrado ao aplicar a metodologia proposta no tópico anterior foi de 16,72 mg EAG/g. Esse valor foi calculado com base na curva de calibração de ácido gálico y = 0,0067x + 0,1885 com $R^2$ = 0,998. Da Silva *et al.* (25) ao analisarem extratos aquosos das folhas de *Passiflora edulis* obtidos por extração em água fervente obteve valores de 8,3 mg EAG/g. Os valores superiores encontrados no presente trabalho possibilitam afirmar que o método de

extração com ultrassom por 90 minutos se mostrou mais efetivo na extração dos compostos fenólicos da amostra quando comparado ao método convencional.

A utilização de ultrassom em processos de extração de compostos bioativos provenientes de matrizes vegetais tem se mostrado uma estratégia promissora para a otimização da recuperação desses compostos. Silva et al. (26) evidenciaram rendimentos superiores na extração assistida por ultrassom em relação aos métodos convencionais ao compararem a obtenção de polifenóis totais (TPC) a partir de bagaços de acerola e jambolão. Horžić et al. (27) reportaram um aumento no rendimento de compostos bioativos ao utilizarem a extração assistida por ultrassom em folhas de *Camellia sinensis*, em comparação com a extração convencional por infusão.

Silva *et al.* (28) analisaram os compostos fenólicos em extratos aquosos de folhas de *Passiflora edulis* previamente secas em estufa de circulação de ar a 42 °C. Os autores produziram extratos pela metodologia de extração convencional por 90 minutos com agitador magnético em uma concentração de 0,1 g/mL e obtiveram valor de 22,9 mg EAG/g. Os valores superiores encontrados por Silva *et al.* (28) em relação ao presente trabalho podem ser atribuídos devido à concentração utilizada na produção dos extratos, na qual nesse trabalho foi utilizada uma concentração de 0,05 g/mL, que foi uma concentração 50% mais baixa que a utilizada pelos autores citados.

Ao analisar a atividade antioxidante pela metodologia com o reagente 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), foi obtido um valor de 42,09% de porcentagem de atividade antioxidante, calculada com base na curva de calibração de calibração de Trolox com a equação $y = 0,1511x + 0,5683$ com $R^2 = 0,997$.

Cazarin *et al.* (29) encontraram valor de 46,35% de atividade antioxidante na avaliação de extrato aquoso das cascas de maracujá (*Passiflora edulis*), secas em estufa de circulação de ar a 50 °C, por extração em água fervente por 35 minutos. Apesar de similares, o menor valor para a atividade antioxidante no presente trabalho pode ser devido ao tempo de exposição prolongado da amostra a condições ambientes que possam ter degradado compostos importantes no material, impactando na sua atividade antioxidante. Os autores avaliaram como solventes o etanol e o metanol/acetona na extração, no entanto obtiveram melhores resultados de atividade antioxidante para o extrato aquoso.

Os compostos antioxidantes presentes no extrato de *Passiflora edulis* são fundamentais em relação à proteção contra danos celulares e na promoção da saúde. Devido a isso, o maracujá tem se tornado objeto de estudo em várias pesquisas, visto que os compostos bioativos nessa matéria-prima apresentam propriedades de interesse à indústria farmacêutica, principalmente pela quantidade de polifenóis existentes (30).

O rendimento de extração da metodologia aplicada foi de 68,04%, sendo superior ao rendimento encontrado por *Silva et al.* (28) de 24,9192% ao realizar extração convencional com agitação nas folhas de *Passiflora edulis*. O valor encontrado mostra que a metodologia com ultrassom é uma boa opção para ser aplicada efetivamente com o objetivo de aumentar o conteúdo extraído.

## CONCLUSÕES

No presente estudo, foi utilizado a extração assistida de um método não convencional (ultrassom) para avaliar o rendimento, os compostos fenólicos e a

capacidade antioxidante das folhas da *Passiflora edulis*. O método utilizado tem como vantagem o menor impacto ambiental quando comparado aos métodos convencionais de extração. Os resultados obtidos demonstraram o potencial da folha do maracujá amarelo como uma importante fonte de compostos bioativos e consequentemente da sua capacidade antioxidante. Entretanto, futuros estudos podem ser feitos para comparar diferentes métodos de extração e a aplicação industrial das folhas do maracujá como um produto farmacêutico, nutracêutico e/ou terapêutico.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimento à equipe do Laboratório de Engenharia de Alimentos (LEA), à Universidade Federal do Rio Grande do Norte e à CAPES.

## REFERÊNCIAS

1. Anderson JD, Vidal RF, Brym M, Stafne ET, Resende MFR, Viana AP, Chambers AH. Genotyping-by-sequencing of passion fruit (Passiflora spp.) generates genomic resources for breeding and systematics. Genet Resour Crop Evol. 2022;69(8):2769-2786.

2. He XR, Luan F, Yang Y, Wang Z, Zhao ZF, Fang JC, et al. Passiflora edulis: An insight into current researches on phytochemistry and pharmacology. Front Pharmacol. 2020;11:617.

3. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Passiflora in Flora do Brasil 2020 em construção. [Internet]. 2014 [citado 2024 Jul 02]. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB12506.

4. Pereira ZC, et al. Passion fruit (Passiflora spp.) pulp: A review on bioactive properties, health benefits and technological potential. Food Res Int. 2023;166:112626.

5. Carvalho-Okano RM, Vieira MF. Morfologia externa e taxonomia. In: Bruckner CH, Picanço MC, editors. Maracujá. Tecnologia de Produção, Póscolheita, Agroindústria, Mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes; 2001. p. 33-49.

6. Faleiro FG. Maracujá: fruta nativa do Brasil para o mundo. Anuário HF 2022. Brasília: Embrapa; 2022. [Internet]. [citado 2024 Jul 02]. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1152428/1/Maracuja-fruta-nativa-2022.pdf

7. Ribeiro RV, Bieski IGC, Balogun SO, de Martins DT. Ethnobotanical study of medicinal plants used by Ribeirinhos in the North Araguaia microregion, Mato Grosso, Brazil. J Ethnopharmacol. 2017;205:69-102.

8. Da Silva JK, et al. Antioxidant activity of aqueous extract of passion fruit (Passiflora edulis) leaves: In vitro and in vivo study. Food Res Int. 2013;53(2):882-890.

9. Li H, Zhou P, Yang Q, Shen Y, Deng J, Li L, et al. Comparative studies on anxiolytic activities and flavonoid compositions of Passiflora edulis 'edulis' and Passiflora edulis 'flavicarpa'. J Ethnopharmacol. 2011;133(3):1085-1090.

10. Zucolotto SM, Goulart SM, Montanher A, Reginatto FH, Schenkel EP, Fröde TS. Bioassay-guided isolation of anti-inflammatory C-glucosylflavones from Passiflora edulis. Planta Med. 2009;75(14):1221-1226.

11. Wang C, Xu F, Shang J, Xiao H, Fan W, Dong F, et al. Cycloartane triterpenoid saponins from water soluble of Passiflora edulis Sims and their antidepressant-like effects. J Ethnopharmacol. 2013;148(3):812-817.

12. Coleta MT, Batista MG, Campos MG, Carvalho R, Cotrim MD, Lima TCM, Cunha AP. Neuropharmacological evaluation of the putative anxiolytic effects of Passiflora edulis Sims, its sub-fractions and flavonoid constituents. Phytother Res. 2006;20(11):1067-1073.

13. Sena LM, Zucolotto SM, Reginatto FH, Schenkel EP, Lima TCM. Neuropharmacological activity of the pericarp of Passiflora edulis flavicarpa Degener: putative involvement of C-glycosylflavonoids. Exp Biol Med (Maywood). 2009;234(8):976-975.

14. Serna-Jiménez JA, et al. Advanced extraction of caffeine and polyphenols from coffee pulp: Comparison of conventional and ultrasound-assisted methods. LWT. 2023;177:114571.

15. Zhang S, et al. Ultrasound-assisted extraction of polyphenols from pine needles (Pinus elliottii): Comprehensive insights from RSM optimization, antioxidant activity, UHPLC-Q-Exactive Orbitrap MS/MS analysis and kinetic model. Ultrason Sonochem. 2024;102:106742.

16. Beaudor M, et al. Comparing the efficiency of extracting antioxidant polyphenols from spent coffee grounds using an innovative ultrasound-

assisted extraction equipment versus conventional method. Chem Eng Process Process Intensif. 2023;188:109358.

17. Dzah CS, et al. The effects of ultrasound assisted extraction on yield, antioxidant, anticancer and antimicrobial activity of polyphenol extracts: A review. Food Biosci. 2020;35:100547.

18. Ozsefil IC, ZiYlan-Yavas A. Green approach for polyphenol extraction from waste tea biomass: Single and hybrid application of conventional and ultrasound-assisted extraction. Environ Res. 2023;235:116703.

19. Da Silva ES, Nunes AO, Hoskin RT. Ultrasound-assisted polyphenol extraction of acerola and jambolan pomaces: Comparison of extraction protocols, kinetic modeling, and life cycle assessment. Chem Eng Process Process Intensif. 2023;191:109443.

20. Da Silva ES, Nunes AO, Hoskin RT. Ultrasound-assisted polyphenol extraction of acerola and jambolan pomaces: Comparison of extraction protocols, kinetic modeling, and life cycle assessment. Chem Eng Process Process Intensif. 2023;191:109443.

21. Alves JSF, et al. In Vivo antidepressant effect of Passiflora edulis f. flavicarpa into cationic nanoparticles: Improving bioactivity and safety. Pharmaceutics. 2020;12(4):383.

22. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. Methods Enzymol. 1999;299:152-178.

23. Bobo-Garcia G, Davidov-Pardo G, Arroqui C, Vírseda P, Marín-Arroyo M, Navarro M. Intra-laboratory validation of microplate methods for total phenolic content and antioxidant activity on polyphenolic extracts, and comparison with conventional spectrophotometric methods. J Sci Food Agric. 2015;95:205-209.

24. Silva CI, Santos JCC, Souza GJR, Oliveira LF, Dias TPVB. Extração de compostos bioativos de folhas de maracujá-amarelo (Passiflora edilus sims). In: Anais do XII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica; 2017 Nov 1-3; São Paulo, Brasil. Blucher Chem Eng Proc. 2017;1(4):3145-3150.

25. Da Silva JK, Cazarin CB, Colomeu TC, Batista ÂG, Meletti LM, Paschoal JAR, ... de Lima Zollner R. Antioxidant activity of aqueous extract of

passion fruit (Passiflora edulis) leaves: In vitro and in vivo study. Food Res Int 2013;53(2):882-90.

26. Silva ES, Nunes AO, Hoskin RT. Ultrasound-assisted polyphenol extraction of acerola and jambolan pomaces: comparison of extraction protocols, kinetic modeling, and life cycle assessment. Chem Eng Process Process Intensif. 2023;191:109443.

27. Horžić, D., Jambrak, A.R., Belščak-Cvitanović, A. *et al.* Comparison of Conventional and Ultrasound Assisted Extraction Techniques of Yellow Tea and Bioactive Composition of Obtained Extracts. *Food Bioprocess Technol* **5**, 2858–2870 (2012).

28. Cazarin CBB, Silva JK, Colomeu TC, Zollner RL, Junior MRM. Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (Passiflora edulis). Ciênc Tecnol Aliment. 2014;44:1699-1704.

29. Trevisan NP, Teodoro EIS, Lima CB, Gancedo NC, Teston APM, Mello JCP, Araújo DCM. Controle de qualidade da droga vegetal e preparação do extrato de folhas de Passiflora edulis. Conjecturas. 2021;21(3):813-825.



# Conbraca

Fortaleza

## Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos

## ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS

### III CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

**Use Ctrl+F para pesquisar e acessar os trabalhos apresentados no evento!**

**Capítulo 33**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-33**

# POTENCIAL ADSORTIVO DE ADSORVENTES POR INTERAÇÃO HIDROFÓBICA

**Camilly Fernandes de Lima Brito; Enya Macedo Alves de Almeida; Miriam Santos Pachêco de Lima; Márjorie Castro Pinto Porfírio; Rafael da Costa Ilhéu Fontan.**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: camillyuesb2017@gmail.com*

**Resumo:** A separação de biomoléculas pode ocorrer por meio de vários métodos, dentre eles a cromatografia, reconhecido por sua eficiência e qualidade para obtenção dos materiais purificados. Os monólitos poliméricos apresentam grande potencial nessa aplicação. Eles podem ser produzidos a partir de qualquer agente formador de gel, sendo uma das alternativas, a polimerização de acrilamida e bis-acrilamida juntamente com catalisadores em condições de criogeleificação levando à formação dos chamados criogéis. O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de adsorção de um criogel macroporoso funcionalizado pela imobilização de anilina por interação hidrofóbica, estabelecendo uma comparação entre duas enzimas (lisozima e albumina). Os adsorventes foram formulados, contendo 7% de monômeros (acrilamida, bis-acrilamida) e o alil glicil éter como agente fornecedor de radicais epóxi para a imobilização do ligante. Foram analisados o grau de expansão, capacidade de inchamento, porosidade e frações de macro e micro e mesoporos dos criogéis controle e funcionalizados. As amostras apresentaram diferença significativa quanto a fração de água, o que era esperado devido à natureza hidrofóbica do ligante, que diminui a penetração da água no criogel. Quanto à capacidade adsortiva, observou-se que a matriz adsorveu melhor a lisozima do que a albumina. Com base nos dados apresentados, os criogeis demonstram características promissoras para uso em processos de adsorção de proteínas.

**Palavras-chave:** acrilamida; criogel; cromatografia; matrizes cromatográficas.

## INTRODUÇÃO

A separação de biomoléculas pode ser realizada por diversos procedimentos, entretanto, a cromatografia é a mais utilizada, pois é capaz de isolar e purificar compostos de interesse, com uma pureza mais elevada se comparada com os demais procedimentos (1). A separação por cromatografia se baseia na distribuição dos componentes de uma mistura entre uma fase estacionária (sólida ou líquida) e uma fase móvel (líquida ou gasosa) (2). Além disso, é uma técnica amplamente reconhecida como uma das mais eficazes em processos de separação de aminoácidos, ácidos nucleicos, proteínas e peptídeos (1,2).

As características hidrofóbicas das moléculas vêm mostrando um grande potencial cromatográfico de interação para processos de separação. Na técnica de cromatografia por interação hidrofóbica, são utilizadas as regiões hidrofóbicas das proteínas para separá-las umas das outras, tomando por base a interação reversível entre as zonas hidrofóbicas da superfície da proteína e o ligante hidrofóbico de uma resina cromatográfica. A

cromatografia hidrofóbica tem sido amplamente utilizada entre as técnicas de separação para a purificação de biomoléculas, como proteínas, hormônios, e enzimas, tanto em escala laboratorial quanto industrial (3).

Uma fonte para a produção destes monólitos é a mistura entre acrilamida e bis-acrilamida com a adição de catalisadores, e são produzidos sob criogeleificação (variando entre -10ºC a -20ºC). Esses monólitos são denominados criogéis (4) e se caracterizam como adsorventes com diversidade em porosidade e morfologia (3) com reconhecido potencial em processos de separação para as enzimas (1).

Os suportes monolíticos surgem como alternativas às colunas tradicionais por apresentarem elevado potencial para aprimorar a separação de proteínas, representando o que há de mais moderno no setor de matrizes cromatográficas, constituindo-se ainda como materiais sintetizados em condições de congelamento (2).

Dentre as vantagens da utilização destes criogeis estão baixa resistência a fluxo permitindo sua utilização em soluções não clarificadas, flexibilidade na escolha do formato dos monólitos, características estas que contribuem para a redução de custos operacionais através da eliminação de etapas de preparação (como a pré-concentração) sem afetar a eficiência do processo de purificação (3).

Nos últimos anos, o criogel tem sido amplamente utilizado em pesquisas nos setores alimentícios e farmacêutico, especialmente, uma vez que estas estão cada vez mais preocupadas com o de técnicas que mantenham a bioatividade máxima de compostos, graças às suas propriedades altamente porosas e à sua grande resistência mecânica. A estrutura dos poros, que resulta do espaço deixado pelos cristais de gelo que sublimaram durante o processo, é um fator crucial que influencia as propriedades mecânicas dos criogeis (5).

Ainda que exista uma ampla variedade de suportes monolíticos passíveis de serem utilizados em processos de purificação, não existe nenhum considerado universal e, neste contexto, o estudo acerca de metodologias de funcionalização têm ganhado notoriedade (3). Com o intuito de otimizar a eficiência do processo sem afetar a eficiência dos processos de separação, o emprego destes adsorventes tem demandado uma modificação química ou física de sua estrutura ou mesmo o enxertamento dos ligantes através da técnica de inclusão de braços espaçadores em radicais epóxi (2). Estas técnicas tem como princípio a modificação das superfícies dos monolitos com vistas a introduzir grupos funcionais, geralmente, pela imersão matriz em solução contendo ligantes, que permitem a obtenção de fases estacionárias mais específica a determinadas proteínas, o que pode melhorar propriedades como hidrofobicidade, pH ou temperatura de ativação (1,2,3).

Diante do exposto, este trabalho possui a finalidade de avaliar a capacidade de adsorção de um criogel macroporoso funcionalizado pela imobilização de anilina por interação hidrofóbica, comparando duas enzimas (lisozima e albumina).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Síntese das matrizes monolíticas poliméricas

Para a produção dos criogeis, utilizou-se 3,3 g de acrilamida (AAm), 1,2 g de N,N-metileno-bis-acrilamida (BAAm) e 2,5g de alil-glicidil éter (AGE). Composta por 7% de monômeros (AAm, BAam, AGE), adicionadas de 140 µL persulfato de amônio (APS) 0,5g/mL e 91 µL de tetrametil etilenodiamina (TEMED).

A solução foi distribuída em seringas de 10mL mantidas em banho termostático a -12ºC por 24h. Posteriormente foram armazenadas em geladeira por 4 horas a 4ºC, após esse período foram colocadas em estufa a 60°C até a secagem completa conforme metodologia proposta por Savina et. al. (6), Fontan (7) e Gonçalves et. al. (8).

**Funcionalização das matrizes monolíticas poliméricas**

Os adsorventes foram colocados em contato com 20 mL de álcool metílico por 2 horas. Posteriormente, foram mantidos em contato com 20 mL de água destilada, seguido de contato com tampão fosfato de sódio 0,05 mol/L pH 6 (20 mL), ambos com tempo de contato de 1 hora. Na sequência, foram expostos a 20 mL da solução de ligante anilina, a 10mg/mL no tampão fosfato de sódio pH 6,0 durante 14 horas.

Após esse período de contato, as colunas foram imersas em 20 mL de tampão fosfato de sódio pH 6,0 e posteriormente colocadas em 20 mL de solução de borohidreto de sódio 0,1 mol/L em tampão fosfato de sódio pH 6. Ambas as imersões tiveram duração de 1 hora (sem agitação). Por fim, foram lavados com 20 mL de água destilada, por 1 hora. Após a ativação os adsorventes foram colocados em estufa a 60°C.

**Caracterização dos adsorventes**

A caracterização aconteceu por meio da análise da capacidade de inchamento (CI), do grau de expansão (GE), da porosidade (PT) e das frações de macro (MA) e microporos (MI) para os criogéis controle e para os funcionalizados, conforme descrito por Savina et. al. (6), Fontan (7) e Gonçalves et. al. (8).

**Ensaios de Adsorção**

Foram testados dois tipos de proteínas: lisozima e BSA, com o objetivo de verificar a adsorção nos criogeis funcionalizados por interação hidrofóbica.

Para cada tipo de ativação, foram realizados 6 tratamentos com lisozima e 6 com BSA. Em tubo de plástico, foram adicionados 20 mg de criogel ativado, cortado em discos de 2 mm de espessura, adicionados de 4 mL de solução de proteína, dissolvida em solução tampão fosfato de sódio 20 mM (pH 7,2), permanecendo em contato por 4 horas.

Após a agitação, as partículas de criogel foram removidas da solução e foram coletados 100 µL da solução restante em tubos de vidro correspondentes a cada tratamento. Adicionou-se 5 mL de solução de Bradford a cada tubo de vidro e foram medidas as absorbâncias em um espectrofotômetro a 595 nm. Utilizando os dados de absorbância e a equação da curva de calibração de Bradford, foi possível determinar a concentração de proteína na solução após o contato com o criogel, permitindo a comparação com a concentração inicial da solução (9,10).

A capacidade adsortiva foi calculada conforme a Equação 1, abaixo.

Equação 1 – Fórmula para se obter a capacidade adsortiva

$$q = \frac{(Co - Cq)}{mc} V$$

q = capacidade adsortiva;
$C_0$ = Concentração inicial (mg/mL);
Cq = Concentração de equilíbrio (mg/mL);
mc = Massa do criogel (mg);
V = volume da solução (mL).

**Tratamento dos dados**

Os resultados foram analisados por meio da análise de variância (ANOVA). O teste utilizado foi o de Tukey, com o alfa a 5%. A plataforma utilizada para o tratamento dos dados foi o SAS student.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As matrizes sintetizadas, como apresentado na Figura 1, assumiram o formato cilíndrico do molde utilizado e ficaram uniformes e rígidos após a desidratação. Quando hidratados, exibiram uma estrutura macia e elástica, típica dos monólitos de poliacrilamida. Obtiveram estruturas consistentes, cilíndricas, esponjosas (quando umedecidas), lisas e porosas, conforme constam em estudos realizados por Nascimento et. al. (2) e Gonçalves, et. al. (8). Além disso, a funcionalização não promoveu alteração visual dos mesmos.

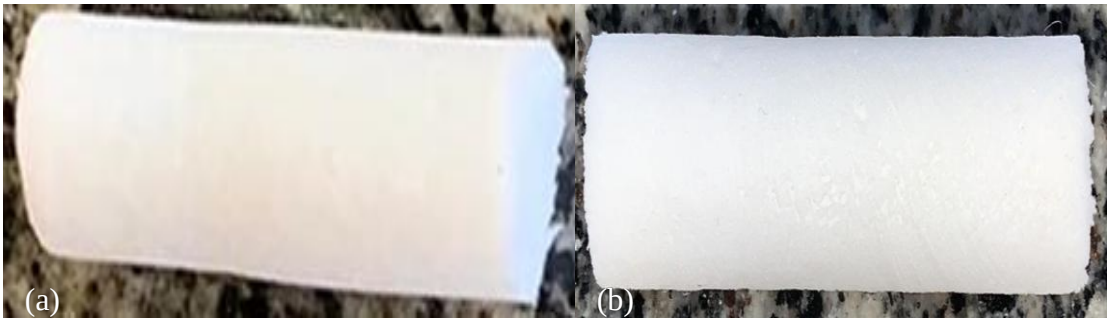



Figura 1- Fotografias de monólitos de criogeis poliméricos (a) não funcionalizado, (b) funcionalizado.

Os dados apresentados abaixo, na Tabela 1, mostram os resultados da caracterização da amostra controle e da amostra ativada.

Tabela 1 - Dados obtidos através da caracterização das amostras.

| Determinações ou análises | C | A |
|---|---|---|
| CI | $18,14^{A}$±0,55 | $18,30^{A}$±0,70 |
| GE | $20,86^{A}$±0,87 | $21,06^{A}$±0,98 |
| FA | $0,03^{A}$±0,00 | $0,01^{B}$±0,00 |
| FS | $0,05^{A}$±0,00 | $0,05^{A}$±0,00 |
| MA | $0,74^{A}$±0,04 | $0,74^{A}$±0,03 |
| MI | $0,25^{A}$±0,04 | $0,19^{A}$±0,03 |
| PT | $0,91^{A}$±0,002 | $0,93^{A}$±0,002 |

**Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade. CI = capacidade de inchamento; GE = grau de expansão; FA = fração de água, FS = fração polímero seco; MA = fração de macroporos; MI = fração de microporos; PT = porosidade total.; C = amostra controle; A = amostra ativada.*

Quanto à capacidade de inchamento (CI) e grau de expansão (GE), as amostras não apresentaram diferença entre o controle e o funcionalizado, indicando que a ativação não foi capaz de promover mudanças na estrutura do criogel na capacidade de hidratar-se. O grau de expansão aumentou, no entanto não foi de forma significativa, expressando que a ativação não foi capaz de alterar a sua capacidade de expansão, ficando entre 21,06 e 20,86. Nascimento et. al. (2) obteve valores menores para o grau de expansão, e isso pode estar associado com a quantidade de AGE usada em ambas formulações, quanto mais AGE na formulação mais o grupo epóxi será reativo (1).

A capacidade de retenção da água dentro da estrutura de um criogel ativado com um ligante hidrofóbico tende a diminuir, devido à redução da capacidade de penetração da água nos mesmos, provavelmente porque diminuiu o espaço entre os poros com a inclusão do ligante, diante disso, explica-se a diminuição na fração de água (FA) do controle para o ativado conforme Nascimento et. al. (2).

A fração de polímero seco (FS) não apresentou diferença estatística entre a amostra controle e ativada. As frações de macro e microporos (MA e MI) não apresentaram diferença estatística. Tendo como maior fração, a de macroporos, o que é característico da estrutura, essa macroporosidade é desejável para a separação de

biomoléculas, pois garante um escoamento facilitado dado o seu alto grau de separação seletiva (1). Além disso, essa característica permite a utilização de soluções viscosas o que representa uma redução nos custos por eliminar etapas de preparação, e permite também a utilização em colunas, já que apresenta uma boa flexibilidade. A porosidade total (PT) também não apresentou diferença estatística entre matriz controle e ativado. Isso quer dizer que o processo de ativação não foi capaz de interferir na distribuição de água dentro dos poros, portanto não houve modificação na rigidez do adsorvente (2).

**Teste adsortivo**

Os resultados obtidos para a capacidade adsortiva estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores médios da capacidade adsortiva das proteínas (lisozima e albumina).

| Parâmetro | Lisozima | Albumina |
|---|---|---|
| Capacidade adsortiva (mg/g criogel) | 20,34 ± 4,62 | 12,55 ± 5,79 |

Verificou-se que os adsorventes apresentaram diferença estatística, sendo a maior capacidade adsortiva para a lisozima se comparado com Albumina Sérica Bovina (BSA). Essa diferença de capacidade está relacionada com a hidrofobicidade das proteínas, uma vez que a lisozima é mais hidrofóbica apresentando, portanto, maior afinidade com o criogel. Nascimento et. al. (2), obteve uma capacidade adsortiva para a Albumina (31,14 ± 1,38) maior do que a encontrada neste trabalho, para condições semelhantes.

A lisozima possui uma estrutura compacta com regiões hidrofóbicas bem definidas, o que permite interações hidrofóbicas fortes e específicas com outras moléculas. Em contraste, a albumina tem uma estrutura mais aberta e flexível, com uma superfície que combina áreas hidrofóbicas e hidrofílicas. Isso resulta em interações hidrofóbicas menos específicas e menos intensas, tornando a lisozima mais eficiente em formar complexos hidrofóbicos em comparação com a albumina, corroborando com os dados encontrados neste trabalho. No entanto, ainda que a capacidade adsortiva tenha sido maior para a lisozima, é possível compreender que essa técnica pode ser usada no processo de adsorção, permitindo a redução de etapas no processo de purificação, permitindo também a utilização em escala industrial (11,12).

Na aplicação de processos de adsorção ou purificação de enzimas, tanto a lisozima quanto a albumina têm importância significativa. Em escala industrial (farmacêutica e alimentícia), a lisozima é valorizada por seu potencial antimicrobiano e pode ser extraída de diversas fontes, o que justifica sua aplicabilidade na pesquisa. Por outro lado, a albumina é amplamente utilizada como padrão em ensaios de proteínas e como agente estabilizante em análises laboratoriais, graças à sua fácil disponibilidade e características bem conhecidas, que facilitam a quantificação e a validação de métodos analíticos (11,12).

## CONCLUSÕES

Foi possível produzir adsorventes poliméricos macroporosos hidrofóbicos funcionalizados com anilina. Verificou-se que os criogéis apresentaram-se flexíveis e com alto grau de expansão e capacidade de inchamento. Entretanto, não houve diferença significativa em relação às frações de poros entre controle e ativado, o que sugere que que a funcionalização manteve a característica macroporosa dos adsorventes, o que pode possibilitar a aplicação dessas matrizes em processos de separação e purificação de enzimas. Os adsorventes apresentaram maior adsorção para a BSA, devido a sua maior hidrofobicidade, entretanto os resultados indicam que os criogeis são promissores para

processos de separação de biomoléculas, reduzindo o número de etapas e os custos do processo, podendo ser aplicado na purificação em larga escala. Mais estudos são necessários, a fim de otimizar o seu uso e verificar a aplicação em processos de purificação de enzimas vegetais ou outras fontes.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às instituições financiadoras dessa pesquisa, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB). Agradecemos ainda à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos (PPGECAL) e ao Laboratório de Engenharia de Processos (LEP).

## REFERÊNCIAS

1. Paiva TS, Nascimento RG, Veríssimo LAA , Bonomo RCF, Veloso CM, De Rezende JV, Fontan RCI. Adsorption isotherms and thermodynamic properties of a butyl functionalized hydrophobic macroporous cryogel. Braz. J. Chem. Eng. 2022; 39: 815–823.
2. Porfírio MCP, Santos JB, Alves AN, Santos LS, Bonomo RCF, Fontan RCI. Purification of pineapple bromelain by IMAC chromatography using chlorophyll-activated macroporous matrices. Journal of Chromatography B. 2024; 1234: 124027.
3. Nascimento RG, Porfírio MCP, Nascimento PA, Alves NA, Bonomo RCF, Fontan RCI. A novel hydrophobic matrix grafted with aniline for protein capture and thermodynamic study of BSA adsorption. Journal of Polymers and the Environment. 2022; 30: 3230-3238.
4. Plieva FM, Anderson J, Galaev iy, Mattiasson B. Characterization of polyacrylamide based monolit CIH columns. Journal of Separation Science. 2004; 27: 828-836.
5. Ma Y, Bi J, Wu Z, Feng S, Yi J. Tailoring microstructure and mechanical properties of pectin cryogels by modulate intensity of ionic interconnection. International Journal of Biological Macromolecules, 2024; 262, 130028.
6. Savina IN, Gun'ko VM, Turov VV, Dainiak M, PHILIPS GJ, YAVUZ H, Denizli A. A New Affinity Separation Medium: Supermacroporous Cryogels. Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering, 2015.
7. Fontan RCI. Desenvolvimento e caracterização de trocador catiônico supermacroporoso para a purificação de macromoléculas [dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2013.
8. Gonçalves GR, Gandolf ORR, Santos LS, Bonomo RCF, Veloso CM, Veríssimo LAA, Fontan RCI. Immobilization of sugars in supermacroporous cryogels for the purification of lectins by affinity chromatograph. Journal of Chromatography. 2017; 1068B: 71-77.
9. Santos JB, Profírio MCP, Santos MPF, Souza YG, Bonomo RCF, Fontan RCI. Development of a glutamate-functionalized macroporous cation-exchange matrix for partial purification of lysozyme from chicken egg White. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2024; 694: 134224.
10. Bradford M. Método rápido e sensível para quantificação de quantidades de microgramas de proteína utilizando o princípio de ligação de corante proteico. Analytical Biochemistry. 1976; 72: 248-254.

11. Mól PCG, Veríssimo LAA, Eller MR, Minim VPR, Minim LA. Development of an affinity cryogel for one step purification of lysozyme from chicken egg white. Journal of Chromatography B. 2017; 1044: 17-23.
12. Neves ICO, Rodrigues AA, Valentim TT, Meira ACFO, Silva SH, Veríssimo LAA, Resende JV. Amino acid-based hydrophobic affinity cryogel for protein purification from ora-pro-nobis (Pereskia aculeata Miller) leaves. Journal of Chromatography B. 2020; 1161: 122435.

**Capítulo 34**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-34**

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MEL COM FLORADA SILVESTRE E MARMELEIRO DA CIDADE DE GARANHUNS DO ESTADO DE PERNAMBUCO

**Tainara de Brito Dourado*; Layane de Lima Bezrra ; Krause Gonçalves Silveira Albuquerque; Gerla Castello Branco Chinelate**

**Tainara de Brito Dourado– Email: tainaradourado1@gmail.com*

**Resumo:** O mel é um alimento produzido por abelhas, a partir do néctar das flores ou de secreções oriundas de partes vivas das plantas. A qualidade das flores que existem para a ação das abelhas é primordial para o mel. Assim, diversidade da flora brasileira e o clima, se mostra necessário caracterizar os méis e estabelecer os padrões. Desta forma, este trabalho tem objetivo caracterizar méis de diferentes floradas, silvestre e marmeleiro, e determinar as distinções de cada um. As análises desenvolvidas para o mel silvestre (S) e mel marmeleiro (M) foram pH, acidez, cor e umidade, diante dos dados encontrados é perceptível a diferença de pH para o mel silvestre obteve 4,09, menos ácido em relação ao mel marmeleiro que teve resultado de 3,72, para a acidez a amostra S teve acidez de 25,872 meq/kg e a amostra M obteve 19,15, já a coloração variou entre as duas amostras de méis, amostra M, apresentou absorbância 0,101 coloração branca, seguida a amostra S absorbância de 0,460, colocação âmbar. O teor de umidade é um dos parâmetros de análise do mel, neste caso não sendo tolerado valores acima de 20%. Para os resultados encontrados, tem diferença entre as amostras nas análises efetuadas, o que leva a crer ainda mais na influência da florada na produção do mel acerca de suas propriedades, seja em relação a maior quantidade de minerais, sabor e aroma específicos, na propensão de deterioração, no conteúdo de água presente dentro outras.
**Palavras–chave:** Florada; Mel; Parâmetros

## INTRODUÇÃO

Segundo a legislação brasileira (1), mel é [...] o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia[...]

O mel é essencialmente uma solução aquosa com uma concentração de açúcar invertido que contém uma mistura complexa de vários outras enzimas, carboidratos, aminoácidos, minerais, ácidos orgânicos, substâncias aromáticas, ceras, pigmentos, grãos de pólen etc. O seu conteúdo de água deve ser inferior a 20% para evitar a ação de leveduras osmofílicas. Os principais açúcares são a glicose (31%) e a frutose (38%), não se tem detectado a presença de outros monossacarídeos. Tem-se identificados mais de vinte oligossacarídeos dos quais a maltose é o principal componente, esta fração é variável dependendo das plantas de onde foi extraído o mel (2).

Para a humanidade, o mel foi uma das primeiras fontes de açúcar para o homem. Isso é comprovado pelo uso do mel e do pólen das abelhas nativas que não possuem ferrão nos períodos pré-hispânicos e o papel que desempenharam na dieta do povo indígenas americanos. No Brasil por volta do século XIX, o mel e a cera utilizados na alimentação pelos índios e brancos e a confecção de velas pelos jesuítas eram provenientes das abelhas que não possuíam ferrão (3; 4; 5; 6).

O crescimento da apicultura teve um grande impulso após 2001, quando o Brasil iniciou as exportações de mel para a Europa e Estados Unidos. Até ao momento, toda a produção era comercializada no mercado interno (7). Com o início das exportações a preocupação com a persistência da qualidade do mel produzido no Brasil foi crescendo, como o fato do conhecimento da aplicação das Boas Práticas Apícolas (BPA), que se trata de uma ferramenta indispensável para o prosseguimento da qualidade do mel desde o campo até a etapa de seu processamento (7).

No Brasil a apicultura possui um crescimento expressivo de produção, chegando a ocupar um lugar de evidência no mercado internacional, sendo que grande parte do mel produzido era provido da região Nordeste, porém, em 2017, a região Sul se tornou a principal produtora com 39,7% do total nacional. (8). A nível regional, a produção melífera é efetuada por comunidades indígenas e tradicionais, sendo que falta instrução para a otimização do ciclo de produção e venda dos produtos relacionados às abelhas (9).

A população tem obtido uma mudança em seus hábitos, isso no intuito de manter um estilo de vida mais saudável, fazendo crescer a procura por produtos naturais. Dentre esses produtos, encontra-se o mel, que é um alimento bastante apreciado pelo seu sabor próprio e consideravelmente nutritivo, sendo assim cada vez mais consumido. O mel se trata de um produto de grande valor no mercado externo e seu preço muda em níveis altos se comparado a outros tipos de produtos. Por essa razão, a pesquisa por padrões rigorosos de qualidade se torna de grande necessidade para atender a um mercado consumidor cada vez mais exigente (10).

O mel silvestre tem como característica ser um mel poli floral com produção a partir de diversas espécies nativas que contribuem com o néctar (11). O mel poli floral é o mais comum no Brasil e, em particular na região Nordeste, devido à enorme diversidade de plantas (12).

A composição física, química e as características sensoriais como cor e sabor do mel podem ocorrer alterações de acordo com a sua composição floral e por este motivo, para termos de comercialização, o mel pode ser categorizado conforme sua origem botânica e procedimento de obtenção (13; 1). É comum encontrar modificações na composição física e química do mel, pois vários fatores intervêm na sua qualidade: suas condições climáticas, estágio de maturação, florada, espécie de abelha, processamento e armazenamento. A microbiota também pode variar, obtendo microrganismos inseridos pelas próprias abelhas e outros inseridos de maneira indesejada por ausência de higiene durante a manipulação ou na extração e beneficiamento do mel (14). O primeiro contato do apicultor com o mel é na colheita, é um ponto crítico do processo de extração, pois nesta fase inicia exposição a condições que podem interferir na sua qualidade – manipulação, equipamentos e instalações (15). A maneira de armazenamento das abelhas proporciona sua conservação e devem ser adquiridos cuidados para interferir o mínimo possível na qualidade do mel, garantindo a manutenção de suas características originais (16). Através de análises físico-químicas e microbiológicas é possível detectar irregularidades no produto.

A abundância e a qualidade das flores que existem no campo de ação das abelhas é um fator primordial na produção do mel. Dessa maneira, devido a diversidade na flora

brasileira devido a sua grande extensão territorial do país e da volubilidade climática existente, é de suma importância a caracterização regional dos méis e estabelecer os padrões, levando-se em consideração a grande diversidade botânica e variações climáticas de cada região (17).

Desta forma, este trabalho tem por objetivo caracterizar méis de diferentes floradas, a silvestre e marmeleiro, produto este oriundo da cidade de Garanhuns-PE, a fim de determinar as distinções de cada florada nas propriedades do mel.

## MATERIAL E MÉTODOS

As análises desenvolvidas foram feitas nos laboratórios multidisciplinares de ciência e tecnologia de alimentos (LACTAL), da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), Garanhuns-PE. Em se tratando da aquisição dos méis para análise, os mesmos foram comprados em produtor local da cidade de Garanhuns, sendo que cada amostra obtida possui florada diferente, ou seja, uma amostra com florada silvestre (S) e outra com florada marmeleiro (M), e posteriormente dado início às análises, foi averiguado diante das alíquotas das amostras o pH, acidez, cor e umidade.

Análise de pH (adaptado de Instituto Adolfo Lutz (18)): As análises de pH iniciaram com a pesagem de 10 g da amostra em um béquer de 250 ml e diluído em 75 ml de água destilada, e homogeneizado com bastão de vidro e logo em seguida foi mergulhado o eletrodo na solução, foi utilizado soluções-tampão de pH 4 e 7 o pHmetro de Bancada Kasvi modelo K39-2014B.

Análise de acidez (19): Foi pesado 10g de cada amostra e homogeneizadas em 75ml de água destilada, e utilizado três gotas de fenolftaleína e efetuado a titulação em solução de NaOh 0,1 M até pH de 8,3.

Análise de cor (20): Em espectrofotômetro UV/VIS, utilizando a glicerina como branco foi feita a determinação da cor, em leitura de 560 nm os resultados foram comparados com a escala de Pfund.

Análise de umidade (adaptado de Lucena (20)): Para realização do teste de umidade foi pesado 2 g de mel em cadinhos e colocado na estufa a 105 °C por 29h, e após esse período foi realizada a pesagem novamente. Foi utilizado balança analítica, cadinhos, espátula e estufa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realizada as análises propostas como o pH, acidez e umidade os respectivos resultados foram expressos por média, desvio padrão e o teste de Tukey a 5% de probabilidade onde, houve diferença na comparação da amostra de mel silvestre (S) com o mel marmeleiro (M), como estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das análises de pH, acidez e umidade nas amostras de mel silvestre e mel marmeleiro.

| | pH | Acidez (meq/kg) | Umidade |
|---|---|---|---|
| Mel Silvestre | 4,09±0,04[a] | 25,872±0,58[a] | 21,89±0,30[a] |
| Mel Marmeleiro | 3,72±0,03[b] | 19,15±2,02[b] | 21,612 ±0,99[a] |

Fonte: autor, 2024.

Na legislação brasileira, não se encontra valores de referência para pH. Esta análise contribui apenas como um elemento auxiliar na avaliação da acidez e para verificar a sua influência no sabor do mel e em sua atividade antibacteriana. Quando o valor do pH do mel se mostra anormal do ácido, contém uma possível indicação de adulteração ou fermentação (15). O valor do pH do mel é um dos parâmetros importantes, pois este pode influenciar na velocidade de formação do hidroximetilfurfural (HMF) (13).

O hidroximetilfurfural (HMF) é um composto químico que se forma através de certos açúcares com ácidos, servindo como indicador de qualidade no mel. Pois quanto mais elevado for o teor de hidroximetilfurfural menor será o valor nutricional do mel em razão da destruição, por meio de aquecimento de determinadas vitaminas e enzimas (21).

Embora a determinação do pH do mel não seja uma análise obrigatória para o controle de qualidade dos méis brasileiros, mas é necessária como sendo um fator indicativo de qualidade (15). Os valores de pH do mel silvestre obtiveram em média 4,09, onde se mostrou menos ácido em relação ao mel marmeleiro que teve resultado de 3,72. De acordo com Crane. (22), afirma que o valor de pH pode estar relacionado com a composição florística nas áreas de coleta do mel, além que este poderá ser influenciado pelo pH do néctar, e diferenças na composição do solo ou a associação de espécies vegetais para a composição final do mel, que pode contribuir para a variação. O pH ideal para o mel é aquele inferior a 4,0 (21).

Segundo Cortopassi-Laurino; Gelli. (23) descreveu que os méis brasileiros de abelhas Apis têm o pH variando de 3,95 a 4,09, valores que entram assim em conformidade com os resultados da amostra do presente estudo, já no trabalho de Lucena (20), o pH das amostras dos méis analisados variou entre 3,73 e 4,1 há uma significativa proximidade com os valores obtidos.

Silva. (24) a média geral do pH foi de 3,56 para um intervalo de variação de 3,45 a 3,62, resultados diferentes ao encontrado neste trabalho, mas já Sodré et al. (25) avaliando méis de origem da região do litoral norte no estado da Bahia obteve uma média superior de 3,77 o que entra em concordância. Schlabitz. (26) todas as amostras avaliadas apresentaram valores de pH ácidos, variando entre 4,37 e 4,58 isso devido à presença de ácidos orgânicos que favorecem o sabor do mel e consequentemente para a estabilidade contra o desenvolvimento microbiano.

Desta forma, os valores médios de pH encontrados na Tabela 1 se encontram em acordo com trabalhos realizados por pesquisadores do Brasil, que encontraram valores médios de pH entre 3,72 e 4,09.

Em se tratando do parâmetro de acidez, a amostra S teve em média acidez de 25,872 meq/kg e para a mostra M obteve 19,15 meq/kg, estes valores se encontra de acordo com o padrão de qualidade recomendado pela legislação brasileira, que estabelece um limite máximo de 50 meq.kg-1 de acidez para o mel de abelha (1). Nos testes realizados por Souza. (27), os resultados que o autor encontrou foram semelhantes, uma vez que todas as amostras os valores médios estavam dentro do limite exigido pela legislação brasileira, apesar da diferença estatística, o que está em concordância com valores encontrados em Rosa. (28) onde foram apresentados valores de acidez na faixa de 21,0 a 42,7 mEq/kg.

Segundo Araújo. (29) que avaliou 10 amostras de produtos apícolas da Cidade de Crato-CE, a acidez em questão desses méis variou entre 24,83 a 40,30, o que se encontra com bastante semelhante aos dados encontrados no presente trabalho, o mesmo se dá em Schlabitz. (26), onde acidez de todas as amostras variou de 21,40 a 28,34

meq/kg, estava de acordo com a legislação vigente comportamento que se segue para as amostras analisadas. A acidez do mel é um parâmetro que auxilia na determinação do nível de deterioração que se encontra o mesmo, além disso, a acidez contribui para minimizar o crescimento bacteriano no produto e possui o efeito de realçar o sabor do mel. Em níveis normais este parâmetro se dá principalmente ao ácido glucônico, que é produzido durante a maturação do mel, e reduz com o amadurecimento. Valores baixos de acidez significa que o mel foi colhido na maturidade certa e/ou não apresenta fermentação por contaminação microbiana (13; 30).

Conforme Souza et al. (31), que avaliou características físico-químicas de amostras de mel de Melipona asilvai, detectou alta acidez e baixo pH, fatores esses que auxilia na promoção de uma maior vida útil do produto, uma vez que são condições desfavoráveis ao desenvolvimento microbiano.

No Codex Alimentarius o valor da acidez máxima é de 50 meq.kg-1, apesar de que existam alguns tipos de méis em regiões tropicais que manifestam um teor natural de acidez mais alto (32). Como a acidez influência de modo direto o sabor do mel, pode-se explicar a notável preferência do consumidor pelo sabor do mel da abelha nativa (33).

O teor de umidade é um dos principais parâmetros de análise da qualidade do mel, neste caso não sendo tolerado valores acima de 20% para o mel puro, por conta da facilidade de desenvolvimento de certos microrganismos responsáveis pela fermentação (1;34;35;36; SCHULTEIB, 2001).

Uma das características mais importantes no mel, é seu conteúdo de água componente este em segundo lugar em quantidade, modificando conforme o clima, a época de colheita e a origem da flor. Um fator primordial para determinação de peso específico, viscosidade, sabor e cristalização, além de ser um indicativo importante da tendência de fermentação influenciando principalmente na conservação do produto é o teor de umidade (37).

De acordo com Marchini, Moreti e Otsuk. (38) uma das plausíveis razões para valores de umidade em posição elevada do permitido, poderia ser a colheita do mel oriundo de favos não operculados ou ainda período e/ou condições de armazenamento inapropriado, o que pode assim, levar o mel a absorver umidade do ambiente.

A coloração observada nas duas amostras de méis varia conforme a florada de origem, de acordo com a Escala de Pfund (Tabela 2), a amostra M, apresentou absorbância 0,101 que corresponde a coloração branca, seguida a amostra S com absorbância de 0,460, corresponde a colocação âmbar como pode ser observada na tabela.

Tabela 2: Escala de cores de Pfund para classificação de méis.

| Cor do Mel | Pfund (mm) | Absorbância (560 nm) |
|---|---|---|
| Branco Água | 0-8 | 0,030 ou menos |
| Extra Branco | 8-16,5 | 0,030 a 0,060 |
| Branco | 16,5-34 | 0,060 a 0,120 |
| Âmbar Extra Claro | 34-50 | 0,120 a 0,188 |
| âmbar Claro | 50-85 | 0,188 a 0,440 |
| Âmbar | 85-114 | 0,410 a 0,945 |
| Escuro | >114 | ≥ 0,945 |

Fonte: Vidal e Fregosi, 1984.

Este parâmetro é qualificado com grande relevância para análise dos aspectos sensoriais realizada pelo consumidor e influência no preço final pago ao produtor e como

método de análise de qualidade e floral. As seguintes amostras analisadas estão dentro dos padrões exigidos segundo a legislação, visto que classifica o mel do incolor ao âmbar escuro. A cor do mel líquido pode variar do branco-aquoso a próximo ao preto, além de variações tendendo para matizes de verde ou vermelho, ou até mesmo o azul (22).

Dependendo da coloração, o sabor e aroma sofrem alterações, preservando o valor nutritivo, desta forma quanto mais escuro o mel maior a quantidade de minerais presentes, entretanto contém baixo valor comercial, pois a coloração clara é mais aceita no mercado mundial ocasionando em maior preço quando comercializado (21).

A cor do mel está ligada à sua origem floral, entretanto as substâncias responsáveis por sua coloração são desconhecidas (39). Menciona-se que minerais estejam entre os fatores responsáveis; porém, a prolongação do armazenamento, o aquecimento, a luz, as possíveis reações enzimáticas e o processo de colheita podem escurecer o mel (22). Nos mercados mundiais o mel é apreciado por sua cor, sendo que méis de coloração mais claras alcançam preços mais altos (40). De acordo com Cortopassi-Laurino; Gelli (41) a cor mais escura é um atributo dos méis que inclui maiores quantidades de açúcares redutores. Campos. (42) também afirma que méis com maiores índices de diástase tendem a apresentar coloração escura.

## CONCLUSÕES

Os parâmetros analisados dos méis tanto silvestre como marmeleiro se encontram dentro dos padrões para consumo, possibilitando assim a exploração desse produto em Garanhuns e região.

Para os resultados encontrados, é evidente a diferença entre as amostras em vista a todas as análises efetuadas, o que leva a crer ainda mais na influência da florada na produção do mel acerca de suas propriedades, seja em relação a maior quantidade de minerais, sabor e aroma específicos, na propensão de deterioração, no conteúdo de água presente dentre outras.

Desta forma, ao final de todos os resultados encontrados, mostra-se a necessidade de maiores estudos de floradas para produção de méis com maior valor nutricional e características apreciadas para agregar ainda mais valor a esse produto.

## REFERÊNCIAS

1. Brasil, M. A. P. A. Ministério da Agricultura. Instrução normativa 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. **Diário Oficial**, p. 16-17, 2000.Disponível em: https://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/IN-11-de-2000.pdf. Acesso em: jan. 2005.
2. Cruz Garcia. Determinação da Qualidade do Mel. 1999 [consultado em 16 de junho de 2024]; Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Crispin-Garcia-Cruz/publication/49600032_DETERMINACAO_DA_QUALIDADE_DO_MEL/links/00463538f2c83817c1000000/DETERMINACAO-DA-QUALIDADE-DO-MEL.pdf
3. Corytopassi-Laurino, M. Abelhas em agronegócios. **VI Seminário Nordestino de Pecuária-Apicultura, Fortaleza, CE**, p. 5-11, 2002.
4. Kerr, Warwick E. Biologia e manejo da tiúba: a abelha do Maranhão. **São Luís: Edufma**, 1996.
5. Kerr Warwick Estevam, Zilse Gislene Almeida Carvalho, Nascimento Vania Alves. Abelha uruçu: biologia, manejo e conservação [Internet]. 1996 [consultado em 12 de junho de 2024]. Disponível em: https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/35985

6. Nogueira Paulo. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferro [Internet]. 1997 [consultado em 10 de junho de 2024]. Disponível em: https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1073141
7. Senai. Manual de Boas Práticas Apícolas – Campo [Internet]. 2009 [consultado em 7 de junho de 2024]. Disponível em: https://central3.to.gov.br/arquivo/221865/.
8. Pasin Luiz Eugênio, Tereso Mauro José, Barreto Lídia Maria. Análise da Produção e Comercialização de Mel Natural no Brasil no Período de 1999 A 2010. AgroAalimentaria [Internet]. 2010 [consultado em 14 de junho de 2024]; Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/c93bfdde-520d-4d33-b0e4-8095aab69224/content
9. Costa Tiago Viana, Farias Carlos Alexandre, Brandão Clévison. Meliponicultura em comunidades tradicionais do Amazonas. Https://orgprints.org/id/eprint/22792/1/12818-54117-1-PB.pdf [Internet]. 2012 [citado em 6 de junho de 2024]; Disponível em: https://orgprints.org/id/eprint/22792/1/12818-54117-1-PB.pdf
10. Pittella Carla Martins. Determinação de Resíduos de Pesticidas em Mel de Abelhas (Apis sp) por Cromatografia de Fase Gasosa Acoplada à Espectrometria de Massas [Dissertação na Internet]. Universidade Federal de Minas Gerais; 2009. Dissertação; [citado em 10 de junho de 2024]; Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/SSLA-7UZJQ7/1/disserta__o_final_cd_1.pdf
11. Moreira Ricardo Felipe, Maria Carlos Alberto. Glicídios no Mel. Quim. Nova [Internet]. 2001 [consultado em 16 de junho de 2024]; Disponível em: https://www.scielo.br/j/qn/a/sz3H5QFKkL7cSbjR7fwZV
12. Bayma Armando Barbosa. Perfil Sensorial e Instrumental de Méis Silvestres de Abelhas Africanizadas (Apis mellifera) das Cinco Mesorregiões do Estado do Maranhão [TCC na Internet]. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO; 2008 [consultado em 8 de junho de 2024]. Disponível em: https://tede.ufrrj.br/jspui/bitstream/tede/430/3/2008%20-%20Armando%20Barbosa%20Bayma.pdf
13. Crane, E. Constituintes e característica do mel. In: Crane, E. O livro do Mel. São Paulo: Nobel, 1983.
14. Lopes, M. T. R. As boas práticas na colheita e qualidade do mel. Embrapa. Janeiro de 2008. Disponível em: http://www.embrapa.br/embrapa/imprensa/artigos/2008/as-boas-praticas-na-colheita-e-qualidade-do-mel acesso em 13/05/2024.
15. Silva Claudécia, Queiroz Alexandre J. de M., Figueirêdo Rossana M. F. Caracterização Caracterização físico-química de méis produzida no Estado do Piauí para do do Piauí para diferentes floradas [Dissertação na Internet]. UFPB; 2004. 1 Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor; [citado em 13 de junho de 2024]; Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/cNcCmhfk88nW8FvRWqHfsDQ/?format=pdf&lang=pt
16. Whtte, J.W. Jr. Honey. In: Grahan, J.M. The hive and the honey bee. Illinois: Dadant & Sons, Cap.21, p.871-925, 1993.
17. Marchini LC. Caracterização de amostras de méis de Apis mellifera L. 1758 (Hymenoptera: Apidae) do Estado de São Paulo, Baseada em aspectos fisico-quimicos e biológicos. 2001 ;[citado 2024 jun. 21 ]
18. Zenebon Odair, Pascuet Neus Sadocco, Tiglea Paulo. Instituto Adolfo Lutz. 4ª Edição ed. e atual. São Paulo; 2008 [consultado em 4 de junho de 2024]. Disponível em:http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf
19. AOAC. Métodos Oficiais de Análise. Ed. 18. Washington, DC; 2012.

20. Lucena Raphaela Monteiro. Caracterização do Mel de Abelha da Espécie Apis Melífera L. da Região do Curumataú OrientalL Paraibano [TCC]. JOÃO PESSOA: Universidade Federal da Paraíba; 2020. [consultado em 4 de junho de 2024]. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/17933/1/RML31072020.pdf
21. Venturini Katiani Silva, Sarcinelli Miryelle Freire, Silva Luís César. Características do Mel. 2007. [consultado em 12 de junho de 2024]; Disponível em: https://www.agais.com/telomc/b01107_caracteristicas_mel.pdf
22. Crane, E. O livro do mel. 2ª edição. São Paulo: Nobel, 1985.
23. Cortopassi-Laurino M, Gelli DS. Analisar polínicas, propriedades físico-químicas e ação antibacteriana dos miels d'abeilles africanisées Apis mellifera e dos Méliponinés du Brésil. Apidologia [Internet]. 1991 [citado em 11 de junho de 2024]; Disponível em: https://www.apidologie.org/articles/apido/pdf/1991/01/Apidologie_0044-8435_1991_22_1_ART0008.pdf
24. Silva N. Lima, Queiroz Kelly, Figueiredo Alexandre, Silva Rossana, Melo Charles, Melo Karla. Características Físico-Químicas de Mel Produzido em Limoeiro do Norte Durante o Armazenamento. Revista Caatinga. 2009 [consultado em 10 de junho de 2024]; Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117843036.pdf
25. Sodré Geni da Silva. Características físico-químicas, microbiológicas e políticas de amostras de méis de Apis mellifera L., 1758 (Hymenoptera: Apidae) dos estados do Ceará e Piauí [TCC na Internet]. Universidade de São Paulo; 2005 [consultado em 10 de junho de 2024]. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-22102007-084952/pt-br.php
26. Schlabitz Cláudia, Silva Sabrina Aparecida, Sousa Claucia Fernanda. Avaliação de Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos no Mel. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial [Internet]. 2010 [consultado em 16 de junho de 2024]; Disponível em: https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/468/499
27. Souza: Lázara Batista dos Santos. Caracterização Físico-Química e Microbiológica do Mel de Abelhas (APIS MELLIFERA) Produzido no Território Rural de Identidade Parque das Emas - GOIÁS [Dissertação na Internet]. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – campus Rio Verde; 2017 [consultado em 12 de junho de 2024]. Disponível em: https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_11/2018-02-23-04-21-11Disserta%C3%A7%C3%A3o%20L%C3%A1zara.pdf
28. Rosa DioneiI. Comparação Físico-Química e Avaliação Microbiológica de Méis de Abelhas Jataí e Africanizada Produzidos no Município de Rio Bonito do Iguaçu-PR [TCC na Internet]. Universidade Federal da Fronteira Sul; 2014 [consultado em 13 de junho de 2024]. Disponível em: https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/515/1/ROSA.pdf
29. Araújo Ribeiro, Silva Dyalla, Sousa Roberto. Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato. Revista de Biologia e Ciências da Terra [Internet]. 2006 [consultado em 10 de junho de 2024]; Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/500/50060108.pdf
30. Andrae, E. C. B. Análise de alimentos, uma visão química da nutrição. São Paulo: Ed. Varela, 2006.
31. Souza Bruno de Almeida, Carvalho Carlos Alfredo, Sodré Geni da Silva, Marchini Luis Carlos. Características físico-químicas de amostras de mel de Melipona asilvai (Hymenoptera: Apidae). Ciência. Rural [Internet]. 2004 [consultado em 6 de junho de 2024]; Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/33wjJCdG6pXb7LdpW3LFTNc/?format=pdf&lang=pt

32. Bogdanov Stefan, Martin Pete, Marcazzan Gian Luigi, Kerkvliet Jacob. Métodos harmonizados da Comissão Europeia do Mel. Researchgate [Internet]. 1997 [consultado em 13 de junho de 2024]; Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/292092907_Harmonised_methods_of_the_European_Honey_Commission?enrichId=rgreq-f0c0b66fe020723266735108042f5620-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI5MjA5MjkwNztBU zozNzM2MDM3Nzk1MzA3NjJAMTQ2NjA4NTQ5MDkwNw%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf
33. Evangelista-Rodrigues Adriana, Silva Eva Mônica, Beserra Ennio Marcello, Rodrigues Marcelo Luis. Análise físico-química dos méis das abelhas Apis mellifera e Melipona scutellaris produzidas em duas regiões no Estado da Paraíba. Ciência. Rural [Internet]. 2005 [consultado em 15 de junho de 2024]; Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/3SsWKNQpcGDFW6V3v37ZRNG/?format=pdf&lang=pt
34. Cavia, M. M. et al. Evolution of fructose and glucose in honey over one year: influence of induced granulation. Food chemistry, v. 78, n. 2, p. 157-161, 2002.
35. Faria, J. A. F. Shelf life testing of honey. **Cienc Tecnol Aliment**, v. 13, p. 58-66, 1993.
36. Isengard, Heinz-Dieter et al. Alternatives to official analytical methods used for the water determination in honey. **Food Control**, v. 12, n. 7, p. 459-466, 2001.
37. SeemannN, P.; Neira, M. Tecnología de la producción apícola. **Valdivia: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias Empaste**, 1988.
38. MarchiniI Luís Carlos, Moreti Augusta Carolina, Otsok Ivani. Análise de Agrupamento, com Base na Composição Físico-Química, de Amostras de Méis Produzidos por Apis mellifera L. no Estado de SÃO PAULO. Ciência Alimentar. Technol [Internet]. 2005 [consultado em 12 de junho de 2024]; Disponível em: https://www.scielo.br/j/cta/a/yCYnBzwfxtfN7Gg7fWpmZdx/?format=pdf&lang=pt
39. Pamplona, B. Qualidade do mel. In: IX Congresso Brasileiro de Apicultura, Rio Quente, GO. 1994. p. 353-356.
40. Carvalho, Carlos Alfredo Lopes; Alves, Rogério Marcos de Oliveira Alves; de Almeida Souza, Bruno. Criação de abelhas sem ferrão: aspectos práticos. Universidade Federal da Bahia/SEAGRI-BA, 2003.
41. Cortopassi-Laurino M, Gelli DS. Analisar polínicas, propriedades físico-químicas e ação antibacteriana dos miels d'abeilles africanisées Apis mellifera e dos Méliponinés du Brésil. Apidologia [Internet]. 1991 [citado em 10 de junho de 2024]; Disponível em: https://www.apidologie.org/articles/apido/abs/1991/01/Apidologie_0044-8435_1991_22_1_ART0008/Apidologie_0044-8435_1991_22_1_ART0008.html
42. Campos, M. G. R. Contribuição para o estudo do mel, pólen, geléia real e própolis. **Boletim da Faculdade de Farmácia de Coimbra, Coimbra**, v. 11, n. 2, p. 17-47, 1987.

**Capítulo 35**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-35**

# TENDÊNCIAS E APRIMORAMENTO NOS PROCESSOS TECNOLÓGICOS DA KOMBUCHA: REVISÃO DE LITERATURA

**Layane de Lima Bezerra ; Tainara de Brito Dourado *; Krause Gonçalves Silveira Albuquerque ; Gerla Castello Branco Chinelate**

*Layane de Lima Bezerra – Email: layaneberralim2012@gmail.com*

## RESUMO

A kombucha, é uma bebida obtida através da fermentação de uma cultura de bactérias e leveduras nomeado como SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast), por açúcares, ácidos, dióxido de carbono, etanol, vitaminas do complexo B e do chá da planta *Camellia sinensis* o qual pode ser o chá preto ou verde. Essa fermentação acontece em duas etapas, a primeira ocorre de maneira aeróbica em que dura de sete a doze dias e a segunda de forma anaeróbica em é feita a saborização a gosto. Atualmente, a procura por alimentos de caráter saudável tem se tornado cada vez maior entre a população, a kombucha por exemplo, apesar de já possuir popularidade em outros países tem ganhado grandes proporções de consumo no Brasil por se tratar de uma bebida funcional, com uma composição de matérias primas simples e de fácil processo de se adquirir. Com isso, tem-se alcançado um número crescente nos setores de indústrias fabricantes de kombucha e estimulado a procura por tecnologias de processos nessa área. Sendo assim, essa revisão bibliográfica teve como objetivo apresentar a bebida fermentada kombucha, descrever seu processo tecnológico de produção e apontar possíveis tendências e seu crescimento no mercado. Assim, toda a pesquisa foi realizada de forma online. As referências bibliográficas foram obtidas a partir das bases de dados do Google Acadêmico e do Scielo procurando palavras-chave como alimentos funcionais, fermentação e kombucha. Dessa forma, os dados da literatura evidenciam os processos tecnológicos da bebida fermentada kombucha.

**Palavras-chaves**: alimentos funcionais; fermentação; kombucha

## INTRODUÇÃO

O chá da bebida kombucha obteve-se origem do nordeste da China por cerca de 220 a.C., espalhando-se pelo Japão por volta de 414 d.C. de forma medicinal, disseminando-se por rotas comerciais em torno da Rússia e da Europa oriental (Jayabalan et al., 2014). A kombucha se trata de uma bebida fermentada que vem sendo se tornando popular, devido a suas características terapêuticas e nutricionais, como os efeitos antimicrobianos, antioxidantes, anticarcinogênicos, antidiabéticos, tratamento para úlceras gástricas e colesterol alto (1). Essa bebida é produzida através da fermentação e da atividade aeróbia que algumas bactérias e leveduras em um substrato rico em açúcar e a base de chá obtido da planta conhecida como chá verde - *Camellia sinensis*.

Via de regra, a kombucha possui em sua composição alguns ácidos orgânicos, como acético, glucónico, glucurónico, cítrico, láctico, málico, tartárico, entre outros diversos. Além do mais, essa possui também monossacarídeos, como exemplo a sacarose, a glicose e a frutose, e ainda algumas vitaminas como a B1, B2, B6, B12 e a C. Também é possível encontrar aminoácidos, aminas biogénicas, purinas, pigmentos, lípidos, proteínas, e algumas enzimas como no caso das hidrolíticas, etanol e compostos que possuem características antibióticas (2,3).

A kombucha possui benefícios dos mais variados tipos que são desenvolvidos por meio da presença de diversos micronutrientes produzidos durante sua fermentação como os antibióticos, aminoácidos, polifenois das propriedades do chá, açúcares, ácidos orgânicos, etanol e vitaminas solúveis em água, e também a presença de microrganismos probióticos (bactérias acéticas e lácticas) (3,4). Em se tratando de uma bebida relativamente de fácil produção e que contém impacto relevante na saúde, de posse desses fatos a kombucha tem se mostrado a ampliação de mercado consumidor e o surgimento de novas marcas nos últimos anos. Assim a produção desta bebida em escala industrial é usualmente utilizada, além disso o mercado tem crescido de forma significativa, sendo a kombucha a que mais cresce no setor dentre 7 bebidas funcionais (5).

No Brasil, se popularizou a produção de forma artesanal de maneira que somente algumas indústrias começaram a produzir a bebida, com venda em mercados regionais. Segundo (6), existem por volta de 400 produtores no Brasil com nicho nesse ramo de produção, o que acarreta em uma receita anual de 12 milhões de reais. Já mundialmente, a kombucha tem mercado com inúmeras vantagens para um crescimento nos próximos anos, visto que contém a conscientização dos consumidores ao que diz respeito aos benefícios da bebida, a mudança de estilo de vida e as preocupações com a saúde (7).

Quando se trata da produção da kombucha, ainda é restrito os trabalhos que retratam o processo produtivo tanto em escala laboratorial e artesanal, quanto dentro da indústria. Porém de conhecimento dos estudos realizados e das respectivas indústrias já consolidadas no mercado, é necessário buscar dentre as matérias-primas importante de cada para produção da kombucha; qual a média do tempo de vida útil do produto; qual o layout ideal para uma indústria da kombucha; quais embalagens alternativas podem ser utilizadas para seu armazenamento, e como rotular este tipo de produto.

O objetivo deste trabalho através de uma revisão bibliográfica consiste em apresentar a bebida fermentada kombucha, descrever seu processo tecnológico de produção e apontar possíveis tendências e seu crescimento no mercado.

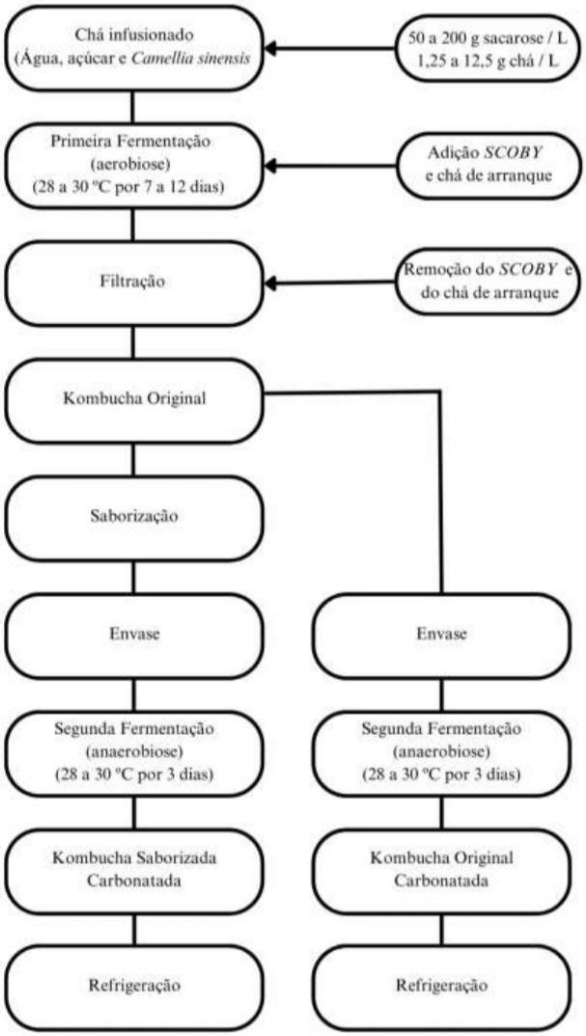
## METODOLOGIA

No presente estudo foi realizada uma revisão bibliográfica de trabalhos relacionados a bebida kombucha e suas propriedades ao que diz respeito ao seu processamento, através de plataformas como Google Acadêmico e Scielo. Na pesquisa foram utilizadas combinações de palavras-chaves que são: Alimentos funcionais, Fermentação e Kombucha das quais obteve-se 16 trabalhos, que estes atenderam ao que diz respeito ao critério de exclusão por falarem diretamente sobre os processos tecnológicos de produção da kombucha.

## PROCESSAMENTO TECNOLÓGICO DE KOMBUCHA

A kombucha pode ser fabricada de forma artesanal ou em forma de escala industrial, mudando apenas conforme a sua infraestrutura disponível para produção. Todavia, a maneira de produzir e os cuidados em sua manipulação da sua fabricação são os mesmos (8), como ilustrado diante do fluxograma de processamento na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma de processamento da kombucha.




Fonte: Schedenffeldt, 2024.

A fermentação da kombucha acontece por meio de uma associação simbiótica de algumas bactérias e leveduras geradoras de ácido acético, em que se forma uma película denominada de SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts), onde ocorrem várias reações bioquímicas ao longo de sua fermentação (9). A kombucha é produzida ao acrescentar uma medida do SCOBY ao chá já adicionado de açúcar, acontecendo assim uma fermentação estática, que chega geralmente em torno de 7 a 12

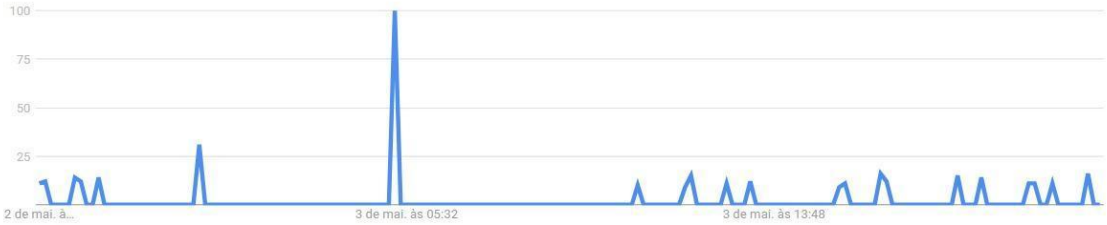
dias em temperatura ambiente (10). As embalagens precisam comportar a pressão que é ocasionada pelo gás presente na bebida (8).

## O MERCADO DA KOMBUCHA

No mercado da kombucha tem-se observado um crescimento de forma global. No relatório que a consultoria americana (11) disponibiliza, expõe que o mercado da kombucha é o que apresenta um maior crescimento no grupo de bebidas funcionais, isso cerca de 25% ao ano; a Kombucha Brewers International, que se trata de uma associação comercial sem visão de fins lucrativos possui como objetivo a promoção e proteção da comercialização da kombucha publicou que no ano de 2015 os investimentos neste tipo de produto ultrapassam 700 milhões de dólares e visam um crescimento deste mercado de maneira triplicada, podendo chegar ao movimento de 1,8 bilhões de dólares até o término da década. No país dos Estados Unidos, cerca de 5 mil empregos são gerados de maneira direta pela indústria da kombucha. (12).

São diversos os fatores que vem a contribuir para a difusão da kombucha pelo mundo, (13) citam que o envelhecimento das pessoas está associado à baixa nos avanços da medicina moderna ocidental, juntamente ao aumento da busca de um estilo de vida saudável. Conforme o Google Trend (https://trends.google.com/) mostra que o termo "kombucha" vem crescendo nos últimos anos, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2: Termo "kombucha" em pesquisas globais.




Fonte: Google Trends (https://trends.google.com/). Acesso em 3 maio 2024.

No Brasil, a produção da kombucha começou a alavancar em 2017. No ano de 2018 deu-se início a Associação Brasileira de Kombucha (14), que possui cerca de 50 empresas produzindo o kombucha com uma produção em média de 2 mil a 5 mil garrafas por mês, 500 mil litros mensais e um faturamento de 11 milhões de reais (14).

Ainda no Brasil, se tem poucos registros em relação aos dados de consumo e a sua produção, no entanto em relação a produção em escala industrial e a sua comercialização são significantes, motivo por qual recentemente foi disponibilizado pelo (15), onde é estabelecido o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) da kombucha.

## BENEFÍCIOS À SAÚDE

A composição química e microbiana da kombucha é uma das características mais estudadas, isso além de seu chá, que tem como objetivo a compreensão de seus efeitos na ingestão desta bebida sob ponto de vista de saúde dos seus consumidores. Os compostos que estão em sua composição química, como os polifenois, fenois, flavonoides, microrganismos probióticos e carotenoides dispõe papel tecnológico na bebida e são capacitados a fornecer benefícios à saúde de seus consumidores, se tratando

de um alimento funcional, que obtém resultado ação antioxidante, antibiótico, reforça as funções hepáticas, consegui reduzir os níveis de colesterol, capacidade ao combate da hipertensão e devido aos polifenois consegue inibir a oxidação da lipoproteína de baixa densidade, o que resulta na prevenção de doenças cardiovasculares e entre outras (16).

Durante a Primeira Guerra Mundial, na Rússia, houve informações em relação a kombucha como um "remédio caseiro secreto russo". Esse remédio era capaz de ajudar as dores de cabeça, as doenças gástricas e principalmente em relação ao regulamento do intestino que muitas vezes possuía um desequilíbrio devido a vida no exército. Nos últimos 15 anos, obteve-se uma maior atenção e maiores estudos em relação à eficácia desses possíveis benefícios à saúde consequente do consumo dessa bebida (17)

Popularizado e conhecido pelas suas características de benefícios à saúde, a bebida fermentada kombucha tem sido altamente espalhada pelos consumidores assíduos que associam o seu consumo constante a agrupamento de melhorias à saúde. Com essa popularidade, essa bebida tem sido altamente estudada e suas características vêm sendo pesquisadas no intuito de comprovar e compreender seus benefícios (3).

Em relação às propriedades antimicrobianas da kombucha, já foram realizados muitos estudos (18). Segundo (3), a atividade antimicrobiana da kombucha se obtém principalmente devido ao ácido acético, as catequinas e as proteínas, entre estes, a catequina e o ácido acético possuem conhecimentos por seu grande potencial inibitório de microrganismos gram (-) e gram (+). De maneira geral, a kombucha consegue inibir o crescimento de maior parte dos microrganismos, mas, a maior eficácia se deve à kombucha elaborada a partir do chá verde (19).

Segundo (20), por se tratar de uma bebida elaborada a partir da fermentação de chás provenientes da *Camelia sinensis*, essa bebida possui polifenois, essa substância contém e potencialmente grande a proteção de vários tipos de câncer, podendo inibir enzimas e interrompendo processos ligados ao crescimento de células cancerígenas.

## PRODUÇÃO DA CELULOSE

O material celulósico é elaborado durante a fermentação realizada pelas bactérias do ácido acético, as quais são capacitadas para produção de celuloses de grande grau de pureza e cristalinidade. As *Acetobacter aceti, Gluconacetobacter sacchari, Acetobacter xylinoides, Acetobacter pasteurianus* e *Acetobacter xylinus* são os principais gêneros de bactérias que produzem celulose (21).

A formação da celulose acontece na fermentação da kombucha e consiste na expansão do SCOBY "filho" que foi anteriormente fermentado, tornando-o o SCOBY "mãe". Por seguinte, o mais novo SCOBY "filho" é desenvolvido na superfície do líquido que contém açúcar e será novamente utilizado para próxima fermentação, durante o tempo que o SCOBY "mãe" descansa no fundo do recipiente (21).

A celulose é constituída por fibrilas de celulose pura, que apresentam uma grande capacidade de retenção de água e termoestabilidade. Essa celulose é considerada como um produto secundário de elaboração, logo seu custo é menor quando se compara a elaboração por outros métodos. Dessa maneira, sua produção no decorrer do processamento da kombucha, torna a bebida de grande potencial alternativo para a produção da celulose (21). Exemplo de uma membrana de celulose está demonstrado na figura 3.

Figura 3: membrana de celulose da kombucha.



Fonte: Rigoni, 2022.

De acordo com (22), ainda que a diversidade microbiológica existente entre os SCOBY, existem determinadas características que podem apontar a qualidade de uma determinada cultura, as quais podem ser: A elaboração de culturas novas por meio da cultura mãe que pode resistir ao rasgo, a espessura da película e a coloração do chá.

**TENDÊNCIAS**

O mercado mostra que os consumidores estão cada vez mais dando prioridades às novas tendências de produtos que estão ligados ao bem estar e a saúde. Nesse ponto, as bebidas de propriedade funcional mostram um determinado destaque e entre elas está a kombucha, bebida com maior crescimento nesse setor conforme descrito por (23).

Tradicionalmente a kombucha é elaborada a partir da infusão do chá verde ou preto, essa bebida fermentada pode também ser produzida por meio de algumas outras infusões de frutos, folhas e entre outras. Contudo, se faz necessário a utilização apropriada do SCOBY como também do açúcar. Alguns estudos avaliam uma substituição do substrato do chá, com isso concluiu-se que em relação a quantidade da atividade antioxidante, polifenois e flavonoides foram semelhantes ao chá de plantas *Camellia sinensis* (24). Além do mais, alguns estudos que utilizam o chá de erva mate como na elaboração da kombucha, notaram o comportamento semelhante à fermentação do chá verde, diferenciando apenas no termo de velocidade, mais lenta, na conversão da sacarose em seus substratos. É vantajoso a utilização de alguns substratos alternativos, pois cada um possui a capacidade de resultar composições químicas diferentes, assim variando os muitos benefícios agregados à bebida (24). A tabela 1 mostra alguns substratos alternativos encontrados em estudos.

Tabela 1– Substratos alternativos encontrados em estudos.

| **Substrato alternativo** | **Objetivo do estudo** | **Referência** |
|---|---|---|
| Cidreira (Melissa officinalis L.) | Uso de chá de erva-cidreira (Melissa officinalis L.) como meio alternativo para produção de kombucha | Velicanski et al., 2007 |
| Erva-cidreira, tomilho, hortelã-pimenta e sálvia | Produção de kombucha a partir de substratos alternativos | Velicanski et al., 2014 |
| Erva-mate (Ilex paraguariense St. Hil.) | Desenvolvimento e caracterização de kombucha produzida a partir de chá verde e extrato de erva-mate | Paludo, 2017 |
| Hibisco | Caracterização química de kombucha à base de chá preto de hibisco | Santos et al., 2018 |

Fonte: Martin; Lindner, 2022.

Mais uma tendência vista no mercado é a produção da kombucha em pó, fabricada por meio do spray dryer. O pó da kombucha pode ser utilizado como ingrediente em alimentos ou em bebidas como, shakes, iogurtes, vitaminas e entre outros e ainda pode ser reidratado com água. Assim, são diversas as aplicações e com o intuito de aumentar o potencial funcional e agregar valor nutricional desses produtos (8).

No entanto, a matriz de celulose fermentada o scoby, tem se tornado um potencial biopolímero com as mais variadas possibilidades de aplicações, devido às suas características como no caso a biodegradabilidade, pureza e biocompatibilidade que permitem sua aplicação em diversas áreas, principalmente na saúde (25). Dentre essas áreas destacam-se o ramo de cosmético, eletrônica, tratamento de efluentes, biomédica (26).

Na indústria de bebidas, que possui significativa participação no mercado mundial, requer uma constante necessidade de busca por inovações que auxiliem no melhoramento de produção, como por exemplo processos otimizados. É convidativo a procura constantemente por tecnologias que visam maior simplicidade de execução, redução de tempo e, principalmente, de custos. Dentre uma alternativa para desenvolver um processo e produto otimizados, pode ser citado o processo de separação por membranas (PSM), método esse de separação já utilizado em diversos ramos da indústria que se destaca por sua simplicidade, rapidez e baixo custo. Nessa técnica, a membrana destinada para o processo funciona como uma espécie de filtro que remove componentes de interesse de uma mistura como o excesso de microrganismos e a turbidez da kombucha (27).

Na produção de kombucha que surge a temática do menos prejuízos e mais benefícios, justamente por ser um processo simples, a implementação da membrana que é uma tecnologia limpa com pouca geração de resíduos, que realizada a comparação com demais metodologias tradicionais de separação de misturas como filtração, destilação, adsorção e extração, possui um diferencial importante por ser ambientalmente mais

sustentável e economicamente mais viável, devido à menor quantidade de energia consumida (28).

Esse tipo de filtração está sendo amplamente utilizada para a remoção de micróbios em bebidas para aumentar os padrões de qualidade e segurança alimentar. Desta forma, podem ser removidas tanto bactérias patógenas específicas como as bactérias que são responsáveis por alterações no sabor e aparência, o que torna a concentração microbiana geral menor aumentando assim a estabilidade do produto. Em bebidas fermentadas especificamente, células de levedura são removidas para sua recuperação e posterior reutilização, mas vale ressaltar que a microfiltração é um método já utilizado para a filtração de bebidas, e apresenta grande eficácia (29).

## LEGISLAÇÃO

Devido aos benefícios relacionados à saúde, o consumo de kombucha vem se popularizando cada vez mais no Brasil, e neste fato houve a necessidade da criação de uma legislação específica para definir padrões de identidade e qualidade da bebida.

Neste caso, o Brasil propôs uma legislação que regulamenta a kombucha, a Instrução Normativa n° 41, de 17 de setembro de 2019, elaborada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Onde nela se encontram os padrões de identidade e qualidade da kombucha, apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros analíticos de kombucha exigidos pela IN 41/2019.

| **Parâmetro** | **Mínimo** | **Máximo** |
|---|---|---|
| pH | 2,5 | 4,2 |
| Graduação Alcoólica (% V/V) kombucha sem álcool | - | 0,5 |
| Graduação Alcoólica (% V/V) kombucha com álcool | 0,6 | 8 |
| Acidez Volátil (mEq/L) | 30 | 130 |
| Pressão (atm 20 C°) na Kombucha adicionada de CO2 | 1,1 | 3,9 |

Fonte: IN 41/2019.

Essa Instrução Normativa, com o propósito de estabelecer o Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha em todo o território nacional, onde a Kombucha deve ser definida como "bebida fermentada obtida através da respiração aeróbia e fermentação anaeróbia do mosto obtido pela infusão ou extrato de *Camellia Sinensis* e açúcares fermentescíveis por cultura simbiótica de bactérias e leveduras ativas SCOBY". É descrito como parâmetro para pH de 2,5 a 4,2 e graduação alcoólica de até 5% (30). Já os ingredientes obrigatórios são a água potável, extrato aquoso ou infusão de Camellia Sinensis, açúcares, leveduras e cultura de bactérias que propicia a viabilização da fermentação alcoólica e acética.

Dentre os ingredientes opcionais que a normativa permite, estão as infusões de vegetais; frutas; vegetais; especiarias; mel; melado e outros açúcares de origem vegetal e gás carbônico industrialmente puro. Também é autorizada a adição de fibras, vitaminas, sais minerais e outros nutrientes, aromatizantes e corantes naturais, isso é destinado somente em kombuchas não alcoólico. As kombuchas não alcoólicas elaboradas estritamente com ingredientes obrigatórios podem ser designadas como "originais" (30).

A Instrução Normativa n° 41, de 17 de setembro de 2019, que norteia os padrões de produção e comercialização da kombucha beneficia tanto os consumidores quanto os produtores. A aferição e acompanhamento do valor do pH da bebida é essencial para a obtenção de alimentos seguros, livres de patógenos, assim como para determinação de padrões sensoriais e de controle de fermentação, que evidenciam quando o produto está apto ao consumo (31).

Esta normativa, todavia, não é a única no mundo a propor práticas seguras de produção de kombucha. O Code of Practice, elaborado pela Kombucha Brewers International (KBI), é o código de práticas de produção de kombucha da associação sem fins-lucrativos de produtores dos Estados Unidos. O KBI impõe que seus associados cumpram com o Código, assim como parâmetros analíticos, que podem ser vistos na Tabela 3. Existe diferenças entre esse texto para a lei brasileira que começa na definição dos ingredientes obrigatórios e opcionais, a lista de opcionais é mais flexível, apesar de estabelecer um limite de 20% dos mesmos no volume da formulação. É permitida a adição de microrganismos externos, como por exemplo as bactérias probióticas, e ácidos exógenos, não possui limitação de teor alcoólico para a adição de vitaminas, minerais, aromas e corantes e para kombuchas que utilizem vitaminas, minerais ou que utilizem aromas e/ou corantes é permitido o uso de estabilizantes (32).

Tabela 3: Parâmetros analíticos de kombucha exigidos pelo Code of Practice (KBI).

| Parâmetro | Variação |
|---|---|
| Graduação Alcoólica (% V/V) | 0,0 - 3,2 |
| Acidez Titulável (% ácido acético) | 0,27 - 2,03 |
| pH | 2,2 - 3,8 |

Fonte: Kombucha Brewers International, 2021.

## CONCLUSÃO

Dessa forma, pode-se dizer que os artigos utilizados foram de suma importância para a elaboração desta revisão bibliográfica, estes apresentam a kombucha como uma bebida funcional que possui propriedades de pontos positivos, ressaltando seu processo de fabricação simplificado, tornando-se interessante para o setor industrial de alimentos nos dias atuais, posto que este interesse ao longo dos anos vem aumentando cada vez mais justamente por sua forma simples de produção dessa bebida. É importante ressaltar que a maioria das indústrias alimentícias buscam cada vez mais o baixo custo e a otimização de processos. Além disso, vale salientar os vários estudos que mostram tendências interessantes para a indústria, como por exemplo, os substratos alternativos que podem ser adquiridos por meio de resíduos sólidos de frutos e entre outros.

## REFERÊNCIAS

1.COELHO, R. M. D.; ALMEIDA, A. L.; AMARAL, R. Q. G.; MOTA, R. N.; SOUSA, P. H. M. Kombucha: Review. International Journal of Gastronomy and Food Science, v. 22, p. 100272, 2020.
2.DUFRESNE, C.; FARNWORTH, E. Tea, Kombucha, and Health: A Review. Food Research International, v. 33, n. 6, p. 409-421, 2000.

3.JAYABALAN, R.; MALBASA, R. V.; LONCAR, E. S.; VITAS, J. S.; SATHISHKUMA, M. A Review on kombucha tea-microbiology composition fermentation, beneficial, effects, toxicity, and tea fungus. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, v. 13, p. 538-550, 2014.
4.FU, C.; YAN, FEN, C.; ZELI, X.; FANYING, L. J. Antioxidant activities of kombucha prepared from three different substrates and changes in content of probiotics during storage. Food Science and Technology, v. 34, n. 1, p. 123-126, 2014.
5.DUTTA, H.; PAUL, S. K. Kombucha drink: Production, quality, and safety aspects. Production and Management of Beverages, v. 1, p. 259-288, 2019. DOI: 10.1016/B978-0- 12-815260-7.00008-0. 6.CONAKOM. 2ª Conferência Nacional de Produtores de Kombucha. Disponível em: https://conakom.com.br/. Acessado em 22/12/ 2023.

7.JAYABALAN, R; WAISUNDARA, V. Y. Kombucha as a Functional Beverage. Functional and Medicinal Beverages, v. 11, p. 413-446, 2019. DOI: 10.1016/B978-0-12-816397- 9.00012-1.
8.MARTIN, José; LINDNER, Juliano. Microbiologia de Alimentos Fermentados. [S. l.]: Blucher, 2022.
9.MUKADAM, T. A. et al. Isolation and Characterization of Bacteria and Yeast from Kombucha Tea. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, v. 5, p. 32-41, 2016.
10.DUTTA, D., GACHHUI, R. Nitrogen-Fixing and Cellulose-Producing Gluconacetobacter Kombuchae sp. nov., Isolated from Kombucha Tea. International Journal of Systematic Evolutionary Microbiology, v. 57, p. 353-357, 2007. DOI: 10.1099/ijs.0.64638-0
11.Micro Market Monitor, 2015. Disponível em: http://www.micromarketmonitor.com/. Acesso em 04 de agosto de 2021.
12.Kombucha Brewers International (KBI), 2018. Disponível em: https://kombuchabrewers.org/ Acesso em 04 de agosto de 2021.
13.DUFRESNE, C.; FARNWORTH, E. Tea, Kombucha, and Health: A Review. Food Research International, v. 33, n. 6, p. 409-421, 2000.
14.ABKOM - Associação Brasileira de Kombucha. 2020. Disponível em: https://www.abkom.org.br/. Acesso em: 4 ago. 2021.
15.MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 41, de 17 de setembro de 2019. O MINISTRO DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO SUBSTITUTO, no uso da atribuição que lhe confere o art. 87, parágrafo único, inciso II, da Constituição, com base no art. 1º, inciso III, do Decreto nº 8.851, de 20 de setembro de 2016, tendo em vista o disposto na Lei nº 8.918, 41 de 14 de julho de 1994, no Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, e o que consta do Processo nº 21000.052620/2017-51. [S. l.], 17 set. 2019.
16.FREITAS, ANA KAROLINE NOGUEIRA. Efeito da adição de suco clarificado de caju nas características tecnológicas e propriedades sensoriais da kombucha. Orientador: Nédio Jair Wurlitzer. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ALIMENTOS) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, Fortaleza, 2022. Disponível em: https://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/67712?mode=full. Acesso em: 16 nov. 2023.
17.VINA, L. et al. Current evidence on physiological activity and expected health effects of Kombucha fermented beverage. Journal of Medicinal Food, v. 17, n. 2, p. 179- 188, 2014.

18.SANTOS, M. J. Kombucha. Caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauração. 2016. 119 f. Tese para obtenção de grau de mestre (Faculdade de ciências e tecnologia) - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal. Mar. 2016
19.BATTIKH, H; CHAIEB, K.; BAKHROUF, A; AMMAR, E. Antibacterial and Antifungical Activities of Black and Green Kombucha Teas. Journal of Food Biochemistry, v. 37, n. 2, p. 231-236, 2013. DOI: 10.1111/j.1745-4514.2011.00629.x
20.LEAL, J. M.; SUÁREZ, L. V.; JAYABALAN, R; OROS, H. J.; ANAYANSI, E. A. A Review on Health Benefits of Kombucha Nutritional Compounds and Metabolites. Journal of Food, v. 16, n. 1, p. 390-399, 2018.
21.LEONARSKI, Eduardo. Produção de bebida tipo kombucha e celulose bacteriana utilizando subproduto da acerola como matéria-prima. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/220480. Acesso em: 22 nov. 2023.
22.CRUM, K.; LAGORY, A. The Big Book of Kombucha: Brewing, Flavoring and Enjoying the Health Benefits of Fermented Tea. Los Angeles: Storey Publishing, 2016.
23.DUTTA, H.; PAUL, S. K. Kombucha drink: Production, quality, and safety aspects. Production and Management of Beverages, v. 1, p. 259-288, 2019. DOI: 10.1016/B978-0- 12-815260-7.00008-0.
24.MORENO, Helenita; STIEBE, Jessica; MICHIELIN, Eliane Maria Zandonai. Kombucha: Produção, Consumo e Potencialidades, uma revisão. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos com Ênfase em Alimentos Funcionais) - Instituto Federal de Santa Catarina, [S. l.], 2021. Disponível em: https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2293. Acesso em: 16 nov. 2023.
25.KESHK, S. M. A. S. (2014). Vitamin C enhances bacterial cellulose production in Gluconacetobacter xylinus. Carbohydrate Polymers, 99, 98–100.
26. DA SILVA, Daniella Pereira et al. Kombuchá: do "chá da imortalidade" a produção de celulose bacteriana. 2021.
27. DANELUZ, Júlia et al. **Processo de separação por membranas aplicado na filtração de kombuchas**. 2011. Tese de Doutorado. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos e Tecnologias. Universidade de Caxias do Sul, 2022. DUTCOSKY, SD Análise sensorial de alimentos. 4. ed. Curitiba: Champagnat).
28.XIN, Z.; MENG-PING, L.; ZHI-HAO, H.; HAO, Z.; WEI-LIANG, L.; XIN-RU, X.; XIAO-HUA, M.; ZHEN-LIANG, X. Fast surface crosslinking ceramic hollow fiber pervaporation composite membrane with outstanding separation performance for isopropanol dehydration. Separation And Purification Technology: v.234, p. 116116-116124, 2020.
29.LEMMA, S. M.; ESPOSITO, A.; MASON, M.; BRUSETTI, L.; CESCO, S.; SCAMPICCHIO, M. Removal of bacteria and yeast in water and beer by nylon nanofibrous membranes. Journal of Food Engineering: v. 157, p. 1-6, 2015.
30.BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Estabelece o Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha em todo território nacional (Instrução Normativa n° 268 41/2019, de 17 de setembro de 2019). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2019.
31.NEFFE-SKOCINSKA, K., Sionek, B., Scibisz, I., Kolozyn-Krajewska, D. Acid contents 289 and the effect of fermentation condition of Kombucha tea beverages on

physicochemical, 290 microbiological and sensory properties. Journal of Food, v.15, n. 4, p. 601-607, 2017.
32.SILVA, Maria Eugênia Santa Helena Adami da. Desenvolvimento de uma kombucha alcoólica: protótipo Industrial. 2021. Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Alimentos. 28 de maio de 2021.

**Capítulo 36**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-36**

# PRODUÇÃO DE FILMES A BASE DE AMIDO COM TRATAMENTO DA SOLUÇÃO FILMOGÊNICA COM PLASMA A FRIO

**Mayara Lima Goiana*; Fabiano André Narciso Fernandes**

**Autor correspondente (Corresponding author) – mayara_goiana@hotmail.com*

**Resumo:** O plasma a frio é uma técnica de processamento não térmico para modificar as propriedades dos materiais, que tem sido usado nas indústrias alimentícias há muitos anos. O objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos do plasma a frio empregado diretamente nas soluções formadoras de filmes a base de amido de milho. O plasma de Descarga de Barreira Dielétrica (DBD) foi aplicado nas frequências 100, 200 e 300 Hz, e 10 e 20 min antes da etapa de secagem do filme. Foram medidos teor de umidade, solubilidade, ângulo de contato e Espectros no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) das superfícies do filme. Houve discretas reduções nos percentuais de umidade e solubilidade, principalmente na frequência de 200 Hz. O ângulo de contato aumentou 7,5% em 300 Hz-20min em relação a amostra controle. Os espectros de FTIR não mostraram novas bandas, apenas declínio na estrutura do amido. Logo, a técnica mostrou potencial para aprimorar as características dos filmes, necessitando de mais testes para torná-lo um bom material para embalagem.

**Palavras–chave:** embalagem; hidrofílico; polímero natural

## INTRODUÇÃO

O aumento do uso de polímeros biodegradáveis na indústria de embalagens é proveniente do impacto dos plásticos derivados de produtos petroquímicos no meio ambiente. O amido, é uma macromolécula natural, composto por unidades de amilose e amilopectina. De fonte comercial acessível e barata, o amido de milho tem a capacidade de espessar e dar consistência aos alimentos, sendo um ingrediente comumente usado na culinária e na indústria alimentícia (1).

Também é um polímero de baixo custo, biodegradável e produzido por várias fontes vegetais, é uma escolha óbvia como polímero natural (2). Apresenta aspectos positivos como boas propriedades mecânicas e ser incolor, porém sua natureza hidrofílica o deixa mais suscetível a umidade. Logo, estudos são feitos no desenvolvimento desse material para torná-lo mais utilizado como embalagem (3, 4).

O plasma a frio é uma técnica de processamento não térmico para modificar as propriedades dos materiais, que tem sido usado nas indústrias alimentícias há muitos anos (5). O método de descarga por barreira dielétrica (DBD) é uma forma comum para geração de plasma frio, em que um material isolante é carregado entre dois eletrodos de descarga e, que oferece versatilidade em seu modo de operação e configuração do sistema (2).

Desse modo, é uma técnica escolhida para aumentar e melhorar as características de desempenho da embalagem, como propriedade mecânica, hidrofílica, capacidade de

barreira e estabilidade térmica dos filmes (6). Sabendo desses resultados do tratamento por plasma a frio, o objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos do plasma DBD nas soluções formadoras de filmes a base de amido de milho, analisando mudanças nas suas propriedades físico-químicas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Tratamento com plasma

O plasma de Descarga de Barreira Dielétrica (DBD) usando ar atmosférico como gás, com fonte Inergiae (modelo PLS0130), foi aplicado para tratar a solução filmogênica de filmes de amido, antes da completa secagem. Para o tratamento, as amostras foram colocadas entre chapas de acrílico a uma distância de 3 cm entre os eletrodos e expostas a três frequências: 100, 200 e 300 Hz, mantendo a tensão fixa em 20 kV e em diferentes tempos: 10 e 20 min. Os filmes de amido foram concebidos como: A-C (filme controle) e A-x-y (filme tratado), sendo "x" a frequência do tratamento e "y" o tempo em minutos.

### Preparo solução de filmes de amido

Foram dissolvidos 5 g de amido de milho comercial (Maizena®), em 100 mL de água destilada e aquecidos até 90 °C sob agitação magnética por 30 min. Misturou-se o glicerol (Vetec LTDA) (25% m/m de amido), mantendo a 60-65 °C por 15 min. Em seguida, a dispersão foi homogeneizada em Ultra-Turrax (IKA T25) a 10.000 rpm por 15 min. A dispersão filmogênica foi vertida sobre placa de Petri para em seguida ocorrer a etapa de aplicação de plasma, conforme condições citadas no tópico acima. Por fim, as placas foram deixadas secar em condições ambiente (25 °C) até completa evaporação do solvente (aproximadamente 48 h).

### Caracterização dos filmes

**Umidade:** As amostras foram pesadas em torno de 1 g ($P_{inicial}$) e, em seguida, secas em estufa a 80 ºC durante 24 h. Após a secagem, as amostras foram pesadas novamente ($P_{final}$) e a quantidade de água absorvida pelas amostras em função do teor de umidade do acondicionamento foi determinada por diferença, conforme a Equação A.

$$Umidade\ (\%) = \frac{P_{inicial} - P_{final}}{P_{inicial}} \times 100 \qquad (1)$$

**Solubilidade:** A solubilidade em água dos filmes foi definida como a quantidade de matéria seca solubilizada após 24 h de imersão em água, e medida de acordo com Pena-Serna e Lopes-Filho (7) seguindo a Equação B:

$$Solubilidade\ (\%) = \frac{P_{inicial} - P_{final}}{P_{inicial}} \times 100 \qquad (B)$$

Onde: $P_{inicial}$ = peso das amostras antes de contato com a água.
$P_{final}$ = peso após teste de solubilização em água.

**Ângulo de contato:** O ângulo de contato (GBX Intrumentation Specifique) foi determinado de acordo com a Norma ASTM D-5725-99 (8) por meio de um medidor de

contato óptico, onde uma gota de água foi colocada na superfície dos filmes tratados ou não com plasma. Amostras de filmes (2x2 cm) foram fixados em um suporte de vidro e no momento em que a gota tocou a superfície, houve a captura da imagem (câmera Pixe Link Nikon) e medição do ângulo.

**Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR):** Os espectros das superfícies dos filmes de amido foram realizados em equipamento modelo Perkim-Elmer, no modo de reflexão total atenuada (ATR), na faixa de comprimento de onda: 4000-650 $cm^{-1}$, usando 32 varreduras e resolução de 4 $cm^{-1}$. As absorbâncias nas bandas 995 $cm^{-1}$ e 1022 $cm^{-1}$ foram usadas para calcular a estrutura ordenada de curto alcance ou razão cristalino/amorfo (RCA), que é determinada seguindo a relação Equação C descrita por Warren *et al*. (9).

$$RCA = \frac{Absorbância_{995\ cm^{-1}}}{Absorbância_{1022\ cm^{-1}}} \qquad (C)$$

## Análise Estatística

Todas as análises foram realizadas em quadruplicata. A análise estatística foi realizada utilizando a análise de variância através do software Statistic®7. Para detectar diferenças significativas, o teste de Tukey e teste T foram aplicados a um nível de confiança 95%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Umidade

O amido tem um caráter hidrofílico, ou seja, facilita a absorção de água, ocasionando o intumescimento dos filmes, assim prejudicando a sua aplicabilidade. Os valores de umidade expostos na Tabela 1 variaram entre 17,1 a 20,8%, no qual verificou-se que a única formulação que diferiu significativamente da amostra sem plasma (A-C) foi o filme A-200-10, apresentando o menor teor de umidade. Resultados semelhantes foram encontrados por Marenco-Orozco *et al.* (10), onde aplicou-se plasma em soluções filmogênicas a base de amido de banana. O baixo teor de umidade exerce um efeito plastificante significativo que aumenta a resistência mecânica e reduz a flexibilidade dos filmes.

### Solubilidade

A integridade do filme quando expostos à sistemas aquosos é determinante quando o objetivo é a preservação de alimentos com elevada atividade de água (11). Os filmes tratados a 200 e 300 Hz apresentaram os menores percentuais de solubilidade (em torno de 10%), logo evidenciando maior integridade dos filmes em sistema aquoso.

É necessário considerar que a adição de plastificantes pode contribuir para a solubilidade dos filmes, de modo geral. Segundo Matta *et al.* (12), o glicerol interage com

a matriz do filme aumentando o espaço livre entre as cadeias, facilitando a entrada de água no filme e, consequentemente, aumentando a solubilidade.

Mas filmes com baixa solubilidade em água são desejados para a maioria das aplicações. Por exemplo, como filme comestível quando é consumido diretamente com o produto; quando precisam ser submetidos ao contato com a água, durante o processamento do alimento desidratado embalado (chás, temperos) (13).

Tabela 1 - Propriedades físico-químicas dos filmes de amido após tratamento com plasma.

| Amostras | Umidade (%) | Solubilidade (%) | Ângulo de contato (°) |
|---|---|---|---|
| **A-C** | $20,6^{a} \pm 3,0$ | $89,3^{a} \pm 2,2$ | $54.2^{a} \pm 1.1$ |
| **A-100-10** | $18,8^{a} \pm 1,9$ | $83,8^{b} \pm 3,3$ | $54.0^{a} \pm 1.7$ |
| **A-100-20** | $17,4^{ab} \pm 2,0$ | $86,2^{ab} \pm 3,1$ | $53.2^{a} \pm 1.8$ |
| **A-200-10** | $17,1^{b} \pm 0,4$ | $75,8^{c} \pm 4,1$ | $53.5^{ab} \pm 1.3$ |
| **A-200-20** | $18,0^{ab} \pm 1,4$ | $76,5^{c} \pm 3,7$ | $55.4^{ab} \pm 2.2$ |
| **A-300-10** | $19,7^{a} \pm 0,9$ | $78,3^{c} \pm 4,0$ | $57.0^{b} \pm 1.4$ |
| **A-300-20** | $20,8^{a} \pm 1,1$ | $79,5^{c} \pm 3,3$ | $58.1^{b} \pm 1.7$ |

* Os valores são a média de três medidas ± desvio padrão; valores na mesma coluna não seguidos de uma letra comum são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

## Ângulo de Contato

O ângulo de contato de um filme é um critério importante para decidir sua adequação em aplicações de embalagem. Indica a tendência de uma gota se espalhar e aderir à superfície dos materiais, refletindo sua molhabilidade e hidrofilicidade. Quanto maiores os valores do ângulo de contato, maior a tendência da superfície em repelir a água (14).

É uma medida que varia em função do tempo e da voltagem do tratamento com plasma. Dados obtidos em estudo nas mesmas condições, porém com o plasma DBD aplicado diretamente na superfície do filme de amido de milho, promoveu o aumento do ângulo de contato em 15% no ponto 200 Hz – 20 min em relação ao filme sem tratamento (15). No ensaio atual, não houve diferença significativa entre A-200-20 e A-C, somente um leve aumento de 7,5% em A-300-20. Segundo Oh *et al.* (16), o aumento do ângulo de contato dos filmes pode estar relacionado com alterações na morfologia após o plasma.

## FTIR

Com base em trabalhos anteriores, o plasma pode induzir a uma série de reações de químicas, tais como rearranjos moleculares, desidratação e hidrogenação de moléculas (15). E um dos métodos para observar se houve mudanças estruturais, é através dos espectros de FTIR. Observando a Figura 1, o espectro da amostra A-200-20 (que apresentou melhor desempenho nas análises

anteriores), em comparação ao filme sem plasma (A-C) não houve grandes diferenças nas absorbâncias, nem surgimento de novas bandas. A banda de vibração larga observada na faixa de 3500 – 3000 $cm^{-1}$ correspondente ao estiramento de O-H, evidenciado no ponto 3200 $cm^{-1}$, com leve aumento de intensidade na amostra A-200-20.

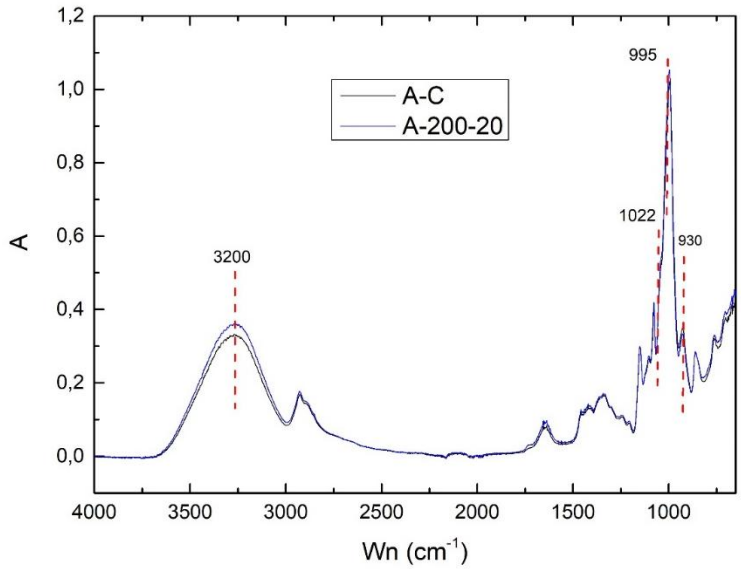



Figura 1 - Espectros de FTIR para os filmes: A-C e A-200-20.

A região equivalente a morfologia do amido (1022, 995, 930 $cm^{-1}$), pelo gráfico (Figura 1) não evidenciou diferenças. A Tabela 2 mostra as absorbâncias da banda 930 $cm^{-1}$ e RCA dos filmes de amido. Houve uma redução na razão 995 $cm^{-1}$/1022 $cm^{-1}$ que representa o declínio na ordem da estrutura do amido, sendo o mesmo comportamento observado por Marenco-Orozco *et al*. (10) em filmes de amido de banana.

Tabela 2 - Parâmetros de estrutura ordenada de curto alcance em relação aos filmes de amido.

| **Amostras** | **930 $cm^{-1}$** | **995 $cm^{-1}$/1022 $cm^{-1}$** |
|---|---|---|
| **A-C** | 0,35 | 1,46 |
| **A-100-10** | 0,33 | 1,39 |
| **A-100-20** | 0,35 | 1,47 |
| **A-200-10** | 0,36 | 1,48 |
| **A-200-20** | 0,33 | 1,43 |
| **A-300-10** | 0,35 | 1,41 |
| **A-300-20** | 0,34 | 1,43 |

## CONCLUSÕES

Após tratamento com plasma DBD nas soluções formadoras de filme de amido de milho, em variadas frequências e tempos, as propriedades físico-química foram afetadas. Houveram discretas reduções nos percentuais de umidade e solubilidade, principalmente na frequência de 200 Hz, 10% e 15% respectivamente para A-200-20. O ângulo de contato aumentou somente 7,5% (A-300-20), não alterando significativamente nos outros pontos testados com o plasma. Os espectros de FTIR não mostraram novas bandas em relação a A-C, apenas declínio de intensidade na região da estrutura do amido. Logo a técnica mostrou potencial para aprimorar as características dos filmes, necessitando de mais testes para torná-lo um bom material para embalagem.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimento à FUNCAP pela bolsa de fomento, e ao grupo de Análises e Desenvolvimentos de Processos (NADP) da Universidade Federal do Ceará.

## REFERÊNCIAS

1. Ferreira PS, Almeida EL. Amido – uma abordagem acerca da composição, estrutura, propriedades, modificação e aplicação. Produção Animal e Vegetal: Inovações e Atualidades. Agron Food Academy. 2022:2:892-906.
2. Hou Y, Liu Q, Mian SM, Luo Y, Um G, Jiang S, Zhou M, Wu X. Effects of treatment of dielectric barrier discharge cold plasma (DBD-CP) on mechanical, barrier and functional characteristics of casein-based films. Int J of Food Sci & Technol. 2021;57:705-718.
3. Tafa KD, Satheesh N, Abera W. Mechanical properties of tef starch based edible films: Development and process optimization. Heliyon. 2023;9:13160.
4. Mali S, Grossmann MVE, Yamashita F. Starch films: production, properties and potential of utilization. Semina: Ciências Agrárias. 2010;31(1):137-156.
5. Wu X, Liu Q, Luo Y, Murad MS, Zhu L, Mu G. Improved packing performance and structure-stability of casein edible films by dielectric barrier discharges (DBD) cold plasma. Food Packaging Shelf. 2020;24:100471.
6. Pankaj SK, Bueno-Ferrer C, Misra NN, O'Neill L, Tiwari BK, Bourke P, Cullen PJ. Characterization of dielectric barrier discharge atmospheric air cold plasma treated gelatin films. Food Packaging Shelf. 2015;6:61-67.
7. Pena-Serna C, Lopes-Filho JF, Influence of ethanol and glycerol concentration over functional and structural properties of zein – oleic acid films. Mater Chem Phys. 2013;142:580-585.
8. ASTM. Standard test method for surface wettability and absorbency of sheeted materials using an automated contact angle tester. D5725-99. West Conshohocken, PA, ASTM Int, 2008.
9. Warren FJ, Gidley MJ, Flanagan BM, Infrared spectroscopy as a tool to characterise starch ordered structure—A joint FTIR–ATR, NMR, XRD and DSC study. Carbohydr Polym. 2016;139:35-42.
10. Marenco-orozco GA, Rosa MF, Fernandes FAN. Effects of multiple-step cold plasma processing on banana (*Musa sapientum*) starch-based films. Packag Technol Sci. 2022:1-13.

11. Silva SMF, Ribeiro HL, Mattos ALA, Borges MF, Rosa MF, Azeredo HMC. Films from cashew by products: cashew gum and bacterial cellulose from cashew apple juice. J Food Sci Technol. 2021;58:1979-1986.
12. Matta Junior MD, Sarmento SBS, Sarantópoulos CIGL, Zocchi SS. Barrier properties of films of pea starch associated with xanthan gum and glycerol. Polímeros. 2011;21:67-72.
13. Farias MG, Fakhouri FM, Carvalho CWP, Ascheri JLR. Physicochemical characterization of edible starch films with barbados cherry (*Malphigia emarginata D.C.*). Quím. Nova. 2012;35(3):546-552.
14. Hoque M, Mcdonagh C, Tiwari BK, Kerry JP, Pathania S. Effect of Cold Plasma Treatment on the Packaging Properties of Biopolymer-Based Films: A Review. Appl. Sci. 2022;12.
15. Goiana ML, Brito ES, Alves Filho EG, Miguel EC, Fernandes FAN, Azeredo HMC, Rosa MF. Corn starch based films treated by dielectric barrier discharge plasma. Int J Biol Macromol. 2021;183:2009-2016.
16. Oh YA, Roh SH, Min SC. Cold plasma treatments for improvement of the applicability of defatted soybean meal-based edible film in food packaging. Food Hydrocoll. 2016:58:150-159.

**Capítulo 37**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-37**

# PROCESSOS DE INATIVAÇÃO DE FATORES ANTINUTRICIONAIS NAS *PULSES*: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

**Larissa Rebeca Chagas de Jesus*; Kaio Germano Sousa da Silva; Thayanne Torres Costa; Jorge Minoru Hashimoto**

**Larissa Rebeca Chagas de Jesus – Email: larissarebecanutri@gmail.com*

**Resumo:** As *pulses*, são reconhecidas pela FAO como superalimentos, devido ao seu alto teor de proteínas, vitaminas, minerais essenciais, carboidratos complexos e baixo teor de lipídios. O feijão é considerado como uma das principais *pulses* comercializadas no Brasil e no Mundo. Segundo dados da Embrapa, no ano de 2022, o Brasil produziu 3,07 milhões de toneladas (t) de feijões (comum + caupi). De acordo com a FAO, a produção mundial de todas as espécies de feijões comerciais de 52,8 milhões de t, representando 57,31% do total de *pulses* produzidas. No entanto, apesar de serem superalimentos, os grãos crus de *pulses* possuem fatores antinutricionais, como inibidores de protease (inibidores de tripsina, lectinas e fitatos), que interferem na absorção de nutrientes e na digestibilidade das proteínas, e dependendo da concentração, poderá ser prejudicial à saúde. Esses fatores antinutricionais deverão ser inativados através de processamentos adequados, pois impedem o máximo aproveitamento do potencial nutricional desses grãos, mas há um limite para as condições de processamento, que não deverão degradar em demasia alguns nutrientes, principalmente as vitaminas. Diante disso, elaborou-se uma revisão sistemática seguindo as diretrizes PRISMA, com artigos originais dos últimos dez anos, pesquisados nas bases de dados como Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Web of Science e Scielo. Dois pesquisadores analisaram os títulos e resumos, com um terceiro sendo consultado em casos de discordância. Dos artigos inicialmente identificados, 6 foram selecionados para a análise final. Os estudos selecionados, foram avaliados quanto ao nível de evidência, demonstrando que os diversos métodos de tratamento térmico, são considerados mais eficazes na inativação dos fatores antinutricionais, quando submetidos a temperaturas acima de 100 ºC. Entretanto, há uma necessidade de mais estudos aprofundados para confirmar essas informações e otimizar os processos de inativação sem comprometimento da qualidade nutricional.

**Palavras-chaves:** feijão, métodos de processamento, proteases, tripsina.

## INTRODUÇÃO

As *pulses* são reconhecidas pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) como superalimentos, sendo uma importante fonte de proteína vegetal na dieta humana, contendo até o dobro e triplo do teor de proteínas do trigo e do arroz, respectivamente. Dentre as mais comuns e consumidas encontram-se o feijão, a ervilha e o grão de bico, no qual se destacam pelo seu valor nutricional, por serem ricas em carboidratos complexos, micronutrientes, proteínas e vitaminas do complexo B e minerais como folato,

ferro, cálcio, magnésio, zinco e potássio (1).

As *pulses* são um grupo selecto de espécies de leguminosas, cujos grãos são comestíveis, ricos em proteínas, fibras, vitaminas e uma variedade de compostos bioativos. Quando os grãos estão crus, possuem quantidades consideráveis de fatores antinutricionais em sua composição, que podem interferir na absorção de nutrientes essenciais e, consequentemente, na biodisponibilidade de proteínas e outros nutrientes, e dependendo da concentração, poderá ser prejudicial à saúde. Entre os principais fatores antinutricionais presentes, destacam-se os inibidores de tripsina, lectinas e fitato (2).

Os inibidores de tripsina são proteínas que agem especificamente inibindo a atividade da tripsina, uma enzima com ação digestiva responsável pela quebra de ligações peptídicas das proteínas durante a digestão. Esses inibidores podem reduzir a eficiência da digestão de proteínas, limitando a disponibilidade de aminoácidos para absorção pelo organismo (3).

Em relação às lectinas, que também são proteínas, as mesmas se ligam aos carboidratos na mucosa intestinal, interferindo na absorção de nutrientes e podendo levar a efeitos adversos, como inflamação intestinal. Já os fitatos, são compostos que podem se ligar a elementos minerais como ferro, cálcio, zinco e magnésio, reduzindo sua absorção pelo organismo (4).

Mediante a presença de fatores antinutricinais em grãos de *pulses* é necessário a utilização de processamentos de alimentos que possam ajudar a reduzir os efeitos dos fatores antinutricionais. Nesse contexto, um método simples e eficaz é o cozimento, uma vez que o calor pode desnaturar as proteínas, quebrar as ligações entre os fitatos e os minerais e aumentar a biodisponibilidade (5). Processos como a fermentação e a germinação também podem ajudar a reduzir os níveis de fatores antinutricionais, através da ação de enzimas endógenas e microbianas (6).

Diante disso, esta revisão sistemática teve como objetivo investigar criticamente os diferentes métodos e técnicas utilizados para inibir ou reduzir a atividade desses fatores durante o processamento de alimentos. Ao identificar estratégias eficazes para mitigar os efeitos dos fatores antinutricionais nas *pulses*, esta revisão visa fornecer *insights* valiosos para promover práticas alimentares mais saudáveis com maior aproveitamento dos nutrientes advindos do feijão.

## METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa por artigos de caráter original que abordassem acerca da temática, problemas e objetivos propostos . A busca foi feita de acordo com as recomendações preconizadas pelas diretrizes PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses), com base nos descritores (“antinutritional factors” [MeSh Terms], (“pulses” [MeSh Terms] AND (“inhibitors” [MeSh Terms], submetido e aprovado a plataforma POSPERO sob o nº de CRD42024500163, utilizou – se o filtro de ano de publicação dos últimos 10 anos.

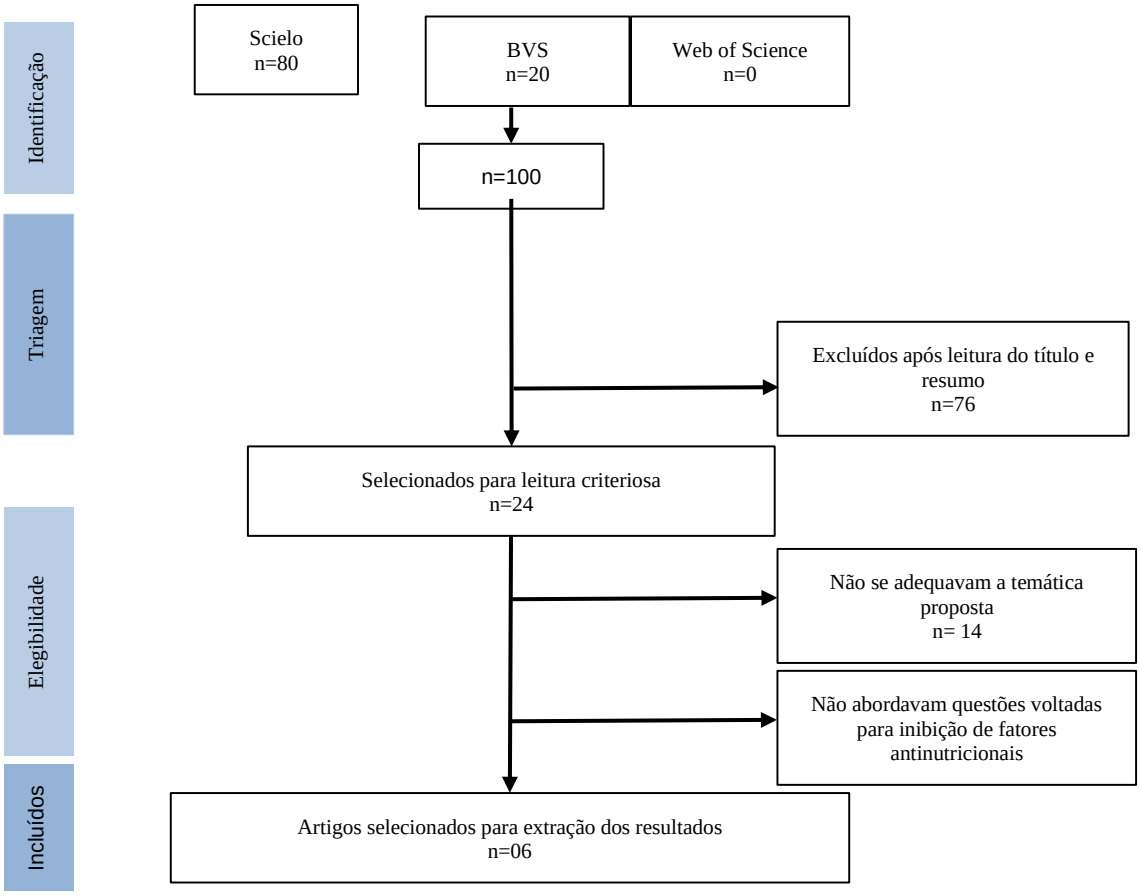
A pesquisa foi realizada nos meses de abril e maio de 2024, sendo seu objetivo reunir e analisar os estudos de forma crítica e sistemática sobre o tema proposto. Foram identificados artigos originais indexados nas bases de dados Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Web of Science pelo acesso CAFe e Scielo, com adição do filtro de ano de publicação ou idioma (inglês e português).

Todo o processo de análise dos títulos e resumos dos artigos encontrados nas bases de dados consultadas foram executadas por 02 pesquisadores, sendo um terceiro consultado

diante de alguma discordância com relação aos artigos selecionados, sendo essa avaliação feita levando em consideração os critérios de inclusão e exclusão.

Com relação aos critérios de exclusão, foram estabelecidos os seguintes parâmetros: artigos que não fossem condizentes com a temática proposta; artigos incompletos e os que não abordassem questões voltadas para aos inibidores dos fatores antinutricionais em feijões.

**Figura 1:** Fluxograma de busca e seleção de estudos.




**Fonte:** Autores (2024).

De um total de 100 artigos originais identificados, 94 publicações não obedeciam aos critérios de inclusão, sendo então selecionados apenas 6 artigos para análise final. Desses 6 artigos que se enquadravam para discussão da revisão, 2 eram da Scielo e 4 da BVS, vale ressaltar na Web of Science não foram encontrados estudos sobre o tema. O desfecho primário de interesse foram os estudos que abordassem a inibição de substâncias que mesmo em estado vestigial, impedisse a utilização de um elemento nutritivo.

## RESULTADOS

Quanto à qualidade dos estudos, os artigos foram classificados quanto ao seu nível de evidência, onde nível 1, metanálise de múltiplos estudos controlados; nível 2, estudo individual com delineamento experimental; nível 3, estudo com delineamento quase-experimental como estudo sem randomização com grupo único pré e pós-teste, séries temporais ou caso-controle; nível 4, estudo com delineamento não-experimental como pesquisa descritiva correlacional e qualitativa ou estudos de caso (7). Está apresentada na Tabela 1, os 6 estudos e suas abordagens estruturais.

**Tabela 1.** Estruturação da discussão dos artigos selecionados e sua dinamização.

| Título / Tipo de Estudo / Nível | Autores | Objetivo | Resultados |
|---|---|---|---|
| Perfil molecular, pureza e presença de inibidores de tripsina em isolados de proteína de feijão-caupi.<br><br>Estudo experimental (Nível 2) | Frota et al. (1) | Investigar o efeito do aquecimento na produção de isolados proteicos de feijão-caupi. | Determinou-se o teor proteico da FI (Farinha Integral de feijão-caupi) e dos isolados pelo método de micro-Kjeldahl. Obtiveram em unidade inibitória de tripsina (UIT)/mg de proteínas: FI 32,5±0,5; IPCA (precipitação isoelétrica com aquecimento) 12,7±0,5; IPSA (precipitação isoelétrica sem aquecimento) 8,3±0,2, mas o aquecimento reduziu o rendimento e a pureza da proteína nos isolados quando submetidos a temperatura de 80 ºC a 5 min. |
| Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum.<br><br>Estudo experimental (Nível 2) | Ramirez-Cárdenas et al. (16) | Avaliar o efeito do processamento doméstico de 5 cultivares de feijão comum, quanto ao teor de nutrientes e fatores antinutricionais em grãos crus, cozidos sem etapa de maceração, cozidos incluindo a água de maceração de 15 h, e substituindo a água de maceração por de torneira. | Observaram que houve a redução do teor de taninos de 64 a 83%, e de fitatos (hexa+pentafostato de inositol) de 8,68 a 20% entre os diferentes processos de maceração seguido do cozimento em panela de pressão (40 min). Os diferentes tipos de maceração foram: cozimento em panela de pressão durante 40 min a partir do início da saída de vapor pela válvula de pressão provocaram um aumento no teor de fibras alimentares insolúvel de 16,61 a 20,40% (b.s) para 20,68 a 24,45% (b.s) e redução de fibra solúvel de 3,29 a 6,29% (b.s) para 2,08 a 4,54 % (b.s), em relação a cultivares cruas. |
| Purificação, docking molecular e análises *in vivo* de novos peptídeos inibidores da enzima conversora de angiotensina (ECA-I) a partir de hidrolisado protéico de sementes de feijão-traça (*Vigna aconitifolia* (Jacq.) *Maréchal*).<br><br>*In vitro* (Nível 1) | Bhadkari et al. (19) | Extrair e caracterizar peptídeos inibidores naturais da ECA-I obtidos de hidrolisados de proteínas de sementes de feijão-traça. | As enzimas tripsina e quimiotripsina apresentaram menor grau de hidrólise (DH), 39,40 ± 0,12 % e 48,12 ± 0,70 %, respectivamente, para um período de reação por 30 min a pH 8 e a 37 °C, muito inferior a alcalase (82,36 ± 1,81 %, pH 7,9, 55 °C) e flavorzima (66,22 ± 1,96 %, pH 7,0, 55 °C), e próximos da papaína (53,62 ± 2,93 %, pH 7,0, 37 °C), pepsina (43,67 ± 0,18 %, pH 2,5, 37 °C). Mas o propósito dos autores foi obter alta DH, então utilizaram a alcalase para obter os peptídeos e identificaram 4 que inibem a ECA-I que após inibição atuam regulando a pressão arterial. |
| Visão geral da base estrutural do modo inibitório duplo do inibidor de serina protease do feijão-de-lima (*Phaseolus lunatus*).<br><br>*In vitro* (Nível 1) | Ahmad et al. (10) | Investigar o modo de inibição de tripsina do inibidor de tripsina de feijão-Lima (LBTI) (*Phaseolus lunatus* L.) aplicando a cristalografia de proteínas para | O LBTI é um inibidor de protease do tipo Bowman-Birk, é uma molécula maior (9,0 kDa) em relação aos inibidores do tipo Kunitz (1 domínio de inibição), possui 2 domínios de inibição de tripsina e quimiotripsina independentes, 7 ligações dissulfeto e devido à alta termoestabilidade, é amplamente utilizado em vários estudos bioquímicos. Os autores apresentaram a estrutura cristalina do LBTI em complexo ternário com 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | identificar e verificar os locais e tipos de ligações entre os sítios ativos da tripsina e LBTI. | moléculas de tripsina através da cristalografia de proteínas, mostrando os 2 sítios de ligação interagindo através de ligações de hidrogênio intermoleculares não covalentes entre LBTI e 2 moléculas de tripsina, e entre as moléculas de tripsina que estabilizam a estrutura ternária, havendo também ligações entre 2 cadeias de enzimas por pontes de hidrogênio. O LBTI possui resíduos hidrofílicos e hidrofóbicos ativos para 2 tipos de serina proteases. As informações apresentadas auxiliam a compreender o potencial inibitório do LBTI por meio de interações moleculares específicas do complexo inibidor-tripsina e subsidiam o potencial uso do LBTI e desenvolvimento de inibidores de serina proteases para aplicações terapêuticas. |
| O tratamento físico reduz a atividade do inibidor de tripsina e modifica a composição química do feijão marama (*Tylosema esculentum*).<br><br>Estudo experimental (Nível 2) | Alabi et al. (12) | Investigar os efeitos de tratamentos físicos sobre os componentes químicos e a atividade inibidora de tripsina em grãos de feijão e soja. | Quase todos os tratamentos apresentaram redução na atividade inibitória de tripsina (AIT), representada em Unidades Inibitórias de tripsina (UIT) / g em relação aos grãos crus, sendo que no feijão-marama cru o valor foi 4 vezes maior (245,25) do que nos grãos crus de soja (66,98); APENAS na embebição por 24 h a 22-25 °C: houve ELEVAÇÃO para 271,98 no feijão-marama e reduziu para 54,04 na soja; no cozimento a 100 °C houve redução progressiva da UIT / g com aumento do tempo de 10, 20 e 30 min, sendo 47,08; 18,22, 9,12 no feijão-marama, e de 11,52; 5,21, 2,49 na soja, alcançando 96% de redução da AIT no cozimento por 30 min em ambas as espécies. Na autoclavagem a 110 °C também houve redução progressiva com aumento do tempo de 5, 15 e 30 min: 8,85; 7,32; 5,40 no feijão-marama, e de 3,69; 3,09; 2,49 na soja; com prévia embebição 24 h antes da autoclavagem a 110 °C por 5, 15 e 30 min, os valores da UIT / g foram um pouco menores: 6,56, 4,23, 3,00 no feijão-marama, e de 1,89, 1,89, 1,51 na soja. Na autoclavagem a 121 °C por 5, 15 e 30 min, também obtiveram uma redução progressiva nos valores da UIT / g: 7,73, 5,76, 5,05 no feijão-marama, e de 3,38, 2,69, 2,19 na soja; com prévia embebição de 24 h antes da autoclavagem a 121 °C por 5, 15 e 30 min, os valores da UIT / g foram mais baixos:3,26, 4,22, 2,66 no feijão-marama, e de 1,91, 2,12, 1,60 na soja. Os menores valores de AIT foram obtidos na autoclavagem a 121 °C/30 min, com ou sem pré-imersão de 30 min, reduzindo 98 e 99% da AIT em feijão-marama e soja, respectivamente. |
| Investigação da qualidade nutricional de farinhas de fava canadense crua e processada (*Vicia faba* L.) em comparação com ervilha e soja usando um modelo de digestão gastrointestinal humana in vitro<br><br>Estudo experimental (Nível 2) | Martineu-Côté et al. (14) | Avaliar a qualidade nutricional de três farinhas de grãos descorticadas (FD) de cultivares canadenses de fava (Fabelle, Malik e Snowbird) e FD de ervilha e soja, todas crua e após cozida: dispersão a 10% p/v em água sob agitação a 20 °C/1h, seguida do aquecimento em banho maria a 90 | Observaram diferenças significativas nos teores proteicos (%, b.s.) das FD crua e cozidas apenas para a cultivar Fabele (28,7 e 27,4, respectivamente), sem diferenças na Malik (29,9 e 29,5, respectivamente) e Snowbird (32,5 e 32,2, respectivamente). O cozimento não afetou os teores de fenólicos totais entre FD cruas e cozidas de feijão fava e ervilha, mas na FD de soja ocorreu um aumento após o cozimento. A Atividade Inibitória da Tripsina (AIT) diminuiu consideravelmente ($p<0,05$), nas FD cruas de fava variaram de 0,84 a 1,08 e nas FD cozidas de 0,25 a 0,28 AIT mg / g de farinha, na FD crua de ervilha foi de 0,71 e na cozida 0,49 AIT mg / g de farinha, e na FD de soja crua foi de 15,4 e na cozida 2,15 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | °C/20 min, seguido do congelamento a -40 °C/24 h e liofilização. | AIT mg / g de farinha. Não houve variação no teor de ácido fítico entre as FD cruas e cozidas. |

**Fonte:** Autor, 2024

## DISCUSSÃO

Segundo o sistema de avaliação de estudos por níveis de evidência delineado por Melnyk (5) os níveis 1, 2 e 3 são de maior relevância, logo esse método leva em consideração toda a parte metodologica empregada e a fonte de publicação do estudo. Consequentemente, esta revisão sistemática é destacada pela sua robustez científica, uma vez que os artigos examinados estão distribuídos entre os dois níveis primordiais de evidência.

O levantamento realizado dos últimos 10 anos revelou a escassez de pesquisas abordando processos tecnologicos de inibição dos fatores antinutricionais em feijões. Em sua maioria, os estudos concentram-se em abordagens experimentais, utilizando diversas espécies de feijões e cultivares de feijões, de maneira integral ou de seus compostos derivados.

Apesar da escassez de trabalho na área, pode ser observado nos estudos encontrados nessa revisão que dentre os principais métodos de inativação dos fatores antinutricionais, os testes térmicos são mais eficazes, quando comporados aos em testes com o isolamento do fator inibitório, feito por meio de teste in vitro.

Os inibidores das proteases são proteínas de ampla distribuição no reino vegetal e que são capazes de inibir as enzimas (carboxipeptidase, tripisina, quimiotripsina e amilase). A capacidade de inibição depende do grau de estabilidade térmica dos inibidores de proteases, que é influenciado pelo seu peso molecular e do grau de estabilização da conformação ativa por pontes de dissulfeto. Poderá haver riscos à saúde advindos do desconhecimento dos níveis de tolerância, do grau de variação da sensibilidade individual e da influência de fatores ambientais sobre a capacidade de detoxificação dos organismo humano (8).

As proteases se classificam em dois tipos de enzimas: endopeptidases e as exopeptidases, formadas através da quebra de uma enzima peptídica, por meio da adição de uma mólecula de água e exercem papel de catalizadores de proteínas que atuam em diversas funções no organismo. Os mecanismos de inibição das proteases podem se classificadas como reversíveis ou irreversíveis. Por serem responsáveis pelo surgimento de efeitos deletérios à saúde, é de grande importância o conhecimento das etapas de inativação dos inibidores de proteases, sendo encontrados em grande parte dos vegetais e são agrupados de acordo com o mecanismo de reação de cada inibidor (9).

Perante abordagem feita acima em relação as proteases, o estudo desenvolvido por Ahmad *et al*. (10) avaliaram a atividade inibitória do inibidor de tripsina de feijão-Lima (LBTI), um inibidor de serina protease bifuncional do tipo Bowman-Birk, que tem dois sítios

inibitórios independentes, ambos os sítios capazes de inibir a tripsina, no entanto, apenas o loop hidrofóbico é específico para inibir a quimiotripsina (11).

Em relação aos achados no estudo de Frota *et al*. (1) utilizaram em seus experimentos a precipitação isoelétrica da protéina em espécies de feijão-caupi em temperatura ambiente e outro a 80 °C/ 5 min. No estudo desenvolvido por Alabi *et al*. (12), utilizaram o método de imersão por 24 h a temperatura de 22-25 °C e diferentes condições de tratamento térmico com o feijão marama, a fim de diminuir atividades inibitórias de tripsina. Além dos feijões, existem outras *pulses* que possuem alto teor de fatores antinutricionais, dentre eles podemos citar a fava, altamente rica em proteínas e com diversas biofuncionalidades. Martineu- Côté *et al*. (14) buscaram investigar os efeitos das farinhas descorticadas (FD) de fava em relação às FD de soja desengordurada e de ervilha que utilizaram o mesmo tratamento aquecimento em banho-maria (90 °C/20 min), congelamento a -40 °C e liofilização, para as 5 farinhas, tiveram como objetivo de pesquisa verificar a digestibilidade desse alimentos através de método enzimático *in vivo* e obtiveram como resultados que as farinhas de fava possuem boa digestibilidade, após utilização do tratamento proposto, em consonância com esse estudo, Rodriguéz *et al*. (15) verificaram o teor de digestibilidade das farinhas de favas em relação a inativação de enzimas, utilizando o mesmo tratamento proposto.

Vários tipos de processos podem ser utilizados para inativar os fatores antinutricionais dos alimentos, dentre eles podemos citar: aquecimento, maceração, germinação e irradiação. Ramirez-Cárdesani *et al*. (16), avaliaram os teores antinutricionais em feijão comum cru e cozidos em panela de pressão por 40 min, após o início da saída do vapor pela válvula com e sem água de maceração, obtiveram uma redução dos taninos e fitatos em amostras cozidas em água de maceração, tais achados corroboram com os encontrados no estudo de Oliveira *et al*. (17) investigaram os efeitos da maceração em feijões após o processamento doméstico (cozimento dos grãos), observando uma redução dos taninos, fitatos e fatores de flatulência.

Após obter essas informações torna-se válido mencionar que os fatores antinutricionais são substâncias formadas naturalmente em cereais, leguminosas e que reduzem a biodisponibilidade de minerais e proteínas no organismo. E os taninos são compostos com alto peso molecular, derivados dos flavonóides que possuem em sua composição grupos hidroxilas fenólicos capazes de promover ligações cruzadas estavéis em proteínas que provocam interação hidrofóbica e formação do complexo tanino-proteína, que podem ser classificados em taninos condensados e hidrolizavéis (18).

Os fitatos possuem o poder de complexar minerais, reduzindo sua solubilidade ou interferindo na sua utilização a partir da formação do ácido fítico, ácido oxálico, glicosinolatos e gossipol. Os efeitos provocados por eles possuem ligação direta entre a dieta e proteínas alimentares, pois provocam inibição das ações digestivas importantes para o funcionamento do organismo (9).

A não inativação dos fatores antinutricionais, poderá ser prejudicial à saúde podendo provocar alterações metabólicas no pancrêas (hiperplasias, hipertrofias) hipersensibilidade intestinal, diarréias, hemorragias, feridas, queimaduras, problemas renais e urinários. Diante dessa informação o estudo desenvolvido por Bhadkaria *et al*. 2023 (19), buscaram isolar compostos com ação inibitória sobre a ECA-I (enzima conversora de angiotensina-I), que possui ação vasoconstritora, a fim de verificar quais peptídeos de feijão-traça atuam inibindo a ECA-I, obtiveram em seus resultados que 4 peptídeos são capazes de inativar a ECA-I, sendo de origem natural, podem ser utilizado com maior segurança ou sem riscos ao organismo humano para auxiliar no controle da pressão arterial sistêmica.

## CONCLUSÃO

Diante das afirmações levantadas conclui-se que os tratamentos térmicos em temperaturas acima de 100º C, obtiveram inativação de 98% da AIT, podendo-se afirmar que processos térmicos de aquecimento mais severos, como em autoclaves são mais efetivos para reduzir a AIT. Entretanto, envolvem investimentos mais elevados para o processamento. Enquanto que métodos mais baratos como o cozimento a 100 °C / 30 min reduzem 96% da AIT.

Como baixas concentrações alguns fatores antinutricionais das *pulses* estão relacionadas com ações benéficas à saúde, é preciso avaliar se essas condições de processamento preservam a qualidade dos produtos e outros nutrientes, e se as quantias residuais de antinutrientes trarão efeitos benéficos à saúde.

São necessários mais estudos integrando a área de processamento de *pulses* com a área da nutrição clínica, para encontrar o limiar máximo e mínimo de residuais de antinutricionais que devem permanecer nos grãos de *pulses* ou produtos derivados para que se tenha uma ação benéfica visível ou significativa, associando assim questões de saúde e bem-estar com a sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

Frota KMG, Lopes LAR, Silva ICV, Arêas JAG. Perfil molecular, pureza e atividade do inibidor de tripsina em isolados proteicos de feijão-caupi. Revista Caatinga. 2018; 31:202–208.

Samyta M; Aluko RE.; Dhewta T. Plant food anti-nutritional factors and their reduction strategies: an overview. Food Production, Processing and Nutrition. 2020;2:1-14.

Sá AMG, Moreno YMF, Carciofi, BAM. Food processing for the improvement of plant proteins digestibility. Critical Reviews in Food Science and Nutrition.2020;60(20): 3367-3386.

Da Silva EN, Farias AL, Oliveira WR, Rêgo EJL. Aspectos gerais das lectinas vegetais. Latin American Journal of Development.2022; 4(6):1955-1964.

Da Silva Carvalho LM. Aspectos gerais das lectinas vegetais. Nutrivisa-Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde.2023; 10(1):10227-10227.

Higashijima N.S, Lucca A, Rebizz LRH, Rebizzi LMH. Fatores antinutricionais na alimentação humana. Segurança Alimentar e Nutricional.2020;27:020013-020013.

Melnyk SA. An empirical investigation of the metrics alignment process. International Journal of Productivity and Performance Management.2015;54(5/6):312-324.

Silva M.R., Silva M AAP. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. Revista de Nutrição.2000;13(1):3-9.

Barboza NC. Uma revisão bibliográfica dos fatores antinutricionais: taninos, inibidores de proteases e lectinas. Goías. [Trabalho de conclusão de curso]: Instituto Federal de Goías,-IFG; 2010.

Ahmad M S, Akbar Z, Choudhary MI. Insight into the structural basis of the dual inhibitory mode of Lima bean (Phaseolus lunatus) serine protease inhibitor. Proteins.2023:. 22-31.

Alabi F, Kiarie EG, Mnisi CM, Mlambo V. Physical treatment reduces trypsin inhibitor activity and modifies chemical composition of marama bean (Tylosema esculentum). 2022. Moleculales; 27(14):4451-4451.

Genovese MI, Lajolo FM. Atividade inibitória de tripsina do feijão (Phaseolus vulgaris L.): avaliação crítica dos métodos de determinação. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 2001;51(4):386–394.

Martineau-Côté D, Achouria, Pitre M, Wanasundara J, Karboune S, L'hocine L. Investigation of the nutritional quality of raw and processed Canadian faba bean (Vicia Faba L.) flours in comparison to pea and soy using a human in vitro gastrointestinal digestion model. Food Research International (Ottawa, Ont.), v. 173, n. Pt 1, p. 113264, 1 nov.2023.

Rodríguez VA A, López-Hernández AB, Lomelí MLC, González-Martínez BE, Vázquez-Rodríguez JA. Nutritional quality of protein flours of fava bean (Vicia faba L.) and vitro digestibility and bioaccesibility. Food Chemistry:x.2022;14.

Ramírez-Cárdenas L; Leonel A J, Costa NMB. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. Ciência e Tecnologia de Alimentos.2008;28(1):200–213.

Oliveira AC, Queiroz KS, Helbig E, Reis SMPM, Carraro FO. Processamento doméstico do feijão-comum ocasionou uma redução nos fatores antinutricionais fitatos e taninos, no teor de amido e em fatores de flatulência rafinose, estaquiose e verbascose. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 2017.Caracas;51(3):276-283.

Oliveira, K. Métodos de redução e inativação dos fatores antinutricionais. [monografia]. Disponível em: <https://feap.edu.br/wp-content/uploads/2016/11/Monografia.pdf>. 2010.

Bhadkaria A, Narvekar DT, Nagar DP, Sah SP, Srivastava N, Bhagyawant SS. Purification, molecular docking and in vivo Analyses of novel angiotensin-converting enzyme inhibitory peptides from protein hydrolysate of moth bean (Vigna aconitifolia (Jacq.) Maréchal) seeds. International Journal of Biologic Macromolecules. 2023:230.

**Capítulo 38**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-38**

# VALIDAÇÃO DE SISTEMA DE ASPERSÃO DE ÁGUA NO RESFRIAMENTO DE CARCAÇAS SUÍNAS EM AGROINDÚSTRIA DE SANTA CATARINA

**Elisa Sonza*; Samara Regina Bortolotto; Ademir Capeletto; Crivian Pelisser; Uberdam Junior Cavaletti; Leidiani Müller;**

**Elisa Sonza – elisasonza@edu.sc.senai.br*

**Resumo:** O controle da velocidade de resfriamento das carcaças após o abate é primordial para a qualidade da carne suína, pois contribui para a capacidade de retenção de água e, consequentemente, reduz a perda de peso por exsudação, controla o crescimento microbiano e limita as reações bioquímicas enzimáticas que afetam as características físicas e sensoriais da carne. O objetivo deste estudo foi validar o protocolo de aspersão de água gelada no resfriamento de carcaças em uma agroindústria de Santa Catarina. Foram realizados três testes com 666 carcaças cada, avaliando os parâmetros de temperatura, pressão e qualidade microbiológica da água. Além disso, o protocolo de aspersão não pode resultar em ganho de peso das carcaças, conforme a Portaria 663/2022 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Os resultados do estudo validaram o protocolo, com controle de pressão (1 - 4 bar), temperatura de até 2 ºC, podendo variar até 4 ºC e ausência de Escherichia coli e coliformes totais, de acordo com a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde. Também não foi observado ganho de peso nas carcaças, atendendo às exigências legais. Concluímos que o protocolo de aspersão de água gelada é eficaz e cumpre os requisitos legais, garantindo a qualidade e segurança da carne suína processada.

**Palavras–chave:** aspersão; carcaças; carne suína; resfriamento

## INTRODUÇÃO

O Brasil atualmente é responsável pela produção de 5,156 milhões de toneladas de proteína suína (2023), ocupando o 4º lugar no ranking de produção mundial, ficando atrás somente de países como China, União Europeia e Estados Unidos. Contabilizando também o 4º lugar no ranking de exportação mundial, atrás da União Europeia, Estados Unidos e Canadá. Do abate total de 46,5 milhões de cabeças no Brasil, o estado de Santa Catarina está em 1° lugar com 15,4 milhões de cabeças, seguido dos estados de Paraná com 9,3 milhões e Rio Grande do Sul com 9,2 milhões de cabeças de suínos (1).

O estado de Santa Catarina também lidera a produção e exportação de carne suína. Para 2024, o Brasil estima produzir 5,15 milhões de toneladas dessa proteína (1). Esse desempenho depende não só dos elevados números de produção e abate, mas também da qualidade da carne, que é influenciada pelos processos biológicos e químicos que ocorrem após o abate. O tecido muscular constitui o maior componente sofre uma série de reações químicas e bioquímicas que transformam o músculo em carne, tornando-o adequado para

o consumo humano. Essas reações e modificações estruturais são interdependentes e influenciadas por diversos fatores, incluindo jejum, manejo pré-abate, método de insensibilização e o processo de abate (2, 3). Essas mudanças, incluindo o *rigor mortis* e a conversão de glicogênio em ácido lático, são cruciais para a qualidade da carne, afetando textura, sabor e suculência (4). Problemas que causam estresse em qualquer uma dessas etapas podem resultar em carne PSE (*Pale, Soft, Exudative*), ou seja, pálida, mole e exsudativa; ou DFD (*Dark, Firm, Dry*), ou seja, escura, firme e seca (5, 6).

Após as operações de abate e evisceração as carcaças são serradas ao meio e devem ser resfriadas para reduzir as perdas por gotejamento e possível contaminação da sua superfície. A aceleração do resfriamento e do *rigor mortis* permite liberar as carcaças para o corte e processamento mais rapidamente, reduzindo os custos com energia e aumentando a capacidade de abate sem utilizar mais câmaras frias. Além disso, sistemas otimizados de resfriamento garantem a segurança dos produtos, prolongam sua vida útil e minimizam problemas de encurtamento pelo frio, que afeta a maciez da carne (7, 8).

Nos últimos anos, houve um aumento no peso de abate e na massa muscular dos suínos, o que dificulta o resfriamento e acentua a queda do pH. A combinação de altas temperaturas musculares e baixo pH pode resultar em carne suína pálida, flácida e exsudativa (PSE). Para evitar esse problema, é essencial utilizar um sistema de resfriamento rápido, que atinja uma temperatura interna de 10°C em 12 horas e de 2-4 °C em 24 horas após o abate (7).

A validação do sistema de aspersão de água sobre carcaças suínas na agroindústria é um processo importante para garantir a conformidade com as normas de segurança de alimentos e qualidade estabelecidas pelos órgãos reguladores. Em particular, a Portaria n° 663, de 30 de setembro de 2022, aprovada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (9), estabelece os requisitos técnicos para a instalação, validação e uso de sistemas de aspersão de água no resfriamento de carcaças de animais de abate. De acordo com a referida portaria, todos os estabelecimentos registrados junto ao Serviço de Inspeção Federal (SIF), do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), que pretendem utilizar o sistema de aspersão de água durante o resfriamento de carcaças, devem seguir rigorosamente os critérios definidos para garantir a eficácia do processo e a segurança do produto final. O objetivo do presente trabalho foi validar o sistema de aspersão em uma agroindústria de abate de suínos de Santa Catarina, para atender aos requisitos de legislação e comercialização perante ao Serviço de Inspeção Federal (SIF).

## MATERIAL E MÉTODOS

A implementação do sistema de resfriamento de carcaças por aspersão aconteceu em uma agroindústria do estado de Santa Catarina, a qual abate e processa carne suína com atendimento do mercado interno e externo como América do Sul, América Central, Europa, Ásia e África. O frigorífico possui capacidade produtiva de abate de 5600 suínos/dia, com volume aproximado de 500 ton/dia.

### Sistema de aspersão

O sistema de aspersão consiste em tubos com bicos aspersores cônicos com jato de ângulo de 90°, pressão de 1 a 4 bar, vazão aproximada de 1 L/min, dispostos paralelamente aos trilhos, em todas as câmaras de resfriamento da planta, que fazem a aspersão de água sobre as carcaças durante o processo. O sistema automatizado faz a

aspersão de água potável, clorada de 0,2 a 2 ppm, gelada (2 °C, podendo variar de +/- 2 °C) e em volume suficiente para atender a demanda, com uma programação predeterminada que controla o tempo total da operação, a duração de cada ciclo de aspersão e o intervalo entre os ciclos (Tabela 1). Sendo que cada ciclo corresponde a um período de tempo com válvula aberta para aspersão da água gelada e um período de tempo com a válvula fechada que corresponde ao tempo de drenagem da água.

Tabela 1: Protocolo de aspersão

| **Ciclo** | **Situação da Válvula** | **Situação dos Bicos Aspersores** | **Duração (min.)** |
|---|---|---|---|
| 1° | Aberta | Aspersão | 3 |
| | Fechada | Drenagem | 9 |
| 2° a 23° | Aberta | Aspersão | 1 |
| | Fechada | Drenagem | 9 |
| 24° | Aberta | Aspersão | 1 |
| | Fechada | Drenagem | 9 |
| Duração Total (h) | Processo padrão em 4 horas (24 ciclos), sendo no máximo 5 horas, considerando o término da drenagem | | |

O processo de aspersão nas câmaras de resfriamento de carcaças é realizado por zonas de aspersão individuais, ativadas pelas válvulas solenoides conforme o ciclo programado no sistema. O protocolo a ser validado (Tabela 1) opera com 24 ciclos por válvula (zona de aspersão), totalizando 4 horas, podendo se estender até 5 horas por válvula em cada câmara, considerando o tempo necessário para a drenagem das linhas.

O sistema de aspersão instalado dentro da câmara de resfriamento possui a tubulação em verde, intercalando entre os trilhos das carcaças e abaixo dos mesmos (Figura 1).



Figura 1 – Sistema de aspersão instalado nas câmaras de resfriamento

## Validação do sistema de aspersão

Antes de iniciar a validação do sistema de aspersão, testes prévios foram executados para assegurar o funcionamento adequado do sistema, incluindo a verificação do fluxo de água e dos bicos. Durante esses testes preliminares, ajustes foram feitos, bem como correções no piso da câmara e nos ralos, visando garantir o escoamento correto da água residual gerada.

A validação do protocolo de aspersão foi realizada em três testes distintos, cada um com 666 carcaças, denominados Teste 1 (T1), Teste 2 (T2) e Teste 3 (T3). Foram avaliados os parâmetros de peso das carcaças antes e depois de passar pelo resfriamento com sistema de aspersão, pressão e temperatura da água de entrada e saída da água do reservatório, monitoradas por um sistema informatizado.

Todas as carcaças antes de entrarem na câmara de resfriamento foram pesadas, através de sua TAG (RFID), que se refere a um dispositivo de identificação por radiofrequência, sendo "TAG" o termo usado para designar a etiqueta ou chip, e "RFID" significa "*Radio Frequency Identification*" (Identificação por Radiofrequência) (Figura 2). Ao completar a capacidade da câmara com carcaças, as portas foram fechadas e o sistema de aspersão iniciado.

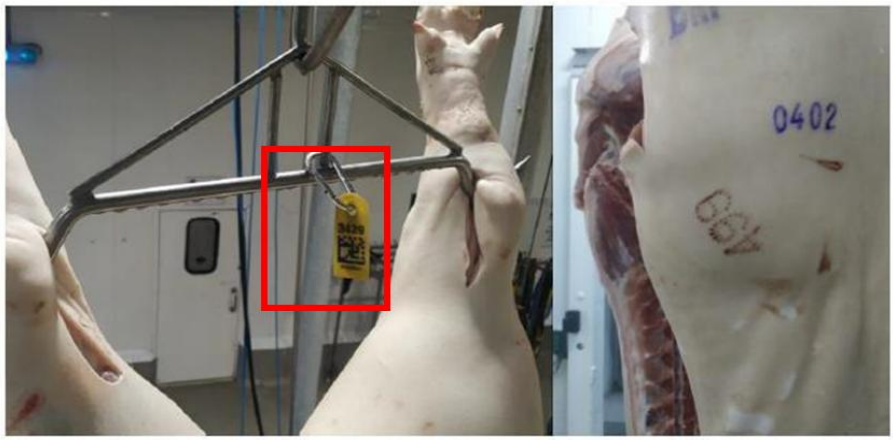



Figura 2 – TAG (RFID) de identificação única de cada carcaça, para rastreabilidade de suas informações

Para garantir a eficácia do processo de resfriamento, os equipamentos e reservatórios devem manter a água de aspersão a uma temperatura máxima de 2°C. É permitida uma variação de até 2°C acima desse valor, desde que não comprometa a qualidade do resfriamento (9).

Durante o procedimento de abastecimento da câmara com carcaças e nas primeiras 4 horas de resfriamento, foi realizado monitoramento a cada hora, avaliando visualmente as condições de ausência de nebulização de água gerando condensação e o direcionamento dos bicos de forma a aspergir água somente nas carcaças, não gerando riscos de contaminações cruzadas.

A qualidade microbiológica da água utilizada na aspersão também foi avaliada conforme Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde (10). Amostras foram coletadas

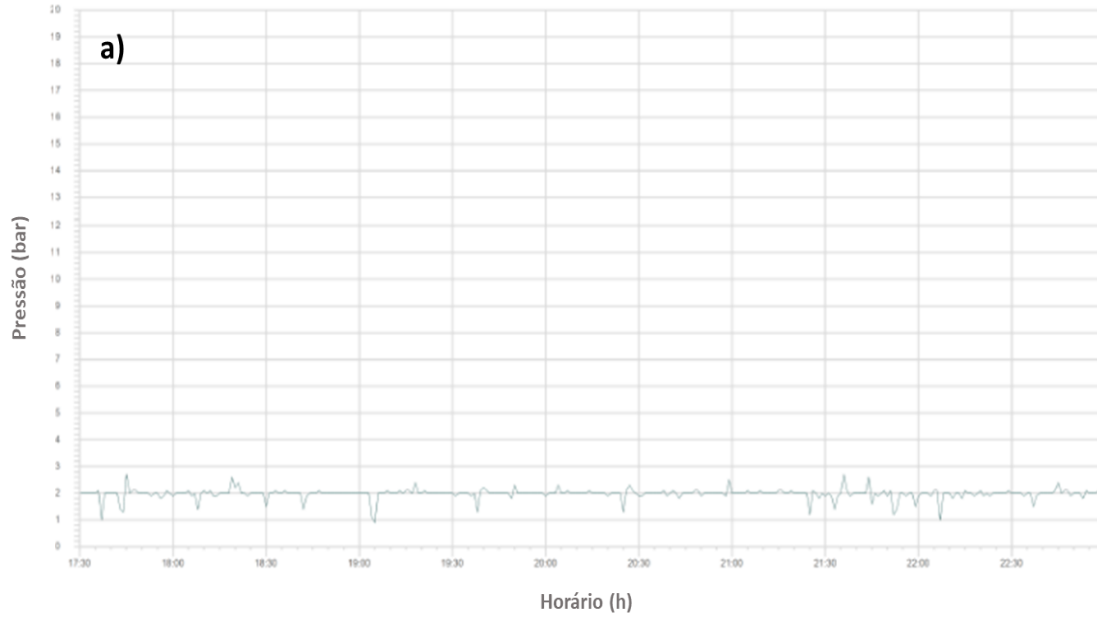
em dois pontos (saída do tratamento de água e saída do reservatório de água fria) e encaminhadas para análises em laboratório terceiro acreditado para investigação dos parâmetros de *Escherichia coli* e Contagem de coliformes totais. As amostras foram coletadas antes do início de ligar o sistema de aspersão e após finalizar o mesmo, para cada teste realizado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protocolo de aspersão foi validado, pois os parâmetros de pressão, temperatura da água na entrada e saída do reservatório, qualidade da água e peso das carcaças após o resfriamento por aspersão se apresentaram dentro dos parâmetros exigidos pela Portaria nº 663/2022 e foram eficientes na redução da temperatura das carcaças abaixo dos 7 °C no interior do músculo, conforme Portaria nº 711, de 01 de novembro de 1995 do MAPA (11).

Os parâmetros de pressão (Figura 3.a) se mantiveram dentro do estabelecido pelo sistema de aspersão (1 - 4 bar), mantendo-se em torno de 2 bar na maior parte do tempo. Lembrando que a Portaria nº 663/2022, ressalta que a pressão deve ser controlada para garantir a eficiência do resfriamento; mas, não estabelece limites para este parâmetro.

A temperatura se manteve entre 2 e 4 °C durante a maior parte dos testes, conforme exigido pela legislação (Figura 3.b). No entanto, em dado momento, a temperatura ultrapassou ligeiramente os 4 °C, e em outro momento atingiu o limite superior dessa faixa. Lembrando que, a legislação exige uma temperatura máxima de 2 °C com uma tolerância de até 2 °C acima, totalizando 4 °C. Portanto, o sistema de resfriamento excedeu o limite permitido na saída do reservatório de água. Além disso, a água entrou no reservatório com uma temperatura de cerca de 3,5 °C, superior à do restante do processo. Isso indica a necessidade de um controle mais rigoroso do sistema de resfriamento para evitar tais falhas.



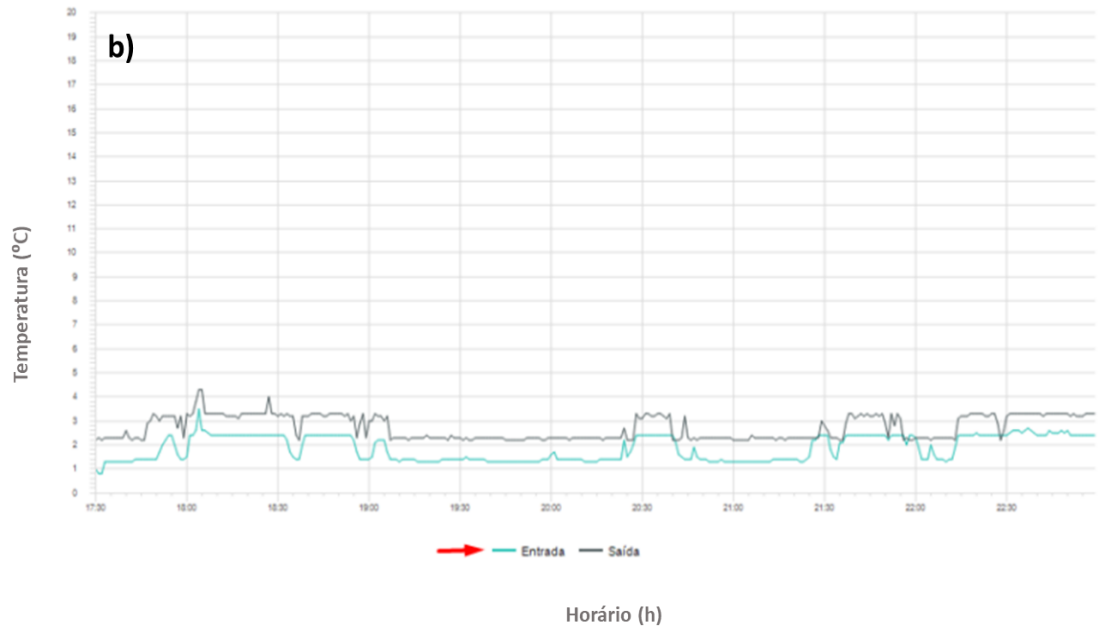



Figura 3 – Controle de validação do sistema de aspersão: a) pressão e b) temperatura de entrada e saída do reservatório

Nesse sentido, Gomide et al. (12) testaram e garantiram a eficiência de um sistema de resfriamento de carcaças com água gelada de 1 - 5 ºC durante 60 segundos a cada 15 minutos, combinada com controle da velocidade do ar. Esse estudo foi realizado antes da publicação da legislação atual. Acredita-se que essa oscilação de temperatura em determinado ponto não comprometeu o teste, mas serviu como um alerta para a necessidade de maior cuidado no sistema de resfriamento.

Um dos critérios essenciais para a validação do método é a verificação do peso das carcaças antes de entrarem na câmara de resfriamento e após a aplicação do protocolo de aspersão. É determinante que não haja aumento de peso. Para comprovar isso, foram utilizados os dados gerados pelos apontamentos da TAG (RFDI). Em todos os três testes realizados, não houve ganho de peso em nenhuma das carcaças resfriadas. Embora tenha sido observada uma redução no peso, conhecida como "quebra" (Tabela 2), não houve aumento de peso, o que confirma que o processo não está adicionando água ao produto e, portanto, não engana e obtém vantagem sobre o consumidor.

Tabela 2 – Média da quebra durante o resfriamento

| Testes | Média dos valores de quebra |
|---|---|
| Teste 1 | -0,78% |
| Teste 2 | -1,03% |
| Teste 3 | -0,87% |

O processo de resfriamento de carcaças utiliza ventilação forçada, ocasionando perdas de peso significativas - "quebra pelo frio". De acordo com a literatura, essas perdas são atribuídas principalmente à evaporação da água superficial, ao gotejamento de líquidos provenientes da lavagem e à exsudação de componentes da carcaça. Estima-se que essas perdas possam variar de 0,40% a 2,23% do peso inicial da carcaça, conforme evidenciado por estudos realizados no Brasil (13); enquanto carcaças resfriadas com auxílio de aspersão, apresentam diminuição de peso de 0,2 a 1,8% menor do que aquelas resfriadas convencionalmente (14). Assim, no presente estudo, constata-se que as perdas

de peso se apresentaram menores contribuindo para a maciez da carne e eficiência do processo através de menor perda de massa.

Os resultados dos testes realizados foram satisfatórios ao atendimento do objetivo, não identificado desvios das condições visuais da câmara durante o procedimento de aspersão para que pudesse gerar algum risco de contaminação cruzada, bem como parâmetros de temperatura e pressão de água foram atendidos.

As análises microbiológicas (Tabela 3) da água ficaram de acordo com parâmetros da legislação vigente para água de consumo, a Portaria GM/MS n° 888, de 04 de maio de 2021 que determina ausência de *Escherichia coli* e coliformes totais.

Sendo assim, o protocolo testado foi validado e iniciado sua utilização rotineira para o resfriamento de carcaças. Os benefícios do sistema de aspersão nas carcaças, controlados adequadamente, são grandes. Porém, todas as condições de dimensões de câmaras, fluxo de ar dentro das mesmas, distribuição e quantidade de carcaças dentro das câmaras e tamanho e peso de animais influenciam nos resultados, sendo necessário a validação e implantação de demais protocolos para as diversas situações.

Tabela 3 – Análises microbiológicas da água

| **Data da coleta** | **Ponto** | **Protocolo** | **Resultados de Coliformes totais** | **Resultados de *Escherichia coli*** |
|---|---|---|---|---|
| Teste 1 | Saída do tratamento | Início | Ausência em 100 mL | Ausência em 100 mL |
| | | Fim | Ausência em 100 mL | Ausência em 100 mL |
| | Saída do reservatório de água fria | Início | Ausência em 100 mL | Ausência em 100 mL |
| | | Fim | Ausência em 100 mL | Ausência em 100 mL |
| Teste 2 | Saída do tratamento | Início | Ausência em 100 mL | Ausência em 100 mL |
| | | Fim | Ausência em 100 mL | Ausência em 100 mL |
| | Saída do reservatório de água fria | Início | Ausência em 100 mL | Ausência em 100 mL |
| | | Fim | Ausência em 100 mL | Ausência em 100 mL |
| Teste 3 | Saída do tratamento | Início | Ausência em 100 mL | Ausência em 100 mL |
| | | Fim | Ausência em 100 mL | Ausência em 100 mL |
| | Saída do reservatório de água fria | Início | Ausência em 100 mL | Ausência em 100 mL |
| | | Fim | Ausência em 100 mL | Ausência em 100 mL |

O protocolo foi considerado satisfatório pois a partir dos testes, os resultados demonstraram conformidade com a legislação, ou seja, ausência de ganho de peso das carcaças após o resfriamento por aspersão e o Serviço de Inspeção Federal aprovou o protocolo de validação.

## CONCLUSÕES

O protocolo de aspersão foi validado e aprovado pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF), estando, portanto, apto para uso rotineiro da agroindústria e assegurando a conformidade e eficácia do processo de resfriamento de carcaças. Os testes confirmaram que a pressão, a temperatura da água e a qualidade microbiológica atendem às legislações vigentes. Embora a temperatura tenha ocasionalmente ultrapassado ligeiramente o limite superior permitido, isso não comprometeu a eficácia do processo. A ausência de ganho de peso nas carcaças confirma que não há incorporação de água ao produto.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos profundamente à agroindústria parceira pelo suporte essencial à realização deste estudo, fornecendo recursos e ambiente para os experimentos e confiando no desenvolvimento do protocolo de aspersão para o resfriamento de carcaças suínas. Também somos gratos ao Centro Universitário SENAI/SC – UniSENAI Campus Chapecó e ao Grupo de Pesquisa Foodtec pelo apoio acadêmico e infraestrutura, bem como aos professores e coordenadores pela orientação e incentivo contínuo. Sem a colaboração e apoio dessas instituições, este estudo não teria sido possível.
Agradecemos a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para este projeto.

## REFERÊNCIAS

1. Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA). Relatório Anual 2024 [Correio eletrônico]. 2024. 77 pág. Disponível em: https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2024/04/ABPA-Relatorio-Anual-2024_capa_frango.pdf. Acesso em: 29 jul. 2024.

2. Rosenvold K, Andersen HJ. Fatores de significância para a qualidade da carne suína — uma revisão. Meat Sci. 2003;64(3):219-37.

3. Lawrie RA, Ledward DA. Lawrie's Meat Science. In: Advances in Meat Science. 6ª edição. Cambridge: Woodhead; 2006. p. 11-30.

4. Huff-Lonergan E, Lonergan SM. Mechanisms of meat water-holding capacity: The role of postmortem biochemical and structural changes. Meat Sci. 2005;71(1):194-204.

5. Grandin T. Improving animal welfare: a practical approach. 3rd ed. London: CABI; 2021. p. 105-176, 298-336, 398-414.

6. Matarneh SK, Scheffler TL, Gerrard DE. A conversão de músculo em carne. In: Lawrie RA, editor. Ciência da carne de Lawrie. Woodhead Publishing; 2023. p. 159-194.

7. Savell JW, Mueller SL, Baird BE. The chilling of carcasses. Meat Sci. 2005;70(3):449-459.

8. Santos AP dos. Sistema de aspersão de água gelada no processo inicial de resfriamento de meias-carcaças suínas [dissertação]. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados; 2022.

9. Brasil. Portaria nº 663, de 30 de setembro de 2022. Aprova os requisitos para instalação, validação e uso de sistemas de aspersão de água no resfriamento de carcaças dos animais de abate. Diário Oficial da União. 2022 out 3; Seção 1:45.

10. Brasil. Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União. 2021 mai 4; Seção 1:45.

11. Brasil. Portaria nº 711, de 01 de novembro de 1995. Aprova as normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos. Diário Oficial da União. 1995 nov 3.

12. Gomide LAM, Ramos E.M, Fontes PR. Tecnologia de abate e tipificação de carcaças. Viçosa: UFV; 2006. p. 370.

13. Sampaio GSL. Perdas durante o resfriamento de carcaças bovinas. [Correio eletrônio]. Iagro. 2016. Disponível em: http://www.iagro.ms.gov.br/perdas-durante-o-resfriamento-decarcacas-bovinas/

14. Prado CS, De Felício PE. Efeitos da taxa de resfriamento e do spray-chilling na perda de peso e maciez em bifes de contrafilé bovino. Meat Sci. 2010;86(2):430-435.

# Conbraca

Fortaleza

## Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos

# GESTÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

III CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

**Use Ctrl+F para pesquisar e acessar os trabalhos apresentados no evento!**

**Capítulo 39**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-39**

# RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM FRUTAS E HORTALIÇAS DO NORDESTE BRASILEIRO: UMA PREOCUPAÇÃO AMBIENTAL E DE SAÚDE PARA A POPULAÇÃO: REVISÃO DE LITERATURA

**Raquel Conceição Cavalcante*; Ana Patrícia Fontes da Silva ; Alexsandra Iarlen Cabral Cruz; Jaqueline da Silva Rumão; Luana Lopes Padilha; Samíria de Jesus Lopes Santos-Sodré; Rayone Wesly Santos de Oliveira***

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: rayone.santos.rs@gmail.com*

**Afiliações:**
IEMA – Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão.
IFMA – Instituto Federal do Maranhão.
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

**Resumo:** O uso de agrotóxicos é uma prática comum na agricultura para controlar insetos, pragas e ervas daninhas que prejudicam as lavouras, visando aumentar a produtividade. Contudo, a aplicação inadequada desses produtos pode levar à acumulação de químicos nos alimentos, na água e no solo, representando riscos à saúde dos consumidores e agricultores. Este estudo objetivou identificar os resíduos de agrotóxicos em frutas e hortaliças e os potenciais riscos ambientais e para a saúde pública. A pesquisa, baseada em uma revisão de literatura de 2015 a 2021, revelou que pequenos produtores e grandes polos agrícolas no Nordeste utilizaram grandes quantidades de agrotóxicos, causando impactos socioambientais significativos. Destaca-se a necessidade de uma atuação eficiente dos órgãos responsáveis para garantir a qualidade dos alimentos.

**Palavras–chave:** Agrotóxicos; Frutas; Hortaliças; Impactos ambientais; Meio ambiente e Saúde Pública.

## INTRODUÇÃO

A produção agrícola busca cada vez mais eficiência para atender toda a demanda de alimentos, contribuindo assim, para o grande crescimento em relação à fabricação e comercialização de fertilizantes e agrotóxicos nos cultivos. Apesar das campanhas em favor de alimentos livres de agrotóxicos, o uso desses produtos ainda é uma estratégia comum para controle e prevenção de pragas durante o cultivo e após a colheita. Novas tecnologias que utilizam agentes químicos foram introduzidas para controlar doenças, aumentar a produtividade e proporcionar alta resistência a diferentes pragas, insetos e ervas daninhas que prejudicam as lavouras. Esse método moderno de produção oferece diversos benefícios tanto durante o cultivo quanto em termos de produtividade (1).

No entanto, o uso inadequado de agrotóxicos pode resultar na acumulação desses produtos químicos nos alimentos, água e solo. Costa *et al.* (2) relataram que na região do Baixo Jaguaribe (Ceará), a pulverização de agrotóxicos e fertilizantes nas áreas de cultivo causa contaminação direta pelo ar e água, contribuindo para altos índices de intoxicação.

O uso indiscriminado de agrotóxicos, além dos limites permitidos, oferece sérios riscos à saúde, especialmente aos agricultores e consumidores de frutas e hortaliças contaminadas. No Brasil, existem 504 ingredientes ativos permitidos, mas 149 deles são proibidos na União Europeia. O uso excessivo de agrotóxicos tem causado problemas de saúde pública e ambientais, destacando a necessidade de discutir seus efeitos e a prática de uso na Região Nordeste do Brasil (3).

Com o objetivo de conhecer os tipos de resíduos de agrotóxicos presentes em frutas e hortaliças e os potenciais riscos para o meio ambiente e o consumo pela população, este estudo reúne conhecimentos da literatura sobre os agrotóxicos mais utilizados nos cultivos de frutas e hortaliças no Nordeste brasileiro nos anos de 2015 a 2021 permitindo avaliar os potenciais riscos para a saúde do produtor e consumidor, assim como os impactos ao meio ambiente.

## METODOLOGIA

Este estudo teve como objetivo analisar a produção científica sobre os resíduos de agrotóxicos em frutas e hortaliças e os potenciais riscos para a saúde dos agricultores, o meio ambiente e os consumidores no Nordeste brasileiro. Para isso, foi realizada uma revisão de literatura com abordagem sistemática, que envolve a reunião de ideias a partir de leituras e pesquisas sobre o tema. Foram analisados artigos, monografias, dissertações, teses e livros das bases de dados Scielo, Google Acadêmico, Portal Periódico (CAPES) e repositórios das universidades UFBA, UFPB e UFPE, além de dados do PARA, LSPA, IBGE e SINITOX, disponíveis entre 2015 e 2021, utilizando os seguintes descritores: resíduos, agrotóxicos, intoxicação, frutas e hortaliças.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a literatura estudada, os resultados oferecem um panorama da produção de frutas e hortaliças mais cultivadas no Nordeste, destacando a presença ou ausência de resíduos de agrotóxicos nessas culturas. Além disso, identificam os tipos de ingredientes ativos utilizados, seus efeitos na saúde humana e os possíveis riscos de contaminação ambiental.

### Histórico do uso de agentes químicos na agricultura e seu uso no Brasil

Registros em escritos romanos e gregos indicam o uso de arsênico e enxofre para controle de insetos nos primórdios da agricultura. Na Europa e nos Estados Unidos, a partir do século XVI, substâncias orgânicas como nicotina e piretro, extraídas de plantas, foram utilizadas. No início do século XX, substâncias inorgânicas começaram a ser estudadas devido às pragas que devastavam lavouras. Surgiram então os agroquímicos, incluindo fertilizantes e agrotóxicos (4). Com a Segunda Guerra Mundial, houve um avanço técnico-científico no setor, levando ao uso de agentes químicos como o organofosforado Sharadam e o organoclorado DDT, amplamente utilizado após sua eficácia como inseticida ser comprovada. Nas décadas de 1940 e 1950, nos Estados Unidos, grandes áreas agrícolas foram pulverizadas para erradicar insetos e ervas nocivas. Desde então, essas substâncias se disseminaram amplamente na agricultura (5).

As novas tecnologias baseadas no uso de agentes químicos foram disponibilizadas para o controle de doenças, aumento da produtividade, alta resistência a diferentes pragas e insetos. Assim como, ervas daninhas que atingem as lavouras causando perdas na

produção (1). A partir da década de 1960, o Brasil avançou significativamente em automação agrícola e uso de agroquímicos. Na década de 1970, os agrotóxicos começaram a ser vendidos em larga escala, destacando seus efeitos nocivos à saúde dos agricultores (6). Esse processo, conhecido como Revolução Verde, trouxe mudanças no trabalho agrícola tradicional e impactos no meio ambiente e na saúde humana (1). Desde os anos 1990, houve um grande aumento no uso desses produtos no Brasil, especialmente entre 2015 e 2017, com destaque para as regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste, além dos estados do Acre, Piauí, Tocantins e Pará (3).

O uso de agrotóxicos é central para a agricultura brasileira, impulsionando a produtividade e atendendo à crescente demanda por alimentos (1). O aumento da produção agrícola vem acompanhado de maior consumo desses produtos, e o Brasil se tornou um destino para agrotóxicos proibidos em outros países. Pelo menos dez produtos proibidos na União Europeia, Estados Unidos, China e outros países são usados na agricultura brasileira, incluindo Atrazina e Acefato, que têm limites de resíduos mais altos no Brasil do que na União Europeia (7).

**Definição e classificação dos agrotóxicos**

Conforme Decreto 4.074/02, que Regulamenta a Lei 7.802/89,

> Agrotóxicos são os produtos e os componentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso no setor de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou implantadas e de outros ecossistemas e também em ambientes urbano, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora e da fauna, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores do crescimento (8).

São classificados e rotulados quanto a sua finalidade ou organismo-alvo: inseticidas, fungicidas, herbicidas, desfolhantes, fumegantes, dentre outras; quanto ao grupo químico a que pertence o agrotóxico: organofosforados, carbamatos, piretróides, organoclorados, entre outros; em relação ao homem e/ou ambiente do ponto de vista dos seus efeitos agudos, sendo o grau de toxicidade de I a IV: extremamente tóxico, altamente tóxico, medianamente tóxico e pouco tóxico, respectivamente (9). Conforme Esteves (10), os agrotóxicos, mesmo que aplicados nas lavouras, têm como destino os recursos hídricos ou até mesmo áreas urbanas em que estes derivam para locais não desejados através do processo de evaporação ou escorrimento por meio do vento.

O Ministério da Saúde do Brasil, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), é o responsável pela avaliação dos aspectos toxicológicos dos produtos, além de estabelecer seu Limite Máximo de Resíduos (LMR), que consiste na quantidade máxima de resíduos que pode estar presente no alimento desde sua produção até seu consumo, sendo expresso em miligrama do princípio ativo por quilograma do alimento (mg/kg) (11). Para se determinar quanto a presença de resíduos de agrotóxicos as amostras de alimentos são coletadas pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos – PARA, onde são realizadas análises para detecção da presença ou não de resíduos de agrotóxicos fora dos limites permitidos, assim como, verificação quanto a presença de agrotóxicos não autorizados para determinada cultura e identificação dos riscos para a saúde do consumidor (11).

**Produção e consumo de frutas e hortaliças no Brasil e região Nordeste**

A produção mundial de frutas tem aumentado consideravelmente com o passar dos anos, observa-se entre 1989 a 1991 a produção era de 420,0 milhões de toneladas, em 1996 houve um aumento significativo ultrapassando os 500,0 milhões de toneladas e em 2017 a produção aumentou para 865,2 milhões de toneladas. Sendo os maiores produtores mundiais China, representando 31,6%, Índia 10,7% e Brasil 4,6%. Dentre as frutas mais produzidas e exportadas, a produção de Banana, Melancia, Melão, Maçã, Uva e Laranja destacam-se por mais da metade da produção total da fruticultura mundial, representando 58,1% do total de produção de frutas (12, 13).

O Brasil é um dos maiores produtores de frutas, com 39,37 milhões de toneladas produzidas em 2017, segundo o Levantamento Sistemático de Produção Agrícola (LSPA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As regiões Sudeste, Nordeste e Sul se destacam, representando 52%, 23% e 15% da produção nacional, respectivamente, com São Paulo e Bahia como os maiores produtores (14, 12). A laranja é a fruta mais produzida, representando 40,9% da colheita em 2018, com São Paulo como principal produtor. A banana ocupa cerca de 17% do cultivo, com São Paulo, Bahia e Minas Gerais como maiores produtores (12, 13). Comparado ao uso de agrotóxicos proibidos internacionalmente, o Brasil permite níveis elevados, divergindo da União Europeia, que proíbe alguns agrotóxicos usados no Brasil. Isso impacta o mercado importador, especialmente na Europa, onde países como Bélgica e Holanda, grandes importadores de cítricos brasileiros, não permitem muitos ingredientes ativos utilizados no Brasil (6).

O vale do Rio São Francisco se destaca por ser uma das regiões mais produtoras de frutas e hortaliças do país. Sendo os estados de Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Sergipe, Alagoas, Goiás e o Distrito Federal pertencentes a essa região. A fruticultura se desenvolveu pelo processo de irrigação, se tornando a principal fonte econômica da região, tendo como principal produção os cultivos de uva e manga com uma área de aproximadamente 35 mil hectares que se destacam devido seu valor agregado e por representar quantidade significativa de exportações da frutícola brasileira (2).

Segundo o LSPA (2017) (14), o Nordeste se destaca por representativas produções de melão, tendo como principal estado produtor Ceará e Rio Grande do Norte. Destaca-se também o cultivo do caju, de grande importância para a região do Semiárido. Logo, representa 98,6% da produção nacional da castanha de caju. Sendo os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte os que possuem maior área de cultivo (15). Dentre os principais municípios do Brasil produtores de frutas, encontra-se Petrolina (PE) no Nordeste, com o aumento de 48,6% no valor da produção de frutas devido o cultivo de uvas, além, de expressivas produções de manga, goiaba e banana (16).

Quanto ao cultivo de hortaliças, existem 1,10 milhão de estabelecimentos agropecuários de horticultura no Brasil. Sendo que 28,3% estão localizados na região Nordeste, ficando atrás apenas da região Sudeste onde há maior concentração de estabelecimentos destinados para a horticultura, representando assim, 54,8% em termos de produtividade do valor da produção nacional (17, 18). O Nordeste brasileiro possui a possibilidade de produção durante todo o ano de diferentes espécies de hortaliças, devido às diferentes condições edafoclimáticas presentes. Tendo como principal cultivo de hortaliça a batata-doce onde é produzida em todos os Estados da região, tendo grande importância econômica (17). O consumo de frutas tem se tornado tendência, com um aumento de 2% ao ano, nos últimos 10 anos. Importante ressaltar a necessidade do consumo de frutas e hortaliças saudáveis e sem resíduos de agrotóxicos, a Organização

das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), ressalta que o consumo de frutas e hortaliças proporciona maior qualidade na saúde das pessoas (19, 12).

**Panorama quanto a produtividade de frutas e hortaliças no Nordeste**

Conforme o IBGE (20), destaca-se no Nordeste brasileiro os cultivos de diversas frutas e hortaliças, entre as frutas mais produzidas o cultivo de manga, melão, uva, goiaba, maracujá e castanha de caju, representam as maiores quantidades em termos de produção e valor econômico para a região. Sendo descritas na tabela a seguir:

Tabela 1 - Frutas mais produzidas no Nordeste brasileiro.

| FRUTA | ESTADO | QUANTIDADE DE PRODUÇÃO EM TONELADAS (t) | VALOR DA PRODUÇÃO EM REAIS (R$) | ANO |
|---|---|---|---|---|
| Manga | Bahia | 470.487 | 755.383 | 2020 |
| Melão | Rio Grande do Norte | 375.574 | 333.139 | 2020 |
| Uva | Pernambuco | 349.757 | 1.252.710 | 2020 |
| Goiaba | Pernambuco | 206.259 | 425.183 | 2020 |
| Maracujá | Ceará | 199.725 | 390.464 | 2020 |
| Castanha de Caju | Ceará | 85.177 | 280.602 | 2020 |

Fonte: IBGE, 2020.

Segundo Brainer (21), os estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco e Rio Grande do Norte representaram as maiores áreas de produção de hortaliças do Nordeste (524 mil ha). No entanto, o estado da Bahia concentra as maiores quantidades de produção, tendo destaque a produção de mandioca, batata, cebola, abóbora e coentro no estado do Ceará, conforme apresentado na tabela a seguir:

Tabela 2 - Hortaliças mais produzidas no Nordeste brasileiro.

| HORTALIÇA | ESTADO | QUANTIDADE DE PRODUÇÃO EM TONELADAS (T) | VALOR DA PRODUÇÃO EM REAIS (R$) | ANO |
|---|---|---|---|---|
| Mandioca | Bahia | 706.887 | 397.223 | 2020 |
| Batata | Bahia | 390.789 | 805.029 | 2020 |
| Cebola | Bahia | 224.803 | 416.083 | 2020 |
| Abóbora | Bahia | 61.235 | 47.874 | 2017 |
| Coentro | Ceará | 23.134 | 42.341 | 2017 |

Fonte: IBGE, 2020.

**Resíduos de agrotóxicos em frutas produzidas no Nordeste brasileiro durante o período 2015 a 2021**

No período de agosto de 2017 a junho de 2018, o Programa de Análises de Resíduos de Agrotóxicos (11), analisou 4.616 amostras de 14 alimentos de origem vegetal comercializados em todas as regiões do país. Na região Nordeste foram coletadas 1.324 amostras, das quais 77% foram consideradas satisfatórias e 23% consideradas

insatisfatórias. Em 49% não foram detectados resíduos e 28% apresentaram resíduos de agrotóxicos iguais ou inferiores ao Limites Máximos de Resíduos. Dos 23% das amostras consideradas insatisfatórias, 2,2% apresentaram ingredientes ativos não autorizados para a cultura.

Em estudo feito com agricultores do município de Ipanguaçu/RN, realizado por Silva (22), os agricultores entrevistados afirmaram que 50% do custo de produção é pela utilização de agrotóxicos nos cultivos. No entanto, as práticas de uso de agrotóxicos segundo Santos e Batista (23), garantem a produção rural no município de Itabaiana/SE. Ganham destaque em Ipanguaçu/RN os cultivos de banana (22,1%), milho (19,8%), feijão (18,6%), mamão (9,3%), goiaba (4,7%) e manga (3,5%). No município a cultura do mamão recebeu maior indicação de uso pelos agricultores, em que esta representou 25%, seguida do milho com 22%, feijão 19%, goiaba 9% e manga (3%). Dentre os agrotóxicos utilizados, Glifosato e Deltrametina são os que se destacam para uso nos cultivos.

De acordo com Souza (24), a manga é uma fruta de grande importância econômica para o país e região Nordeste, com uma produção de 470.487 mil toneladas no estado da Bahia em 2020, segundo levantamento do IBGE (20). No entanto, quando analisadas quanto a presença de resíduos de agrotóxicos verifica-se grande quantidade e tipos de agrotóxicos utilizados nos plantios. Os ativos carbendazim, ditiocarbamatos e tebuconazol foram os mais detectados dentre os agrotóxicos que foram pesquisados, na análise realizada pela ANVISA (11). Em 32 amostras da cultura de manga que foram analisadas, foram observados resíduos em concentrações acima dos Limites Máximos de Resíduos, o ativo formetanato foi o mais detectado. Também se detectou agrotóxicos não autorizados para a cultura, sendo ometoato, glifosato e acefato os mais encontrados. Entretanto, em pesquisa de campo realizada no Polo Petrolina-Juazeiro, situado no oeste de Pernambuco e norte da Bahia, por Corcino *et al.* (25), onde se destacam os cultivos de manga, coco, goiaba e uva. O uso de inseticidas (43,9%) ocorre com maior frequência, seguido dos fungicidas (24,2%) e acaricida/inseticida (12,9%), representando alto potencial de intoxicação sobre a saúde humana e contaminação ao meio ambiente.

A produção de uvas no Nordeste tem destaque nos estados de Pernambuco, Bahia e Ceará, no entanto, o grande uso de agrotóxicos nos cultivos tem demonstrado potencial de contaminação ao meio ambiente, principalmente em águas superficiais e moderado teor de contaminação em águas subterrâneas (26). Entretanto, no município de Quixeré, no Ceará, Sousa *et al.* (27) relata que no cultivo de melão e mamão observou-se as plantas ainda pequenas, no entanto, sendo aplicadas doses de agrotóxicos, realizada por meio de pulverizador hidráulico e fluxo de ar. O método de pulverização para aplicação dos produtos químicos para controle de pragas preocupa a população, devido os impactos direto com a saúde do produtor, consumidor e população em geral.

Em análises realizadas pela ANVISA (11), foram detectados 66 ingredientes ativos entre eles: etefom, difeconazol e imidacloprido com maior destaque. Também detectou-se agrotóxicos com resíduos acima do permitido entre eles: etefom, clotianidina e bifentrina. Quanto aos ativos não autorizados para cultura da uva detectou-se o propargito, hexitiazoxi, fenpiroximato e acefato.

Dentre os estados do Nordeste, o Pernambuco concentra as maiores produções de goiaba, no ano de 2020 registrou-se 206.259 toneladas, conforme dados do IBGE (20). Dentre as frutas que foram coletadas para análise pelo Programa de Análises de Resíduos de Agrotóxicos (11), foi detectado na goiaba 43 agrotóxicos dentre os 241 pesquisados. Sendo eles, imidacloprido, tebuconazol e azoxistrobina os de maior destaque. Os agrotóxicos imidacloprido, tebuconazol e ciproconazol foram detectados com os Limites

Máximos de Resíduos acima do permitido. Quanto ao uso de agrotóxicos não autorizados para a cultura da goiaba detectou-se os ativos cipermetrina, ditiocarbamatos, carbendazim, lambda-cialotrina e acefato.

Nas amostras analisadas pelo Programa de Análises de Resíduos de Agrotóxicos (11), foram detectados o uso de 18 inseticidas e 17 fungicidas que não são autorizados para utilização nas plantações de goiaba. O uso incorreto de ingredientes ativos não permitidos para determinada cultura acarreta contaminação com resíduos de agrotóxicos, frutas com má formação, assim como, resistência às pragas existentes nas plantações.

**Resíduos de agrotóxicos em hortaliças produzidas no nordeste brasileiro durante o período 2015 a 2021**

Conforme Silva (28), o incentivo ao consumo de alimentos ricos em nutrientes e saudáveis, como as hortaliças, tornou-se uma situação paradoxal, devido à insegurança alimentar causada por conta do uso exacerbado de agrotóxicos durante o cultivo, ocasionando alimentos contaminados por resíduos de agrotóxicos, devido a utilização muitas vezes de agrotóxicos não permitidos para determinadas culturas, como também concentrações acima do limite permitido. Na análise realizada por Sousa (29), utilizando 6 (seis) hortaliças comercializadas no Mercado Público em João Pessoa/PB, detectou-se a presença de resíduos químicos nas amostras de alface, couve, tomate, pimentão, beterraba e cenoura. Dentre os agrotóxicos submetidos para análise de detecção nas hortaliças tem-se o carbendazim, tiabendazol, fuberidazol, carbofuran, carbaril, 1-naftol e flutriafol.

Segundo Sousa (29), o ativo carbendazim foi detectado nas amostras de couve (0,21mg/kg-1) e pimentão (0,24 mg/kg-1), sendo este, não permitido para utilização nos cultivos das respectivas amostras, assim como, os resultados de análise realizada pelo ANVISA (2019) (11), em que se detectou 79 amostras de pimentão com resíduos acima do LMR e 26 amostras de chuchu com presença de agrotóxicos não autorizados, entre eles os agrotóxicos cipermetrina, deltametrina e carbendazim no pimentão e acefato, dimetoato e carbendazim no chuchu. O tiabendazol, analisado por Sousa (29), foi detectado nas amostras de couve (0,04 mg/kg-1) e tomate (0,03 mg/kg-1), não sendo autorizado para essas culturas. Foram detectados durante análise a presença de fuberidazol na amostra de tomate, com concentração de 0,05 mg/kg-1, não sendo definido limite máximo de uso desses compostos para a cultura do tomate. O carbofuran foi detectado em todas as amostras de hortaliças. Não sendo, portanto, permitido para o cultivo de beterraba. Já o carbaril e 1-naftol, foi detectado nas amostras de couve, porém, não é definido ainda seu LMR pelo PARA.

O ativo frutriafol foi encontrado nas amostras de pimentão 0,12 mg/kg-1 e couve 0,05 mg/kg-1 (29). O Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos – PARA, relatou no ano de 2019, amostras de cenoura contendo clorpirifós, acefato e frutriafol sendo estes não autorizado para cultura de cenoura, demonstrando a aplicação desses agrotóxicos em hortaliças não autorizadas. Resultado semelhante quanto a presença de agrotóxicos não autorizados para cultura de hortaliça, foi registrado por Silva (28), em análise para detecção de agrotóxicos realizado em Fortaleza/CE, com 15 amostras de repolho, couve-flor e brócolis, comercializadas em cinco supermercados da cidade. Sendo encontrado em 3 amostras de repolho e 4 amostras de brócolis a presença de acefato. Em uma das amostras de repolho foi detectado a presença de clorpirifós, sendo este ingrediente ativo não permitido para o cultivo de repolho, além de agrotóxicos como dimetoato, malation, profenofós e propiconazol.

Assim como nos estudos de Lira *et al.* (30), realizado em Arapiraca/AL, foi verificada a presença de agrotóxicos não permitidos para os cultivos de alface, coentro e pimentão. Representando em termos de produção 24,05%, 15,18% e 11,39%, respectivamente. Quanto ao uso de agrotóxicos o Roundup, o Amistar Top e o Premio são os mais utilizados para controle de pragas, sendo estes não indicados para os cultivos em questão. Conforme Costa *et al.* (2), o Roundup é um herbicida que tem alto potencial de intoxicação para a saúde humana e o meio ambiente. De acordo com Esteves (10), em estudo realizado no município de Itabaiana/SE se destaca o uso de agrotóxicos em grande escala e utilização de agrotóxicos não indicados para o cultivo de hortaliças, como Fipronil, Paraquate, Diuron e Glifosato.

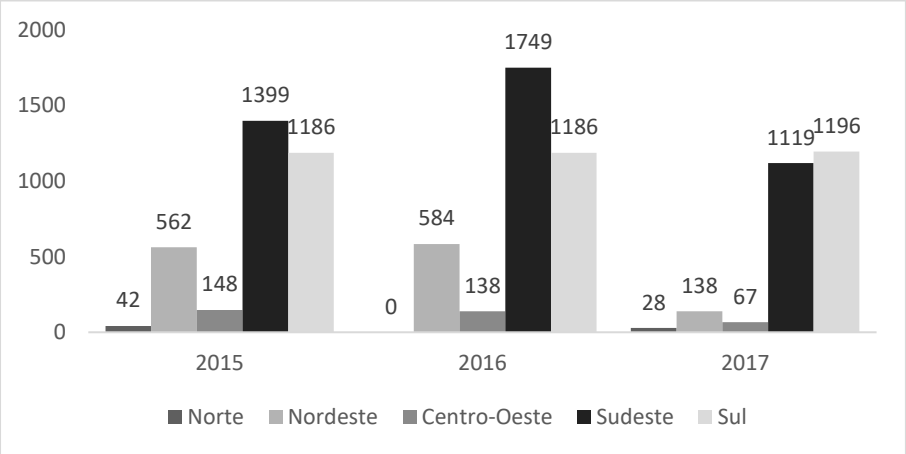
**Efeitos à saúde humana relacionados à produção e ao consumo de frutas e hortaliças contendo resíduos de agrotóxicos**

Segundo Almeida *et al.* (31), os efeitos produzidos pelos agrotóxicos na saúde humana, variam quanto ao princípio ativo, a dose e a forma de exposição a esses compostos. Sendo capaz de provocar distúrbios gastrintestinais, respiratórios, endócrinos, reprodutivos e neurológicos; neoplasias; mortes acidentais e suicídios. Os agrotóxicos descritos nos estudos de Silva (22), utilizados pelos agricultores de Ipanguaçu/RN, quando classificados em relação à sua toxicidade, são considerados moderadamente tóxicos à extremamente tóxico. Podendo perceber que esses pequenos agricultores utilizam uma grande variedade de agrotóxicos, demonstrando grande risco de intoxicação, pois 37% dos agricultores de Ipanguaçu/RN afirmaram já ter sido intoxicados.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (32, 33) entre os anos 2015 a 2017 (últimos dados disponíveis), as regiões Sudeste e Sul, registraram os maiores números de casos de intoxicações pelo uso de agrotóxicos segundo a circunstância. Logo após, aparece a região Nordeste, seguida pelo Centro-oeste e Norte. Em 2017, foram registrados 2.548 casos de intoxicação no Brasil por agrotóxico de uso agrícola. Na região Nordeste, foram registrados 138 casos de intoxicação apresentando um decréscimo em relação aos anos de 2015 e 2016 em que se registraram altos índices de intoxicações por agrotóxicos, 562 e 584 casos, respectivamente.

No entanto, Silva (34) ressalta que é expressiva a quantidade de intoxicações não notificadas, pois muitas vezes ocorre automedicação ou até mesmo despreparo de profissionais de saúde para o diagnóstico correto. Santos e Batista (23) também informam que em alguns casos o diagnóstico é feito somente em relação aos sintomas que o paciente apresenta não sendo identificada a profissão que é exercida, ocasionando falta de informações referentes aos casos de intoxicações por agrotóxicos.

Gráfico 1 – Casos Registrados de Intoxicação Humana por Agrotóxico de Uso Agrícola por Região no Brasil de 2015 a 2017.




Fonte: MS/FIOCRUZ/SINITOX
Elaboração: Próprio autor, 2021.

Os fatores relacionados para a maioria dos casos de intoxicações pelos agricultores podem ser diretamente associados ao uso incorreto destas substâncias químicas, como, as práticas adotadas quanto ao uso, aplicação, manuseio, descarte e devolução de embalagens de agrotóxicos. Assim como, falta ou proteção inadequada de Equipamentos de Proteção Individual ou até a exposição aos agrotóxicos ao longo dos anos (22). De acordo com Esteves (10), os agricultores da região de Itabaiana/SE não respeitam o período de carência que é o intervalo de tempo que deve ser utilizado para aplicação do agrotóxico e a colheita ou comercialização do produto. No entanto, Silva (22) descreve que 97% dos agricultores em estudo relatam não colher o alimento no mesmo dia de aplicação e 3% afirmaram colher no mesmo dia de aplicação. Resultando assim, em riscos de contaminação ou intoxicação pela presença de resíduos de agrotóxicos durante o consumo, tornando-se um dos fatores que contribuem para os casos de intoxicação.

No perímetro irrigado Jacarecica I, no município de Itabaiana/SE, os agricultores que participaram da pesquisa de Santos e Batista (23) afirmaram que muitas vezes fazem aplicação dos agrotóxicos sem utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), pois segundo eles, aplicam quantidades razoáveis de agrotóxicos não representando riscos de contaminação. Silva (34) também relata que poucos produtores rurais fazem uso dos EPI, devido ao alto custo e o desconforto que causam durante o uso.

Outra constatação que contribui para os índices de intoxicação está relacionada ao fato de não fazerem descarte correto após o uso desses agrotóxicos, sendo relatado pelos agricultores no estudo de Santos e Batista (23) e Silva (22), realização da queima das embalagens vazias, bem como, descarte no lixo. A falta de assistência técnica para orientação quanto ao descarte correto potencializa os riscos de contaminação e intoxicação por agrotóxicos.

De acordo com Santos e Batista (23), os produtores rurais da região do perímetro irrigado Jacarecica I, relata que o transporte de agrotóxicos do local de compra para a lavoura ocorre de maneira incorreta, ou seja, não são adaptados aos requerimentos de segurança, sendo realizado por meio de veículos comuns, podendo ocasionar intoxicações

devido o vazamento do recipiente em que é transportado. Assim como, o armazenamento dos agrotóxicos que é realizado sem nenhum cuidado para impedir possíveis vazamentos, podendo ocasionar efeitos na saúde do agricultor e meio ambiente.

Silva (22) relata que os agricultores de Ipanguaçu/RN utilizam nas produções o Glifosato, Deltrametina, Metilcarbamato oxima, Metamidófos, Dimetoato, Lambda cialotrina, Abamectina, Clorpirifós, Metomil, Clorotolonil, dentre outros agrotóxicos. Sendo estes, quando avaliados quanto ao grau de toxicidade, classificados em moderadamente tóxicos à extremamente tóxicos. Esses agrotóxicos são aplicados em culturas não autorizadas como o Agritoato e Abamex utilizados para controle de doenças e pragas nos cultivos de milho, pimentão e tomate. Em que estes deveriam ser utilizados nas lavouras de citrus, algodão, batata, café, coco, maçã, entre outros (22).

O Agritoato é um dos compostos químicos usados pelos agricultores de Ipanguaçu/RN, segundo Silva (22) causa efeitos adversos como irritação na pele, dormência e formigamento. O Lannate utilizado no plantio de goiaba em Cariús/CE pode causar diversos danos à saúde humana como por exemplo: Síndromes nicotínica, Síndromes neurológicas e irritações dérmicas. Assim como o ingrediente ativo Marshal, capaz de desenvolver no ser humano diversos tipos de síndromes. Já o Kraft e Klorpan podem causar efeitos agudos no sistema nervoso central e desenvolver doenças neurocomportamentais (35). Esses compostos químicos podem causar diversos danos à saúde humana devido muitos desses agrotóxicos estarem presentes em quantidades acima do Limite Máximo de Resíduos nas frutas e hortaliças, ou até mesmo no ar, na água e no solo.

**Riscos dos resíduos de agrotóxicos ao meio ambiente**

Em estudo realizado por Britto (36), na região do Baixo São Francisco Sergipano no perímetro irrigado Califórnia, foram identificados 10 tipos de agrotóxicos usados com frequência na agricultura, entre eles: abamectina, atrazina, clorpirifós, clorantraniliprol, ciproconazol, ivermectina, lambda-cialotrina, metomil, tetraconazol e tiametoxam. Pertencentes ao grupo químico: avermectina, triazina, organofosforados, andranilamid, triazol, piretroide, metilcarbamato de oxima e neonecotinoide. Dentre os princípios ativos detectados no solo durante o estudo de Britto (36), destacou-se o uso de tetraconazol e ivermectina e na água detectou-se atrazina e clorpirifós, este último indicando potencial elevado de transporte de agrotóxicos, apresentando valores elevados de persistência no solo, na água, destacou-se os ativos tetraconazol e lambda-cialotrina. Porém, quanto às concentrações encontradas estas apresentaram valores abaixo do limite de tolerância.

Constata-se nos estudos de Costa Neto (37), os altos riscos de contaminação ambiental na região da Chapada do Apodi, na divisa entre os estados do Ceará e Rio Grande do Norte, proveniente dos resíduos de agrotóxicos utilizados nas lavouras e o consumo de água nas regiões próximas ao perímetro irrigado, região em que se destacam as monoculturas de abacaxi, banana, melancia e melão. Sendo os insumos agrícolas aplicados nessa região por meio de bombas costais e via aérea.

Conforme Teixeira e Batista (38), a aplicação de agrotóxicos por meio do método de pulverização aérea tem causados diversos danos à saúde da população, pois constata-se que grande parte dos agrotóxicos aplicados são desviados das lavouras por meio do vento, podendo chegar à casa dos agricultores locais e população em geral, e ocasionar intoxicações e contaminação ao meio ambiente.

De fato, Santos e Batista (23), assim como Lima *et al.* (39), nos informam que muitos agricultores desconhecem quanto ao destino que deve ser dado às embalagens de

agrotóxicos. Resultando no descarte de embalagens contendo resíduos químicos, no ambiente, como por exemplo, lixões, em que estes, podem se infiltrar no solo e por meio da ação da chuva, migrar para águas superficiais e subterrâneas, comprometendo os lençóis freáticos e o uso de água pela população. Gerando assim, impactos socioambientais de grande relevância.

## CONCLUSÕES

Embora os danos causados pelo uso de agrotóxicos nas lavouras sejam notórios, bem como seus riscos de contaminação ambiental e para a saúde, a alta demanda por alimentos incentiva o uso desses produtos para aumentar a produção e minimizar danos por pragas. A pesquisa revelou que pequenos produtores e grandes polos agrícolas no Nordeste utilizam grandes quantidades e variedades de agrotóxicos, facilitados pela fácil aquisição e pouca fiscalização, resultando em impactos socioambientais significativos e contaminação dos sedimentos, alimentos e água, os quais precisam ser melhores monitorados e enfrentados para o bem da Saúde Pública. A FAO enfatiza a importância de consumir frutas e hortaliças para a saúde, mas destaca a necessidade de uma fiscalização eficiente para garantir a qualidade dos alimentos e a saúde da população.

## REFERÊNCIAS

1. Guimarães VMB, Godoy do Nascimento J. Ecopolítica dos agrotóxicos: perspectivas críticas do desenvolvimento Norte-Sul. Monções: Revista de Relações Internacionais da UFGD. 2021 Oct 15;10(19):504–28.

2. Costa MB, Farias IR, da Silva Monte C, Ferreira Filho LIP, de Paula Borges D, de Oliveira, RTG et. al. (2021). Chromosomal abnormalities and dysregulated DNA repair gene expression in farmers exposed to pesticides. Environ Toxicol Farmacol, 82, 103564.

3. De Moraes, RF. Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória. Brasília, 2019.

4. Martins, RM. O uso de Agrotóxicos em um assentamento da reforma agrária do estado do Rio de Janeiro [Monografia]. Rio de Janeiro: Instituto de Biociências da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro; 2019.

5. Oliveira JL, Lima AC, Minini D, Silva E. Usos, efeitos e potencial tóxico dos agrotóxicos na qualidade do solo. Agrarian [Internet]. 31º de julho de 2018 [citado 13º de agosto de 2024];5(09).

6. Friedrich K, Silveira GRD, Amazonas, JC, Gurgel, ADM, Almeida VESD, Sarpa M. Situação regulatória internacional de agrotóxicos com uso autorizado no Brasil: potencial de danos sobre a saúde e impactos ambientais. Cad Saude Publica, 2021; 37(4): p. e00061820.

7. BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a

produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 5, p. 1-12, 8 jan. 2002.

8. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná. Intoxicações Agudas por Agrotóxicos: Atendimento inicial do paciente Intoxicado. Curitiba: PEVASPEA, 2018.

9. Esteves CS. Análise de risco ambiental no uso de agrotóxicos na produção de hortaliças no município de Itabaiana, Sergipe [Monografia]. São Cristóvão: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe; 2018.

10. ANVISA Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. Relatório das Amostras Analisadas no período de 2017-2018 Primeiro ciclo do Plano Plurianual 2017-2020. Brasília; 2019.
11. Moreira JPB. Perspectiva de mercado para o cultivo do caqui irrigado no semiárido brasileiro [Dissertação]. Caruaru: Universidade Federal de Pernambuco; 2019.

12. Governo do Estado do Paraná. Prognóstico 2020: Fruticultura Análise da Conjuntura. Departamento de Economia Rural; 2020.

13. LSPA Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Prognóstico da Produção Agrícola Nacional Para 2018: Situação em dezembro de 2017. IBGE, Rio de Janeiro; 2017.

14. Brainer MSCP; VIDAL MF. Cajucultura. Fortaleza; 2020.

15. Martins MMV, Bispo SQA, Nonnenberg MJB. Normas Voluntárias de Sustentabilidade (NVS) e implicações sobre as exportações de produtos do agronegócio: Frutas. Texto para Discussão, 2023.

16. Brainer MSCP. Informe Setorial de Hortaliças. Fortaleza; 2019.

17. Brainer MSCP; VIDAL MF. Cajucultura. Fortaleza; 2020.

18. FAO Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura. Futuro sustentável requer alinhamento entre alimentação saudável e segurança alimentar. Brasília, 2017.

19. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola em 2020. Disponível em: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola | IBGE.

20. Brainer MSCP. Produção de hortaliças na área de atuação do BNB. Fortaleza; 2021.

21. Silva HP. Os riscos dos agrotóxicos na saúde e no ambiente: estudo de caso na zona rural de Ipanguaçu/RN [Monografia]. Ipanguaçu: Instituto Federal do Rio Grande do Norte Campus Ipanguaçu; 2017.

22. Santos TM, Batista ROS. Ciência, técnica e risco: os agrotóxicos no perímetro irrigado Jacarecica I e os impactos na saúde do trabalhador. In: Seminário Nacional De Sociologia Da UFS, 1., 2016, São Cristóvão. Anais do I Seminário Nacional de Sociologia da UFS. 2016. São Cristóvão: PPGS/UFS, p. 972-686.

23. Sousa ESS. Desenvolvimento e validação de uma metodologia analítica para determinação de resíduos de agrotóxicos em hortaliças empregando cromatografia líquida com detector de arranjo de diodos [Dissertação]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2016.

24. Corcino CO, Teles RBDA, Almeida JRGDS, Lirani, LDS, Araújo CRM, Gonsalves ADA et al. Avaliação do efeito do uso de agrotóxicos sobre a saúde de trabalhadores rurais da fruticultura irrigada. Cien Saude Colet, 2019: v. 24, n. 8.

25. Silva PDS, Silva GDS, Amorim Júnior AC, De Albuquerque Júnior EC, Cunha TJF, De Moura MSB. Contaminação potencial dos corpos hídricos por agrotóxicos em áreas de produção de uva. Embrapa Semiárido, Petrolina, 2017.

26. Sousa RL. Quixeré/CE no olho do furacão do agronegócio: a injustiça socioambiental em análise. Pegada: 2019: v. 20, p. 63-83.

27. Silva RO. Estudo comparativo das fontes de ionização ESI e APCI em Sistema LC-MS/MS para validação de método multirresíduo de agrotóxico em hortaliças [Tese]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2020.

28. 2Souza PR. Avaliação de técnicas cromatográficas acopladas a espectrometria de massas para análise de morfolina em manga. [Dissertação] São Carlos: Universidade de São Paulo; 2016.

29. Lira TPS, Barbosa JPF, Santos MIG, Silva RN, Alencar VEM. Horticultura convencional em Arapiraca-AL: caracterização do uso de agrotóxicos. Div Journ [Internet]. 26º de outubro de 2020, 5(4):2473-88.

30. Almeida MD, Cavendish TA, Bueno PC, Ervilha IC, Gregório LDS, Kanashiro NBDO. A flexibilização da legislação brasileira de agrotóxicos e os riscos à saúde humana: análise do Projeto de Lei no 3.200/2015. Cad Saude Publica. 2017: v.33; p. e00181016.

31. Bochner R. Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINITOX): 35 anos de resistência. Rev Eletron Comun Inf Inov Saúde. 2016: v. 10:1.sin

32. 3Ribeiro JF. Estudo da intoxicação medicamentosa no Brasil: Panorama obtido a partir da plataforma SINITOX [Monografia]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2017.

33. Silva AM. Análise da utilização de agrotóxicos no Brasil. [Monografia]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2018.

34. Sousa, S. G., da Silva Alencar, G. S., de Alencar, F. H. H., & da Costa, C. T. F. (2017). Análise socioambiental da produção de goiaba do município de Cariús (ce), Brasil. *Revista Geográfica de América Central*, *3*(59), 249-274.

35. Britto FB. Monitoramento e modelagem da qualidade da água e agrotóxicos em corpos hídricos no baixo São Francisco Sergipano. [Tese]. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe; 2015.

36. Costa Neto, AS. Riscos ocupacionais do uso de agrotóxicos em espações de agricultura modernizada no nordeste brasileiro [Monografia]. Petrolina: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural; 2016.

37. Teixeira V, Batista RDOS. Técnica, territorialização, espacialização e impactos socioterritoriais dos agrotóxicos em Sergipe. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE SOCIOLOGIA DA UFS, 1., 2016, São Cristóvão. Anais do I Seminário Nacional de Sociologia da UFS. 2016. São Cristóvão: PPGS/UFS, p. 593-609.

38. Lima LB, Carvalho CM, Feitosa HO, Bitu PG. Uso de agroquímicos na produção de hortaliças em Farias Brito- CE. Applied Research & Agrotechnology. 2015.v. 8, n. 3.7

**Capítulo 40**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-40**

# BIOFERTILIZANTES NA PROMOÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR: REVISÃO DE LITERATURA

**Nayara Martins de Andrade[1] 0000-0002-1480-5155 [*]; Flávia Aline Andrade Calixto[2] 0000-0001-6851-7899; Eliane Teixeira Márcico[3] 0000-0001-9452-5462**

1 Doutoranda em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal, UFF; 2 Pós doutoranda em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal, UFF; Docente, cursos Medicina Veterinária e Nutrição, Unifeso 3 Docente, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Veterinária, UFF

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: nayara.martins@live.com*

## RESUMO

O setor de fertilizantes desempenha um papel vital no agronegócio, com o Brasil sendo um dos maiores consumidores globais. Contudo, a crescente demanda por sustentabilidade impulsiona a busca por alternativas aos fertilizantes convencionais, com destaque para os biofertilizantes. Os benefícios dos biofertilizantes são amplos, incluindo a melhoria da saúde do solo, aumento da produtividade agrícola, redução do uso de fertilizantes químicos, e promoção de uma agricultura mais sustentável. Além disso, esses insumos são de baixo custo, utilizam recursos locais e não expõem os agricultores a substâncias tóxicas. O objetivo do trabalho foi realizar uma revisão de literatura acerca dos biofertilizantes, abordando aspectos como método de obtenção, mecanismo de ação, benefícios e desafios, e regulamentação. Conclui-se que os biofertilizantes constituem uma alternativa promissora e ecologicamente correta aos fertilizantes químicos, com potencial para contribuir significativamente para a sustentabilidade agrícola e um produto promotor da economia circular, embora a adoção em larga escala dependa da superação de desafios técnicos e regulatórios.

**Palavras-chave**: sustentabilidade, economia circular, produção de alimentos

## INTRODUÇÃO

O setor de fertilizantes desempenha um papel crucial para um bom desempenho do setor agropecuário e, consequentemente, do agronegócio. O consumo de fertilizantes apresenta trajetória ascendente em termos globais, e o Brasil aparece como quarto maior consumidor global, representando 8% do consumo mundial (1).

No entanto, a crescente importância da sustentabilidade tem exigido a criação de alternativas menos impactantes ao modelo agrícola convencional. Desenvolver sistemas sustentáveis para produzir alimentos em quantidade suficiente para acompanhar o crescimento populacional, sem comprometer os recursos naturais e a saúde de trabalhadores e consumidores ainda é um desafio (2).

O mundo exige ações urgentes para cumprir a Agenda 2030 e alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). É essencial que ciência e outros setores colaborem para encontrar soluções que impactem a indústria e a sociedade, alinhando-os com os ODS, especialmente nos temas de fome zero, erradicação da pobreza, saúde, inovação, consumo responsável, vida aquática, parcerias e meios de implementação.

Em 2022, o mercado global de biofertilizantes movimentou US$ 2,8 bilhões, projetando seu crescimento a uma taxa anual média de 12,1% até 2028. Na América do Sul, a previsão da taxa de crescimento anual é de 10% até 2028 (1). No Brasil, o interesse maior por esse tipo de produto começou a surgir em 2006, quando o país começa a publicar patentes na área de utilização de resíduos para a produção de fertilizantes. Contudo, enquanto outros países apresentaram um decréscimo de publicações nesse período, o Brasil superou o Japão e os outros países entre os anos de 2007 e 2008 (3).

A nível nacional, os biofertilizantes mais conhecidos são o Biogeo® (produzido a partir de microrganismos selecionados chamados Microgeo), o Agrobio® (desenvolvido pela Embrapa Agrobiologia) e o Supermagro®. Cada um deles possui características distintas e foi criado para atender a diferentes sistemas de produção (4).

Nos sistemas de produção ecológica, há poucas opções para os agricultores em relação à disponibilidade de fertilizantes que atendam às exigências desse tipo de cultivo. Nesse cenário, a reciclagem de resíduos provenientes de diversas cadeias produtivas, cujos descartes inadequados causariam danos ao meio ambiente, surge como uma alternativa importante para a produção de fertilizantes orgânicos (5).

Por sua vez, além da questão ambiental, os biofertilizantes possuem outras vantagens, para o agricultor, como o fato de ser de baixo custo, utilizar recursos locais e não o expor às substâncias tóxicas que prejudicariam a sua saúde. Para o consumidor, a vantagem está na aquisição de um produto sem resíduos tóxicos e de alto valor biológico (2). Dessa forma, os biofertilizantes têm se destacado com uma alternativa sustentável aos fertilizantes químicos, oferecendo benefícios tanto para a saúde do solo, quanto para a produtividade agrícola.

O objetivo do trabalho foi realizar uma revisão de literatura acerca do biofertilizantes, abordando aspectos como método de obtenção, mecanismo de ação, benefícios e desafios, e regulamentação.

Para o levantamento dos artigos realizou-se uma busca nas seguintes bases de dados: Scielo, Google acadêmico, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Plataforma CAFe e MDPI. Foram utilizados para busca dos artigos os seguintes operadores boleanos e suas combinações: reaproveitamento de resíduos, biodigestores, economia circular, sustentabilidade agrícola, biofertilizantes, resíduos de pescado e agricultura orgânica. Os critérios de inclusão foram artigos em português, inglês e espanhol; artigos na íntegra que retratassem a temática priorizando-se os publicados nos últimos dez anos. Como critérios de exclusão foram artigos muito antigos e aqueles publicados em revistas não indexadas.

**Definição e tipos de biofertilizantes**

O biofertilizante é um adubo orgânico líquido que resulta da fermentação de resíduos orgânicos e nutrientes em água, sendo utilizado para melhorar a resistência das plantas a pragas e doenças (6). Possuem substâncias bioativas produzidas a partir da decomposição biológica de materiais orgânicos derivados de animais e plantas. Em sua composição, há presença de células vivas ou em estado de latência de microrganismos

que realizam metabolismo aeróbico, anaeróbico e fermentativo, como bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos, além de metabólitos e compostos organominerais quelados dissolvidos em uma solução aquosa (7).

Quase todos os macro e micro nutrientes necessários à nutrição vegetal estão presentes nos biofertilizantes, mas sua composição é altamente complexa e variável, dependendo do material empregado (8). Com relação aos nutrientes, por exemplo, biofertilizantes preparados com estercos de galinha apresentam maior concentração de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), quando comparados ao bovino (9).

Ao mesmo tempo, biofertilizantes preparados a partir de esterco bovino, por exemplo, tendem a apresentar maior população de fungos totais quando comparados aos de galinha, enquanto que os de galinha possuem população de bactérias e microrganismos totais superior, fato que pode ser relacionado à maior concentração de nutrientes e a baixa relação C/N (9).

Os biofertilizantes que são feitos apenas com água e matéria orgânica são chamados de naturais. Os biofertilizantes enriquecidos são aqueles em que se adicionam minerais importantes para o desenvolvimento das plantas para melhorar sua constituição, tais como, cinzas, pós de rochas ou substâncias solúveis. Os microrganismos são responsáveis pela transformação desses compostos, por isso a importância da fermentação (10;11).

Os biofertilizantes aeróbicos são produzidos em contato com o ar. Os ingredientes são colocados em tambores e misturados com água sendo agitados regularmente, uma ou duas vezes por dia, até estarem prontos. Esse processo é chamado de aeração, sendo importante para que a fermentação não se torne anaeróbica, caso contrário, ficará com odor desagradável e deverá ser descartado. Os recipientes precisam ainda ser cobertos para permitir a entrada de ar, mas evitando que a água da chuva, insetos ou outros animais penetrem (12; 4).

Os biofertilizantes anaeróbicos são produzidos sem contato com o ar. Os ingredientes também são colocados em tambores e misturados com água, porém nesse caso, o recipiente é fechado com uma tampa perfurada no centro, na qual é acoplada uma mangueira. O tambor deve ser preenchido em 75% com a mistura de ingredientes e água, deixando os 25% restantes vazios, onde uma das pontas da mangueira ficará localizada. A outra extremidade da mangueira é submersa em uma garrafa com água. O tempo de preparo é de aproximadamente entre 20 a 30 dias, e durante esse período o recipiente não deve ser aberto (12).

Nesse tipo de preparo, a mangueira imersa na água serve como um respiro, tendo em vista que há produção de gás metano durante a fermentação. Caso não seja colocada, e o recipiente fique completamente vedado, sem espaço para a fuga do gás, há um grande risco de explosão devido à pressão interna (4). Um aspecto favorável do fertilizante produzido em sistema anaeróbico, em comparação ao aeróbico, é que o processo demanda menos mão de obra, já que toda a decomposição ocorre sem a necessidade de agitar a massa (5).

Richart, Roman e Roveri (13) formularam biofertilizantes enriquecidos utilizando como matéria orgânica esterco bovino e folhas da floresta e compararam os modelos de fermentação aeróbico e anaeróbico para adubação da couve manteiga da Geórgia. Os autores verificaram que os maiores teores de nutrientes foram obtidos no biofertilizante aeróbico, fato que pode estar relacionado aos inoculantes terem sido obtidos em ambiente com presença de oxigênio, estando assim mais adaptados. Portanto, quando colocados em ambiente anaeróbio, a sua eficiência na decomposição de materiais orgânicos foi reduzida.

Em qualquer um desses processos de fermentação é possível utilizar catalisadores, tais como caldo de cana, açúcar mascavo e melaço. Esses produtos aumentam a velocidade de fermentação ao alimentar as bactérias que farão a decomposição da matéria orgânica (11; 5).

**Biofertilizantes de pescado**

Durante o processo de beneficiamento de pescado, os maiores geradores de resíduo são os processos de filetagem (90%), seguido da evisceração (10%). Esses resíduos geralmente não são reutilizados, especialmente em peixarias, contribuindo para o agravamento de problemas ambientais (14).

Os resíduos de pescado constituem uma matéria orgânica de alta qualidade. São ricos em proteínas e vitaminas, podendo ser utilizados para fabricação de ração animal, além de farinha de pescado. A pele também pode ser aproveitada na confecção de artefatos de couro e peças de artesanato. Dentre as diversas opções de aproveitamento dos resíduos do pescado, o uso como fertilizante na agricultura se destaca. Esses resíduos têm a capacidade de fornecer nutrientes, como nitrogênio e fósforo, para microrganismos e plantas, contribuindo para o aumento da produtividade e para a melhoria das condições físicas e químicas do solo (14).

Por conta do volume e qualidade do resíduo de pescado, mundialmente vem se estudado alternativas para a produção de biofertilizantes tanto para a cadeia de aquicultura como para a cadeia da pesca (5; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21).

**Mecanismo de ação dos biofertilizantes**

Os biofertilizantes líquidos, além de atuarem como fertiprotetores, podem ser poderosos indutores de resistência sistêmica induzida (RSI). Essa possibilidade é provavelmente devido à diversidade biótica e abiótica presente na composição final desses fermentados, tanto os de origem aeróbica quanto anaeróbica, especialmente quando são produzidos em condições de campo (22).

Estudos realizados com biofertilizante Agrobio® mostraram um efeito benéfico ao desenvolvimento das mudas de pimentão que apresentavam mancha bacteriana, com ação bacteriostática sobre *Xanthomonas c.* pv. *Vesicatoria* e redução da taxa de desfolha. Esse efeito pode ser resultado de uma interação complexa, que envolve diversos fatores, como a ação antibiótica dos metabólitos produzidos pelos microrganismos, competição microbiana no filoplano e efeitos nutricionais ou promotores de crescimento (23).

A grande diversidade de microrganismos presentes nos biofertilizantes é a principal razão para sua eficácia. Bactérias de diferentes gêneros, tais como *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Gluconacetobacter* e *Corynebacterium*, além de fungos e leveduras podem estar presentes, e quando aplicados às plantas promovem processos fisiológicos e naturais que intensificam a absorção de nutrientes, estimulando a produção de metabólitos ligados ao crescimento vegetal, como auxinas, giberelinas e citocininas. Além disso, esses microrganismos sintetizam substâncias como antibióticos, sideróforos e ácido hidroxicinâmico, que inibem a atividade de patógenos e estimulam o desenvolvimento das raízes. *Pseudomonas* desempenha ainda o papel de solubilizadora de fosfato, aumentando a disponibilidade de fósforo no solo (24).

**Cuidados na produção dos biofertilizantes**

A qualidade dos biofertilizantes é influenciada por diversos fatores, incluindo a composição dos materiais orgânicos utilizados em sua produção. Embora contenham os elementos essenciais para a nutrição das plantas, as concentrações desses elementos variam conforme a matéria-prima e o tempo de decomposição. Por isso, diferentes formulações têm sido experimentadas, pois ainda não há uma receita padrão definida (9).

A fabricação de uma biofertilizante de qualidade se inicia logo pela escolha do composto orgânico que será utilizado como matéria-prima, seja animal ou vegetal. Nos biofertilizantes de plantas, deve-se evitar a utilização de plantas doentes ou em decomposição, a fim de minimizar o risco de transmissão de doenças. É interessante utilizar plantas de famílias diferentes daquela que é o alvo da aplicação para evitar esse tipo de problema. Já nos biofertilizantes fabricados com esterco, também não se deve utilizar material de animais tratados com vermífugo, antibiótico, carrapaticida ou qualquer outro medicamento, pois estes podem prejudicar a ação dos microrganismos responsáveis pela fermentação (4).

Outro fator determinante na qualidade dos biofertilizantes é o processo de fermentação. O ideal é que a fermentação ocorra a 38 °C, pois é a temperatura semelhante ao do rúmen bovino, o que favorece a multiplicação dos microrganismos. Dessa forma, a localização dos tonéis é estratégica nesse ponto. Em regiões quentes, é importante evitar a exposição solar nas horas mais quentes, enquanto em regiões frias, o tonel deve ficar sob o sol a maior parte do ano. O tonel também não deve ser transparente, já que a luz pode degradar substâncias essenciais e prejudicar os microrganismos (4).

O tempo de decomposição também influencia na qualidade dos biofertilizantes, afetando os teores de nutrientes e a diversidade de microrganismos, por exemplo. Nos biofertilizantes bovino e de galinha, a maioria dos nutrientes apresenta maior concentração entre 15 a 20 dias de decomposição. O tempo também influencia na população de microrganismos, tendo em vista que o pH vai sofrendo alterações ao longo do período (9).

Em seus estudos com biofertilizante de galinha, Marrocos et al. (9) observaram que nos biofertilizantes de galinha, a população de fungos totais diminuiu com o tempo de decomposição, fato que pode ser atribuído à liberação de compostos voláteis e antibióticos liberados pelas bactérias e competição entre esses microrganismos. Também houve uma redução no número de actinomicetos devido à acidificação do pH, que atingiu seu valor mínimo aos 20 dias (pH 6,32). A diminuição do pH observada nos biofertilizantes é atribuída à liberação de ácidos orgânicos pelos fungos e bactérias durante o processo de decomposição da matéria orgânica

Após preparar um biofertilizante, recomenda-se reservar uma parte do material sedimentado no fundo do tonel, conhecido como 'pé-de-cuba' ou 'starting', para iniciar uma nova fermentação. Isso ajuda a selecionar microrganismos adaptados, melhorando a qualidade da fermentação. Também pode ser usado 250 mL de biofertilizante pronto como inoculante (4).

**Métodos de aplicação**

A aplicação correta e o manejo dos biofertilizantes no campo são fatores que impactam diretamente na sua eficácia. Os biofertilizantes podem ser aplicados de diversas maneiras para promover o crescimento das plantas e melhorar a saúde do solo, tais como, a aplicação sobre a folha (adubo foliar), sobre as sementes, sobre o solo via fertirrigação ou em hidroponia, em dosagens diluídas. A absorção pelas plantas é rápida, sendo muito

útil para as culturas de ciclo curto ou no tratamento rápido de deficiências nutricionais das plantas (8).

O uso contínuo em aplicações foliares aumenta a resistência a patógenos e melhora a absorção de elementos essenciais para a nutrição das plantas, entretanto, a aplicação via solo pode enriquecer a diversidade de microrganismos e otimizar a disponibilidade de nutrientes para as raízes (8).

Um dos métodos mais comuns é a aplicação foliar, onde o biofertilizante é diluído em água e pulverizado diretamente nas folhas das plantas. Este método foi testado em culturas como o tomate (*Lycopersicum esculetum* Mill), onde a aplicação de biofertilizantes foliares sem adição de micronutrientes quando aplicado em concentrações superiores a 12% mostrou-se eficaz, com efeitos nutricionais consideráveis, promovendo maior acúmulo de biomassa nas plantas (25).

Outro método relevante é a aplicação via solo, em que o biofertilizante é incorporado ao solo, geralmente durante o preparo do terreno ou no momento da semeadura. Estudos com a cultura do milho (*Zea mays* L.) demonstraram que a aplicação de biofertilizantes ao solo na concentração 20mL/L tem um efeito positivo no aumento do número de espigas por planta. Esse método apresentou um maior crescimento da planta quando foi aplicado no intervalo de 15 dias (26).

A fertirrigação, que combina a aplicação de biofertilizantes com a irrigação, também é um método eficaz e amplamente utilizado. Sousa et al. (27) estudaram os efeitos do método de fertirrigação com biofertilizante bovino no cultivo de pinhão-manso e identificaram que a concentração de 100% de biofertilizante bovino influenciou positivamente em altura de planta, diâmetro do caule e número de ramos, além de aumentar a fotossíntese e a clorofila em plantas de pinhão-manso.

Em cultivo hidropônico, a utilização de biofertilizantes também foi testada na cultura de alface por Ribeiro et al. (28). Nesse modelo de cultivo, os autores constataram que o biofertilizante pode ser combinado em até 60% com a solução nutritiva de sais mineiras.

As aplicações de biofertilizantes devem ser feitas durante as fases de crescimento e/ou produção das plantas, evitando realizá-las no período de florescimento. É recomendável que seja aplicado em dias chuvosos ou durante a irrigação, preferencialmente no final da tarde ou à noite, evitando períodos secos e as horas mais quentes do dia (7).

Concentrações elevadas de biofertilizantes podem aumentar a necessidade de água pelas plantas para manter seu equilíbrio. No entanto, mesmo em períodos secos, é possível realizar pulverizações com biofertilizante diluído a 1% (7).

Determinar a concentração para o biofertilizante e a cultura a ser utilizada é importante, tendo em vista que algumas concentrações podem ter efeito negativo. Benício et al. (29) estudando o efeito de biofertilizante sobre mudas de melancia (*Citrullus lanatus)* verificaram que concentrações acima de 3,5% podem inibir o desenvolvimento das mudas. Esse efeito pode ser devido à fitotoxidade ocasionada pelo aumento das concentrações de sais e de micronutrientes.

Oliveira et al. (30) construíram um biodigestor caseiro, e preencheram com esterco bovino e água e, após 20 dias de exposição ao sol, houve a produção do biofertilizante. Os resultados mostraram que o biofertilizante foi eficiente no cultivo de salsa, levando a um crescimento mais rápido dessa cultura. Com isso, os autores concluíram que é possível construir um biodigestor caseiro utilizando materiais acessíveis de baixo custo ao mesmo tempo em que auxilia de forma positiva o meio econômico e ambiental.

**Benefícios**

Desde o início do desenvolvimento industrial, o homem vem utilizando um modelo de economia linear de produção de bens, baseado em extrair-fabricar-usar-descartar levando à escassez de recursos naturais e provocando impactos negativos ao meio ambiente, como poluição, degradação e intoxicação de ecossistemas e pessoas (31). Todo processo industrial gera resíduos e, quanto maior a escala de produção, maior o volume gerado. Da matéria-prima original da indústria pesqueira, estima-se que entre 50 e 70% se tornem resíduo (32). No conceito de economia circular, os materiais retornam ao ciclo produtivo em oposição ao descarte, por meio da logística reversa, com a reutilização, recuperação e/ou reciclagem dos materiais, fechando, assim, o ciclo de produção. Outros conceitos são importantes para entender a economia circular, como o "cradle to cradle", que visa à criação de processos de ciclo fechado, desenhando sistemas de produção adaptados aos ecossistemas locais (31), estando os biofertilizantes elaborados com base de resíduos da cadeia produtiva em acordo com o conceito da economia circular e sustentabilidade.

Os biofertilizantes oferecem uma série de benefícios agronômicos e ambientais, sendo fundamentais para a sustentabilidade agrícola, ao promoverem a redução do uso de fertilizantes convencionais e pesticidas. Seu processo de produção contribui para a diminuição do consumo de combustíveis fósseis e de compostos químicos normalmente utilizados na fabricação de fertilizantes tradicionais. Além disso, ao reutilizar resíduos como matéria-prima, ocorre uma redução da quantidade de matéria orgânica descartada em lixões e aterros, trazendo vantagens para a agricultura e ajudando a fechar o ciclo dos nutrientes. Entre as fontes de insumos para os biofertilizantes estão resíduos de colheitas, de matadouros, resíduos sólidos municipais, além de excrementos de seres humanos, gado, porcos, aves, bodes e ovelhas (3).

Em adicional, um dos principais benefícios dos biofertilizantes é aumento da disponibilidade de nutrientes para as plantas, aumentando a resistência ao ataque de pragas e doenças, permitindo assim maior produtividade das culturas ao mesmo tempo em que garante a produção de alimentos mais saudáveis, com menor impacto ao meio ambiente (6). Por ser um produto obtido da fermentação, com a participação de diversos microrganismos, como bactérias, leveduras e bacilos, podem possuir efeito fito hormonal, fungicida, bacteriológico, nematicida, acaricida e de repelência contra insetos (8).

Assim, os biofertilizantes atuam como um protetor natural das plantas, com menos danos ao ambiente e sem perigo para a saúde humana. Podem ser usados em culturas anuais e perenes, em sistemas convencionais e orgânicos (8). Vem obtendo bons resultados no cultivo de cereais, pastagens e hortaliças, podendo substituir parcial ou totalmente os adubos químicos (1).

Além disso, também possuem benefícios econômicos e sociais, tendo em vista que apresentam menor custo quando comparado aos fertilizantes químicos, reutilizam matéria-prima da propriedade, podendo se tornar uma fonte alternativa de renda (6). Assim, estão surgindo como alternativas para os pequenos produtores rurais, pois são acessíveis às condições técnico-econômicas deles, da mesma forma como são capazes de atender a preocupação com a qualidade de vida no planeta (26).

Além de melhorar a nutrição das plantas, os biofertilizantes também desempenham um papel crucial na promoção da saúde do solo, melhorando suas propriedades físicas, químicas e biológicas. O uso desses insumos, ao contrário dos adubos químicos, melhora a estrutura e a textura do solo deixando-o mais fácil de ser

trabalhado e facilitando a penetração de raízes. Dessa forma, promove a estruturação do solo, melhorando sua capacidade de retenção de água e aeração. Isso, por sua vez, favorece o desenvolvimento radicular das plantas, tornando-as mais resistentes a condições de estresse, como longos períodos de estiagem (33).

Apesar de diversas vantagens, o uso de biofertilizantes ainda é baixo, fato que pode ser explicado pela variabilidade químicas das formulações. A falta de uniformidade na matéria-prima e na composição desses produtos está ligada a falta de dados mais aprofundados, o que dificulta o planejamento para o desenvolvimento de formulações adequadas. Além disso, as várias combinações possíveis entre matérias-primas na produção de biofertilizantes tendem a gerar produtos com uma grande diversidade de teores de nutrientes (24).

**Oportunidades e biodigestores**

A possibilidade de expansão dos biofertilizantes está associada também à sua importância em tornar a propriedade autossuficiente, através da produção de energia para máquinas e motores (34). O biodigestor se apresenta como uma solução viável para a redução significativa dos impactos ambientais. Além disso, proporciona insumos para a adubação de plantas e permite a geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis. Conforme a disponibilidade de dejetos e biomassa, esses materiais podem ser empregados tanto na produção de biogás, substituindo o gás de cozinha, quanto na geração de energia elétrica (30; 35).

Um biodigestor é essencialmente uma câmara fechada onde a biomassa, composta por resíduos orgânicos, é fermentada de maneira anaeróbica. Esse processo resulta na produção de biogás, uma forma de energia renovável, e como resíduo sobre o biofertilizante como subproduto. O biogás, gerado a partir da fermentação dos resíduos orgânicos, pode ser utilizado como fonte de energia, enquanto o biofertilizante pode ser aproveitado no cultivo agrícola (34; 36).

A função do biodigestor é criar condições ideais para que as bactérias metanogênicas degrade o material orgânico, resultando na liberação de gás (36). Esse biogás produzido é composto apenas de metano ($CH_4$), dióxido de carbono ($CO_2$), nitrogênio ($H_2$) e oxigênio ($O_2$), porém o aparato somente se torna eficiente para ser utilizado se a quantidade de metano gerado for maior que o dióxido de carbono (35).

O biodigestor se apresenta como uma alternativa estável e econômica para a diversificação da matriz energética brasileira, além de ser uma estratégia eficaz para o aproveitamento de resíduos. No entanto, apesar do seu potencial para geração de energia, ela ainda é pouco explorada no Brasil, onde a maior parte da energia produzida é oriunda de hidrelétricas (35).

**Regulamentação e certificação dos biofertilizantes**

A regulamentação dos biofertilizantes é essencial para garantir a qualidade, segurança e eficácia desses produtos, assegurando que atendam aos padrões exigidos para uso agrícola. No Brasil, a produção e o uso de biofertilizantes são regulamentados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que define as normas técnicas para a fabricação, comercialização e aplicação desses produtos. A Instrução Normativa nº 25 de 2009, por exemplo, estabelece critérios para a composição, rotulagem e armazenamento dos biofertilizantes, garantindo que os produtores e consumidores tenham acesso a produtos de qualidade controlada (37).

Entretanto, o registro de novos biofertilizantes no Brasil ainda encontra diversos obstáculos. Atualmente, o país possui apenas duas leis principais para regulamentar os insumos agrícolas; a lei dos agrotóxicos, que também abrange os estimulantes, desfolhantes, inibidores de crescimento e dissecantes. E a lei dos fertilizantes, que se aplica tanto aos fertilizantes convencionais quanto aos biofertilizantes e inoculantes. A primeira lei federal que cita sobre os biofertilizantes foi criada em 1980 (Lei Nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980), mas foi somente em 2004, por meio do Decreto Nº 4.954 que foram conceituados de forma regulamentar. Mesmo assim, até o momento, ainda não existe um protocolo específico para o registro desses produtos junto ao MAPA (38).

Silva et al. (38) realizaram um levantamento sobre os biofertilizantes no Brasil e verificaram que em 2.496 ocorrências de produtos de fertilização agrícola, apenas 01 possuía o registro ativo de biofertilizante. O registro desse produto foi aceito em 2018, somente após a publicação em revistas científicas de ensaios agronômicos do produto, o que demonstra a importância das pesquisas científicas para a regulação dos biofertilizantes no Brasil, ao mesmo tempo em que os entraves dificultam a inovação por parte de pesquisadores e empresas.

## CONCLUSÃO

Os biofertilizantes representam uma alternativa promissora e ecologicamente correta aos fertilizantes químicos convencionais. Esses produtos oferecem benefícios significativos para a saúde do solo e a produtividade das culturas, ao mesmo tempo em que têm um impacto ambiental reduzido. Nesse contexto, considerando que a alimentação está interligada com saudabilidade, e que as cadeias produtivas produzem resíduos aproveitáveis e complementar à outras cadeias, o desenvolvimento de biofertilizantes promove a economia circular.

A expansão da agricultura orgânica, a pressão da opinião pública e políticas governamentais voltadas para a redução e otimização do uso de fertilizantes são determinantes para o crescimento do mercado. No entanto, a adoção em larga escala ainda enfrenta desafios que precisam ser superados por meio de pesquisa, desenvolvimento e educação.

## REFERÊNCIAS

1. INPI. Estudos de Inteligência Estratégica em Inovação: Biofertilizantes. Rio de Janeiro: INPI/AECON-CEPIT; 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/estatisticas/estudos>.
2. Costa MMN, Barros MAL, Freire, RMM. Biofertilizantes. Campina Grande: Embrapa Algodão; 2023.
3. Garrido EC, Rocha AM, Santos DA, Gomila JMV. Tecnologias para a Produção de Biofertilizantes: tendências e oportunidades. Cadernos de Prospecção. 2019;12(3):665-679.
4. Gonçalves MDM, Schiedeck G, Schwengber JE. Produção e uso de biofertilizantes em sistemas de produção de base ecológica. Pelotas, RS: Embrapa; 2009.
5. Sanes FSM, Strassburger AS, Araújo FB, Medeiros CAB. Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para produção de fertilizantes orgânico. Semina: Ciências Agrárias. 2015;36(3):1241-1251.

6. Stuchi JF. Biofertilizante: um adubo líquido de qualidade que você pode fazer. Brasília, DF: Embrapa; 2015.
7. Medeiros MB, Lopes JS. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. Bahia Agrícola. 2006;7(3).
8. Silva AF, Pinto JM, França CRRS, Fernandes SC, Gomes TDA, Da Silva MSL, Ana NBM. Preparo e uso de biofertilizantes líquidos. Petrolina, PE: Embrapa; 2007.
9. Marrocos SDTP, Júnior JN, Grangeiro LC, Ambrosio MMDQ, Da Cunha APA. A. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. Revista Caatinga. 2012;25(4):34-43.
10. Paulus G, Muller AM, Barcellos LAR. Agroecologia aplicada: práticas e métodos para uma agricultura de base ecológica. Porto Alegre: EMATER/RS; 2000.
11. Weingärtner M, Aldrighi C, Perera A, Weingärtner MA, Aldrighi CFS, Perera AF. Caldas e biofertilizantes. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado; 2006.
12. Moreira VRR, Capelesso E. Orientações para uma Agricultura de Base Ecológica no Pampa Gaúcho. Bagé/RS: Gráfica Instituto de Menores; 2006.
13. Richart A, Roman TJB, Roveri LP. Adubação de couve manteiga da geórgia com biofertilizantes produzidos em processo aeróbio e anaeróbio. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável. 2021;11(1):395-402.
14. Souza LM. Diagnóstico da produção e gerenciamento dos rejeitos de peixe em tomé-açu e seu potencial para a produção de biofertilizantes. [Especialista]. Tomé-açu/PA: Universidade Federal Rural da Amazônia; 2024.
15. Jalixto, MAF. Elaboración de biofertilizante líquido utilizando subproductos del procesamiento de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) [tesis]. Lima, Peru: Facultad de Pesquería, Universidad Nacional Agraria la Molina; 2017.
16. García NCS, Alfaro NZA. Comparación de eficiencia de bioabono Bocashi (elaborado de restos de pescado y suelo) y fertilizante químico en el desarrollo de Allium [TCC]. Lima, Peru: Facultad de ingeniería y arquitectura, universidad peruana unión; 2020.
17. Pereira ILQ, Dutra EAB, Pinto EBL, Aguiar SLM, Machado DO, Brosler, Eric Marota. Análise da composição de biofertilizante com víscera de pescado: caminhos para a validação de um insumo orgânico em Maués – AM. In: Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia; 2020; São Cristóvão, Sergipe – Disponível em: https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/5964/4148
18. González MEM. Evaluación de ciclo de vida (ECV) de un biofertilizante a partir de lodos y ensilado de peces [Dissertação]. Chile: Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción; 2022.
19. Jalixto MAF. Biofertilizantes y bioestimulantes para uso agrícola y acuícola: Bioprocesos aplicados a subproductos orgánicos de la industria pesquera. Scientia Agropecuaria. 2021;12(4):635-651.
20. Calle FNP. Estudio de viabilidad económica de la puesta en marcha de una planta de procesos de biofertilizantes de aminoácidos de pescado (anchoveta) aplicando lineamientos del manual básico para dirigir proyectos. [Dissertação]. Madrid: Universidad Europea; 2024
21. Gallozo PLJ, Polinario DNZ. Evaluación de biofertilizante a base de residuos de pescado en el rendimiento de chía Salvia hispánica L. [Tese]. Nuevo Chimbote, Peru: Universidad Nacional del Santa; 2024.

22. Barbosa ADS, De Medeiros MB. Potencial de ação elicitora dos biofertilizantes líquidos na indução de resistência sistêmica vegetal. Cadernos de Agroecologia; 2017;2(2):1453-1457.
23. Deleito CSR, Carmo MGFD, Fernandes MDCDA, Abboud ACDS. Biofertilizante agrobio: Uma alternativa no controle da mancha bacteriana em mudas de pimentão (*Capsicum annuum* l.). Ciência Rural. 2004;34:1035-1038.
24. Cajamarca SMN, Martins D, Da Silva J, Fontenelle MR, Guedes ÍMR., De Figueiredo CC, Lima CEP. Heterogeneity in the chemical composition of biofertilizers, potential agronomic use, and heavy metal contents of different agro-industrial wastes. Sustainability. 2019;11(7).
25. Tanaka MT, Sengik E, Santos HDS, Habel Júnior C, Scapim CA, Silvério L et al. Efeito da aplicação foliar de biofertilizantes, bioestimulantes e micronutrientes na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculetum* Mill.). Acta Scientiarum Agronomy. 2003; 25(2):315-321.
26. Bezerra LL, Da Silva Filho JH, Fernandes D, Andrade R, Madalena JAS. Avaliação da aplicação de biofertilizante na cultura do milho: crescimento e produção. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. 2008;3(3).
27. Sousa GG, Viana TVD, Braga ES, De Azevedo BM, Marinho AB, Borges FR. Fertirrigação com biofertilizante bovino: Efeitos no crescimento, trocas gasosas e na produtividade do pinhão-manso. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. 2013;8(3): 503-509.
28. Ribeiro KS, Ferreira E, De Mendonça Costa MSS, Gazola D, Szimanski C. Uso de biofertilizante no cultivo de alface hidropônica. Cadernos de Agroecologia. 2007;2(2):1600-1603.
29. Benício LPF, De Oliveira Lima, S, Dos Santos VM, De Sousa SA. Formação de mudas de melancia (*Citrullus lanatus*) sob efeito de diferentes concentrações de biofertilizante. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável. 2012;2(2):51-59.
30. Oliveira A, Costa A, Mota T, Ferreira WS. Biodigestor caseiro aplicado a produção de biofertilizante a partir de biomassa bovina. Scientia Amazonia. 2019;8(1):E14-E19.
31. Braungart M, Mcdonough W. Cradle to cradle: criar e reciclar ilimitadamente. São Paulo: Editora G. Gili; 2013.
32. Olsen EL, Toppe JY, Karunasagar I. Challenges and realistic opportunities in the use of by-products from processing of fish and shellfish. Trends in Food Science & Technology. 2014;36(2):144-151.
33. Gomes W, Link C, De Souza J, Motta CAO, Peixoto JA, Reis BP. Benefícios da biodigestão: uma técnica sustentável. In: IX Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental; 2014; Porto Alegre.
34. Oliveira IT, Moreira JAA, Soares M. Uso de biofertilizante na agricultura. Comunicado Técnico nº17. Goiânia, GO: Embrapa; 1984.
35. Santos HS, Rocha TALCG, De Miranda SBDA, OST A, Dias GFM. Biodigestor de baixo custo na produção de biofertilizantes e de biogás. Peer Review. 2023;5(13):179-191.
36. Côrtes DA, Rocha EMD, Sabião RM. Biodigestor para a produção de Biogás e Biofertilizante com Utilização de Dejetos Suínos. Psicologia e Saúde em debate. 2019;5(1):8-9.

37. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. Diário Oficial da União. 2010; Seção 1:22-24.
38. Silva ACM, De Oliveira AN, Dos Santos AC, Dos Anjos SSN, Rosado T, Jungmann L. Biofertilizantes e entraves na Legislação Brasileira. In: VII Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia e Inovação de Biodiesel; 2019; Florianópolis, SC.

# Conbraca

Fortaleza

## Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos

## GESTÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE ALIMENTOS

III CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

**Use Ctrl+F para pesquisar e acessar os trabalhos apresentados no evento!**

**Capítulo 41**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-41**

# AVALIAÇÃO COLORIMÉTRICA DE PRODUTOS DE ATUM INDUSTRIALIZADOS

**Vitória Emidio Ripardo[a*]; Rafael Pereira Frota [a]; Felipe Costa de Souza[a]; David de Sousa Ferreira[a]; Leiliane Teles César [b]; Francisca Joyce Elmiro Timbó Andrade[b]; Mirla Dayanny Pinto Farias[b]**

*[a]- Discente do Curso de Tecnologia em Alimentos, Eixo Produção Alimentícia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- Campus Sobral.*
*[b]- Docente do Curso de Tecnologia em Alimentos, Eixo Produção Alimentícia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- Campus Sobral.*
**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: mirla@ifce.edu.br*

**Resumo:** A indústria de pescado tem um crescimento exponencial e entre os produtos da indústria está o atum enlatado que pode ser comercializado de diferentes formas como atum sólido, em pedaços ou ralado, e que devido a este método de conservação poderá ter alterações de cor de acordo com o prazo de validade. Desta maneira, o presente estudo pretendeu avaliar a cor dos produtos de atum enlatados comercializados em supermercados e compará-los com atum fresco. As amostras foram catalogadas (fabricação, validade e denominação) para em seguida serem obtidos os dados da cor através de dois sistemas como *CieL*a*b** e RGB, além do Delta E (ΔE), índice de escurecimento, comparando com uma amostra padrão (atum fresco). Através dos dados correlacionou-se o dia de fabricação e prazo de validade dos produtos. Nos resultados de *CieL*a*b** a amostra de atum sólido apresentou maiores valores de *L**, *a** e *b** enquanto que o ralado apresentou valores menores. No ΔE a única amostra que apresentou semelhança com a padrão foi o sólido, no RGB todas as amostras apresentaram tons de vermelho que escureciam a medida que ficavam menos íntegras. Conclui-se que à medida que os dias de vida útil dos produtos se passam, as alterações colorimétricas são menos expressivas no atum sólido e em pedaços, diferentemente do atum ralado. Sugere-se que a metodologia utilizando a RFV e os sistemas de cores, principalmente o RGB, são viáveis para a verificação destas alterações nos produtos.

**Palavras–chave:** conservação; cor; pescado; RGB

## INTRODUÇÃO

O pescado faz parte da alimentação do ser humano a muito tempo, e em muitos países é uma das principais fontes de proteínas (1). Apresenta em sua composição vitaminas, sais minerais, proteínas e aminoácidos essenciais para a manutenção e crescimento do corpo humano e dentre todas as carnes é o que apresenta melhor digestibilidade (1)(2). Em contrapartida o pescado apresenta alta perecibilidade devido às suas características intrínsecas como a rigidez pós- morte; a liberação de muco; a alta concentração de água em seus tecidos; a composição do tecido conjuntivo; a alta

quantidade de proteínas, fosfolipídios e ácidos graxos e a degradação irreversível causada pelas enzimas musculares e intestinais; a degradação microbiana, que altera o pescado quimicamente e fisicamente. Essas alterações podem ser retardadas com manejo adequado no momento da manipulação, captura e industrialização, porém elas continuaram a ocorrer gradativamente, mesmo que mais lentamente (1)(3).

A indústria de pescado é uma das que mais crescem no Brasil e no mundo, gerando emprego, renda e alimentos, não somente para a população litorânea mais para toda a rede que se beneficia dessa atividade (4). Entre os produtos da indústria está o atum que juntamente com outras espécies similares representam comercialmente grande importância (5). O atum pode ser comercializado de diferentes formas e uma delas é o enlatado, que pode ser apresentado como produtos de pescado entre eles atum sólido, ou atum em pedaços ou atum ralado, além de produtos à base de atum como como patês. Para se obter o atum em conserva é necessário que a matéria prima seja mantida desde a captura e transporte sob temperaturas baixas (refrigerado ou congelado) até que cheguem nas indústrias para passarem beneficiamento e industrialização que constam das etapas de cozimento (diminuição da umidade e inativação enzimática); resfriamento; prensagem, enlatamento, adição do meio de imersão e outros ingredientes; fechamento e esterilização por tratamento térmico; e o resfriamento (6)(7)(8).

Todos esses processos para fabricação do atum em conserva causam mudanças na sua composição, ou seja, este método é benéfico como o aumento da vida de prateleira do pescado, praticidade para o consumidor, o amolecimento dos ossos e cartilagens, inativação enzimática e microbianas, mas por outro lado, há perda de algumas vitaminas, desnaturação de proteínas pelo aquecimento, oxidação lipídica e a alteração de cor do pescado (9)(10). Por isso, uma das grandes preocupações da indústria pesqueira é a qualidade sensorial dos seus produtos, pois o sabor, o aroma, a cor e a consistência dos alimentos é uma das preocupações dos consumidores, que exigem bons parâmetros e padronização em cada um destes requisitos citados. Devido a alta perecibilidade dos pescados a indústria necessita de métodos rápidos para o controle de qualidade, e um destes métodos é a avaliação sensorial, pois apresenta confiabilidade, rapidez e facilidade de aplicação (3), e um dos parâmetros avaliados é a cor.

A avaliação da cor, que é uma análise não destrutiva, poderá descrever parâmetros de qualidade do produto estudado, podendo apontar a aceitabilidade do consumidor quanto a aparência do produto alimentício, grau de frescura, condições de obtenção e etapas do processamento, além do valor nutricional da carne (11).

O presente capítulo teve como objetivo descrever a avaliação realizada sobre o efeito do enlatamento dos produtos de atum industrializados e a relação com a cor dadas por dois sistemas colorimétricos como o RGB e *CIEL*a*b** comparando estes dados com o tempo de armazenamento do produto.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Coleta dos produtos de atum

Inicialmente realizou-se um levantamento dos produtos enlatados de atum disponíveis nos supermercados tipo atacado e varejo da cidade Sobral-CE, onde os critérios de inclusão das marcas foram a presença de data de validade e fabricação, lote e que tinham a mesma denominação de venda.

Os produtos selecionados foram transportados para a Planta Piloto de Carnes e Pescados do IFCE e catalogados para posteriormente serem avaliados.

As amostras de atum sólido foram nomeadas de A, B e C; as de atum em pedaços de D, E e F; e as de atum ralado de G e H. A amostra utilizada como padrão foi obtida em um atacarejo local e encontrava-se congelada (temperatura -18°C).

Elaborou-se uma planilha com os dados de cada amostra como a data de fabricação, validade, denominação, intervalo de tempo entre fabricação/validade, intervalo de tempo entre fabricação e o dia da análise para comparação e correlação com os resultados.

Os produtos de atum enlatados foram abertos para retirada das amostras e posterior análise de cor por dois sistemas *CIEL*a*b** e RGB.

**Análises de cor pelo Sistema *CIEL*a*b****

As amostras após serem retiradas das latas foram realocadas no recipiente redondo de cor escura que se acoplou ao colorímetro portátil (Colorium, Delta color, Brasil) já calibrado para avaliação pelo sistema *CIEL*a*b**. Os parâmetros avaliados são L*, a* e b*, onde o L* fornece o grau de luminosidade, variando do branco (L=100) ao preto (L=0). O a* caracteriza coloração vermelha quando positivo (+a*) e verde quando negativo (–a*) e o b* apresenta coloração amarelo (+b*) ao azul (– b*) (12). Quando os valores de de a* e b* são relacionados (Croma) obtém-se a cor real da amostra estudada (13).(

Utilizando os valores de cada parâmetro (L*a*b*) calculou-se o Delta E (ΔE) que expressa a diferença entre duas cores (11) onde valores menores ou iguais a 1 significa "não perceptível ao olho humano", entre 1 e 2 "perceptível observando com atenção", 2 a 10 "perceptível à primeira vista", 11 a 49 "as cores são mais similares que opostas" e 100 "as cores são exatamente opostas" (14). Com estes dados utilizou-se uma amostra que não sofreu o processo de enlatamento (padrão) para comparar com a cor das amostras de atum sólido, pedaços e ralado.

Ainda utilizando os valores L*a*b* avaliou-se o índice de escurecimento (IE) das amostras através das equações 1 e 2 abaixo (15).

$$IE = (100\,(x - 0{,}31))/\,0{,}17 \quad [1]$$

onde

$$x = (a^* + 1{,}75\,L^*) / (5{,}645\,L^* + a^* - 3{,}012\,b^*) \quad [2]$$

**Análises de cor pelo Sistema RGB**

Para a avaliação da cor através do sistema RGB, inicialmente obteve-se as imagens digitais das amostras através de um protótipo 3D (16) e um *smartphone* (Galaxy S20 FE Android 12), em seguida elas foram transferidas para o *software Image J* que permitiu a obtenção dos valores de Red (Vermelho), Green (Verde) e Blue (Azul) da amostra. As médias foram calculadas e em seguida os três valores de RGB foram submetidos a um software (17) para obtenção do valor hexadecimal, porcentagem e imagem da cor referente a cada amostra.

Os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas utilizando teste de Tukey a 5% de significância, fazendo uso do software *Origin Pro*.

**Relação da validade com a cor das amostras**

Na literatura não foram encontrados dados suficientes que relacionassem a cor de atuns enlatados com o tempo de validade devido a isso as médias das cores RGB e L*a*b* foram correlacionadas com a RFV (Relação entre o tempo da análise após a fabricação e validade) das amostras. O RFV é representado em porcentagem, e é calculado da seguinte forma (equação 3):

$$RFV(\%) = (F / V) \times 100 \quad [3]$$

Onde o "F" é a quantidade de dias que se levou da fabricação até a data da análise e "V" é a quantidade de dias que a amostra leva até o vencimento, sendo que RFV= 100% significa que a análise foi realizada no dia do vencimento, valores maiores significam que a análise foi realizada após o vencimento da amostra e valores menores antes da amostra vencer. Este cálculo foi necessário para a melhor visualização dos dados nos gráficos devido o atum enlatado apresentar um prazo de validade alto (4 anos) o que gera valores de dias acima de mil, impossibilitando a visualização da relação da validade com os valores RGB e *L*, a*, b** que estão na casa das centenas e dezenas, respectivamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Análises pelo sistema *CieL*a*b****

A cor das carnes é uma das características sensoriais mais importantes e decisivas na avaliação sensorial pois é ela uma das primeiras características avaliadas pelo consumidor (11). Ao avaliar os valores de *L*a*b** apresentados nas tabelas 1, 2 e 3 é perceptível que todas as amostras (sólido, pedaços e ralado) apresentam valores estatisticamente diferentes entre si e diferentes da amostra padrão.

Sobre os valores de *L** percebeu-se que todas as amostras apresentam uma luminosidade pouco escura ou brilhante e são diferentes estatisticamente do padrão. Ao comparar os resultados do atum sólido (tabela 1) verifica-se uma luminosidade maior, quando se compara com os valores do padrão, atum em pedaços e ralado (tabela 2 e 3). Os valores de *L** podem ser interferidos por diversos fatores abordados pela literatura, onde os fatores que aumentam a luminosidade são: a capacidade de retenção da água, presença de água livre na superfície da carne, corte menores da carne pois sua superfície apresenta maior quantidade de água livre, a geleificação e desnaturação proteica causadas pela cocção (18). Já os fatores que diminuem a luminosidade são: a utilização de sal que interage com a matriz cárnea e provoca alterações na cor na superfície (19) e a oxidação lipídica que causa a transformação de oximioglobina (vermelho brilhante) em metamioglobina (marrom-acinzentada) (20). Desta maneira, pode-se inferir que o atum sólido apresentou maior luminosidade pela geleificação e desnaturação das proteínas e a capacidade de retenção de água da carne pois ela está mais íntegra ao se comparar com as amostras raladas e em pedaços. Já as amostras raladas e em pedaços apresentaram menor luminosidade possivelmente devido a oxidação lipídica e pela interação com o

cloreto de sódio, causada pela maior área de contato com a solução de conserva, pois todas as amostras continham como um dos ingredientes um quantitativo pequeno de sal.

Quanto aos valores de *a** todas as amostras apresentam colorações pouco avermelhadas. Ao comparar as amostras (tabelas 1, 2 e 3) nota-se que as de atum sólido apresentaram valores de a* maiores que as amostras padrão, de atum ralado e atum em pedaços, possivelmente isso ocorreu devido a oxidação da mioglobina que na presença de oxigênio provoca a conversão da oximiglobina (cor vermelha brilhante) em metamioglobina (cor castanha), e um outro fator que seria a oxidação lipídica que acarreta a alteração da cor (21). Atribui-se também essa diminuição de coloração ao processo de fabricação destes dois produtos (ralado e em pedaços) que devido aos cortes feitos na carne, apresentam superfície de contato maior com o oxigênio residual que fica presente na lata de conserva causando degradação dos compostos lipídicos da carne de atum.

Quanto aos valores de *b** todas as amostras apresentaram colorações para tons pouco amarelados. As amostras de atum sólido apresentaram cores amareladas maiores que o atum em pedaços, atum ralado e a padrão.

Portanto percebe-se quando se compara as amostras com a padrão que o processo de enlatamento interfere na luminosidade, no tons avermelhados (aumentando ou diminuindo de acordo com o tamanho da fibra da carne) e amarelados (que provoca um aumento considerável dos pigmentos que levam a esta cor).

**Tabela 1 –** Estatística dos valores *L*a*b** das amostras de atum sólido de 3 marcas diferentes e o atum padrão.

| | **Atum sólido** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Padrão** | **A** | **B** | **C** |
| **L*** | 40,78 ± 0,6 $^{d}$ | 43,74 ± 0,04 $^{c}$ | 49,58 ± 0,02 $^{a}$ | 47,20 ± 0,01 $^{b}$ |
| **a*** | 1,07 ± 0,21 $^{d}$ | 4,62 ± 0,01 $^{c}$ | 7,45 ± 0 $^{a}$ | 6,66 ± 0,01 $^{b}$ |
| **b*** | 0,39 ± 0,01 $^{d}$ | 6,37 ± 0,01 $^{c}$ | 11,06 ± 0,01 $^{a}$ | 13,65 ± 0,00 $^{a}$ |

Fonte: Autores, 2024. Valores da "média" ± "desvio padrão", as letras representam diferenças na mesma linha ($p<0,05$).

**Tabela 2 –** Estatística dos valores *L*a*b** das amostras de atum em pedaços de 3 marcas diferentes e atum padrão.

| | **Atum em pedaços** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Padrão** | **D** | **E** | **F** |
| **L*** | 40,78 ± 0,6 $^{a}$ | 39,85 ± 0 $^{b}$ | 38,27 ± 0 $^{c}$ | 38,10 ± 0 $^{c}$ |
| **a*** | 1,07 ± 0,21 $^{c}$ | 2,23 ± 0 $^{a}$ | 1,85 ± 0,01 $^{b}$ | 1,86 ± 0 $^{b}$ |
| **b*** | 0,39 ± 0,01 $^{d}$ | 4,51 ± 0 $^{a}$ | 3,2 ± 0 $^{c}$ | 4,45 ± 0 $^{b}$ |

Fonte: Autores, 2024. Valores da "média" ± "desvio padrão", as letras representam diferenças na mesma linha ($p<0,05$).

**Tabela 3 –** Estatística dos valores L*a*b* das amostras de atum ralado de 2 marcas diferentes e o atum padrão.

| | Atum ralado | | |
|---|---|---|---|
| | **Padrão** | **G** | **H** |
| **L*** | 40,78 ± 0,6 [a] | 36,60 ± 0 [b] | 35,52 ± 0,01 [c] |
| **a*** | 1,07 ± 0,21 [b] | 1,57 ± 0 [a] | 0,62 ± 0 [c] |
| **b*** | 0,39 ± 0,01 [c] | 2,93 ± 0,01 [a] | 1,90 ± 0,01 [b] |

Fonte: Autores, 2024. Valores da "média" ± "desvio padrão", as letras representam diferenças na mesma linha ($p<0,05$).

O valor de ΔE é utilizado para expressar a diferença entre duas cores (11) perceptível pelo olho humano. Ao analisar os resultados da tabela 4, o atum sólido comparado ao atum padrão apresentou valor de 11,68 que indica que as amostras apresentam semelhanças. O atum em pedaços e o atum ralado apresentaram valores entre 2 e 10 indicando que estas amostras são diferentes visivelmente à primeira vista da amostra padrão. Estes valores indicam que as amostras menos íntegras estão mais propensas a sofrer reações químicas no processo de enlatamento e armazenamento. Verificação do ΔE foi utilizada em produtos de pescados como camarão (14) e demonstra ser um dado crucial na avaliação da cor, pois indica a intensidade das mudanças colorimétricas durante o armazenamento e quanto maior são os valores, maior a probabilidade do consumidor perceber essas diferenças.

Quanto ao índice de escurecimento (IE) a amostra de atum sólido apresentou valor maior seguida do atum em pedaços e ralado (tabela 4). O IE representa também um dado importante que pode ser mensurado com os valores de *L*a*b**, pois indica a pureza de cor marrom e foi determinado nesta pesquisa com o objetivo de descrever as reações de escurecimento após as amostras de atum serem enlatadas e levadas à cocção, pois é um importante parâmetro em processos onde ocorre o escurecimento não enzimático (22), onde os produtos desta reação conhecida como *Maillard*, estão presentes em alimentos que foram submetidos à tratamento térmico (23). Desta maneira, ao comparar estes resultados com as figuras 2, 3 e 4 (obtidas pelo sistema RGB), verifica-se visualmente que as amostras de atum sólido estão com tons de castanhos mais claros, ou seja, o contrário dos resultados do IE, pois a medida que o L* diminui, mais escura é a amostra, mas como neste cálculo utiliza-se também o a* e b*, o valor médio do IE destas amostras (A, B e C) sofreu interferência destes parâmetros (a* e b*) que se apresentaram maiores em relação às outras amostras (D, E, F, G e H), enfatizando-se assim, que o sistema RGB consegue dar uma visualização melhor da real cor das amostras.

**Tabela 4 –** Análise de diferença de percepção (ΔE) de cores e índice de escurecimento (IE) entre médias das amostras e o atum padrão

| | Delta E (ΔE) | IE |
|---|---|---|
| **Atum sólido** | 11,68 | 36,81 |
| **Atum em pedaços** | 4,28 | 14,53 |
| **Atum ralado** | 5,13 | 8,95 |

Fonte: Autores, 2024.

## Análise RGB

O sistema de cores luminosas RGB é usado em objetos que emitem luz, como telas de diferentes equipamentos eletrônicos, ele se utiliza de 3 cores primárias(vermelho, verde e azul) para gerar todas as cores visíveis pelo olho humano. Sendo uma escala que varia de 0 a 255, onde: (255, 0, 0) representa vermelha; (0, 255, 0) representa a cor verde; (0, 0, 255) representa a cor azul; (0,0,0) preta e (255, 255, 255) a cor branca. A junção destas cores primárias forma cores secundárias como o ciano (0,255,255), amarelo (255,255,0) e magenta (255,0,255) (24). Esse sistema já foi utilizado para avaliar adulteração em açafrão (25), seleção de azeitonas (26), análise de adulteração em carnes bovinas suínas e de frango (27), e análise de qualidade de diferentes produtos de carne branca (28)

Na tabela 5, ao comparar os valores de R, G e B das amostras com os valores do padrão, verifica-se que elas apresentam uma semelhança estatisticamente no R e G, com exceção da amostra H. E em relação aos valores de B, todas as amostras também são semelhantes ao padrão, com exceção das amostras B, E e F.

Perfazendo os resultados, verifica-se também que a amostra padrão indicam a presença maior da coloração vermelha e verde (com altos valores de R e G) ao se comparar com o azul (B), presumindo-se que houve pouca quebra da mioglobina na amostra se comparado com as amostras que sofreram cocção (amostras de A à H).

Ao correlacionar com os valores do sistema *CieL*a*b** pode-se também presumir que as amostras menos íntegras (D à H) estão mais propensas a sofrer reações químicas no processo de enlatamento e armazenamento.

**Tabela 5 – Análise de coloração através do sistema RGB de todas as amostras.**

| | Red (R) | Green (G) | Blue (B) |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Padrão** | 149,97 ± 2,32 $^{A}$ | 112,12 ± 1,46 $^{AB}$ | 82,70 ± 2,09 $^{B}$ |
| **A** | 143,41 ± 0,98 $^{A}$ | 130,71 ± 3,47 $^{A}$ | 123,32 ± 6,92 $^{A}$ |
| **B** | 133,08 ± 14,02 $^{AB}$ | 113,82 ± 18,99 $^{AB}$ | 99,56 ± 29,51 $^{AB}$ |
| **C** | 148,52 ± 5,34 $^{A}$ | 131,11 ± 5,94 $^{A}$ | 110,11 ± 7,11 $^{AB}$ |
| **D** | 126,85 ± 7,50 $^{AB}$ | 113,17 ± 6,08 $^{AB}$ | 109,88 ± 3,42 $^{AB}$ |
| **E** | 126,54 ± 11,00 $^{AB}$ | 110,10 ± 12,87 $^{AB}$ | 121,61 ± 12,58 $^{A}$ |
| **F** | 133,72 ± 20,63 $^{A}$ | 120,43 ± 21,99 $^{AB}$ | 125,77 ± 17,92 $^{A}$ |
| **G** | 124,89 ± 3,20 $^{AB}$ | 107,67 ± 5,10 $^{AB}$ | 101,23 ± 6,52 $^{AB}$ |
| **H** | 105,39 ± 4,75 $^{B}$ | 89,64 ± 6,70 $^{B}$ | 91,80 ± 5,43 $^{AB}$ |

Fonte: Autores, 2024. Valores da "média" ± "desvio padrão", as letras maiúsculas representam diferenças na mesma coluna ($p<0,05$).

Nas figuras 1 a 4 pode-se verificar a relação dos valores de RGB com a coloração e iluminação final das amostras citadas na discussão anterior, ao se observar a cor resultante da junção dos valores de R, G e B, bem como sua representação através do código hexadecimal e a porcentagem de cada um dos pigmentos, apontados através da plataforma convertingcolors.com.




**Figura 1** – Registro fotográfico da amostra padrão, cor, código hexadecimal, e porcentagens de RGB (vermelho, verde e azul).

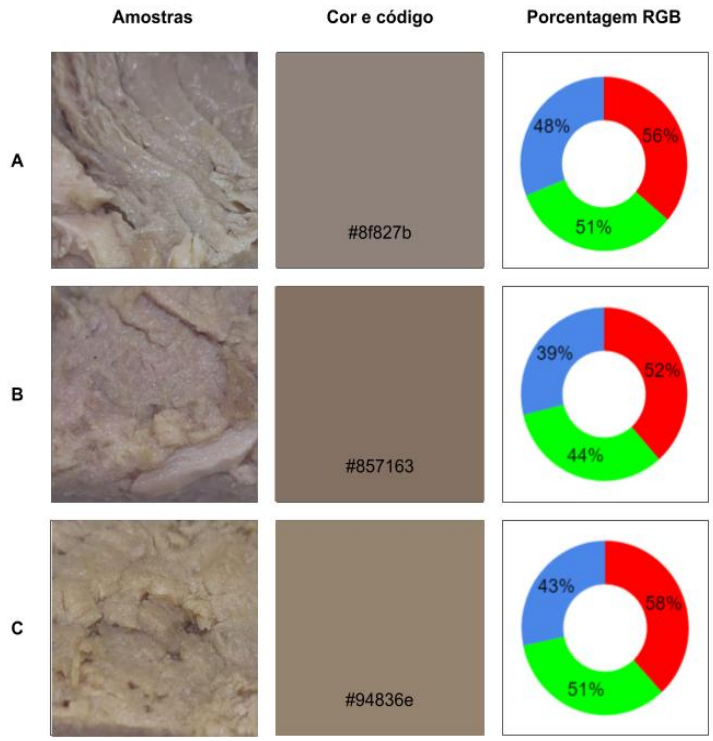



**Figura 2** – Registro fotográfico das amostras de atum sólido, cor, código hexadecimal e porcentagem de RGB (Vermelho, verde e azul).

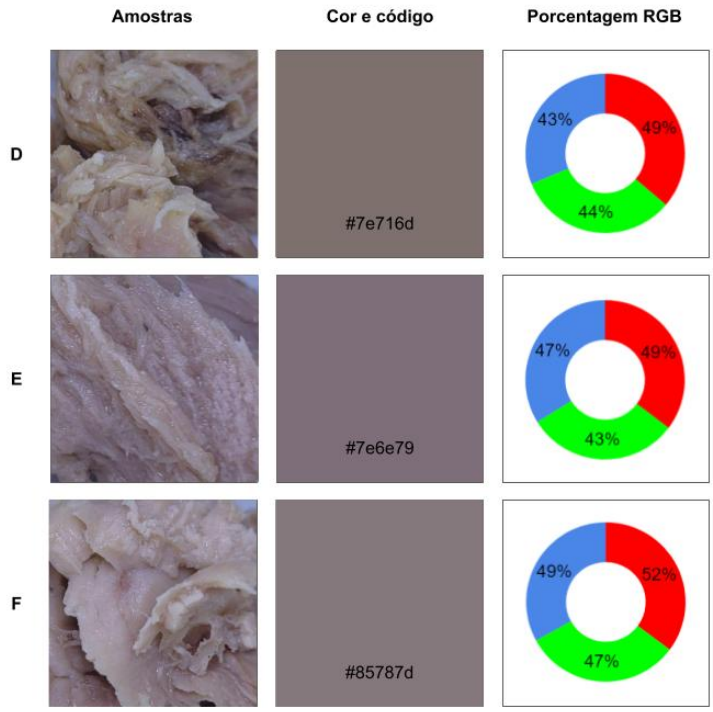



**Figura 3** – Registro fotográfico das amostras de atum em pedaços, cor, código hexadecimal e porcentagem de RGB (Vermelho, verde e azul).

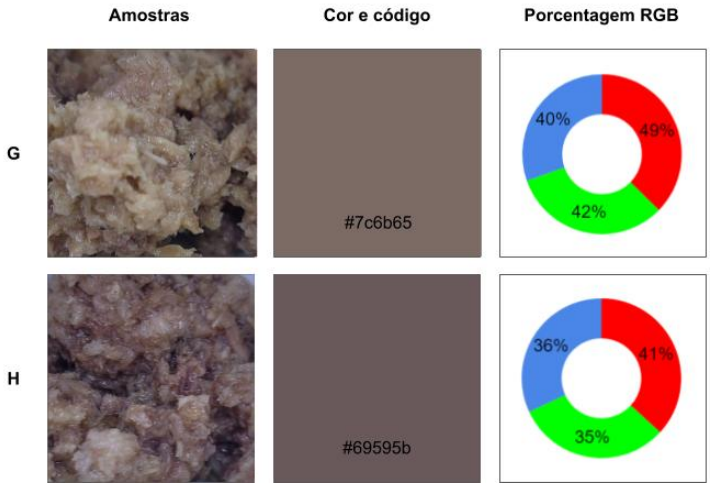



**Figura 4** – Registro fotográfico das amostras de atum ralado, cor, código hexadecimal e porcentagem de RGB (Vermelho, verde e azul).

Através destes resultados, pode-se destacar que o RGB é um sistema mais apropriado para verificação da cor deste tipo de matriz alimentícia, pois as amostras são heterogêneas e ao fazer a conversão dos valores, os códigos hexadecimais conseguem retratar visualmente o que o consumidor consegue ver a olho nu. Já o sistema CieL*a*b* mede apenas uma parte do espaço que na maioria das vezes não é representativa principalmente para amostras que não são totalmente homogêneas (29).

**Relação da validade com a cor das amostras**

Na tabela 6 é possível visualizar que a amostra padrão foi analisada após 6 dias da despesca, sendo que esta amostra congelada vale aproximadamente 5 meses (30), levando a um valor de RFV de 4%. As amostras de atum enlatados foram analisadas em diferentes dias após sua fabricação, resultando em valores RFV variados (menores em amostras avaliadas próximo a fabricação e maiores nas avaliadas longe da fabricação).

**Tabela 6 –**Valores dos dias em que análise foi feita, a validade de atum padrão e dos atuns enlatados e a porcentagem dessa relação (RFV)

| Amostras | Tempo da amostra no dia da análise e pós fabricação (em dias) | Validade (em dias) | RFV (em %) |
|---|---|---|---|
| **Padrão** | 6 (despesca) | 150 | 4 |
| **A** | 167 | 1460 | 11,43 |
| **B** | 290 | 1460 | 19,86 |
| **C** | 106 | 1460 | 7,26 |
| **D** | 273 | 1460 | 18,69 |
| **E** | 243 | 1460 | 16,64 |
| **F** | 151 | 1460 | 10,34 |
| **G** | 212 | 1460 | 14,52 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **H** | 181 | 1460 | 12,39 |

Como o estudo visa verificar a relação entre a cor e os dias de armazenamento sob o processo de enlatamento, ao analisar a figura 5 (I, II e III) verifica-se no sistema CieL*a*b* (que a medida que o RFV aumenta a luminosidade permanece constante em todas as amostras, somente com um pequeno decréscimo no 167° dia no atum sólido. Esse resultado é semelhante para os parâmetros a* e b* de todas as amostras.

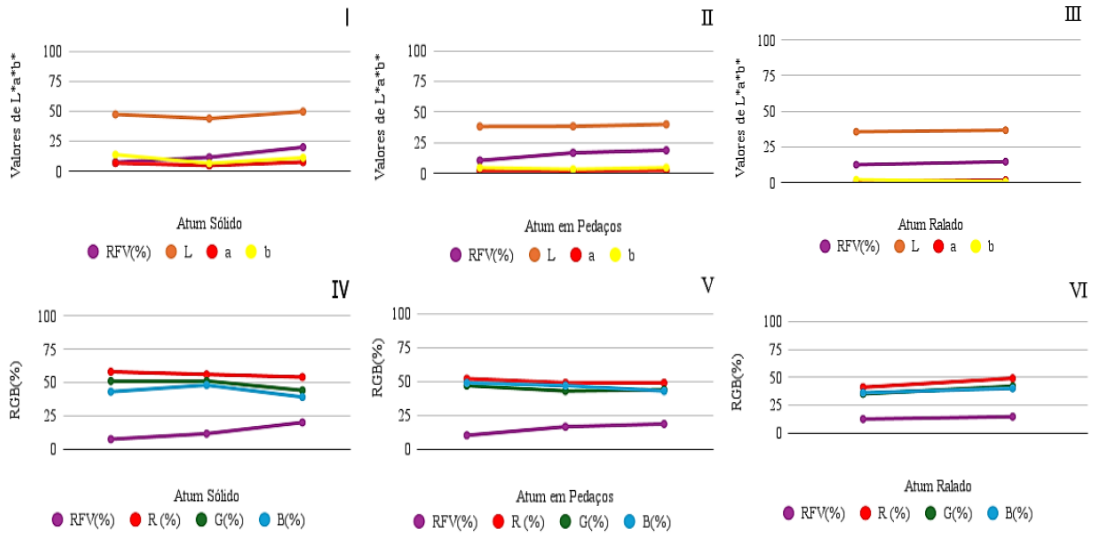



**Figura 5** - gráficos com a relação RFV(%) versus L*a*b* (I, II e III) e a relação RFV versus porcentagem RGB ( IV, V e VI) das amostras de atum sólido, em pedaços e ralado.

No sistema RGB (figura 5 IV, V e VI) é possível observar que a medida que os dias se passam (RFV), nos atuns enlatados os pigmentos vermelhos (R) tendem a ter um discreto decréscimo nas amostras de sólido e pedaços, mas no ralado acontece o inverso, assim como pigmentos G e B, onde pode-se observar um processo semelhante.

## CONCLUSÕES

Na avaliação dos atuns enlatados foi perceptível as alterações de cores, tanto nos parâmetros avaliados pelo sistema *CieL*a*b** quanto no RGB, ressaltando-se que quanto menor é o corte da carne do atum, mais propenso este alimento está de sofrer reações químicas que levam à estas modificações.

Através dos registros fotográficos para detectar os valores de RGB pode-se verificar que ele é uma metodologia adequada para o atum que é uma amostra heterogênea, já que a conversão dos valores retrata a cor real do produto.

Quanto à correlação da cor e tempo de armazenamento, observa-se que à medida que os dias de vida útil dos produtos se passam, as alterações colorimétricas são menos expressivas no atum sólido e em pedaços, diferentemente do atum ralado. Sugere-se que a metodologia utilizando a RFV e os sistemas de cores, principalmente o RGB, são viáveis para a verificação destas alterações nos produtos, podendo ser utilizada para estudos futuros sobre metodologias rápidas de verificação da qualidade podendo ser correlacionada com outras análises.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico-FUNCAP e ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará- campus Sobral.

**REFERÊNCIAS**

1. Machado MIR, Machado AR. Implantação de programa de controle de qualidade numa indústria pesqueira do Rio Grande do Sul. CIS-Conjecturas Inter Studies. 2022; 22, n. 1: 618-631.

2. Soares G, Ortolan PC, Delaqua D. Avaliação da contaminação por mercúrio em atum enlatado e suas implicações. Revista Brasileira de Processos Químicos. 2020; 1, n. 1: 7-22.

3. Nóbrega CC, Mendes PP, Mendes ES. Factors that determine the quality of bigeye tuna, caught in the western tropical Atlantic Ocean. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 2014; 66: 949-958.

4. Álvarez JM, Zuccalli MBA, Arturi T, Bianchi GL. Combined electrocoagulation and electrooxidation treatment system for real effluents from the fishing industry. Heliyon. 2023; 9, n. 4.

5. Erauskin-extramiana M, Chust G, Arrizabalaga H, Cheung WWL, Santiago J, Merino G, Fernandes-Salvador JA. Implications for the global tuna fishing industry of climate change-driven alterations in productivity and body sizes. Global and Planetary Change. 2023; 222.

6. Gómez-limia L, Cobas N, Franco I, Martínez-Suárez S . Fatty acid profiles and lipid quality indices in canned European eels: Effects of processing steps, filling medium and storage. Food Research International. 2020; 136: 109601.

7. Fulladosa E, Calle CB, Cruz J, Martínez B, Giró-Candanedo M, Comaposada J, Font-I-Furnols M, Gou P. Near infrared sensors for the precise characterization of salt content in canned tuna fish. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy.2023; 303: 123217.

8. Diaz-Basantes MF, Nacimba-Aguirre D, Conesa JA, Fullana A. Presence of microplastics in commercial canned tuna. Food Chemistry. 2022; 385: 132721.

9. Dantas NM, Oliveira VS, Sampaio GR, Chrysostomo YSK, Chávez DWH, Gamallo ODG, Sawaya ACHF, Torres EAFS, Saldanha T. Lipid profile and high contents of cholesterol oxidation products (COPs) in different commercial brands of canned tuna. Food Chemistry. 2021; 352: 129334.

10. Gouvêa FJ, Oliveira VS, Mariano BJ, Takenaka NAR, Gamallo OD, Ferreira MS, Saldanha T. Natural antioxidants as strategy to minimize the presence of lipid oxidation products in canned fish: Research progress, current trends and future perspectives. Food Research International. 2023; 173: 113314.

11. Altmann BA, Gertheiss J, Tomasevic I, Engelkes C, Glaesener T, Meyer, J, Schäfer A, Wiesen R, Mörlein D. Human perception of color differences using computer vision system measurements of raw pork loin. Meat Science.2022; 188, n.1: 1-8.

12. Hasan MM, Raadsma HW, Thomson PC, Wade NM, Jerry DR, Khatkar MS. Genetic parameters of color phenotypes of black tiger shrimp (Penaeus monodon). Frontiers in Genetics. 2022; 13: 1002346.

13. Harder MNC, Canniatti-Brazaca SG, Arthur V. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (Bixa orellana). Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias. 2007; 102, n. 563-564: 339-342.

14. Carneiro LT, Ferreira DS, Da Paz MEA, Nascimento MEN, César LT Moraes GMD, Farias MDP. Aplicação do sistema de cores RGB na verificação das diferenças entre camarões congelados e revestidos com xiloglucana. Ciência Animal. 2023; 33, n. 1: 16-19.

15. Amaral APCD. Estudo da secagem de maçãs: utilização de pré-tratamentos [Monografia]. Porto Alegre:UFRGS ; 2014.

16. Silva JC, Lira AMM, Sá DMAT, Silva RV, Farias MDP. Avaliação colorimétrica de alimentos: construção de um protótipo com tecnologia de impressão 3D. Recima21 Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218. 2023; 4, n. 5: 453147- 453147.

17. Converting Colors. Converting Colors. 2024 [acesso em 2023 Dez 12]. Disponivel em: https://convertingcolors.com/

18. Fuentes-zaragoza E, Pérez-álvarez JA, Sánchez-zapata E. Efecto de la concentración de aditivos e ingredientes sobre el color de pastas de merluza (Merluccius australis) tratadas térmicamente. Opt. Pura y Apl. 2009; 42: 9-21.

19. Ferreira MM, Lima M, Souza AMC, Soares LS. Efeito do sal e da maltodextrina na cor da carne de pescoço de peru marinada. XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. 2019; 1 n. 6: 1757-1763.

20. Salueña BH, Gamasa CS, Rubial JMD, Odriozola CA. CIELAB color paths during meat shelf life. Meat science. 2019; 157: 107889.

21. Vala MO. Aplicação de revestimentos edíveis à base de subprodutos da indústria do pescado na preservação de atum fresco.[Tese de Doutorado]. Portugal: Instituto Politecnico de Leiria; 2016.

22. Sarıçoban C, Yılmaz MT. Modelling the effects of processing factors on the changes in colour parameters of cooked meatballs using resporse surface methodology. World Applied Sciences Journal. 2010; 9(1): 14-22.

23. Shibao J, Bastos DHM. Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde. Revista de Nutrição. 2011; 24: 895-904.

24. Ferreira LO, Rodrigues WM. FUNÇÕES LINEARES NO ESTUDO DO SISTEMA DE CORES RGB. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).2021: 55.

25. Alighaleh P, Pakdel R, Ghanei Ghooshkhaneh N, Einafshar S, Rohani A, Saeidirad MH. Detection and Classification of Saffron Adulterants by Vis-Nir Imaging, Chemical Analysis, and Soft Computing. Foods. 2023; 12, n. 11: 2192.

26. Figorilli S, Violino S, Moscovini L, Ortenzi L, Salvucci G, Vasta S, Pallottino F. Olive fruit selection through ai algorithms and RGB imaging. Foods. 2022; 11, n. 21: 3391.

27. Rady AM, Adedeji A; Watson NJ. Feasibility of utilizing color imaging and machine learning for adulteration detection in minced meat. Journal of Agriculture and Food Research.2021; 6: 100251.

28. Fan K, Su W. Applications of fluorescence spectroscopy, RGB-and multispectral imaging for quality determinations of white meat: a review. Biosensors. 2022; 12, n. 2 : 76.

29. Markovic I, Ilic J, Markovic D, Simonovic V, Kosanic N. Color measurement of food products using CIE L* a* b* and RGB color space. Journal of hygienic Engineering and Design. 2013; 4, n. 1: 50-53.

30. Kumar GP, Reddy GVS, Dhanapal K, Babu P. H Effect of Frozen Storage on the Quality and Shelflife of Mrigal (Cirrhinus mrigala). J. Entomol. Zool. Stud. 2021; 9: 1071-1076.

**Capítulo 42**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-42**

# RESÍDUOS DE ANTIBIÓTICO EM LEITE: OCORRÊNCIA, DANOS À SAÚDE PÚBLICA E PREJUÍZOS PARA OS LATICÍNIOS

**Athaide Newman Rodrigues da Silva [1]; Lana Rouse Meneses Belizário[1] ;Raphaela Almeida Chiareli[2]; Karyne Oliveira Coelho [2]***

**Autor correspondente – Email: karyne.coelho@ueg.br*

**Resumo:** O leite e os derivados lácteos são componentes da dieta de mais de seis bilhões de pessoas em todo o mundo. Cita-se que vários fatores podem impactar na qualidade do leite e, consequentemente, na de seus derivados. Entre estes fatores destaca-se a presença de resíduo de antibióticos no leite. Esses resíduos podem afetar a saúde humana nos aspectos imunopatológicos, toxicológicos e microbiológicos, levar às reações de hipersensibilidade, ações carcinogênicas e mutagênicas, e ao aparecimento da resistência bacteriana. Na indústria de laticínios a presença de resíduos de antimicrobianos no leite pode gerar efeitos microbiológicos indesejáveis na produção de laticínios pela inibição da flora bacteriana interferindo nas características sensoriais e tecnológicas dos produtos lácteos industrializados, causando consideráveis perdas econômicas. Segundo estudos, notou-se que a presença de resíduos de antibióticos no leite e derivados no Brasil, apresenta-se de maneira variável, com resultados variando de ausente a um significativo número de amostras positivas, chegando a 67,8% do total. Estes dados se toram preocupantes considerando os danos à saúde pública e à cadeia produtiva. Objetivou-se apresentar uma revisão bibliográfica narrativa sobre a ocorrência de resíduos de antibióticos nas diversas regiões do Brasil, bem como descrever os danos causados à saúde humana e dos prejuízos causados na indústria de produtos lácteos.

**Palavras-chave:** antimicrobianos; drogas veterinárias; qualidade do leite; saúde pública

## INTRODUÇÃO

A segurança de alimentos tem recebido cada vez mais atenção da população mundial, sobretudo, em relação aos perigos microbiológicos e químicos presentes nos alimentos. Apesar de os microrganismos patogênicos serem os agentes mais relacionados às doenças de transmissão hídrica e alimentar (DTHA), a presença de resíduos de substâncias químicas também é observada em todo o mundo [(1).] Como um dos principais resíduos químicos, os antibióticos têm sido detectados no leite tanto no Brasil quanto em outros países [(2,3).]

A principal fonte de resíduos de antibióticos no leite é o manejo inadequado de medicamentos utilizados no tratamento de enfermidades em animais na pecuária leiteira [(4).] Essas substâncias são eliminadas pelo leite durante o período de carência do medicamento, sendo necessário, nessa fase, o descarte da produção leiteira. Dessa forma, é fundamental conscientizar todos os envolvidos na cadeia produtiva para mitigar a presença de resíduos desses medicamentos no leite [(5).]

Quando o período de carência indicado na bula desses medicamentos é negligenciado, compromete a qualidade do leite que será beneficiado, podendo impactar tanto no processo de fermentação, quanto na elaboração dos produtos, pois inibe a ação dos microrganismos fermentadores [6, 7]. É capaz também de interferir nas análises laboratoriais utilizadas como rotina nos laticínios, como nos testes de fosfatase, peroxidase e redutase. É importante ressaltar que os resíduos de antibióticos são altamente resistentes aos tratamentos térmicos, incluindo aqueles que utilizam altas ou baixas temperaturas [8].

A constante exposição humana a baixas quantidades desses resíduos pode causar alergias, alterações na microbiota intestinal e induzir resistência microbiana, representando um problema de saúde pública. Além de ameaçar a saúde dos consumidores, a presença de resíduos de medicamentos em alimentos compromete as relações comerciais, especialmente no comércio internacional de produtos de origem animal, tanto daqueles comercializados *in natura* quanto os processados [1].

No Brasil, o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) e o Ministério da Saúde por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estabelecem diretrizes para o controle de resíduos de antibióticos em alimentos de origem animal.; sendo que a Instrução Normativa n. 76, prevê a inspeção periódica de resíduos de antibiótico, regulamentando os Limites Máximos de Resíduos (LMR) para cada grupo específico [3].

Diante do exposto, este trabalho foi proposto com o objetivo apresentar uma revisão bibliográfica narrativa acerca da ocorrência de resíduos de antibióticos nas mais diversas regiões do Brasil, bem como descrever os danos causados à saúde humana e os prejuízos causados na indústria laticinista.

## DESENVOLVIMENTO

Este trabalho trata-se de uma revisão narrativa realizada por meio de consulta da literatura brasileira sobre o tema “Resíduos de antibióticos em leite bovino”. Assim, foi realizado uma busca eletrônica de artigos publicados entre os anos de 2004 a 2024, no Portal de Periódicos da Capes, *Google* acadêmico e *Scielo*. Para a busca dos trabalhos foram utilizados os seguintes termos descritores, combinados ou não: antibiótico e leite. Foram encontrados 35.800 materiais relacionados à pesquisa e foram selecionados 25 trabalhos para compor essa revisão. A seleção dos artigos foi realizada de acordo com as etapas preestabelecidas pelos revisores, sendo elas: 1) artigos que foram publicados nos últimos 20 anos, 2) leitura de títulos e resumos dos artigos e 3) leitura dos artigos completos. A verificação dos artigos para compor a revisão foi realizada por dois pesquisadores entre março e abril de 2024. Além dos trabalhos publicados e avaliados, foram utilizados a consulta e a revisão bibliográfica da legislação vigente no país.

## ANTIBIÓTICOS: DEFINIÇÃO E ORIGEM

A palavra “antibiótico” deriva do termo *antibiosis*, que literalmente significa “contra a vida” (*anti*=contra; *bios*=vida). Os antimicrobianos incluem os compostos naturais (antibióticos), seus derivados e também os compostos sintéticos. Os antimicrobianos são amplamente recomendados para o tratamento ou prevenção de doenças na bovinocultura leiteira [3, 4].

O uso indiscriminado de agentes antimicrobianos em animais produtores de alimentos, tanto para aumentar a taxa de ganho de peso ou melhorar a eficiência alimentar (utilizados como promotores de crescimento) quanto para tratar e/ou prevenir

enfermidades (aplicação terapêutica e profilática, respectivamente) [9], principalmente da mastite, muitas vezes sendo feito empiricamente, sem critério e acompanhamento técnico, podem provocar agravos à saúde devido à presença de seus resíduos nos alimentos [10,11].

Não se pode ignorar a importância do uso de antibióticos para tratar muitas infecções que seriam mortais em vacas leiteiras e um dos pontos importantes no padrão de qualidade do leite, refere-se justamente à presença de resíduos desses medicamentos.

Os animais são medicados com diversos fármacos, com características e ações distintas, sendo imprescindível que seja respeitado o período de carência determinado na bula de cada medicamento, principalmente para que o leite não seja contaminado e inviabilizado para o beneficiamento conforme descrito por Novaes et al [12]. Tronco [13] relatou que a presença de antibióticos no leite irá depender de fatores, a saber: a dose a ser administrada, a natureza do veículo utilizado (seja aquoso ou oleoso), o tipo de antibiótico e os fatores inerentes ao animal a ser tratado.

Jones e Seymour [14] relacionaram algumas causas para que se constatem resíduos de antimicrobianos no leite:

a) tratamentos sem critério técnico;
b) problemas ou falhas na identificação dos animais tratados;
c) ausência de separação de vacas em tratamento no momento da ordenha;
d) uso de dosagens múltiplas;
e) uso de dosagem acima da recomendada;
f) falhas na observação ou não cumprimento dos períodos de carência dos antimicrobianos administrados;
g) uso de medicamentos por períodos muito prolongados ou excessivos;
h) uso de medicamentos com períodos de excreção prolongados;
i) mistura acidental de leite não contaminado com leite contaminado;
j) uso de equipamentos de ordenha contaminados.

Portanto, é essencial adotar uma gestão criteriosa e um monitoramento contínuo nas fazendas. Práticas como a identificação e separação corretas dos animais em tratamento, o uso de dosagens adequadas de medicamentos e a manutenção de equipamentos de ordenha livres de contaminação são fundamentais [15]. Também é crucial garantir que os períodos de carência sejam rigorosamente observados. Prevenir a mistura de leite de animais em tratamento com leite saudável e capacitar constantemente os trabalhadores para o manejo correto dos medicamentos são medidas indispensáveis para assegurar a produção de leite seguro e de alta qualidade [14,15].

## PRESENÇA DE ANTIBIÓTICOS NO LEITE

A avaliação da exposição da população aos resíduos de antibióticos é de vital importância para nortear as ações de controle sanitário visando à proteção do consumidor. Antibióticos são comumente utilizados para tratar mastites e outras infecções em vacas leiteiras e podem ser detectados no leite após sua administração inadequada. Outra fonte, embora menos comum, de antibióticos no leite é a adição voluntária e fraudulenta desses medicamentos com o objetivo de prolongar a vida útil do produto [15] .

No Brasil, vários trabalhos têm sido desenvolvidos com o intuito de determinar a presença de antibiótico no leite cru e beneficiado, assim como apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1.** Resultados de pesquisas desenvolvidas sobre a avaliação de resíduos de antibiótico em leite cru e beneficiado em diferentes regiões do Brasil

| Autor e ano | Região | Amostras analisadas | Teste | Resultados |
|---|---|---|---|---|
| Araújo et al., 2015[5] | Não cita | Foram avaliados 235.393 litros de leite cru de laticínios sob Serviço de Inspeção Federal (SIF), no período de fevereiro de 2013 a fevereiro de 2014. | Kit Eclipse 50 e kit BetaStar Combo | A ocorrência de resíduos de antibióticos oscilou com um decorrente aumento, com média de aproximadamente 20 mil litros/mês. Sendo o mínimo encontrado de 2.906 litros e o máximo de 47.577 litros de leite identificados com a presença de antibiótico, acima do limite máximo de resíduo (LMR). |
| Silva et al., 2014 [2] | Centro-Oeste, sendo 70 estabelecimentos do estado de Goiás, 29 do estado do Mato Grosso e 17 do estado do Mato Grosso do Sul. | Entre 2019 e 2021, foram analisadas para a região Centro-Oeste um total de 5963 amostras de leite cru, correspondentes às seguintes classes: 1.107 (19%) 8 analitos de quinolonas/fluoroquinolonas, 369 (6%) analitos de anfenicóis, 1.722 (29%) analitos de beta-lactâmicos, 492 (8%) analitos de tetraciclinas, 615 (10%) analitos de macrolídeos, 1353 (23%) analitos de sulfonamidas e 246 (4%) analitos de lincosamidas. Por fim, para a classe dos ionóforos, foram monitorados 59 analitos (1%), sendo 45 no estado de Goiás, 13 no estado de Mato Grosso, enquanto no estado do Mato Grosso do Sul foi | Não cita | No decorrer do triênio, das 5963 amostras monitoradas para a região Centro-Oeste, foram detectadas 13 (0,2%) positivas para a presença de resíduos de antimicrobianos. |

| Autor e ano | Região | Amostras analisadas | Teste | Resultados |
|---|---|---|---|---|
| | | monitorado apenas um analito no ano de 2021. | | |
| De Aguiar et al., 2016[16] | Alegrete/Rio Grande do Sul | Avaliaram 15 amostras de leite cru provenientes de tanques de refrigeração, de propriedades rurais, no período de agosto a dezembro de 2015. | Kit Eclipse 50 | Das amostras avaliadas, 4 (26,7%) foram positivas e 11 (73,3%) negativas. Das amostras positivas, 50% foram de tanques individuais e 50% de coletivos, indicando que o uso desse tipo de medicamento independe da capacidade produtiva. |
| Novaes et al., 2017[12] | Todas as regiões do Brasil | Foram analisadas 961 amostras de leite cru em diferentes regiões do país, no período de 2009 a 2011, monitorado pelo Programa Oficial de Análise de Resíduos de Medicamentos Veterinários em Alimentos de Origem Animal. | Não cita | Foram detectadas 1,9% de amostras positivas para Doxiciclina (1,9%) e 1,6% para abamectina (1,6%), destaca-se que estes fármacos embora não se destinem ao uso em animais produtores de leite para consumo humano. Os autores, detectaram 15% de amostras positivas para Norfloxacino (15%), mesmo não havendo limite máximo resíduo limite máximo de resíduo (LMR) estabelecido, portanto, não deveria ter sido encontrado nas amostras. Não foram confirmados resíduos de estreptomicina, cloranfenicol e β-lactâmicos. |
| Guimarães et al., 2019 [17] | Bela Cruz e Sobral/ Ceará | Analisaram 90 amostras de leite, das quais 30 foram de leite in natura, 30 leites pasteurizados e 30 leites UHT. | Kit Cow Side II Test. | Das 90 amostras estudadas, 63,33% mostraram-se positivas para a presença de antibióticos, onde 70% das amostras de leite *in natura*, 73,33% das pasteurizadas e 46,67% das amostras de leite UHT apresentaram reação positiva a presença de antibióticos. |
| Martinottoet al., 2016 [18] | Rondônia | Avaliaram 22.974 amostras de leite, a entre janeiro a dezembro de 2015, em 10 laticínios do estado de Rondônia. | Kit Eclipse 50 e kit Twinsensor | Nove amostras (0,039%) do total analisado continham resíduos de antibióticos. |

| Autor e ano | Região | Amostras analisadas | Teste | Resultados |
|---|---|---|---|---|
| Mendes et al., 2021 [19] | Mossoró/ Rio Grande do Norte | Foram analisadas 32 amostras de leite do mercado informal. | Kit delvotest SP | Todas as amostras analisadas foram negativas. Os autores mencionaram que a ausência de amostras positivas não permite afirmar que a população está livre do problema, pois sabe se que este alimento não passa por fiscalização e, dessa forma, pode ser responsável por expor ao risco a saúde das pessoas que o consomem. |
| Ströher et al.,2022[20] | Região Norte /Rio Grande do Sul | Foram avaliadas 651 amostras de leite cru, durante o mês de agosto de 2021. | kits da marca Bioeasy | Foi observada a existência de um compartimento de uma rota de leite com a presença de fluoroquinolonas positiva. |

**Fonte:** Adaptado pelos Autores (2024).

A prevalência de resíduos de antibiótico no leite de acordo com o quadro 1 é variável nas diversas pesquisas realizadas no país e os resultados positivos encontrados são provavelmente devido à antibioticoterapia amplamente utilizada, principalmente, no tratamento das mastites [8]. Portanto, torna-se fundamental que os produtores e profissionais envolvidos na cadeia produtiva do leite sejam conscientizados sobre a importância dos procedimentos de boas práticas com relação ao manejo da produção, em especial ao uso correto e o respeito ao período de carência dos antimicrobianos na bovinocultura leiteira, assegurando o cumprimento da legislação em vigor e garantindo um alimento seguro à população [3].

## CONTROLE DE ANTIBIÓTICOS NO LEITE

Segundo o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) é proibida a venda de leite que não esteja de acordo com suas características físico-químicas naturais ou que apresentem resíduos de substâncias estranhas em sua composição, como medicamentos veterinários acima dos limites máximos exigidos. O leite contaminado com resíduos de antibióticos deve ser descartado por estar impróprio para o consumo de acordo com o RIISPOA [21].

O procedimento padrão para avaliar a segurança dos alimentos para consumo humano na União Europeia quanto aos contaminantes químicos nos alimentos, é definido pela ingesta diária aceitável (IDA). Seu estabelecimento se dá a partir da determinação do nível no qual não há efeito observável – (NOEL) e a aplicação de um fator de segurança adequado [22]. A IDA pode também ser calculada usando dados farmacológicos ou microbiológicos dos níveis de efeitos não farmacológicos observados.

A identificação do perfil de resíduos de medicamentos e o declínio de sua concentração no animal tratado embasa a definição do limite máximo de resíduo (LMR), o qual serve para proteger o consumidor em relação aos antibióticos. O LMR é fixado tomando como base dados relevantes de toxicologia, incluindo informações farmacocinéticas, tais como a absorção, distribuição, metabolismo e excreção dos medicamentos, ou seja, o LMR é a concentração máxima (expressa em mg/Kg, µg/Kg,

mg/L ou µg/L) permitida legalmente ou reconhecidamente admissível em um alimento [23].

O Brasil como membro efetivo da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), do *Codex Alimentarius* e signatário da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), tem participado ativamente das discussões ligadas ao uso de antimicrobianos, incorporando em suas ações várias recomendações quanto a prevenção e controle no uso de antibióticos no leite. Algumas autoridades regulatórias, tais como a Agência Europeia de Medicamentos (European Medicines Agency, EMA), a Agência para Alimentos e Medicamentos dos Estados Unidos (Food and Drug Administration, FDA) e no Brasil, o Ministério da Saúde por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), têm regulamentado níveis aceitáveis de resíduos nos alimentos, ou seja, os LMR.

Portanto, no Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a ANVISA estabelecem diretrizes para o controle de resíduos de antibióticos em alimentos de origem animal, dentre os quais, a determinação do LMR é um limite de segurança, que pode estar presente no alimento sem que venha a causar prejuízo a integridade orgânica de seres humanos e animais. Além disso, o LMR é o parâmetro principal para validar testes de detecção de resíduos de drogas em alimentos.

Segundo a Instrução Normativa (IN) n.º 51 [24], para cada alimento existe um LMR que, quando for respeitado, não oferece risco à saúde. Há também uma ingestão diária aceitável (IDA) e uma dose de referência aguda (DrfA) para insumos farmacêuticos ativos (IFA) de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal. No entanto, a IN n.º 89, de 8 de abril de 2021 [25], revogou a IN n.º 51, de 19 de dezembro de 2019, atualizando LMR, IDA e DrfA para IFA de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal. Neste âmbito, a ANVISA, por meio da Instrução Normativa nº 162 de 2022 estabelece a IDA, a DRfA e LMR para IFA de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal [24,26].

A IN n.º 76 e 77 [27;28] descrevem que os laticínios devem realizar a análise de detecção de produtos de uso veterinário em toda a matéria-prima, leite cru refrigerado, recebida pela empresa. Devem ser analisados diariamente pelo menos dois grupos de antimicrobianos, e com uma periodicidade pré-estabelecida e autorizada, e a análise dos demais grupos, com periodicidade pré-estabelecida para os demais grupos de antibióticos que existam especificações de triagem analíticas disponíveis para a comercialização.

No Brasil, para verificar o atendimento aos LMR de medicamentos veterinários em alimentos, dois programas nacionais estão em vigor, um no âmbito do MAPA, o Plano Nacional de Controle de Resíduos em Produtos de Origem Animal (PNCR), onde está inserido o Programa de Controle de Resíduos em Leite (PCRL), que tem como objetivo garantir a produção e a produtividade do leite no território nacional, bem como o aporte de produtos similares importados [29]; e outro no âmbito da ANVISA, o Programa de Análise de Resíduos de Medicamentos Veterinários em Alimentos de Origem Animal (PAMVet), que tem por objetivo operacionalizar a competência legal da Agência de controlar e fiscalizar resíduos de medicamentos veterinários em alimentos. Esse programa complementa as ações já desenvolvidas pelo MAPA pois avalia o produto final [23]. Cita-se ainda que a RDC nº 487 de 26 de março de 2021 [30] dispõe sobre os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade.

Outras ferramentas de controle dos alimentos utilizados no Brasil, são a inspeção e os programas de monitoramento de produtos nos estabelecimentos, atacadistas e varejistas, e na indústria, onde o critério utilizado leva em conta o risco à saúde do

consumidor. Estas últimas são ações de Vigilância Sanitária de abrangência nacional, imediatas, voltadas para coibir ou prevenir riscos advindos de produtos ou práticas que possam trazer prejuízos à saúde da população [23].

## PREJUÍZOS DECORRENTES DA PRESENÇA DE ANTIBIÓTICOS NO LEITE

A constante exposição humana a baixas quantidades de resíduos de antibióticos pode causar alergias, alterações da microbiota intestinal e o surgimento de resistência microbiana, sendo considerados um problema de saúde pública [31]. Além dos diversos efeitos à saúde humana, a presença de resíduos de antibióticos no leite destinado à produção de laticínios, podem causar efeitos tecnológicos negativos [4]. Os antimicrobianos podem atuar como substâncias inibidoras que retardam ou modificam o desenvolvimento de processos bioquímicos durante a produção e maturação dos produtos lácteos e alterar suas características finais [6, 7, 11].

Costa [29] relatou que os tratamentos térmicos utilizados nos laticínios não impedem que resíduos de antimicrobianos cheguem ao mercado consumidor e, dessa forma, seus derivados também estarão contaminados. Portanto, uma vez presente no alimento não tem como eliminar a contaminação. Em função do exposto, é evidente que para o consumo de leite de boa qualidade, é necessário a conscientização de produtores e participação dos mesmos no que se refere ao período de carência ou descarte do leite quando necessário [32].

A presença de resíduos de antibióticos no leite pode provocar graves problemas de saúde no consumidor, entre os quais: hipersensibilidade, choque anafilático em indivíduos alérgicos, teratogenia, resistência microbiana e desequilíbrio da microbiota intestinal [33]. As reações alérgicas são relacionadas principalmente às penicilinas, mas a estreptomicina, as sulfonamidas e as tetraciclinas também podem causar esse tipo de reação. Essas reações se manifestam geralmente como asma brônquica, urticárias, dermatites ou rinites [5].

Reações tóxicas relacionadas ao uso de determinados antimicrobianos podem ter potencial carcinogênico, ou seja, a capacidade de induzir o desenvolvimento de tumores em animais de laboratório. Alguns exemplos de antimicrobianos com esse potencial incluem o cloranfenicol, a sulfametazina e os nitrofuranos. Além disso, o uso desses antimicrobianos pode levar à seleção de bactérias resistentes na flora normal, o que pode resultar na transferência dessa resistência para outras bactérias susceptíveis. Em indivíduos susceptíveis, esses antimicrobianos também podem causar alterações hematológicas [3].

A presença de resíduos de antibióticos no leite é indesejável por ocasionar uma série de problemas no seu processamento, dentre eles, destacam-se os relacionados à perda de eficiência no processo de produção de derivados, como queijos e iogurtes. Ao provocar inibição parcial das bactérias lácticas utilizadas nos processos de fermentação, com consequente diminuição do pH, comprometem a qualidade sensorial dos derivados do leite, além de aumentar os riscos de crescimento de coliformes e bactérias patogênicas [33;34].

Cabe salientar que, na maioria das vezes, o processo de pasteurização ou processamento não reduz a atividade dos antibióticos, e até mesmo traços de antibióticos (0,1 unidade/ml) podem inibir completamente cepas de bactérias de fermentos lácteos. Tendo em vista tais problemas, principalmente no leite que constitui matéria prima para a fabricação de derivados, a ausência de contaminantes residuais tem sido um dos pontos mais visados pela indústria de laticínios [3, 7 e 34].

Segundo a Portaria n.º 392 [25; 27 e 28], que define os critérios de destinação do leite e derivados que não atendem aos padrões regulamentares, um leite com resíduos de produtos de uso veterinário e contaminantes acima dos limites previstos em normas complementares, não pode ser utilizado para o seu aproveitamento condicional ou destinação industrial, e somente pode ser utilizado para a elaboração de produtos não comestíveis, exceto para o seu uso na alimentação animal.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que trabalhos realizados na última década em diferentes regiões no Brasil, detectaram a ocorrência de falhas na administração de antimicrobianos em vacas leiteiras, apresentando amostras acima do LMR, ou seja, consideradas positivas para antibiótico. Cita-se que tal ocorrência relaciona-se a problemas para as indústrias e para a saúde da população, causando prejuízos sociais e econômicos.

Os erros de dosagem e a utilização de antimicrobianos sem respeito ao período de carência, têm gerado resíduos no leite. É evidenciada a importância dos procedimentos de boas práticas com relação ao manejo da produção, em especial à higiene da ordenha e o respeito ao período de carência dos antimicrobianos utilizados na bovinocultura leiteira, assegurando o cumprimento da legislação em vigor e garantindo um alimento seguro à população.

## REFERÊNCIAS

1. Matos GCB. Doenças de transmissão hídrica e alimentar transmitidas por alimentos de origem animal: revisão [trabalho de conclusão de curso]. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia; 2022.

1. Silva DP, Silva A, Melo JDG, Fidelis R, Scheidt GN. Ocorrência de resíduos de antibióticos em leite de células de refrigeração da região Sul do estado do Pará–Brasil. Rev Bras Prod Agroind. 2014;16(4):359-368.

Silva EO. Análise de dados do PNCRC sobre resíduos de antibióticos em leite da região Centro-Oeste, entre 2019 e 2021 [trabalho de conclusão de curso]. Brasília: Centro Universitário do Planalto Central Apparecido dos Santos; 2023.

4. Lobato CLDS, De Los Santos JRG. Resíduos de antibióticos no leite: causas e impactos para a indústria e saúde pública. Sci Anim Health. 2019;7(3):232-250.

5. Araujo GB, de Almeida Santos H, Farias CE, Viana DDAF, Vieira ES, Júnior AMF. Detecção de resíduo de antibiótico em leite in natura em laticínio sob inspeção federal. Scientia Plena. 2015;11(4).

6. Quintanilla P, Beltrán MC, Molina MP, Escriche I. Enrofloxacin treatment on dairy goats: presence of antibiotic in milk and impact of residue on technological process and characteristics of mature cheese. Food Control. 2021;123:107762.

7. Fonseca AS, Moreira NA, Guimarães GM, Acurcio LB. Influência dos resíduos de antibióticos no leite na produção de iogurte. Cad Cienc Agrar. 2024;16.

8. Ribeiro LF. Fatores determinantes para a qualidade do leite e derivados. Monte Carmelo: Fucamp, 2021.

9. Tong J, Rao Q, Zhu K, Jiang Z, Ding S. Simultaneous determination of five tetracycline and macrolide antibiotics in feeds using HPCE. J Sep Sci. 2009;32(23-24):4254-4260.

10. Silva JG, Alcântara AM, Mota RA. Mastite bovina causada por *Staphylococcus* spp. resistentes à meticilina: revisão de literatura. Pesq Vet Bras. 2018;38(2):223-228.

11. Nobre DSM. Percepção dos buiatras sobre o impacto do emprego de antibióticos em bovinos leiteiros no Estado de São Paulo [tese de doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2019.

12. Novaes SF, Schreiner LL, Silva IPE, Franco RM. Residues of veterinary drugs in milk in Brazil. Cienc Rural. 2017;47(8).

13. Tronco VM. Manual para inspeção da qualidade do leite. 5ed. Santa Maria: Ed da UFSM; 2013.

14. Jones GM, Seymour EH. Cowside antibiotic residue testing. J Dairy Sci. 1988;71(6):1691-9..

15. Martin, J. G. P. (2011). Resíduos de antimicrobianos em leite–uma revisão. Segurança Alimentar e Nutricional, 2022;18(2), 80-87

16. De Aguiar GS, Santos HA, Silva RC, et al. Avaliação da presença de antibiótico em leite cru refrigerado. Rev Univap. 2016;22(40).

17. Guimarães ABM, Martins SC, Silva TDF, et al. Pesquisa de resíduos de antibióticos em leite in natura, pasteurizado e UHT. Rev PubSaúde. 2019;2.

18. Martinotto, G. et al. Boletim Técnico da Produção Animal, 16/Universidade Camilo Castelo Branco: avaliação de resíduos de antibióticos no leite no recebimento de matéria-prima em laticínios no Estado de Rondônia. 2016.

19. Mendes CG, Silva JPAA, dos Anjos CFC, Vieira ES. Pesquisa de resíduos de beta-lactâmicos no leite cru comercializado clandestinamente no município de Mossoró, RN, utilizando o Delvotest SP. Arq Inst Biol. 2021;75:95-98.

20. Ströher JA, Kamphorst RCM, Padilha RL. Detecção de resíduos de antibiótico no leite cru refrigerado de produtores do norte do Rio Grande do Sul. Rev Eletron Cient UERGS. 2022;8(3):247-257.

21. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes PNCRC/Animal. Relação dos planos anuais de amostragem e relatórios dos resultados do PNCRC/Animal 2010-2021. 2022.

22. Andreotti R, Nicodemo MLF. Uso de antimicrobianos na produção de bovinos e desenvolvimento da resistência. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte; 2004.

23. Brasil. Ministério da Saúde. Relatório de Atividades – PAMVet 2004/2005: Programa de Análise de Resíduos de Medicamentos Veterinários em Alimentos de Origem Animal - PAMVet – Relatório 2004/2005 - Monitoramento de Resíduos em Leite Exposto ao Consumo (3º e 4º anos de atividades). Brasília: Ministério da Saúde; 2006. p. 46.

24. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 51, de 19 de dezembro de 2019. Estabelece a lista de limites máximos de resíduos (LMR), ingestão diária aceitável (IDA) e dose de referência aguda (DRfA) para insumos farmacêuticos ativos (IFA) de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal. 2019.

25. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 392, de 10 de setembro de 2021. Estabelece os critérios de destinação do leite e derivados que não atendem aos padrões regulamentares, na forma em que se apresentem, incluídos o seu aproveitamento condicional, a destinação industrial, a condenação e a inutilização quando seja tecnicamente viável. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 172, p. 4, 10 set. 2021.

26. Brasil. Portaria nº 50, de 20 de fevereiro de 2006. Aprova os programas de controle de resíduos em carne (bovina, aves, suína e eqüina), leite, mel, ovos e pescado do exercício de 2006. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 03 mar. 2006. Seção 1, p. 15-25. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=16693. Acesso em: 20 fev. 2024.

27. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 230, p. 9, 30 nov. 2018.

28. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018. Estabelece os critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 230, p. 10, 30 nov. 2018.

29. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 10, de 14 de abril de 2008. Programas de Controle de Resíduos e Contaminantes em Carnes (Bovina, Aves, Suína e Eqüina), Leite, Mel Ovos e Pescado do exercício de 2008. Diário Oficial da União de 17 de abril de 2008. 2008.

30. Brasil. Resolução RDC. Ministério da Saúde. Resolução nº 487, de 26 de março de 2021. Dispõe sobre os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise

para fins de avaliação de conformidade. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 61, p. 225 26 mar. 2021.

31. Costa RP. Avaliação da estabilidade do antibiótico macrolídeo tilosina em leite submetido a diferentes condições de processamentos térmicos [tese de doutorado]. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz; 2014.

32. Leira MH, Botelho HA, Barreto BB, Botelho JHV, Pessoa GO. Fatores que alteram a produção e a qualidade do leite: Revisão. Pubvet. 2018;12:172.

33. Leite Júnior N. Resíduos de antimicrobianos no leite e sua importância para a saúde pública [trabalho de conclusão de curso]. Garanhuns: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2018.

34. Andrew SM, Fox LK, Zadoks RN, et al. Factors associated with the risk of antibiotic residues and intramammary pathogen presence in milk from heifers administered prepartum intramammary antibiotic therapy. Vet Microbiol. 2009;134(1-2):150-156.

**Capítulo 43**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-43**

# ANÁLISE DE CARDÁPIOS DE UMA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO HOSPITALAR DO MUNICÍPIO DE TERESINA-PI

**Michelly da Silva Pinheiro[1]*; Crislane de Moura Costa[1]; Leandra Caline dos Santos[1]; Rayane Carvalho de Moura[1]; Paulo Víctor de Lima Sousa[2]; Sergio Antonio Matos de Lemos[2]; Marcos Antonio Pereira dos Santos[1,3]**

[1] Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição – Universidade Federal do Piauí (PPGAN – UFPI);
[2] Centro Universitário FacidWyden;
[3] Doutorado em Biotecnologia – Universidade Federal do Piauí
**Michelly da Silva Pinheiro – michelly.nutri@gmail.com*

**Resumo:** Em Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN), é importante que as refeições apresentem qualidade adequada com fornecimento de nutrientes essenciais para os comensais. O objetivo foi avaliar a composição qualitativa dos cardápios de uma UAN hospitalar de Teresina-PI. Trata-se de um estudo transversal, exploratório, descritivo e quantitativo. Para análise qualitativa dos cardápios, as preparações do almoço e jantar foram analisadas pelo método Análise Qualitativa das Preparações de Cardápio, na qual a oferta de folhosos e frutas foram considerados pontos positivos e a presença de cores iguais, duas ou mais preparações ricas em enxofre, carne gordurosa, fritura, doce e oferta de doce e fritura no mesmo dia, como pontos negativos. Os itens foram avaliados e classificados em "bom" (76 a 100% de adequação), "regular" (51 a 75% de adequação) e "deficiente" (0 a 50% de adequação). A análise e tabulação dos dados foi feita no Excel, com apresentação dos resultados em tabelas e figuras. Dentre os itens positivos, destacou-se a oferta de folhosos (53,44%) e de frutas (8,62%), classificadas como regular e péssimo, respectivamente. Para os itens negativos, a monotonia de cores ocorreu em 31,03% das preparações (regular), dois ou mais alimentos com enxofre em 32,75% (regular), carne gordurosa em 39,65% (regular), fritura em 5,17% (ótimo) e oferta de doce em 13,79% (bom). Contudo, a UAN classificou-se como regular, quanto a qualidade dos cardápios. Entretanto, destacou-se a necessidade de melhorias na oferta de frutas e na preparação do alimento visando garantir o fornecimento de refeições seguras e adequadas do aspecto nutricional.

**Palavras-chave:** alimentação coletiva; checklist; segurança alimentar e sanitária.

## INTRODUÇÃO

O serviço de alimentação coletiva fomenta um mercado em constante crescimento no Brasil, tendo em vista que somente em 2022 registrou-se o fornecimento de 35,5 milhões refeições por dia, alcançando o faturamento aproximado de 30,5 bilhões de reais (1).

Portanto, o panorama supramencionado evidencia a importância da denominada Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN), compreendida como o conjunto de áreas destinadas a operacionalizar o provimento nutricional de coletividades (2).

A Emenda Constitucional n.º 64, de 04 de fevereiro de 2010, alterou a redação do art. 6º da Constituição Federal para, especificamente, incluir a alimentação no rol dos direitos sociais (3). Diante de tal status, as refeições ofertadas pelas UAN devem ser elaboradas obedecendo a padrões dietéticos e higiênicos, de modo a atender às necessidades nutricionais dos comensais (2).

Nesse sentido, o planejamento físico das unidades de alimentação é fator de suma importância para a adequação das respectivas instalações aos objetivos propostos, visando à obtenção das apropriadas condições higiênico-sanitárias dos alimentos (4). Segundo Rebouças et al. (5), o referido planejamento possibilita a análise das necessidades específicas de cada unidade, para que todos os procedimentos se desenvolvam adequadamente na busca de um produto final de qualidade.

No que se refere especificamente às condições higiênico-sanitárias dos alimentos, algumas resoluções normativas assumem especial relevância, a exemplo da RDC n.º 216 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, a qual dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação (6). Já a RDC n.º 275 trata do Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos (7).

Além da avaliação das condições higiênico-sanitárias é necessário avaliar a composição dos cardápios e, respectivamente, a qualidade das preparações ofertadas, visando a garantia da oferta de uma alimentação adequada em nutrientes para os comensais. Para tal finalidade, destaca-se o método Avaliação Qualitativa das Preparações do Cardápio (AQPC), que possibilita a realização de uma avaliação global de diferentes cardápios, tomando por base critérios pré-estabelecidos. Desse modo, o citado método caracteriza-se como uma ferramenta que auxilia na elaboração de cardápios de maneira mais adequada, atendendo aos aspectos nutricionais e sensoriais (8).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição qualitativa dos cardápios oferecidos e a estrutura física e funcional de uma Unidade de Alimentação e Nutrição hospitalar do município de Teresina-PI.

## MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa de campo de corte transversal, exploratória, descritiva e quantitativa que foi realizada em uma UAN pública hospitalar do município de Teresina-PI. A coleta de dados foi realizada em 15 de julho de 2023, após a devida autorização institucional.

Em relação aos cardápios, o objeto de análise restringiu-se às preparações destinadas aos funcionários do hospital, tendo sido selecionado o cardápio do mês antecedente à data da coleta de dados, portanto, referente ao mês de junho de 2023. Foram analisados os cardápios de 29 (vinte e nove) dias, tendo em vista que um dos cardápios não constava nos arquivos da UAN. As preparações servidas no almoço e no jantar foram analisadas conjuntamente, totalizando 58 (cinqüenta e oito) refeições.

Foi aplicado o método AQPC (Análise Qualitativa das Preparações de Cardápio), elaborado por Vieiros e Proença (8), que analisa a oferta de folhosos, frutas, presença de cores iguais, duas ou mais preparações ricas em enxofre (exceto feijão), carne gordurosa, fritura, doce e a oferta de doce e fritura no mesmo dia. A oferta de folhosos e frutas foi considerada pontos positivos e, de acordo com a distribuição percentual no cardápio, foram classificados como “ótimo” (maior ou igual que 90%), “bom” (de 75 a 89%),

"regular" (de 50 a 74%), "ruim" (de 25 a 49%) e "péssimo" (menor que 25%) (9). Os aspectos negativos (presença de cores iguais, duas ou mais preparações ricas em enxofre, carne gordurosa, fritura, doce e oferta de doce e fritura no mesmo dia) foram classificados como "ótimo" (menor ou igual a 10%), "bom" (de 11 a 25%), "regular (de 26 a 50%), "ruim" (de 51 a 75%) e "péssimo" (maior que 75%).

Para a avaliação das condições higiênico-sanitárias e físico-estruturais da UAN, foi utilizado o checklist adaptado da RDC n.º 275/2002, que trata do Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados Aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos (7), que tem como parâmetro a RDC n.º 216/2004 da ANVISA (6), que dispõe sobre o regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação.

Para a análise e tabulação dos dados utilizou-se o programa Microsoft Excel versão 2007, com a posterior apresentação dos resultados em tabelas e figuras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a classificação do percentual dos critérios, após a análise conjunta dos cardápios do almoço e jantar.

Tabela 1 - Classificação dos itens analisados nas preparações do cardápio da UAN hospitalar da cidade de Teresina-PI, segundo o método AQPC.

| ITENS | PERCENTUAL | CLASSIFICAÇÃO |
|---|---|---|
| **(Positivos)** | | |
| Oferta de folhosos | 53,44 | Regular |
| Oferta de frutas | 8,62 | Péssimo |
| **(Negativos)** | | |
| Cores iguais | 31,03 | Regular |
| Dois ou mais alimentos com enxofre | 32,75 | Regular |
| Carne gordurosa | 39,65 | Regular |
| Fritura | 5,17 | Ótimo |
| Doce | 13,79 | Bom |
| Fritura + Doce | 1,72 | Ótimo |

**Fonte**: Dados da pesquisa, 2023

Com relação aos itens positivos, os folhosos apresentaram percentual de 53,44%, classificado como regular. Dentre os folhosos, destacou-se a predominância da oferta de alface, acelga, repolho verde e repolho roxo. O percentual ora encontrado foi inferior ao obtido por Egea, Silva e Andrade (10) que observaram a ocorrência de 76% de folhosos no cardápio, enquanto Ygnatios, Lima e Pena (11) e José et al. (12) identificaram a ocorrência de 100% do mesmo item.

Segundo o Guia Alimentar para a População Brasileira, os alimentos de origem vegetal são essenciais para uma alimentação saudável, uma vez que são fontes de fibras, vitaminas e minerais (13). Ademais, há evidências de que o consumo de frutas e vegetais em pelo menos 400g por dia (o equivalente a cinco porções), de acordo com a recomendação estipulada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), previne a incidência de doenças crônicas não transmissíveis, a exemplo de distúrbios cardiovasculares, diabetes e obesidade (14).

Embora esses alimentos não sejam considerados para análise qualitativa dos cardápios pelo método AQPC, o cardápio da UAN em questão contemplava a oferta

recorrente de legumes, tais como batata doce, cenoura, beterraba, abobrinha, batata inglesa, chuchu e abóbora, o que é um ponto positivo. O consumo diário de legumes e verduras contribui para a prevenção das principais doenças crônicas não transmissíveis e para a adequada ingestão de micronutrientes e fibras (15).

Foi verificada uma pequena oferta de frutas como sobremesa, que incidiu em apenas 8,62% das refeições. A classificação "péssima" do presente item foi igualmente atribuída no estudo realizado por Ygnatios, Lima e Pena (11), que constataram que "em nenhum dia foi oferecida uma porção de fruta". Não obstante a baixa porcentagem de oferta de fruta como sobremesa, verificou-se a sua inserção como ingrediente das saladas cruas em 48,27% das refeições servidas no almoço e em 13,79% das refeições do jantar. Tendo em vista que a UAN ora estudada é hospitalar, o possível uso preferencial das frutas para as preparações dos pacientes seria um fator que justificou a baixa porcentagem, visto que a análise qualitativa ocorreu apenas nos cardápios oferecidos aos funcionários.

As cores das preparações apresentaram monotonia em 31,03% das refeições, sendo classificado como "regular". O resultado foi similar aos dos estudos realizados por Oliveira et al. (16), que obtiveram 30,61% em uma UAN industrial de Vitória da Conquista - BA, e por Markmann, Leitão e Lima (17), 35% em uma UAN hospitalar de Fortaleza-CE. Por sua vez, o presente resultado apresentou-se diferente ao do estudo de José et al. (12), que verificaram a ocorrência da monotonia de cores em todas as preparações analisadas. Assim, a variedade das cores das preparações compõe um dos atrativos para uma alimentação prazerosa, além de estar alinhada às recomendações nutricionais, no sentido da garantia da ingestão de uma maior variedade de nutrientes (8).

No que se refere aos alimentos ricos em enxofre, foi observada a oferta de dois ou mais alimentos sulfurados concomitantemente em 32,75% das refeições, classificando-se como "regular". Estes alimentos, a exemplo da acelga, repolho verde, repolho roxo, pepino, couve e uva, foram sempre ofertados na salada crua. Porcentagem similar foi obtida no estudo de Prado, Nicoletti e Faria (9), que registrou a oferta de dois ou mais alimentos ricos em enxofre em 40% dos dias. Este item merece devida atenção para a elaboração de cardápios, tendo em vista que a oferta concomitante de alimentos sulfurosos está associada à ocorrência de desconforto gástrico (18).

No que tange à avaliação da oferta de carnes gordurosas, observou-se a ocorrência de 39,65%, sendo classificado como "regular". Resultado similar ao do cardápio analisado por Casaril (19), que observou 42,4% de oferta de carne gordurosa, e bem superior ao resultado obtido por Vieiros e Proença (8), que foi apenas 15,6%. No presente estudo foram consideradas carnes gordurosas os embutidos utilizados na feijoada, cortes de frango com pele, costela suína, lingüiça toscana, e preparações com o acréscimo de creme de leite, como o strogonoff. Dessa forma, os alimentos ricos em gordura saturada devem ser evitados, uma vez que o seu consumo excessivo pode acarretar diversos agravos à saúde, a exemplo da obesidade, dislipidemias e doenças cardiovasculares.

A incidência de frituras foi apenas de 5,17%, sendo classificado como "ótimo", o que pode ser explicado pelo fato de a UAN possuir forno industrial, o que exime a necessidade da realização de frituras. A porcentagem aferida se apresentou como um ponto positivo, uma vez que diversos estudos têm apontado o consumo de gorduras saturadas e colesterol como fatores de risco para doenças cardiovasculares (20).

A oferta de doce ocorreu em 13,79% das refeições, o que foi classificado como "bom". Os doces, somente ofertados no almoço, foram: mariola, mousse de maracujá, doce de leite, gelatina e creme de chocolate. Outros estudos apresentaram uma oferta superior, a exemplo de Oliveira et al. (16), que obteve 46,94%, e Prado, Nicoletti e Faria

(9), que registrou 35,00%. Conforme o Guia Alimentar para a População Brasileira (13), o consumo excessivo de açúcar aumenta o risco de obesidade e de outras doenças crônicas, o que justifica a necessidade do controle da sua oferta. Por sua vez, a oferta combinada de doce e fritura ocorreu em apenas uma refeição, o que perfaz 1,72%, sendo classificado como "ótimo".

Destacou-se, ainda, que quando comparados os cardápios do almoço e jantar, alguns critérios da análise apresentaram diferença, conforme se pode verificar da Tabela 2.

**Tabela 2 -** Comparativo entre os cardápios do almoço e jantar, em relação a cada critério analisado.

| ITENS | ALMOÇO (%) | JANTAR (%) |
|---|---|---|
| **(Positivos)** | | |
| Folhosos | 75,86 | 31,03 |
| Frutas | 17,24 | 0 |
| **(Negativos)** | | |
| Cores iguais | 20,68 | 41,37 |
| Ricos em enxofre | 55,17 | 10,34 |
| Carne gordurosa | 44,82 | 34,48 |
| Fritura | 3,44 | 6,89 |
| Doce | 27,58 | 0 |
| Fritura + Doce | 3,44 | 0 |

**Fonte**: Dados da pesquisa, 2023.

No jantar, a oferta de folhosos reduziu consideravelmente, enquanto a oferta de frutas como sobremesa foi inexistente. A monotonia das cores aumentou de 20,68% para 41,37%, e a fritura subiu de 3,44% para 6,89%. Tais diferenças podem ser explicadas pela redução expressiva do número de comensais que jantam na Instituição, tendo em vista que o jantar somente era ofertado aos funcionários que cumpriam plantão de 24 horas.

Assim, a adoção de medidas no sentido da padronização dos cardápios do almoço e jantar já implicaria em uma melhora substancial nas respectivas classificações obtidas e, consequentemente, representariam uma elevação da qualidade e adequação de todas as preparações.

## CONCLUSÕES

Com relação aos aspectos qualitativos dos cardápios, a UAN hospitalar analisada apresentou oferta semanal de folhosos, monotonia das preparações, oferta de dois ou mais alimentos com enxofre, oferta de carne gordurosa e baixa oferta de frutas. Portanto, a UAN hospitalar necessita realizar adequações na qualidade dos cardápios, visando à oferta de preparações seguras de acordo com os aspectos higiênico-sanitários e com qualidade nutricional adequada.

## REFERÊNCIAS

1. Aberc - Associação Brasileira das Empresas de Refeição Coletiva. Mercado Real. 2020.

2. Abreu E, Spinelli M, Pinto A M. Gestão de Unidades de Alimentação e Nutrição: um modo de fazer. 7. ed. São Paulo: Editora Metha; 2019.

3. Brasil, Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília (DF): Senado Federal; 1988.

4. Teixeira SG, Milet Z, Josedira C, Biscontini TM. Administração aplicada às Unidades de Alimentação e Nutrição. São Paulo: Atheneu, 2007.

5. Rebuças KCFA. Jorge MMO, Silva EA da, Santos BCF dos, Lopes CRL, Santos GM dos, et al. Avaliação das Condições Higiênico-Sanitárias e Físico-Estruturais em Unidades de Alimentação e Nutrição de um Estado do Nordeste Brasileiro. Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde. 2021; 25:66- 71.

6. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 2004.

7. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 275, de 22 de outubro de 2002. Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/ industrializadores de alimentos. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 2002.

8. Veiros, MB, Proença RPC. Avaliação qualitativa das preparações do cardápio em uma unidade de alimentação e nutrição–método AQPC. Nutrição em Pauta. 2003; 11(62):36-42.

9. Prado BG, Nicoletti AL, Faria C da S. Avaliação qualitativa das preparações de cardápio em uma unidade de alimentação e nutrição de Cuiabá-MT. Journal of Health Sciences. 2013; 15(3).

10. Egea MB, Silva JC de MS, Andrade SCBJ de. Avaliação Qualitativa de Cardápio em uma Unidade de Alimentação na Cidade de Rio Verde/GO. Revista Vértices. 2020; 22:166-174.

11. Ygnatios NTM, Lima NN, Pena GDG. Avaliação qualitativa das preparações do cardápio de uma escola privada em um município do interior de Minas Gerais. Revista da Associação Brasileira de Nutrição-RASBRAN. 2017; 8:82-89.

12. JOSÉ, Dayane Kanarski Bernardino et al. Avaliação qualitativa das preparações do cardápio em unidade de alimentação e nutrição de Guarapuava, PR. HigAliment, v. 32, n. 276/277, p. 33-36, 2018.https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/04/882811/276-277-site-33-36.pdf. Acesso 23 de outubro 2023.

13. Brasil, Guia Alimentar para a População Basileira

14. Brevidelli, MM. Fatores de risco para doenças crônicas entre participantes do programa Vivendo com Estilo e Saúde. O Mundo da Saúde. 2017; 41(4):606-616.

15. Gomes, F da S. Frutas, Legumes E Verduras: Recomendações Técnicas versus Constructos Sociais. Revista de Nutrição. 2007; 20(6):669–680.

16. Oliveira et al; Avaliação Qualitativa das Preparações do Cardápio de uma Unidade de Alimentação e Nutrição Industrial de Vitória da Conquista–Ba. Higiene Alimentar. 2016; 30.

17. Markmann DA, Leitão JB de S, Lima, APOM. Análise Qualitativa de Preparação de Cardápios de um Serviço de Nutrição Hospitalar e Relação com Indicador de Resto-Ingestão. Nutrivisa Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde. 2020; 7:1-7.

18. Mantovani LM, CHAUD DMA. Avaliação qualitativa do cardápio oferecido aos colaboradores de uma unidade de alimentação e nutrição hospitalar. Saúde (Santa Maria), 2019.

19. Casaril KBPB. Avaliação qualitativa das preparações do cardápio de uma unidade de alimentação e nutrição de Francisco Beltrão/PR. Nutrição Brasil. 2020;19:9-15.

20. Lima FELde. Ácidos Graxos e Doenças Cardiovasculares: Uma Revisão. Revista de Nutrição. 2000;13(2):73–80.

**Capítulo 44**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-44**

# A EVOLUÇÃO DO *RECALL* DE ALIMENTOS, UM PANORAMA GLOBAL DAS AGÊNCIAS REGULADORAS E LEGISLAÇÕES: REVISÃO DE LITERATURA

**Bruna Luiza Barreto de Oliveira[1]*; Leonardo Emanuel de Oliveira Costa[2] ; Iracema Maria de Carvalho da Hora[3]**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:nutribrunabarreto@gmail.com*

[1]Estudante do Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PCTA – IFRJ
[2]Docente/Pesquisador do Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos. – PCTA – IFRJ.
[3]Docente/Pesquisador do Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos. – PCTA – IFRJ.

**Resumo:** A segurança de alimentos vem ganhando destaque devido ao aumento da conscientização dos consumidores sobre seus direitos e à necessidade de garantir que produtos alimentícios não representem riscos à saúde. O processo de *"recall"*, regulamentado no Brasil pela ANVISA e pelo Ministério da Justiça, é fundamental para retirar do mercado produtos que possam causar danos ao consumidor. Esse procedimento não apenas garante a segurança dos alimentos, mas também preserva a integridade das marcas e a confiança do público. A evolução das regulamentações e a implementação de sistemas de gestão de segurança de alimentos são essenciais para prevenir e gerenciar *recall*s, minimizando riscos e protegendo a saúde pública. Este estudo revisa a literatura sobre *recall*s de alimentos, explorando as regulamentações no Brasil e no mundo, e destaca a importância da rastreabilidade e do gerenciamento de perigos, como as Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA) e alérgenos, na prevenção de incidentes de segurança alimentar.

**Palavras–chave:** segurança de alimentos; *recall*; rastreabilidade, alérgenos

## INTRODUÇÃO

Com o crescente nível de exigência dos consumidores em relação à qualidade dos produtos que consomem e o maior acesso às informações sobre seus direitos, a segurança dos alimentos tornou-se uma preocupação central. O aumento significativo no número de incidentes relacionados à segurança dos alimentos pode ser atribuído tanto à melhoria dos sistemas de vigilância e notificação quanto à crescente sensibilização dos consumidores. Dessa forma, produtores e industrializadores de alimentos têm a obrigação de garantir que seus produtos ou serviços não apresentem riscos os seus clientes. Diante desse cenário tornou-se necessária a regulamentação e o monitoramento rigoroso do processo de comunicação de *recall* à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), aos consumidores e o recolhimento de produtos defeituosos.

O termo "*recall*", que em inglês significa "chamamento", é definido pelo Ministério da Justiça (MJ) como "a forma pela qual um fornecedor vem a público informar que seu produto ou serviço apresenta riscos aos consumidores". Além disso, o *recall* é uma estratégia que permite recolher produtos, esclarecer fatos e apresentar soluções" (1). No Brasil, o recolhimento de alimentos é atualmente regulamentado pela ANVISA por meio da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 655, de 24 de março de 2022 (2), que dispõe sobre o recolhimento de alimentos, a sua comunicação à ANVISA e aos consumidores e estabelece os critérios e procedimentos para o recolhimento de alimentos, embalagens e outros materiais em contato com alimentos. Além disso, a RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002 (3), exige que os estabelecimentos produtores ou industrializadores de alimentos desenvolvam, implementem e mantenham Procedimento Operacional Padronizado (POP) para o programa de recolhimento de alimentos.

O *recall*, entendido como o processo de remoção de um produto não conforme – inseguro ou ilegal – da cadeia de suprimentos, sem envolver o consumidor final, foi regulamentado no Brasil pela Portaria nº 789, de 24 de agosto de 2001 (4), no âmbito do Departamento de Proteção e Defesa do Consumidor (DPDC).

Considerando o cenário atual de recolhimento de alimentos, é essencial avaliar os perigos associados ao consumo desses produtos, que são os potenciais causas raízes para o *recall*. Entre esses perigos, destacam-se as Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA) e a contaminação por alérgenos não declarados, os quais têm um impacto significativo na saúde do consumidor, na imagem da marca e nas finanças da empresa.

Nesse contexto, a implementação de um Sistema de Gestão de Segurança de Alimentos (SGSA) torna-se essencial para atender aos requisitos regulamentares, além de minimizar os riscos financeiros e os danos potenciais aos produtos (5).

A norma ABNT NBR *ISO* 22000:2019, ao integrar o conceito de avaliação de risco, visa garantir que toda organização envolvida direta ou indiretamente na cadeia produtiva de alimentos possa planejar, implementar, operar, manter e atualizar um SGSA (6).

O presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre o *recall* de alimentos no Brasil e no mundo, realizar um panorama global das principais agências reguladoras e legislações pertinentes ao assunto, contribuindo para a literatura acerca do tema *recall* de alimentos.

## METODOLOGIA

A presente revisão foi realizada a partir de levantamento bibliográfico que teve como fundamentação a coleta de dados disponíveis na literatura, bem como sua comparação, visando aprofundar o conhecimento do tema investigado. A pesquisa foi realizada nas bases de dados Periódicos CAPES, Science Direct e PubMed. Foram utilizados como descritores, em conjunto ou isolados, as palavras: *food recall, product recall, food safety, foodborne diseases*, seguidamente foram selecionados estudos publicados de 2017 a 2024 e legislações a partir de 2001, em Inglês e Português. Efetuou-se uma leitura crítica dos títulos e dos resumos encontrados onde foram selecionadas e utilizadas 56 publicações. Todo processo de pesquisa se deu nos anos de 2023 e 2024.

## *RECALL* DE ALIMENTOS NO BRASIL E NO MUNDO

Os Estados Unidos da América (EUA) foram os pioneiros na história da fiscalização de alimentos. o *Food and Drug Administration (FDA)* teve sua origem em junho de 1906, quando o presidente Teddy Roosevelt assinou a Lei de Alimentos e

Medicamentos. Sua implementação se deu pelo *Bureau* de Química do Departamento de Agricultura dos EUA, o mais antigo escritório de proteção ao consumidor dos EUA, e por fim se tornou o FDA, uma agência do Departamento de Saúde e Serviços Humanos (7).

Atualmente duas agências reguladoras federais, o *FDA* e o *Department of Agriculture's Food Safety and Inspection Service (FSIS)*, realizam a fiscalização de alimentos nos EUA (8) e atuam em parceria com o Centros de Controle e Prevenção de Doenças (*Centers for Disease Control and Prevention).*

O *FDA* categoriza os *recall*s de alimentos em três classes, dependendo do risco para o público associado aos alimentos contaminados, que podem ser realizados por iniciativa da própria empresa, por solicitação da *FDA* ou por ordem da *FDA* sob autoridade legal. São categorizados como *Recall* Classe I: probabilidade razoável de consequências adversas graves à saúde ou morte; *Recall* Classe II: probabilidade de consequências adversas graves à saúde é remota; *Recall* Classe III: provavelmente não causará consequências adversas à saúde (9).

No ano de 1985, a União Europeia (EU) editou a Diretiva 85/374/CEE14, estabelecendo em seu art. 1º, que o produtor será responsabilizado pelo dano causado por um defeito do seu produto. No ano de 2001 a UE publicou a Diretiva 2001/95/CE, relativa à segurança geral dos produtos, que determinou, em seu art. 5º, item 3, a necessidade de contatar às autoridades competentes sempre que um produto colocado no mercado apresentar riscos para o consumidor (10).

A Europa conta com o *Rapid Alert System for Food and Feed* (*RASFF)*, que é uma ferramenta de comunicação que atua com o intuito de garantir a segurança dos alimentos (11). O sistema foi criado em 1979, porém na atualidade a base jurídica do *RASFF* é o Regulamento (CE) n.º 178/2002 (Legislação Alimentar Geral Europeia), ao mesmo tempo que suas medidas de implementação são definidas no Regulamento (UE) n.º 16/2011 da Comissão (12).

O *Codex Alimentarius* atua mundialmente e consiste em um conjunto de normas e diretrizes alimentares internacionais, incluindo a rotulagem de alérgenos alimentares, usado como referência principal por 186 países em todo o mundo (13). Tem como principal objetivo proteger a saúde do consumidor e garantir práticas leais no comércio internacional de alimentos, além de orientar e estimular a elaboração e o estabelecimento de definições e critérios para alimentos de modo a promover sua harmonização e facilitar o comércio internacional (14).

No Brasil o Código de Defesa do Consumidor (CDC) estabeleceu as relações consumeristas através da Lei nº 8078 de 1990, entrando em vigor em 11 de março de 1991, contribuindo para o avanço da cidadania e segue até os dias atuais como uma das leis mais importantes para a garantia de direitos no Brasil (15).

A partir da Portaria nº 789, de 24 de agosto de 2001 foi regulamentado o *recall* no Brasil, no âmbito do Departamento de Proteção e Defesa do Consumidor (DPDC), sendo relativa à periculosidade de produtos e serviços já introduzidos no mercado de consumo (4). A portaria nº 618 de 1º de julho de 2019 do MJ determina, detalhadamente, as regras básicas para o *recall* que no Brasil é denominado "chamamento" (15).

No estado de São Paulo no ano de 1976 através do Decreto nº 7.890, foi instituído o Sistema Estadual de Proteção ao Consumidor, sendo o primeiro órgão público de proteção ao consumidor, posteriormente o artigo 4º, do Decreto 2.181/97 deu origem ao PROCON-SP (Fundação de Proteção e Defesa do Consumidor), consequentemente outros estados iniciaram a implantação de órgãos para a defesa do consumidor, com o

objetivo de elaborar e executar a política nacional de proteção e defesa dos consumidores (16),(17).

O Brasil conta com importantes ferramentas de auxílio ao consumidor, a PROTESTE e o Instituto de Defesa de Consumidores (IDEC) (18) que são entidades de defesa do consumidor. Ambos associados ao *consumers international (CI),* que constitui a base do movimento mundial (19). O IDEC tem como missão orientar, conscientizar, defender a ética na relação de consumo e, sobretudo, lutar pelos direitos de consumidores-cidadãos, já a PROTESTE realiza testes comparativos e estudos de mercado, promovendo a melhor relação entre consumidores, fornecedores e órgãos reguladores (20). O Reclame AQUI também contribui para a solução de conflitos entre empresas e consumidores sendo a maior plataforma de solução de conflitos entre consumidores e empresas da América Latina, atuante há 23 anos como um importante banco de dados a respeito da reputação das empresas e contribuindo para a evolução do seu processo de atendimento (21).

## LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

A Constituição Federal prevê no artigo 5º, inciso XXXII, a proteção ao consumidor, como direito fundamental. O artigo 196 da carta determina que é dever do estado fomentar políticas públicas que tenham como finalidade a diminuição de riscos ao cidadão e o acesso igualitário a ações que busquem sua proteção. Desta forma, o CDC prevê a proteção à saúde e a segurança nas relações de consumo, como direito básico do consumidor, conforme disposto no artigo 6º do referido diploma legal (22).

A Portaria do MJ nº 618/2019 disciplina o procedimento de comunicação da nocividade ou periculosidade de produtos e serviços após sua colocação no mercado de consumo (15). O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) realiza o monitoramento de mercado dos produtos que regulamenta e dispõe de um acordo de cooperação com a Secretaria Nacional do Consumidor (SENACON), realizando um trabalho em conjunto com o objetivo de promover a segurança dos produtos para os usuários (1).

No âmbito dos alimentos é necessário atender ainda as diretrizes da ANVISA que legisla sobre bebidas, águas envasadas, ingredientes, matérias-primas, aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia, materiais em contato com alimentos, contaminantes, resíduos de medicamentos veterinários, rotulagem e inovações tecnológicas em produtos da área de alimentos. Para alimentos de origem animal (carnes, leite, ovos, mel, pescados e seus derivados), bebidas em geral (não alcoólicas, alcoólicas e fermentadas) e vegetais in natura é necessário atender as diretrizes do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA).

Segundo a ANVISA, o Programa de Recolhimento de Alimentos conforme a RDC nº 655, de 24 de março de 2022, estipula os critérios e procedimentos para o recolhimento de alimentos, embalagens e outros materiais em contato com alimentos e para a comunicação à ANVISA e aos consumidores (2) e tem como propósito retirar do mercado lotes de produtos que configurem risco ou agravo à saúde do consumidor. Imediatamente após o conhecimento dessa necessidade, caso o processo de recolhimento não seja realizado voluntariamente pela empresa interessada (art. 9º da RDC 655/22), a ANVISA pode decretar o recolhimento do produto. Desta forma a empresa deve seguir todas as etapas do procedimento descritos na legislação sanitária (23).

Existem no Brasil três tipos diferentes de *recall* que são, 1) Por riscos ou agravos à saúde, é aplicado pela ANVISA; 2) Por nocividade ou periculosidade de produtos - determinado pela SENACON (Secretaria Nacional do Consumidor); 3) Por cumprimento

da obrigação legal, onde é obrigação dos fornecedores (fabricantes, revendedores e estabelecimentos comerciais) de realizar a imediata comunicação à SENACON e aos demais órgãos públicos a respeito dos problemas identificados (18).

Caso haja a identificação de risco ou agravo à saúde do consumidor é necessária a realização do *recall*. Nesse contexto o controle de rastreabilidade é de suma importância, pois torna o processo de *recall* mais rápido e eficiente. De acordo com a legislação brasileira, a rastreabilidade é definida como "um conjunto de procedimentos que permite detectar a origem e acompanhar a movimentação de um produto ao longo das etapas da cadeia produtiva, mediante dados e registros de informações" (2), (23). A rastreabilidade é considerada um sistema eficiente de monitorização da segurança e da qualidade, com a potencialidade de melhorar a segurança nas cadeias produtivas, assim como para aumentar a confiança dos consumidores e para estabelecer conexão entre produtores e consumidores (24).

## PRINCIPAIS PERIGOS ASSOCIADOS AO *RECALL* DE ALIMENTOS

As Doenças Transmitidas por Água e Alimentos (DTHA) resultam da ingestão de água ou alimentos contaminados. Atualmente, mais de 250 tipos de DTHA são conhecidos em todo o mundo, e essas doenças podem ser causadas por bactérias e suas toxinas, vírus, parasitas intestinais oportunistas ou substâncias químicas. Um surto de DTHA é caracterizado quando duas ou mais pessoas apresentam sintomas semelhantes após consumir alimentos ou água provenientes da mesma fonte ou local. Certas doenças, como a Cólera e o Botulismo, são de tal gravidade que a confirmação de apenas um caso já é suficiente para classificar como surto (25).

As DTHA configuram um transtorno significativo para a saúde global. Nos EUA, em 2021, ocorreram 1.963 surtos de doenças transmitidas por alimentos, acarretando 34.444 doentes, 1.568 hospitalizações e 65 mortes (26) No ano de 2022 na Europa, aconteceram 5.871 surtos de doenças de origem alimentar, resultando em 50.771 doentes, 2.969 hospitalizações e 65 mortes (27) e no Brasil, no ano de 2023, ocorreram 1.162 surtos, 27.874 pessoas expostas, 19.671 doentes, 1.443 hospitalizados e 31 mortes (28).

A maioria das DTHA podem ser evitáveis com a adoção de boas práticas de fabricação, e sua disseminação pode estar associada a práticas mal aplicadas ou inadequadas impactando diretamente na qualidade do produto final (29). Os avanços na prevenção e controle de DTHA devem evoluir juntos. É de suma importância identificar os perigos presentes e controlá-los, desenvolver estratégias de intervenção, analisar o comportamento humano na manipulação de alimentos, criar programas educacionais e de treinamento eficientes, além de prever a eficácia das intervenções potenciais e estabelecer códigos de conduta funcionais e aplicáveis para os diversos setores da indústria de alimentos (30).

A alergia alimentar está se tornando cada vez mais comum em todo o mundo. Cerca de 10% da população em países desenvolvidos enfrenta algum tipo de alergia alimentar (31). No Reino Unido, aproximadamente 30% dos adultos têm reações adversas ao consumir alimentos, sendo que 6% da população adulta tem alergia alimentar confirmada clinicamente mediada por IgE, o que equivale a cerca de 2,4 milhões de pessoas (32). Entre 2014 e 2020, as hospitalizações por reações alérgicas a alimentos representaram 65% dos atendimentos médicos relacionados à ingestão de alimentos, apresentando um aumento total de 49,7% (33). Estima-se que anualmente, apenas no Reino Unido, sejam gastos cerca de 80 milhões de euros exclusivamente em hospitalizações e casos de hipersensibilidade alimentar (34).

Os *recall*s associados a alérgenos não declarados foram identificados como a causa mais comum de *recall*s e notificações em todo o mundo (35). Entre as incidências de segurança de alimentos no Canadá, na União Europeia, no Reino Unido e nos EUA nos anos 2008-2018, os alérgenos ficaram em primeiro lugar (46%), seguidos pelos perigos microbiológicos (40%) (36) expondo a necessidade de melhoria na gestão dos alérgenos na indústria de alimentos.

A Comissão do Codex Alimentarius definiu os alérgenos "prioritários" que são alimentos ou ingredientes que provocam alergias em várias populações mundialmente e são mais propensos a ocasionar reações graves, mesmo quando consumidas em quantidades pequenas. Esses alimentos contemplam o "Big 8": leite, ovo, peixe, crustáceos, nozes, amendoim, trigo, soja, além de sulfitos (em concentrações de 10 mg/kg ou mais) e tem sido um importante desafio para a Comissão do *Codex Alimentarius* exigir a presença da descrição desses alérgenos nos rótulos dos alimentos (37).

O Regulamento 1169/2011 da UE relativo à prestação de informação aos consumidores sobre os gêneros alimentícios indica 14 substâncias ou produtos que provocam alergias ou intolerâncias de interesse relevante na UE: aipo, cereais contendo glúten, crustáceos, ovos, peixe, tremoço, leite, moluscos, mostarda, amendoim, gergelim, soja, dióxido de enxofre, sulfitos (se estiverem em concentração superior a dez partes por milhão) e nozes (38).

Em 1 de outubro de 2021 entrou em vigor no Reino Unido a 'Lei de Natasha' que inclui requisitos mais rigorosos para que os alimentos pré-embalados tenham informações completas e precisas na rotulagem de ingredientes e alérgenos (39), conforme a "Lei de Natasha" o rótulo deve conter o nome do alimento e a lista de ingredientes com os 14 alérgenos que devem ser declarados (40).

Os alérgenos são uma das causas predominantes de *recall*s de alimentos nos EUA. O FDA estabelece requisitos pertinentes aos principais alérgenos alimentares e rotulagem sem glúten com a finalidade de garantir a segurança do alimento para pacientes alérgicos e celíacos, respectivamente. A Lei de Alimentos, Medicamentos e Cosméticos (Food, Drug, and Cosmetic Act - FD&C Act) indica os principais alérgenos alimentares como: leite, ovos, peixe, crustáceos, nozes, amendoim, trigo, soja e gergelim (41).

No Brasil a RDC nº 26, de 02 de julho de 2015 estabeleceu os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares no Brasil, sendo eles trigo, centeio, cevada, aveia e suas estirpes hibridizadas, crustáceos, ovos, peixes, amendoim, soja, leites de todas as espécies de animais mamíferos, amêndoa (*Prunus dulcis, sin.: Prunus amygdalus, Amygdalus communis L.*), avelãs (*Corylus spp.*), castanha-de-caju (*Anacardium occidentale*), castanha-do-brasil ou castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*), Macadâmias (*Macadamia spp.*), nozes (*Juglans spp.*), pecãs (*Carya spp.*), pistaches (*Pistacia spp.*), pinoli (*Pinus spp.*), castanhas (*Castanea spp.*), látex natural (42).

Como resultado da revisão e consolidação da RDC nº 26/2015, em 1° de julho de 2022 entrou em vigor a RDC nº 727 (43) que estabeleceu regras sobre a rotulagem dos alimentos, bebidas, ingredientes, aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia embalados na ausência do consumidor e inclui advertências sobre os principais alimentos associados a alergias alimentares, assegurando que os consumidores tenham acesso a informações precisas e confiáveis sobre a presença de alergênicos nos alimentos (44).

Na União Europeia, segundo dados do *RASFF*, 241 alimentos foram notificados de 2020 a 2024, sendo 74,3% notificações por alergênico ou presença de glúten não declarados no rótulo e 25,7% por contaminação cruzada (45). Nos EUA os dados do *FDA* indicam que de 2008 a 2024 sofreram *recall* 650 alimentos, sendo 227 relacionados a

alergênicos, e destes 96,5% foram por alergênico ou presença de glúten não declarados no rótulo e 3,5% por possível contaminação cruzada (46). No Brasil de 2004 a 2021 foram realizados 49 *recall*s de alimentos, sendo 22,4% por alergênico ou presença de glúten não declarados no rótulo (47). Esses dados expressam com clareza que os fatores erro na rotulagem e o contato cruzado por perigo químico são importantes causadores de *recall* em alimentos, ocasionando a presença do alergênico não declarado no rótulo.

Os consumidores com alergias alimentares confiam no fabricante de alimentos para o fornecimento de informações precisas sobre alérgenos nos rótulos dos produtos. O rótulo cumpre não só a função de informar o consumidor a respeito do conteúdo do produto como também é um requisito regulamentar. É responsabilidade do fabricante auxiliar seus consumidores com a identificação dos alimentos que contêm alérgenos alimentares através de uma rotulagem precisa, clara e dentro das exigências da lei (48).

A legislação de rotulagem deve ser seguida para atestar a segurança dos alimentos e isto requer a implementação do Programa de Controle de Alergênicos (PCAL), e uma rigorosa comunicação de informações sobre alérgenos ao longo da cadeia de abastecimento. Repassar esta informação com exatidão, para informar a rotulagem e/ou comunicação de informações sobre alergênicos, pode ser um grande desafio para pequenas e médias empresas do setor alimentar devido à pouca adesão a tecnologias avançadas de rotulagem (49).

A gestão dos alérgenos alimentares é prejudicada pela falta de adesão às boas práticas por parte dos fabricantes de alimentos, entretanto poderia ser melhorada através da utilização de recursos como auditorias, avaliação da cultura de segurança alimentos, ações para o fortalecimento da conformidade; implantação de tecnologias de rastreabilidade, aumentando a eficiência da gestão dos alérgenos alimentares (50).

Entender as causas e a incidência dos *recall*s causados por alérgenos alimentares pode auxiliar na identificação de práticas, tendências ou padrões que possam estar contribuindo para a sua ocorrência e instituir medidas eficientes para evitá-lo (41).

É inegável que as adversidades relacionadas a segurança dos alimentos é uma questão pública que vem ganhando destaque internacional (6), desta forma se torna essencial a adoção de ferramentas para a garantia da qualidade.

## ISO 22000 E A SEGURANÇA DE ALIMENTOS

A *ISO* 22000 foi desenvolvida com o objetivo de abordar os perigos relacionados à segurança de alimentos, oferecendo um método de controle dinâmico que integra elementos fundamentais reconhecidos, como a comunicação interativa, gestão de sistemas, programas de pré-requisitos (PPR) e análise de perigos e pontos críticos de controle (HACCP) (51). Sua adoção é uma decisão estratégica que não apenas impulsiona a receita de uma empresa e a rastreabilidade de seus produtos alimentícios, mas também minimiza o desperdício de alimentos (51) (52) (53) (54).

A Organização Internacional de Normalização (*International Organization for Standardization- ISO*) anunciou em 2018 os requisitos da versão revisada da *ISO* 22000 que no Brasil foi implantada em 2019 com a revisão da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A norma destaca a maior atenção ao pensamento orientado ao risco, integrando o conceito de avaliação de risco ao sistema *ISO* 22000:2005, desta forma aumentando a participação e comprometimento da alta administração da empresa na formulação, implementação e comunicação de políticas de segurança de alimentos (55).

A ABNT NBR *ISO* 22000:2019 caracteriza os requisitos para o estabelecimento de um SGSA, visando garantir que todas as organizações envolvidas, de forma direta ou indireta, na cadeia produtiva de alimentos possam planejar, implementar, operar, manter e atualizar seu sistema.

A norma determina que seja implantado um sistema de rastreabilidade eficaz, e o devido tratamento de produtos potencialmente inseguros, retendo, identificando e mantendo sob seu controle. Caso esses produtos já não estejam mais sob controle da organização a norma dispõe a notificação das partes interessadas relevantes e o início do processo de recolhimento/*recall* sendo capaz de assegurar em tempo adequado o recolhimento dos produtos potencialmente inseguros, indicando pessoa(s) capacitadas para iniciar o procedimento, notificando as partes interessadas, tratando os produtos potencialmente inseguros e executando as ações a serem tomadas (56).

## CONCLUSÕES

A partir da revisão bibliográfica realizada no presente estudo, foi possível concluir que a segurança de alimentos passou a ser um tema de destaque no mundo globalizado, no qual o comércio internacional de alimentos vem se intensificando em um cenário com consumidores cada vez mais exigentes e informados. O aumento de incidentes é um reflexo tanto do aprimoramento dos sistemas de vigilância quanto da maior conscientização pública. Pode-se afirmar que o *recall* é uma medida crucial para a proteção da saúde do consumidor e para a manutenção da confiança no mercado. A análise das legislações e práticas internacionais, como as do *FDA* nos EUA, da União Europeia e do *Codex Alimentarius*, reforça a necessidade de padrões rigorosos e de um SGSA eficaz.

Em consonância com os objetivos do estudo, que visava apresentar um panorama global das práticas e regulamentações de *recall*, evidenciou-se a complexidade do cenário regulatório e a importância da harmonização de normas internacionais para a eficácia dos *recall*s. Além disso, a revisão dos principais perigos associados aos *recalls*, como as DTHA e os alérgenos, sublinhou a relevância de um controle rigoroso e de uma comunicação clara entre os fabricantes, consumidores e órgãos reguladores.

Para enfrentar os desafios da segurança de alimentos, são fundamentais a implementação e o constante aprimoramento de um SGSA, integrado com as melhores práticas globais e adaptado às especificidades locais. A capacitação contínua dos envolvidos na cadeia produtiva para fomentar uma cultura de segurança de alimentos e a atualização das normas de rotulagem e rastreabilidade são medidas indispensáveis para minimizar os riscos à saúde pública e assegurar a integridade do mercado alimentício.

## REFERÊNCIAS

1. Brasil. Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO). Recall. [Internet]. Brasília. 2020. [acesso em: 22 Set. 2023]. Disponível em: https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/vigilancia-de-mercado/orientacoes-para-o-consumidor/recall.

2. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 655, de 24 de março de 2022. [Internet]. Brasília; 2022. [acesso em: 15 Out. 2023]. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6414416/RDC_655_2022_.pdf/4109271b-3397-45f1-8ae0-a2668b63ba92.

3. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. [Internet]. [acesso em: 07 Fev. 2024]. Disponível em: file:///C:/Users/bruna/Downloads/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20RDC%20ANVISA%20n%20275,de%2021%20de%20outubro%20de%202002.pdf.

4. Brasil. Ministério da Justiça e Segurança Pública. Gabinete do Ministro. Portaria nº 789, de 24 de agosto de 2001. [Internet]. Brasília; 2001. [acesso em: 15 Out. 2023]. Disponível em: https://www.procon.go.gov.br/wp-content/uploads/2011/11/Portaria-n%C2%BA-789-24-08-2001-MJ-DPDC-Periculosidade-de-produtos-e-servi%C3%A7os-ja-introduzidos-no-mercado-de-consumo..pdf.

5. Hall DC, Johnson-Hall TD. The value of downstream traceability in food safety management systems: an empirical examination of product recalls. Operations Management Research. [Internet]. 2021. [acesso em: 13 Mar. 2024]. Disponível em: https://doi-org.ez140.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s12063-021-00184-1.

6. Chen S, Liou B, Dai F, Chuang P, Chen C. Study on the risks of metal detection in food solid seasoning powder and liquid sauce to meet the core concepts of ISO 22000:2018 based on the Taiwanese experience. [Internet]. Food Control. 2020. [acesso em: 11 Out. 2023]. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.107071.

7. Food and Drug Administration (FDA) Alumni Association. History of FDA. Evolution of FDA - the 1st 100 years. [Internet]. [acesso em: 15 Out. 2023]. Disponível em: https://www.fdaaa.org/about-fdaaa/history-of-fda/

8. Qiu Q, Dewey-Mattia D, Subramhanya S, Cui Z, Griffin PM, Lance S, et al. Food recalls associated with foodborne disease outbreaks, United States, 2006–2016. [Internet]. Epidemiology and Infection. 2021. [acesso em: 15 Out. 2023]. Disponível em: https://doi.org/10.1017/S0950268821001722.

9. Food and Drug Administration (FDA). Recalls Background and Definitions. [Internet]. 2014. [acesso em: 15 Out. 2023]. Disponível em: https://www.fda.gov/safety/industry-guidance-recalls/recalls-background-and-definitions.

10. Saab MFC. Recall de produtos no Brasil: do surgimento do instituto à sua aplicação. [Internet]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2018. [acesso em: 16 Out. 2023]. Disponível em: doi:10.11606/D.2.2018.tde-22102020-172631.

11. Djekic I, Jankovic D, Rajkovic A. Analysis of foreign bodies present in European food using data from Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF). [Internet]. Food Control. 2017. [acesso em: 16 Out. 2023]. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.03.047.

12. Leo FD, et al. Food contact materials recalls and international trade relations: an analysis of the nexus between RASFF notifications and product origin. [Internet]. Food Control. 2021. [acesso em: 16 Out. 2023]. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107518.

13. Soon JM, Wahab IRA. Global food recalls and alerts associated with labelling errors and its contributory factors. [Internet]. Trends in Food Science & Technology. 2021. [acesso em: 12 Out. 2023]. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.001.

14. Almeida CR, Raszl SM, Ore NDB, Júnior GAC. O Codex Alimentarius. Argentina: Organização Pan-americana da Saúde. [Internet] 2005. [acesso em: 10 Mar. 2024]. Disponível em: https://iris.paho.org/handle/10665.2/51873.

15. Brasil. Ministério da Justiça e Segurança Pública. Portaria do Ministro nº 618, de 01 de julho de 2019. [Internet]. Brasília; 2019. [acesso em: 02 Out. 2023]. Disponível em: https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/seus-direitos/consumidor/defesadoconsumidor/Biblioteca/legislacao-upload/portaria_mjsp_n-_618_2019.pdf.

16. Fundação Procon-SP. PROCON SP 35 anos. [Internet]. São Paulo; 2011. [acesso em: 19 Jun. 2024]. Disponível em: https://www.procon.sp.gov.br/wp-content/uploads/files/livro_procon_35_anos.pdf

17. Procon RJ. Institucional/histórico. Você sabe o que é o PROCON? [Internet]. Rio de Janeiro; 2024. [acesso em: 19 Jun. 2024]. Disponível em: http://www.procon.rj.gov.br/index.php/main/historico.

18. IDEC - Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. Aniversário do CDC: 30 direitos do consumidor garantidos na lei. [Internet]. 2020. [acesso em: 15 Out. 2023]. Disponível em: https://idec.org.br/dicas-e-direitos/aniversario-do-cdc-30-direitos-do-consumidor-garantidos-na-lei.

19. Azevedo RMMC, Jorge K, Azeredo DRP. Evolução do conceito de segurança alimentar. In: Azeredo DRP, editor. Inocuidade dos Alimentos. Rio de Janeiro: Atheneu; 2017. p. 3-17.

20. Proteste. Quem somos. [Internet]. 2024. [acesso em: 19 Jun. 2024]. Disponível em: https://cms.proteste.org.br/quem-somos.

21. Reclame Aqui. Sobre nós. [Internet]. 2024. [acesso em: 19 Jun. 2024]. Disponível em: https://www.reclameaqui.com.br/institucional/

22. Brasil. Ministério da Justiça. Secretaria Nacional do Consumidor. Guia Prático do Fornecedor - Recall. [Internet]. Brasília; 2014. [acesso em: 02 Out. 2023]. Disponível em: https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/seus-direitos/consumidor/saude-e-seguranca/anexos/recall-guia-pratico-do-fornecedor.pdf.

23. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Perguntas e respostas sobre recolhimento de alimentos: confira. [Internet]. Brasília; 2022. [acesso em: 02 Out. 2023]. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2022/perguntas-e-respostas-sobre-recolhimento-de-alimentos-confira#:~:text=O%20recolhimento%20de%20alimentos%20visa,uma%20situa%C3%A7%C3%A3o%20de%20risco%20sanit%C3%A1rio.

24. Aung MM, Chang YS. Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. [Internet]. Food Control. 2014;39:172-84. [acesso em: 15 Out. 2023]. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.007.

25. Brasil. Ministério da Saúde. Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA). [Internet]. Brasília; 2023. [acesso em: 26 Set. 2023]. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha.

26. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID). National Outbreak Reporting System (NORS). [Internet]. 2023. [acesso em: 11 Out. 2023]. Disponível em: https://wwwn.cdc.gov/norsdashboard/

27. European Food Safety Authority. Painel da Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos. Foodborne outbreaks. 2022.

28. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar Informe - 2023. [Internet]. Brasília. 2023. [acesso em: 11 Out. 2023]. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha/publicacoes/surtos-de-doencas-de-transmissao-hidrica-e-alimentar-no-brasil-informe-2023

29. Ji, Y. Ko, WH. Is It Training Enough? Professional Competence in Catering Quality for University Food Canteen Employees. [Internet]. 13, 59. 2024. Foods. [acesso em: 07 Abr. 2024]. Disponível em: https://doi.org/10.3390/foods13010059

30. Todd, E. Food-Borne Disease Prevention and Risk Assessment. International Journal of Environmental Research and Public Health. [Internet]. 2020. [acesso em: 13 Marc. 2024]. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ijerph17145129

31. Nações Unidas. FAO e OMS lideram comissão especializada em alergias alimentares. [Internet]. Brasília. 2022. [acesso em: 12 Out. 2023]. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/187445-fao-e-oms-lideram-comiss%C3%A3o-especializada-em-alergias-alimentares#:~:text=Big%208%20%2D%20Os%20al%C3%A9rgenos%20priorit%C3%A1rios,quando%20consumidas%20em%20pequenas%20quantidades.

32. Food Standards Agency. Reactions and near misses to food in children and adults with food hypersensitivities. [Internet]. 2023. [acesso em: 13 Mai. 2024]. Disponível em: https://doi.org/10.46756/sci.fsa.eio564

33. Yue, SR; Shrivastava, R; Campbell, K; Walker, MJ. Food allergen recalls in the United Kingdom: A critical analysis of reported recalls from 2016 to 2021. [Internet]. Food Control. 2023. [acesso em: 13 Out. 2023]. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109375

34. Food Standards Agency. Food hypersensitivity strategy. [Internet]. 2020. [Acesso em: 13 Out. 2023]. Disponível em: https://www.food.gov.uk/sites/default/files/media/document/fsa-20-01-08-annex-food-hypersensitivity-strategy.pdf.

35. Soon, J.M; Wahab, IRA. Global food recalls and alerts associated with labelling errors and its contributory factors. [Internet]. Trends in Food Science & Technology. 2021. [acesso em: 12 Out. 2023]. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.001

36. Soon, JM. Brazier, AKM; Wallace, CA. Determining common contributory factors in food safety incidents – A review of global outbreaks and recalls 2008–2018. [Internet]. Trends in Food Science & Technology. v. 97, p. 76-87, 2020. [acesso em: 29 Ago. 2023]. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.030

37. Nações Unidas Brasil. FAO e OMS lideram comissão especializada em alergias alimentares. [Internet]. Brasília. 2022. [acesso em: 12 Out. 2023]. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/187445-fao-e-oms-lideram-comiss%C3%A3o-especializada-em-alergias-alimentares#:~:text=Big%208%20%2D%20Os%20al%C3%A9rgenos%20priorit%C3%A1rios,quando%20consumidas%20em%20pequenas%20quantidades.

38. União Europeia. Regulamento (UE) n.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de outubro de 2011. [Internet]. 2011. [acesso em: 13 Out. 2023]. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A02011R1169-20180101

39. Food Standards Agency. Food allergen labelling changes become law. [Internet]. 2022. [acesso em: 02 Fev. 2024]. Disponível em: https://www.food.gov.uk/news-alerts/news/food-allergen-labelling-changes-become-law

40. Food Standards Agency. Introduction to allergen labelling for PPDS food. [Internet]. 2021. [acesso em: 13 Out. 2023]. Disponível em: https://www.food.gov.uk/sites/default/files/media/document/introduction-to-allergen-labelling-changes-prepacked-for-direct-sale-ppds_0.pdf

41. Sharma, GM. Ma,Y. Luccioli, S. Recalls Associated with Food Allergens and Gluten in FDA-Regulated Foods from Fiscal Years 2013 to 2019. [Internet].

Journal of Food Protection. v 86, p 4, 2023. [acesso em: 12 Out. 2023]. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jfp.2023.100069

42. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 26, de 02 de julho de 2015. [Internet]. 2015. [acesso em: 07 Fev. 2024]. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2015/rdc0026_26_06_2015.pdf

43. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. Regulação de alimentos: consolidação de atos normativos. [Internet]. Brasília. 2022. [acesso em: 05 Fev. 2024]. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2022/regulacao-de-alimentos-consolidacao-de-atos-normativos#:~:text=RDC%20727%2F2022%3A%20Disp%C3%B5e%20sobre,2020%20e%20IN%2067%2F2020

44. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 727, de 01 de Julho de 2022. [Internet]. Brasília. 2022. [acesso em: 02 Fev. 2024]. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_727_2022_.pdf

45. European commission. RASFF Window. [Internet]. 2024. [acesso em: 05 Mai. 2024]. Disponível em: https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/search?searchQueries=

46. FDA- Food e Drug Administration. Recalls, Market Withdrawals, & Safety Alerts. [Internet]. 2024. [acesso em: 04 Mai. 2024]. Disponível em: https://www.fda.gov/safety/recalls-market-withdrawals-safety-alerts

47. Brasil. Ministério da Justiça. Ministério da Justiça e Segurança Pública. Dados abertos de Recalls de 2002 a 2022. [Internet]. Brasília. 2024. [acesso em: 04 Mai. 2024]. Disponível em: https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/seus-direitos/consumidor/defesadoconsumidor

48. Thesmar; H. The Food Industry Association. Food Allergens, Customer Trust and Labeling. Arlington. [Internet]. 2024. [acesso em: 02 Fev. 2024]. Disponível em: https://www.fmi.org/blog/view/fmi-blog/2024/02/01/food-allergens--customer-trust-and-labeling

49. Jia, L., Evans, S. Food Standards Agency. Prevent food allergy alerts: an incentive-based approach. [Internet]. 2021. [acesso em: 13 Out. 2023]. Disponível em: https://doi.org/10.46756/sci.fsa.flm647

50. Jia, L., Evans, S. Improving food allergen management in food manufacturing: An incentive-based approach. [Internet]. Volume 129, 2021. [acesso em: 13 Out. 2023]. Food Control. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108246

51. Chen, H. Liou, BK. Hsu, KC; Chen, CS; Chuang, PT. Implementation of food safety management systems that meets ISO 22000:2018 and HACCP: A case study of capsule biotechnology products of chaga mushroom. [Internet]. Journal of Food Science. 86: 40-54 2021. [Acesso em: 02 de Abr. 2024]. Disponível em: https://doi-org.ez140.periodicos.capes.gov.br/10.1111/1750-3841.15553

52. Abebe GK; Bahn RA; Chalak A; Yehya AAK. Drivers for the implementation of market-based food safety management systems: Evidence from Lebanon. [Internet]. Food Science & Nutrition: 1082–1092. 2020. [acesso em: 03 Abr. 2024]. Disponível em: https://doi-org.ez140.periodicos.capes.gov.br/10.1002/fsn3.1394

53. Sharma R, Hurburgh C, Mosher GA. Developing guidance templates and terminology to support multiple traceability objectives in the grain supply chain. Cereal Chem. [Internet]. 98: 52–69 2021. [acesso em: 2 Abr. 2024]. Disponível em: https://doi-org.ez140.periodicos.capes.gov.br/10.1002/cche.10388

54. Zimon, D. Madzik, P. Domingues, P. Development of key processes along the supply chain by implementing the ISO 22000 standard. Sustainability. [Internet]. 12(15), 6176. 2020. [acesso em: 03 Abr. 2024]. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su12156176

55. Chen, H. Liou, BK., Chen, CS., Chuang, PT. Risk analysis method used in small- and medium-sized food enterprises implementing ISO 22000:2018 and HACCP to conditionally determine “inspection-acceptance” as a critical control point. Accreditation and Quality Assurance. [Internet]. 25, 339–354 2020. [acesso em: 02 de Abr. 2024]. Disponível em: https://doi-org.ez140.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s00769-020-01447-3

56. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR ISO 22000: 2018. Sistemas de gestão de segurança de alimentos — Requisitos para qualquer organização na cadeia produtiva de alimentos. Rio de Janeiro; 2019.

**Capítulo 45**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-45**

# CLASSIFICAÇÃO "NOVA" DE ALIMENTOS E A DUBIEDADE DO TERMO ULTRAPROCESSADOS: ANÁLISE DO GUIA ALIMENTAR PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA DE 2014

**Jacinta Silva Oliveira*; Fabiana Maria da Silva ;Gerla Castello Branco Chinelate;**

**Jacinta Silva Oliveira – Email: jacintaoliveira.ufape@gmail.com*
*Fabiana Maria da Silva – Email:* fabianamariax*@gmail.com*
*Gerla Castello Branco Chinelate – Email: gerla.chinelate@ufape.edu.br*

**Resumo:** O artigo revisa o impacto da classificação de alimentos proposta no Guia Alimentar para a População Brasileira de 2014, com foco especial nos alimentos ultraprocessados. A pesquisa explora como essa classificação, que divide os alimentos em *in natura*, minimamente processados, processados e ultraprocessados, influenciou o debate sobre a correlação do consumo de alimentos com a saúde pública, particularmente em relação à doenças como obesidade e doenças crônicas. A metodologia inclui uma análise bibliométrica baseada em dados coletados das bases Web of Science e Scopus, utilizando o termo "ultra-processed food". Os documentos selecionados foram analisados com o auxílio do software VOSviewer para gerar mapas de redes que destacam as principais conexões temáticas e geográficas na pesquisa sobre ultraprocessados. A análise revelou um aumento significativo nas publicações sobre alimentos ultraprocessados a partir de 2018, com maior concentração de pesquisas no Brasil e nos Estados Unidos. Os resultados também indicam uma forte correlação entre o consumo de ultraprocessados e questões de saúde, como obesidade e qualidade da dieta. O artigo sugere que a classificação NOVA, embora inovadora, pode ter efeitos adversos na percepção pública dos alimentos processados, muitas vezes demonizando produtos que podem ser seguros e nutricionalmente adequados. Conclui-se que uma revisão dessa classificação pode ser necessária para refletir melhor a complexidade dos processos industriais e sua relação com a saúde pública.

**Palavras–chave:** Alimentos ultraprocessados; Guia alimentar; Processamento de alimentos

## INTRODUÇÃO

O processamento de alimentos é uma prática ancestral, que evoluiu significativamente desde a Revolução Industrial, quando a introdução de novas tecnologias e métodos revolucionou a produção em massa. O avanço contínuo dessas tecnologias, impulsionado por estudos de tecnólogos, técnicos e engenheiros de alimentos, tem sido crucial para aumentar a segurança dos alimentos, a durabilidade dos

produtos e a eficiência da produção. De acordo com Floros et al. (1), os avanços tecnológicos no processamento de alimentos têm sido fundamentais para melhorar a segurança alimentar, reduzir o desperdício e aumentar a disponibilidade de alimentos seguros e nutritivos para uma população crescente.

O processamento de alimentos, desde seus primórdios, visou prolongar a vida útil dos produtos, garantir a segurança alimentar e oferecer alimentos mais convenientes para a população. Métodos como desidratação, refrigeração e defumação foram alguns dos primeiros a serem adotados, com o objetivo de preservar alimentos por mais tempo e reduzir o desperdício. Com o tempo, a evolução desses processos passou a depender cada vez mais de avanços científicos e tecnológicos.

A regulação e fiscalização desses processos também se tornaram essenciais, com órgãos como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) no Brasil, garantindo a conformidade com as diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS). Em 2014, o Guia Alimentar para a População Brasileira introduziu uma nova classificação dos alimentos, baseada no grau de processamento, o que gerou debates sobre o impacto dessas categorias, especialmente dos alimentos ultraprocessados, na saúde pública. A classificação NOVA, adotada no Guia Alimentar para a População Brasileira, destaca-se por abordar a relação entre o grau de processamento dos alimentos e os riscos à saúde, oferecendo uma nova perspectiva para a promoção da alimentação saudável (2).

O guia alimentar surgiu como uma ferramenta que auxilia os profissionais da área da saúde, bem como a população a prevenir as doenças crônicas não-transmissíveis abordando a necessidade de falar sobre a alimentação e o valor nutricional dos alimentos bem como a influência desses no combate a deficiência alimentar (3).

> O guia alimentar apresenta diretrizes acerca dos hábitos alimentares saudáveis, está inserido nas preocupações que têm inspirado as ações do governo, tanto na necessária política de segurança alimentar e nutricional como na promoção da prevenção de agravos à saúde que advenham de uma alimentação insuficiente ou inadequada (3).

No guia alimentar para a população brasileira, em sua primeira edição, discorre-se sobre alimentos *in natura*, alimentos processados minimamente e alimentos processados. Apesar de não apresentar uma definição para cada um desses termos utilizados, os dois primeiros termos foram relacionados a alimentação dos nossos antepassados como uma alimentação composta por produtos por alimentos frescos e ou processados minimamente e para os alimentos processados, relacionados aos alimentos industrializados e que como finalidade esse processamento resulta na diminuição do teor nutritivo dos alimentos (4).

Em 2014, o Ministério da Saúde publicou a 2º Edição do Guia Alimentar para a População Brasileira (5), apresentando uma nova classificação de alimentos a qual passou a nortear as escolhas e recomendações de cunho alimentício da sociedade. Tal classificação recebeu o nome NOVA e visa a distribuição e classificação dos alimentos segundo a extensão e propósito de processamento a que são submetidos (6).

Tal classificação, conhecida como NOVA, divide os alimentos em quatro categorias: in natura ou minimamente processados, ingredientes culinários processados, alimentos processados e ultraprocessados (5). Essa categorização visa orientar a população sobre escolhas alimentares mais saudáveis e prevenir doenças crônicas não

transmissíveis. No entanto, a inclusão dos alimentos ultraprocessados como uma categoria à parte gerou controvérsias, especialmente devido à percepção negativa associada a esses produtos.

Os ingredientes culinários processados foram descritos como os produtos que podem ser extraídos dos alimentos *in natura* ou a partir do meio ambiente e que são utilizados para temperar e cozinhar os alimentos com o intuito de criar receitas culinárias variadas e saborosas (5). Petrus et al. (7), apresentam que os alimentos minimamente processados preservam a qualidade nutricional e sensorial dos produtos, mantendo sua proximidade com os alimentos in natura, essencial para uma dieta saudável.

Os alimentos processados são descritos como alimentos *in natura* acrescidos de sais, açúcares ou outro ingrediente de uso culinário cujo principal objetivo é tornar este alimento agradável ao paladar e aumentar sua vida útil, podendo ser reconhecidos como "uma versão do produto original" (5).

Os alimentos ultraprocessados são formulações industriais feitas inteiramente ou majoritariamente de substâncias extraídas de alimentos (óleos, gorduras, açúcar, amido, proteínas), derivadas de constituintes de alimentos (gorduras hidrogenadas, amido modificado) ou sintetizadas em laboratório com base em matérias orgânicas como petróleo e carvão (corantes, aromatizantes, realçadores de sabor e vários tipos de aditivos usados para dotar os produtos de propriedades sensoriais atraentes). Técnicas de manufatura incluem extrusão, moldagem, e pré-processamento por fritura ou cozimento (5).

A crítica principal reside na generalização de que todos os alimentos ultraprocessados são nutricionalmente desbalanceados e potencialmente prejudiciais à saúde, o que pode levar à desvalorização de produtos que, embora industrializados, são rigorosamente fiscalizados e podem ter seu lugar em uma dieta balanceada. A Nota Técnica n° 42/2020 emitida pelo MAPA, por exemplo, sugere uma revisão dessa classificação, argumentando que a contagem de ingredientes e a atribuição de riscos à saúde podem ser interpretadas de forma inadequada, afetando tanto o setor industrial quanto a percepção do consumidor.

Eventos como o debate promovido pela Associação Brasileira de Engenheiros de Alimentos em 2020 reforçam a necessidade de reavaliar essas classificações, com base em uma compreensão mais ampla dos processos industriais e suas implicações na qualidade e segurança dos alimentos.

Através do que foi mencionado, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise bibliométrica sobre o tema Ultraprocessados, bem como analisar as classificações descritas no Guia alimentar da população brasileira de 2014 para os alimentos em comparação com os documentos já publicados e as portarias que trazem a identidade desses alimentos.

## METODOLOGIA

Com a finalidade de identificar o impacto que a nova classificação de alimentos proposta pelo guia alimentar da população brasileira de 2014 trouxe para o contexto global foi executada uma pesquisa na base de dados *web of science* e *scopus* utilizando o termo "ultra-processed food". Os documentos passaram por uma breve avaliação e em

seguida foram refinados, os artigos selecionados foram exportados e trabalhados no software livre, de fácil acesso e gratuito VOSviewer, através dele, foram gerados mapas de redes bibliométricas, que ajudam na análise de atividades científicas através de um estudo quantitativo, criando relações entre esses dados acerca de citações, cocitações, co-autoria e outros acoplamentos bibliográficos, muito importante no processo de compreensão e relevância de um tema em discussão atual.

Ainda foi realizada uma revisão bibliográfica nas bases de dados *web of science* e *scopus* em relação aos termos utilizados no guia alimentar para a população brasileira de 2014 "ultraprocessados, processados, minimamente processados e alimentos *in natura*".

Através da revisão bibliométrica com a busca na web of Science utilizando o termo "ultra-processed food" e refinando a busca, ficamos com "**ultra-processed foods** (All Fields) and **Articles** or **Review Articles** (Document Types) and **Food Science Technology** or **Public Environmental Occupational Health** or **Nutrition Dietetics** (Web of Science Categories) and **Articles** (Document Types) and **2022** or **2021** or **2020** or **2019** or **2018** or **2017** or **2016** or **2015** or **2014** or **2013** (Publication Years) and **Articles** (Document Types) and **Food Science Technology** or **Nutrition Dietetics** (Web of Science Categories) and **APPETITE** (Exclude – Publication Titles) and **Physiology** (Exclude – Web of Science Categories) and **Endocrinology Metabolism** (Exclude – Web of Science Categories)". Encontrando 495 documentos relacionados ao tema em estudo, esses dados foram exportados e trabalhados para obter características e previsões da importância desse tema atualmente, bem como seu envolvimento com outros assuntos atuais.

## ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Como resultado, houve um aumento significativo nas pesquisas relacionadas ao tema "*ultra-processed food*" a partir do ano de 2018 com 53 documentos, mas foi só em 2021 que chegou ao ápice publicações com 185 documentos. Como apresentado na Figura 1. O que pode estar relacionado ao movimento que os profissionais da área de alimentos estão realizando, através de pesquisas, para apoiar e apresentar a importância que a revisão dessa classificação tem para o setor industrial, os consumidores e o acesso a alimentação para todos.

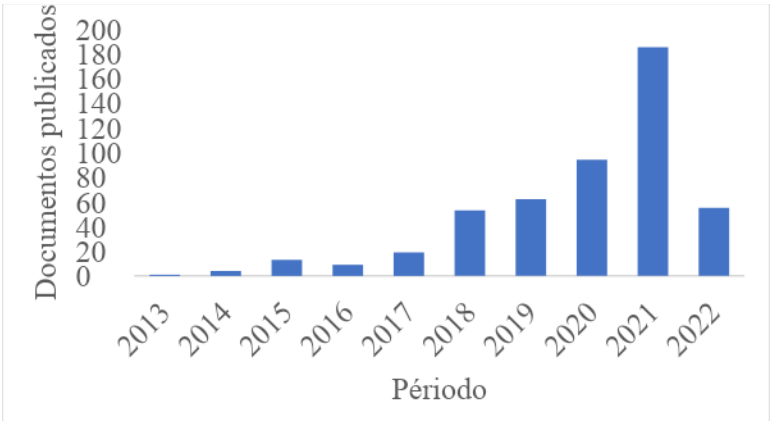



Figura 1:Relação de documentos publicados no período de 2013 até os dias atuais na Web of Science.

Seguindo a análise dos 495 documentos obtidos, a Figura 2 mostra um mapa de densidade gerado pelo software VOSviewer, indicando a quantidade de trabalhos

publicados relacionados ao tema de ultraprocessados em diferentes países. No mapa, o Brasil se destaca com a maior densidade, representado pelo tamanho da fonte e pela cor mais intensa, o que indica que é o país com o maior número de publicações (212 documentos).

Os Estados Unidos também aparecem com uma alta densidade de publicações, seguidos por Espanha, Austrália, e França. Outros países como Inglaterra, Canadá, e Itália também contribuem para o tema, mas em menor intensidade. A distribuição geográfica sugere que a pesquisa sobre ultraprocessados está concentrada principalmente no Brasil e nos Estados Unidos, refletindo talvez o interesse crescente nessas regiões sobre o impacto dos ultraprocessados na saúde pública.

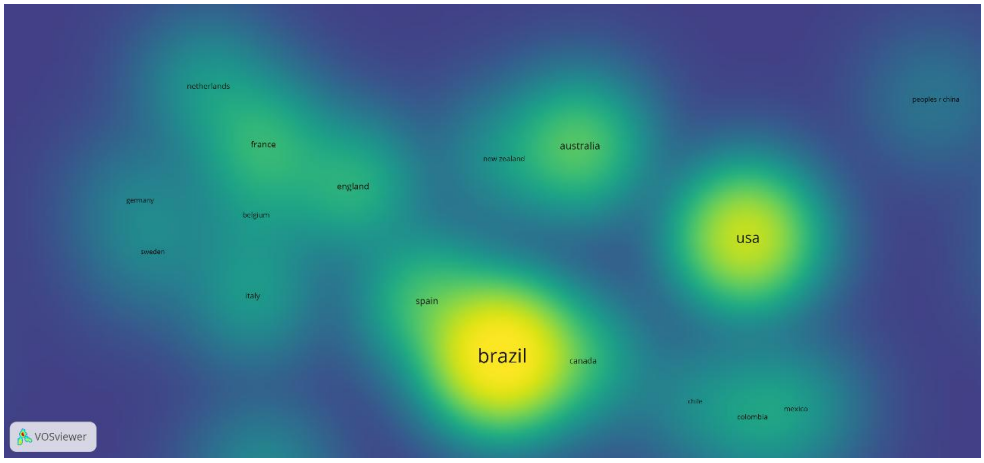



Figura 2: Países envolvidos na publicação de documentos relacionados ao tema de alimentos ultraprocessados.

Na Figura 3, apresenta-se os termos associados ao tema “alimentos ultraprocessados”, gerado pelo software VOSviewer. O mapa destaca a conexão entre alimentos ultraprocessados e outras palavras-chave frequentemente citadas em publicações científicas as quais são associadas a problemas de saúde.

O termo "obesity" (obesidade) está fortemente ligado a "alimentos ultraprocessados", sugerindo uma alta correlação entre o consumo desses alimentos e a prevalência de obesidade. Outra conexão forte é com a palavra "health" (saúde), implicando impactos dos alimentos ultraprocessados na saúde geral dos consumidores. A qualidade da dieta (Diet Quality) apresenta-se associada ao consumo de alimentos ultraprocessados, sugerindo que esses alimentos podem impactar negativamente a qualidade nutricional da dieta. Há também a presença do termo risco (Risk), condicionando riscos à saúde ao consumo frequente desses alimentos.

Tais correlações evidenciam que os estudos sobre alimentos ultraprocessados estão interligados majoritariamente com áreas da saúde e da nutrição, evidenciando a falta de associação do tema perante as atividade industriais e alimentícias em si, respaldando claramente uma preocupação associada à problemática. Uma vez que, muitas vezes, a falta de informações atrelada às notícias carregadas de julgamentos maldosos induz os consumidores a formar pensamentos errôneos acerca desta classe de alimentos.

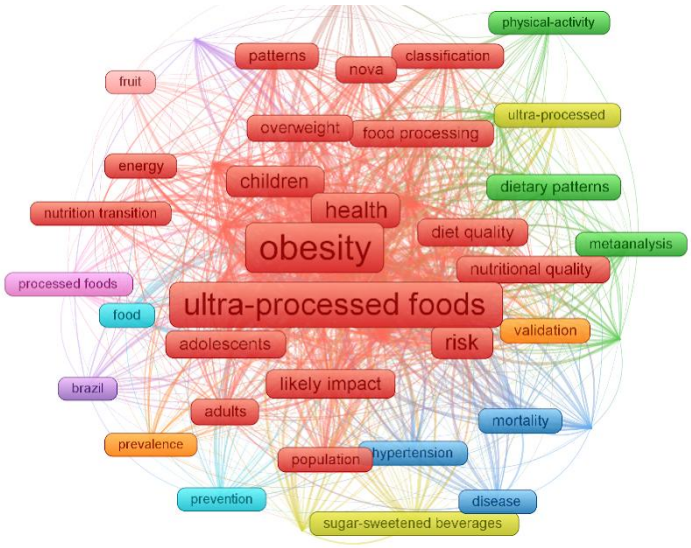



Figura 3: Palavras-chaves associadas ao estudo do termo alimentos ultraprocessados.

## ALIMENTOS *IN NATURA* OU MINIMAMENTE PROCESSADOS

A classificação de alimentos minimamente processados descrita no guia alimentar para a população brasileira difere do que realmente é um alimento minimamente processado do ponto de vista industrial, uma vez que na indústria este tipo de alimento não passa por processo de secagem ou pasteurização por exemplo.

> Os alimentos minimamente processados correspondem aos alimentos *in natura* que passaram por processos de limpeza, remoção de partes não comestíveis ou indesejáveis, fracionamento, moagem, secagem, fermentação, pasteurização, refrigeração, congelamento e processos similares que não envolvam agregação de sal, açúcar, óleos, gorduras ou outras substâncias ao alimento original (5).

Para tal, podemos citar a PORTARIA N° 20, DE 23 DE SETEMBRO DE 2009 que em seu capítulo I, diz que o Produto de origem vegetal minimamente processado é qualquer fruta ou hortaliça, ou combinação destas, que tenham sido fisicamente alteradas, isto é, que tenham sido cortadas, raladas, descascadas, picadas, dentre outros, sem que o vegetal perca a condição de produto fresco. PETRUS et al. (7) salienta a importância do processamento dos alimentos a fim de prolongar sua qualidade e durabilidade bem como mitigar as possíveis contaminações.

O primeiro grupo reúne os alimentos *in natura*, que representa os alimentos não processados (ou naturais) como partes comestíveis de plantas (sementes, frutos, folhas, caules, raízes) ou de animais (músculos, vísceras, ovos, leite), e também fungos, algas e água, após separação da natureza. Já os alimentos minimamente processados, são alimentos naturais alterados por processos como remoção de partes não comestíveis ou indesejadas, secagem, trituração, moagem, fracionamento, filtragem, torrefação, fervura, pasteurização, refrigeração, congelamento, colocação em recipientes, embalagem a vácuo ou fermentação não alcoólica. Onde nenhum desses processos adiciona substâncias como sal, açúcar, óleos ou gorduras ao alimento original (8).

> Alimentos in natura são aqueles obtidos diretamente de plantas ou de animais (como folhas e frutos ou ovos e leite) e adquiridos para consumo sem que tenham sofrido qualquer alteração após deixarem a natureza. Alimentos minimamente processados são alimentos in natura que, antes de sua aquisição, foram submetidos a alterações mínimas. Exemplos incluem grãos secos, polidos e empacotados ou moídos na forma de farinhas, raízes e tubérculos lavados, cortes de carne resfriados ou congelados e leite pasteurizado (5).

A Food and Agriculture Organization (FAO), define o processamento de alimentos como qualquer operação que culmine na modificação do alimento, visando alterar sua qualidade sensorial e de vida de prateleira, munindo-se da ciência e da tecnologia para preservar a qualidade, diversificar os produtos para atender aos consumidores com diferentes etnias e necessidades nutricionais, além de reduzir desperdícios (7).

Entre os alimentos que compõe o grupo 1 estão: Legumes, verduras, frutas, batata, mandioca e outras raízes e tubérculos in natura ou embalados, fracionados, refrigerados ou congelados; arroz branco, integral ou parboilizado, a granel ou embalado; milho em grão ou na espiga, grãos de trigo e de outros cereais; feijão de todas as cores, lentilhas, grão de bico e outras leguminosas; cogumelos frescos ou secos; frutas secas, sucos de frutas e sucos de frutas pasteurizados e sem adição de açúcar ou outras substâncias; castanhas, nozes, amendoim e outras oleaginosas sem sal ou açúcar; cravo, canela, especiarias em geral e ervas frescas ou secas; farinhas de mandioca, de milho ou de trigo e macarrão ou massas frescas ou secas feitas com essas farinhas e água; carnes de gado, de porco e de aves e pescados frescos, resfriados ou congelados; leite pasteurizado, ultrapasteurizado (‘longa vida’) ou em pó, iogurte (sem adição de açúcar); ovos; chá, café, e água potável (5).

Ao analisar a composição do Grupo 1, é evidente que a maior parte dos produtos passa por mais de uma operação unitária até culminar no produto final, como no caso de farinhas, leite, sucos, frutas secas, especiarias, carnes, grãos, legumes e dentre outros. Os quais passam por processos de seleção, moagem, pasteurização, ultra pasteurização, desidratação, concentração, torrefação, como também contam com adição de estabilizantes, no caso do leite ‘Longa vida’, tem-se também o emprego de antioxidantes, vitaminas e minerais e a aplicação de atmosfera modificada. Evidenciando assim, a classificação errônea dos alimentos *in natura* devido ao grau de processamento e vários produtos.

## ANÁLISE SOBRE O TEMA PROCESSADOS

Conforme o guia alimentar para a população brasileira publicado em 2014 os alimentos processados consistem em alimentos *in natura* ou minimamente processados que passaram por modificações em suas versões originais, seja pela adição de sal, açúcar ou algum ingrediente que auxilie na conservação do alimento, aumentando sua vida útil e melhorando suas características sensoriais.

> Alimentos processados são produtos relativamente simples e antigos, fabricados essencialmente com a adição de sal ou açúcar (ou outra

> substância de uso culinário como óleo ou vinagre) a um alimento in natura ou minimamente processado. As técnicas de processamento desses produtos se assemelham a técnicas culinárias, podendo incluir cozimento, secagem, fermentação, acondicionamento dos alimentos em latas ou vidros e uso de métodos de preservação como salga, salmoura, cura e defumação (5).

Com isso, muitas definições têm surgido para descrever os produto processado, muitos destes conceitos, acarretam julgamentos de que alimentos processados são os produtos que trazem prejuízo à saúde do consumidor, seja pela adição de sais e açúcares ou pela adição de coadjuvantes, ou ingredientes que por apresentar-se com outra nomenclatura vem a ser julgado como maléfico (10).

No âmbito industrial, o termo "alimentos processados" tratam-se de produtos que passaram por algum tipo de modificação, seja por meio de processos térmicos, adição de sal, coadjuvantes ou aditivos. O processamento, em si, não compromete necessariamente as características nutricionais dos alimentos. Antes de qualquer matéria-prima ser submetida a um processo, são estabelecidas as condições ótimas para garantir que suas propriedades nutricionais sejam preservadas ao máximo.

O leite pasteurizado é aquele submetido a um tratamento térmico que pode ser classificado como integral, semidesnatado ou desnatado, a depender do conteúdo de matéria gorda presente, passando por um processo de pasteurização lento (aquecimento do leite a uma temperatura entre 62°C e 65°C por 30 minutos) ou rápido (aquecimento do leite a uma temperatura entre 72° C a 75°C por 15 segundos) a depender da variação de temperatura e tempo. O processo de pasteurização faz com que a matéria-prima passe por operações unitárias. Essas condições são devidamente controladas para que o produto final se apresente conforme é caracterizado no regulamento técnico de identidade e qualidade de leite pasteurizado, descrito na INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 76, DE 26 DE NOVEMBRO DE 2018 (11).

Conforme o *United States Department of Agriculture* – USDA (12), os alimentos processados são definidos como qualquer matéria-prima submetida a uma série de operações unitárias (limpeza, corte, moagem, aquecimento, resfriamento, acondicionamento, etc.), que modificam o alimento em relação seu estado natural. Ainda de acordo com a FAO, essas modificações têm o propósito de melhorar a vida útil dos alimentos ou a qualidade sensorial destes produtos (7).

A importância das operações unitárias pode ser vista claramente nos alimentos encontrados diariamente na prateleira dos supermercados por meses, garantindo que esse alimento apresente uma vida útil maior que sua matéria-prima *in natura*, com suas propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais preservadas, assegurando que durante sua validade o produto mantenha as características obtidas ao passar por os processamentos que caracterizam esse alimento (13).

O guia alimentar para a população brasileira de 2014 introduz o tema de alimentos processados com a imposição de que se deve limitar o consumo de alimentos processados “Limite o uso de alimentos processados, consumindo-os, em pequenas quantidades, como ingredientes de preparações culinárias ou como parte de refeições baseadas em alimentos *in natura* ou minimamente processados” (5). Em seguida, sugere que “Os ingredientes e métodos usados na fabricação de alimentos processados [...] alteram de modo desfavorável a composição nutricional dos alimentos dos quais derivam” (5).

De acordo com Sadler, Grassby, e Hart (10), a demonização dos alimentos processados nem sempre é justificada, pois muitos desses produtos são desenvolvidos com rigorosos padrões de qualidade e segurança, garantindo que suas propriedades

nutricionais sejam preservadas ao máximo. Com isso faz-se necessário entender que alimentos processados podem ser alimentos com finalidade nutricional ou indulgente.

Alimentos com apelo indulgente, não são alimentos que possuem um propósito de nutrir, mas trazer a sensação de felicidade e bem-estar, muitas vezes está relacionado a memórias afetivas. Enquanto isso, alimentos com o intuito de nutrir, trazem a característica principal de apresentar uma composição nutricional adequada para o consumidor de forma segura e adequada (14).

Desta forma, sugerir que um alimento processado vai apresentar uma mudança desfavorável na composição nutricional em relação aos alimentos dos quais derivam, não caracteriza todos os alimentos processados, muitos desses passam por processos de melhoramento nutricional em que vitaminas são adicionadas, tornando o produto mais nutritivo (13).

## ANÁLISE SOBRE O TEMA ULTRAPROCESSADOS

A palavra"ultraprocessado" é formada pela adição do prefixo "ultra" ao termo "processado". O prefixo "ultra" sugere algo intenso ou excessivo, o que, em si, não implica necessariamente em um problema. "Processado" refere-se a alimentos que passaram por algum tipo de processamento industrial. Assim, "ultraprocessado" pode ser entendido como um processamento mais intenso do que o normal. Esse grau de processamento não é, por si só, prejudicial; em alguns casos, é necessário para garantir a segurança e a conservação dos alimentos ao longo de sua vida útil.

O Guia Alimentar para a População Brasileira (5) define alimentos ultraprocessados como formulações industriais feitas inteiramente ou majoritariamente de substâncias extraídas de alimentos ou sintetizadas em laboratório com o objetivo de dotar os produtos de propriedades sensoriais atraentes. E estudos recentes associam o consumo excessivo desses alimentos ao aumento do risco de doenças crônicas, como obesidade e diabetes tipo 2 (2).

No contexto industrial o termo ultraprocessados pode ser interpretado como um processo intensificado, semelhante ao conceito de "ultra high temperature" (UHT). O leite UHT, ao ser submetido a temperaturas superiores a 135°C por poucos segundos, assegura uma vida útil prolongada ao destruir microrganismos patogênicos, sem comprometer significativamente o valor nutricional do produto (15). Embora seja considerado ultraprocessado, esse tipo de tratamento térmico é essencial para garantir a segurança alimentar e a preservação de nutrientes. No entanto, de acordo com o Guia Alimentar para a População Brasileira de 2014, alimentos ultraprocessados são definidos como:

> Formulações industriais feitas inteiramente ou majoritariamente de substâncias extraídas de alimentos (óleos, gorduras, açúcar, amido, proteínas), derivadas de constituintes de alimentos (gorduras hidrogenadas, amido modificado) ou sintetizadas em laboratório com base em matérias orgânicas como petróleo e carvão (corantes, aromatizantes, realçadores de sabor e vários tipos de aditivos usados para dotar os produtos de propriedades sensoriais atraentes). Técnicas de manufatura incluem extrusão, moldagem, e pré-processamento por fritura ou cozimento (5).

Essa classificação proposta pelo guia alimentar de 2014 cita alguns alimentos, como biscoitos recheados, salgadinhos e refrigerantes, que poderiam ser apropriadamente descritos pelo termo em inglês *"junk food"*, usado para designar alimentos com alto teor

calórico e com níveis reduzidos de nutrientes. Alimentos de cunho indulgente são bem representados pela definição fornecida pelo guia alimentar de 2014, os alimentos classificados como *Comfort food* são aqueles em que a satisfação e o bem estar fornecido imediatamente é mais importante, suas características sensoriais são atraentes, mesmo esses alimentos contendo elevados teores de sais e açúcares e valor nutritivo inferior.

Embora o termo 'junk food' seja frequentemente associado a alimentos ultraprocessados de baixo valor nutricional, como refrigerantes e salgadinhos, nem todos os alimentos classificados como 'comfort food' entram nessa categoria. Segundo Smith et al. (16), comfort food refere-se a alimentos que proporcionam prazer e conforto imediato, muitas vezes ricos em açúcar, gordura e sal, mas não necessariamente ultraprocessados.

O Leite Ultra-High Temperature (UHT) é o leite que passou por um tratamento térmico intensivo (temperatura de 135°C por um período de 3 a 5 segundos), comparado às condições do leite pasteurizado, sendo assim considerado um alimento ultraprocessado, este alimento não entra na classificação de alimentos considerados *Junk Food*. O processamento térmico que este alimento é submetido auxilia na vida de prateleira, sendo superior ao leite pasteurizado, uma vez que esse processamento destroi os microrganismos patogênicos.

É crucial distinguir entre diferentes tipos de processamento alimentar, uma vez que nem todos os ultraprocessados apresentam os mesmos riscos à saúde. De acordo com Monteiro et al. (2), a chave está em entender o propósito e o impacto do processamento, promovendo escolhas alimentares que favoreçam a saúde a longo prazo.

## CONCLUSÕES

Em suma, a classificação de alimentos proposta no Guia Alimentar para a População Brasileira de 2014, apesar de ser uma ferramenta relevante na orientação nutricional e na promoção da saúde pública, apresenta lacunas que merecem ser revisadas baseadas em evidências científicas robustas. A revisão deve envolver não apenas profissionais de saúde e nutrição, mas também engenheiros e tecnólogos de alimentos, para garantir que a classificação reflita com precisão os processos industriais e não cause equívocos que possam comprometer a confiança do consumidor.

A categorização dos alimentos, especialmente os minimamente processados e ultraprocessados, precisa refletir de maneira mais precisa a complexidade dos processos industriais e os avanços tecnológicos. Além disso, é necessário intensificar a comunicação pública sobre o que realmente constitui um alimento processado ou ultraprocessado, desmistificando percepções errôneas e promovendo uma compreensão equilibrada que reconheça tanto os benefícios quanto os riscos associados a diferentes tipos de processamento de alimentos.

A colaboração entre órgãos reguladores, a indústria alimentícia e a comunidade científica será crucial para garantir que as políticas alimentares apoiem a saúde pública de forma eficaz, ao mesmo tempo em que respeitam a inovação e o desenvolvimento tecnológico na produção de alimentos.

## REFERÊNCIAS

1. Floros JD, Newsome R, Fisher W, Barbosa-Cánovas GV, Chen H, Dunne CP, et al. Feeding the world today and tomorrow: the importance of food science and technology. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2010;9(5):572-99.

2. Monteiro CA, Cannon G, Lawrence M, Louzada ML, Machado PP. Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. Rome: FAO; 2019.

3. Brasil. Ministério da Saúde. Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília: Ministério da Saúde; 2006. 210 p.

4. Saudável I. Aspectos gerais sobre a classificação dos alimentos. Rev Saudável. 2008;7(2):25-33.

5. Brasil. Ministério da Saúde. Guia alimentar para a população brasileira. 2ª ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2014.

6. Monteiro CA, Cannon G, Moubarac JC, Levy RB, Louzada ML, Jaime PC. Dietary guidelines to nourish humanity and the planet in the twenty-first century: a blueprint from Brazil. Public Health Nutr. 2015;18:2311-22.

7. Petrus RR, Sobral PJ, Tadini CC, Gonçalves CB. The NOVA classification of foods: implications for research and public health. Curr Obes Rep. 2020;9(3):187-92.

8. Monteiro CA, Cannon G, Moubarac JC, Levy RB, Louzada ML, Jaime PC. The UN decade of nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. Public Health Nutr. 2018;21(1):5-17.

9. Fellows P. Processed foods for improved livelihoods. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); 2004 [citado em 17 jun 2024]. Disponível em: http://www.fao.org/3/y5113e/y5113e00.htm#Contents.

10. Sadler CR, Grassby T, Hart K. Processed food: clarifying misconceptions and current understanding. Nutr Bull. 2021;46(4):356-65.

11. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 76, de 26 de Novembro de 2018. Brasília: MAPA; 2018.

12. United States Department of Agriculture (USDA). Food processing and its impact on nutritional quality. Washington, DC: USDA; 2021.

13. Brown N. Understanding food processing: what you need to know. Food Sci Technol Int. 2021;27(2):175-89.

14. Gimenes-Minasse MHS. Comfort food: sobre conceitos e principais características. Contextos da Alimentação-Rev Comport Cult Soc. 2016;4:92-102.

15. Barbosa-Cánovas GV, Juliano P, Peleg M. Engineering properties of foods processed by high pressure. In: Barbosa-Cánovas GV, Juliano P, eds. Food engineering handbook: food process engineering. Boca Raton: CRC Press; 2008.

16. Smith LP, Ng SW, Popkin BM. Trends in US home food preparation and consumption: analysis of national nutrition surveys and time use studies from 1965-1966 to 2007-2008. Nutr J. 2015;14(1):1-9.

.

**Capítulo 46**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-46**

# AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM EM *BLENDS* DE HAMBÚRGUERES INDUSTRIALIZADOS

**Alcenor Raimundo de Sousa*; Nayra Gabriele Fernandes de Carvalho ; Maria Vitória Sampaio Amorim; Cynthia Siqueira Silva; Cristina Zita de Morais Costa Dias-Barbosa; Robson Alves da Silva ; Rayssa Gabriela Lima Porto Luz**

**Autor correspondente*
*Rayssa Gabriela Lima Porto Luz – Email: rayssa.luz@ifpi.edu.br*

**Resumo:** A globalização traz para a sociedade novas práticas de consumo de alimentos industrializados e principalmente da alimentação tipo *fast food*, a exemplo do hambúrguer. Os alimentos industrializados são responsáveis diretos pela ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis e excesso de peso corporal. Diante do exposto, objetivou- se com o presente trabalho avaliar a rotulagem geral dos *blends* de hambúrguer industrializados, verificando a conformidade das informações descritas frente às novas legislações e classificar os hambúrgueres quanto ao teor de sódio, gorduras totais e saturada. Para a coleta de dados foram feitas observações em nove (09) rótulos distintos de *blends* de hambúrguer obtidos em estabelecimentos e supermercados da cidade de Teresina- PI. Das marcas analisadas, a marca (01) apresentou conformidade em todas as exigências da nova legislação. Entretanto, as demais marcas analisadas (02, 03, 04, 05, 05, 06, 07, 08 e 09) estão em conformidade com a maioria das informações exigidas, ademais, apresentam algumas irregularidades em sua rotulagem geral. Sendo assim, por meio dos rótulos analisados nessa pesquisa pode-se concluir que grande parte das embalagens averiguadas não se adequaram completamente com as novas legislações vigentes.

**Palavras–chave:** *Blends* de hambúrguer; Produto industrializado; Rotulagem geral

## INTRODUÇÃO

A globalização traz para a sociedade novas práticas de consumo de alimentos, isso é consequência do crescente número de alimentos industrializados e principalmente da alimentação tipo fast food, a exemplo do hambúrguer (1). O hambúrguer é um dos alimentos mais consumidos por todas as classes populares, em decorrência da sua praticidade de preparo e por possuir nutrientes que alimentam e saciam a fome rapidamente (2).

De acordo com Lobanco (3) os alimentos industrializados são responsáveis diretos pela ocorrência de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs) e excesso

de peso corporal. Nessa perspectiva, levando em consideração o seu elevado teor sódio e gordura saturada, o consumo frequente de hambúrguer industrializado é prejudicial à saúde por diversos fatores como aumento da pressão arterial, obesidade e excesso de gordura no sangue (4).

O Sódio é um mineral encontrado naturalmente em alimentos, assim como pode ser adicionado durante o processo de fabricação e conservação, podendo estar na forma de sal ou de outros aditivos químicos. Entretanto, a ingestão excessiva desse nutriente é considerada um dos maiores fatores de risco para o desenvolvimento de hipertensão arterial e outras doenças cardiovasculares (5). Nesse sentido, a Organização Mundial de saúde (OMS) recomenda que o consumo de sódio para população adulta seja até 2.000 mg/ dia, o que equivale até 5g de sal. Porém o cenário atual é preocupante, segundo dados da pesquisa de orçamentos familiares (POF 2017-2018) cerca de 53,5% da população brasileira ingere sódio acima do limite recomendado pela OMS (6).

Os consumidores no mundo inteiro procuram cada vez mais, informações sobre os alimentos que consomem. A principal fonte para obtenção de informações são os rótulos dos alimentos, que em sua maioria dispõem de dados sobre o conteúdo nutricional e frases de referências que relacionam o seu consumo com benefícios para a saúde. Dessa forma, é de suma importância as informações estarem descritas de forma nítida e esclarecedora, facilitando assim a interpretação do consumidor (7).

De acordo com a RDC N° 727/2022, entende-se como rotulagem toda a inscrição, legenda, imagem ou matéria descritiva ou gráfica, escrita, impressa, estampada, gravada, gravada em relevo ou litografada ou colocada sobre a embalagem do alimento, novas regras para a rotulagem de alimentos entraram em vigor no último semestre de 2022. Com isso, os rótulos passam a ter uma rotulagem nutricional frontal (RNF) uma inovação criada pela RDC 429/2020 (8) e Instrução Normativa – IN n°75. A rotulagem nutricional frontal é um símbolo informativo presente no painel de frente da embalagem com o intuito de esclarecer ao consumidor sobre o alto conteúdo de nutrientes que têm relevância para a saúde como o sódio, açúcares e gorduras (9).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) os alimentos devem conter obrigatoriamente em sua rotulagem os seguintes requisitos: denominação de venda, lista de ingredientes, advertências sobre alimentos que causam alergias, advertência sobre lactose, advertência relacionadas ao uso de aditivos alimentares, nova fórmula, instruções de conservação, preparo e uso do alimento, rotulagem

nutricional, conteúdo líquido, identificação da origem e do lote, prazo de validade e outras informações exigidas por normas específicas (10).

Considerando o exposto, objetivou-se com presente trabalho avaliar a rotulagem dos blends de hambúrguer industrializados, verificando a conformidade das informações descritas nos rótulos frente as novas legislações vigentes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa de caráter transversal descritiva conforma descrita por Lakatos et al. (11) realizada no período de março a agosto de 2023. Para a coleta de dados foram feitas observações em rótulos de *blends* de hambúrguer industrializados obtidos em estabelecimentos e supermercados da cidade de Teresina/PI. Foram registrados através de fotografias 09 rótulos de marcas distintas.

Com a utilização do Microsoft office Word, foi elaborado um *checklist* com base nas determinações contidas na RDC n°727/2022 e RDC n°429/2020 e Instrução Normativa – IN n°75, contendo as informações obrigatórias na rotulagem de alimentos embalados bem como, denominação de venda, lista de ingredientes, advertências sobre alimentos que causam alergias, advertência sobre lactose, advertência relacionadas ao uso de aditivos alimentares, nova fórmula, instruções de conservação,preparo e uso do alimento, rotulagem nutricional, conteúdo líquido, identificação da origem, lote, data de fabricação, prazo de validade, porção, nome ou razão social, contém glúten ou não contém glúten.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1 apresenta os resultados para conformidades (C) e não conformidades (NC) dos rótulos de hambúrgueres industrializados com base na legislação brasileira vigente. Pode-se observar que a Marca 01 apresenta conformidade em todas as categorias avaliadas. Sendo um bom indicativo, pois significa que a Marca 01 está fornecendo as informações obrigatórias de forma correta e completa em seus rótulos. Segundo Couto (12) presença de todas as informações necessárias, como a denominação de venda, lista de ingredientes, rotulagem nutricional, conteúdo líquido, identificação de origem, identificação de lote, prazo de validade e instrução de conservação,preparo e uso, demonstra um comprometimento com a transparência e a segurança do produto.

Quadro 1 – *Checklist* para conformidades e não conformidades dos rótulos de hambúrgueres industrializados deacordo com a RDC 727/2022.

| **Informações Obrigatórias** | **Marca 01** | **Marca 02** | **Marca 03** | **Marca 04** | **Marca 05** | **Marca 06** | **Marca 07** | **Marca 08** | **Marca 09** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Denominação De venda** | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| **Lista de Ingredientes** | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| **Rotulagem Nutricional** | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| **Conteúdo Líquido** | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| **Identificação de origem** | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| **Identificação de lote** | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| **Prazo de Validade** | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| **Data de Fabricação** | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| **Porção** | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| **Razão social** | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| **Presença de Glúten** | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| **Nova fórmula** | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| **Instrução de conservação, preparo e uso** | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| **Advertência sobre presença de lactose** | C | NC | NC | NC | NC | NC | NC | NC | NC |
| **Advertência sobre a presença de alergênicos e aditivos alimentares** | C | C | C | C | C | C | C | NC | C |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Design de lupa com alerta de alto teor dos nutrientes** | C | NC | NC | NC | NC | NC | NC | NC | NC |

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Ao cumprir essas exigências legais, a Marca 01 está fornecendo aos consumidores as informações necessárias para que possam fazer uma melhor escolha sobre a compra e o consumo dos hambúrgueres industrializados. Isso contribui para a confiança do consumidor e para a garantia de que o produto está em conformidade com as normas estabelecidas pelas autoridades reguladoras. As Marcas 02, 03, 04, 05, 06,07 e 09 estão em conformidade com a maioria das informações obrigatórias exigidas pela legislação brasileira para rótulos de hambúrgueres industrializados, no entanto, foram identificadas duas não conformidades: advertência sobre a presença de lactose e a ausência do design de lupa com alerta sobre alto teor de nutrientes.

De acordo com Marcelle (13) a advertência sobre a presença de lactose é importante para alertar os consumidores que possam ter restrições alimentares relacionadas a essa substância. Sua ausência pode ser considerada uma não conformidade com a legislação, pois informações claras e precisas sobre a presença lactose e alergênicos são essenciais para garantir a segurança e a saúde dos consumidores.

Além disso, o design de lupa é uma forma do consumidor manter-se alerta em relação aos altos teores de nutrientes prejudiciais à saúde. Esse novo modelo auxilia os mesmos a identificarem facilmente informações relevantes sobre a composição nutricional do produto, permitindo que tomem decisões apropriadas em relação à sua alimentação. Ferreira et al. (14) e Souza et al. (15) identificaram fortes evidências relacionando maiores graus de escolaridade ao hábito de leitura dos rótulos, o que justifica a presença desse recurso, por ser considerada uma oportunidade de melhoria na comunicação, principalmente para consumidores leigos, com baixo nível de escolaridade e/ou idade avançada.

Dessa forma, é considerável que as referidas Marcas avaliem essas não conformidades e tome as medidas necessárias para se adequar às exigências legais, garantindo assim a transparência e a qualidade das informações fornecidas aos

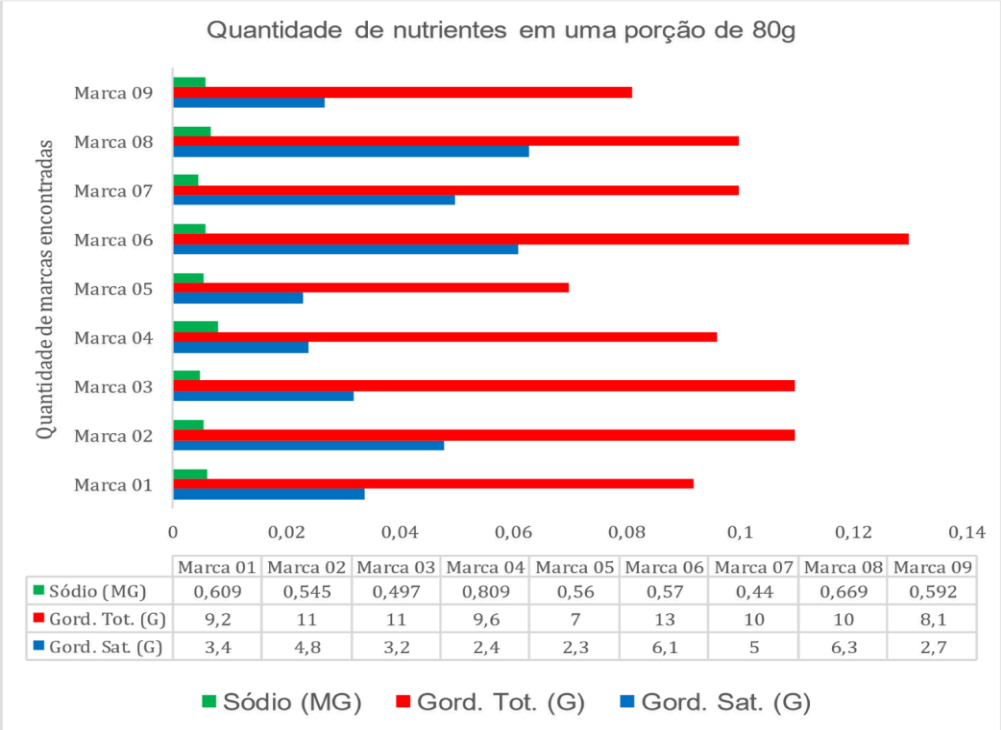
consumidores em seus rótulos de hambúrgueres industrializados.

A Marca 08 apresenta o maior número de não conformidades, três em sua totalidade: advertência sobre a presença de alergênicos e aditivos alimentares, advertência sobre a presença de lactose e ausência de um design de lupa com alerta sobre alto teor de nutrientes.

Nesse contexto, as advertências adicionadas à nova rotulagem nutricional têm como premissa a identificação facilitada de produtos com elevado teor de nutrientes (açúcar adicionado, gordura saturada e sódio) associados à obesidade e às doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), visando promover escolhas alimentares mais saudáveis (16). A ausência dessa informação pode ser considerada uma não conformidade com a legislação. Portanto, é fundamental que a Marca 08 faça os ajustes necessários em sua embalagem para se adequar com as exigências das normas vigentes.

O Gráfico 1 determina os níveis de sódio, gorduras totais e gorduras saturadas presentes em nove 09 Marcas diferentes de blends de hambúrguer industrializadas em uma porção de 80g.

Gráfico 1 – Classificação de *blends* de hambúrguer quanto a quantidade de sódio, gorduras totais e saturadasem uma porção de 80g.




| | Marca 01 | Marca 02 | Marca 03 | Marca 04 | Marca 05 | Marca 06 | Marca 07 | Marca 08 | Marca 09 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sódio (MG) | 0,609 | 0,545 | 0,497 | 0,809 | 0,56 | 0,57 | 0,44 | 0,669 | 0,592 |
| Gord. Tot. (G) | 9,2 | 11 | 11 | 9,6 | 7 | 13 | 10 | 10 | 8,1 |
| Gord. Sat. (G) | 3,4 | 4,8 | 3,2 | 2,4 | 2,3 | 6,1 | 5 | 6,3 | 2,7 |

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Observa-se que a Marca 03 se trata do hambúrguer com a menor quantidade de sódio presente, seguido da Marca 07. Portanto, ambas são Marcas que causam menos danos à saúde dos consumidores devido menores quantidades de sódio. Ao contrário das citadas acima, as Marcas 04 e 08 são as que apresentam maiores níveis de sódio, consequentemente, trazem mais ricos à saúde humana, pois grandes concentrações de sódio representa um alto risco para o desenvolvimento de DCNT como hipertensão, além de representar ameaça ao período gestacional, bem como às condições de saúde dos recém-nascidos (17).

Em relação a quantidade de gorduras totais as marcas 02, 03 e 06 destacam-se negativamente com altos números de gordura presente nos blends de hambúrguer. Já as Marcas 05 e 09 apresentam menor quantidade de gorduras totais. A diminuição desse insumo na composição do alimento acaba sendo dificultada devido as alegações de alterações sensoriais, contudo, é importante ressaltar que diminuir a quantidade e melhorar a qualidade de gordura ingerida resulta diretamente em uma vida mais saudável (18).

Por fim, observa-se no gráfico que as Marcas 06 e 08 apresentam teor mais elevado em gorduras saturadas. As Marcas 04, 05 e 09 são melhores escolhas aos consumidores, devido as baixas quantidades de gorduras saturadas presentes nas blends. Com a nova legislação houve uma pequena diminuição da quantidade de gordura saturada em alguns alimentos, entretanto a quantidade retirada verificada para alguns produtos não foi suficiente para que esses não sejam considerados alimentos de má qualidade nutricional e prejudiciais à saúde (19). Deve-se levar em consideração que alimentos ricos em gorduras saturadas possuem elevada densidade calórica e quando ingeridas em excesso podem causar obesidade e outras enfermidades

## CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo geral avaliar a rotulagem de blends de hamburguer industrializados a fim de verificar a compatibilidade das informações apresentadas com as legislações vigentes, com isso, pode-se concluir que grande parte das embalagens não se adequaram completamente com as novas legislações vigentes. Diante disso, as imperfeições ainda presentes devem ser corrigidas com objetivo de facilitar a observação dos consumidores em relação às informações contidas nos rótulos para que os mesmos possam fazer escolhas melhores e mais saudáveis mesmo tratando-

se de um produto industrializado.

Partindo desta premissa, sugere-se que pesquisas futuras sejam desenvolvidas neste segmento e em tudo que o envolve, para que assim seja possível melhorar a compreensão dos consumidores em relação a esses e outros produtos, uma vez que algumas marcas não estão cumprindo as legislações no que se refere a divulgação de teor de gorduras e sódio adicionados, sendo essas informações de alta relevância para controle da saúde desses consumidores.

## REFERÊNCIAS

1. Camila. A Influência da Globalização na Cultura Alimentar [Internet]. Adcont.net. 2015 [acesso em 17 Ago 24]. Disponível em: http://www.adcont.net/index.php/adcont/adcont2015/paper/view/1855/0

2. Queiroz YS de, Daud KO, Soares RAM, Sampaio GR, Capriles VD, Torres EAF da S. Desenvolvimento e avaliação das propriedades físico-químicas de hambúrgueres com reduzidos teores de gordura e de colesterol. Revista Nacional da Carne. 2005 ; 29( 338): 84-89.[ acesso em 17 Ago 24]

3. Lobanco CM, Vedovato GM, Cano C, Bastos DHM. Fidedignidade de rótulos de alimentos comercializados no município de São Paulo, SP [Internet]. Revista de Saúde Pública. 2009 ;43( ju 2009): 499-505.[ acesso em 17 Ago 24] Disponível em: https://doi.org/10.1590/s0034-89102009005000020
4. Oliveira DF de, Coelho AR, Burgardt V de C da F, Hashimoto EH, Lunkes AM, Marchi JF, et al. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. Brazilian Journal of Food Technology [Internet]. 2013 Sep;16(3):163–74. 2022 [acesso em 17 Ago 24]. Disponível em: https://www.scielo.br/j/bjft/a/hCTNBJxTRtzJwcGkH6szZbG/?format=pdf

5. Brasil. Ministério da Saúde. (2017). Eu quero me alimentar melhor consumo excessivo de sódio traz muitos riscos à saúde. Gov, 13 de junho 2017. https://saudebrasil.saude.gov.br/eu-quero-me-alimentar- melhor/consumo-excessivode-sodio-traz-muitos-riscos-a-saude/13

6. IBGE | Biblioteca | Detalhes | Pesquisa de orçamentos familiares: 2017-2018 : análise do consumo alimentar pessoal no Brasil / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - [Internet]. biblioteca.ibge.gov.br. 2020. 2022 [acesso em 17 Ago 24]. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101742

7. Coutinho JG, Recine E. Experiências internacionais de regulamentação das alegações de saúde em rótulos de alimentos. Revista Panamericana de Salud Pública [Internet]. Dez 2022 [acesso em 17 Ago 24]. Disponível em::

http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49892007001100012

8. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução de Diretoria Colegiada nº 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional de alimentos embalados. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 2020a.

9. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa n° 75, de 08 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 out. 2020b.

10. Vigilância Sanitária do estado de Santa Catarina. Rotulagem nutricional: novas regras entram em vigor em 75 dias - DIVS - Vigilância Sanitária no Estado de Santa Catarina [Internet]. Sc.gov.br. 2022 [acesso em 17 Ago 24]. Disponível em: https://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/component/content/article/rotulagem-nutricional-novas-regras-entram-em-vigor-em-75-dias.html?catid=13&Itemid=109#:~:text=de%20Santa%20Catarina-

11. Lakatos, E. M & Marconi, M. A. (2017). Fundamentos de metodologia científica, ed. 8, São Paulo, Atlas.

12. Couto EM de M do. Avaliação do comportamento do consumidor brasileiro frente à nova rotulagem nutricional em produtos alimentícios - Revista Agrária Acadêmica [Internet]. agrariacad.com. [acesso em 17 Ago 24]. Disponível em: https://agrariacad.com/2023/06/08/avaliacao-do-comportamento-do-consumidor-brasileiro-frente-a-nova-rotulagem-nutricional-em-produtos-alimenticios/

13. Marcelle K Mariah. Rotulagem geral e nutricional de alimentos embalados no Brasil: uma revisão bibliográfica. [acesso em 17 Ago 24]. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/232616

14. FERREIRA, R. M. et al. Conhecimento de universitários sobre a rotulagem dos alimentos e informações nutricionais. Research, Society and Development, [S. l.], v. 9, n. 8, e328985367, 2020. [acesso em 17 Ago 24].Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5367

15. SOUZA, R. B. M.; VALENTE, E. Q.; SILVA, F. M. Compreensão de adolescentes sobre as informações nutricionais e suas formas de apresentação em rótulos de alimentos. Revista da Associação Brasileira de Nutrição (RASBRAN), São Paulo, 47 v. 12, n. 4, p. 154-170, 2021. [acesso em 17 Ago 24]. Disponível em: https://www.rasbran.com.br/rasbran/article/view/1698/401.

16. Giuberti Coutinho J, Feldenheimer Da Silva AC, De Castro IRR, Recine EGIG, Makuta G, Rocha NC, et al. The challenges of front-of-package labeling in Brazil. Front Nutr. 13 de outubro de 2022;9:921421.

17. Graciliano NG, Silveira JACD, Oliveira ACMD. Consumo de alimentos ultraprocessados reduz a qualidade global da dieta de gestantes. Cad Saúde Pública. 2021;37(2):e00030120. 36. Ricardo CZ, Andrade GC, Salvador BC, Mais LA, Duran AC, Martins APB. Adesão aos acordos voluntários de redução de sódio no Brasil. Ciênc saúde coletiva. fevereiro de 2022;27(2):701– 10.

18. Mba OI, Dumont MJ, Ngadi M. Palm oil: Processing, characterization and utilization in the food industry – A review. Food Bioscience. junho de 2015;10:26–41.

19. Steele EM, Batis C, Cediel G, Louzada MLDC, Khandpur N, Machado P, et al. The burden of excessive saturated fatty acid intake attributed to ultra-processed food consumption: a study conducted with nationally representative cross-sectional studies from eight countries. J Nutr Sci. 2021;10:e43.

# Conbraca

Fortaleza 23

## Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos

## HIGIENE, LEGISLAÇÃO E SEGURANÇA DOS ALIMENTOS

### III CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

**Use Ctrl+F para pesquisar e acessar os trabalhos apresentados no evento!**

**Capítulo 47**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-47**

# CARACTERIZAÇÃO MULTIFUNCIONAL DE BIOPOLÍMEROS PRODUZIDOS A PARTIR DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE COCO BABAÇU E ALGINATO ENRIQUECIDOS COM BENTONITA PARA APLICAÇÃO EM EMBALAGENS

**Pablo Daniel Sena Silva*; Haniele Santos Rocha; Aldo da Silva Farias; Maurício Henrique Barboza Silva Ferreira; Romildo Martins Sampaio; Louryval Coelho Paixão; Audirene Amorim Santana**

**Email: pablo.daniel@discente.ufma.br*

**Resumo:** Esta pesquisa aborda a crescente preocupação global com os microplásticos e a busca por alternativas sustentáveis aos plásticos tradicionais, destacando o potencial do estado do Maranhão, no Brasil, na produção de matérias-primas para embalagens. Este estudo investigou o potencial do resíduo agroindustrial derivado do coco babaçu, em combinação com alginato de sódio e bentonita sódica, para a produção de biopolímeros. O amido do mesocarpo do coco babaçu foi selecionado por sua abundância e propriedades estruturais favoráveis. O alginato de sódio por sua biocompatibilidade e biodegradabilidade, e a bentonita sódica, valorizada por suas propriedades de compatibilização e reforço mecânico. A metodologia incluiu a extração do amido, o beneficiamento e a organofilização da argila e a síntese dos biopolímeros. Os resultados mostraram que o enriquecimento com a bentonita organofilizada melhorou a distribuição das partículas na matriz polimérica, reduzindo a absorção de umidade e aumentando a resistência mecânica dos biopolímeros. Este estudo evidenciou o potencial do Maranhão para se tornar um polo estratégico na produção de materiais de embalagem sustentáveis, contribuindo para a redução dos impactos ambientais dos plásticos convencionais e promovendo uma economia mais verde e circular.

**Palavras–chave:** ALGINATO; BABAÇU; BENTONITA; BIOPOLÍMERO; EMBALAGEM

## INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas, a crescente preocupação global com os microplásticos, definidos como partículas plásticas com menos de 5 mm, tem se tornado uma questão premente devido à sua onipresença em diversos ambientes, incluindo a água, solos e até mesmo alimentos consumidos por seres humanos (1). Esses resíduos plásticos derivam predominantemente de polímeros sintéticos oriundos do petróleo, como o polietileno de baixa densidade (PEBD), politereftalato de etileno (PET), polipropileno (PP), poliuretano (PU), poliestireno (PS), policarbonato (PC) e a poliamida (PA) (2).

A reciclagem desses materiais enfrenta enormes desafios devido à sua complexidade química e estrutural, com apenas cerca de 20% sendo efetivamente reciclado anualmente. A maior parte desses resíduos é destinada à incineração ou ao

depósito em aterros sanitários, práticas que não apenas aumentam as emissões de poluentes atmosféricos e gases de efeito estufa, mas também contribuem para a degradação ambiental e os impactos adversos na saúde humana e na biodiversidade (3).

Os produtos plásticos de uso cotidiano, como embalagens alimentícias e utensílios descartáveis, são frequentemente fabricados a partir de materiais como PE, PP, PET e PS (4). O descarte inadequado desses produtos plásticos resulta em sérias repercussões ambientais, como a poluição dos oceanos, a contaminação dos recursos hídricos e a degradação dos ecossistemas terrestres.

Materiais de embalagem ideais devem ser biodegradáveis ao final de sua vida útil e possuir propriedades mecânicas e de barreira singulares obtidas de recursos biológicos renováveis, definidos como biopolímeros. Biopolímeros são materiais ecologicamente corretos com potencial para substituir materiais de embalagem plásticos não renováveis e não biodegradáveis (5). A produção de biopolímeros a partir de fontes naturais oferece uma alternativa sustentável e ecologicamente amigável. Polissacarídeos derivados de plantas e algas, como o amido e o alginato, destacam-se por suas propriedades de biodegradabilidade e menor impacto ambiental, oferecendo uma solução para reduzir a dependência dos plásticos derivados do petróleo (6).

No contexto brasileiro, o resíduo agroindustrial obtido a partir do mesocarpo do coco babaçu surge como uma matéria-prima de grande valor. O coco babaçu, uma planta abundantemente disponível no estado do Maranhão, fornece um subproduto abundante e rico em amido, com concentrações que variam entre 60 e 90%. O amido extraído do mesocarpo do coco babaçu (AMCB) possui características estruturais que o tornam ideal para a produção de embalagens sustentáveis. Os polímeros à base de amido, formados por interações complexas entre amilose e amilopectina, demonstram propriedades favoráveis, como flexibilidade e biodegradabilidade, indispensáveis para a fabricação de embalagens e outros produtos sustentáveis (7)(8).

O alginato, um polissacarídeo natural extraído de algas marrons e fontes bacterianas, é amplamente reconhecido por suas propriedades de biocompatibilidade e biodegradabilidade. No entanto, sua aplicação na produção de bioplásticos é frequentemente limitada pela sua baixa resistência mecânica e sua tendência a se degradar rapidamente em ambientes úmidos (9). O enriquecimento com bentonita, especialmente aquela composta de montmorilonita (MMT) de natureza sódica, oferece uma solução para superar essas limitações. Este argilomineral possui propriedades excepcionais de compatibilização e reforço mecânico, melhorando a estabilidade estrutural e a durabilidade dos biomateriais (10).

Assim, o Maranhão, com sua rica biodiversidade e abundância em recursos naturais, tem o potencial de se consolidar como um polo estratégico para a produção de embalagens sustentáveis. A utilização de AMCB, em combinação com alginato enriquecido com argilominerais, representa uma estratégia para substituir polímeros sintéticos e promover a sustentabilidade ambiental.

Portanto, o presente estudo visa avaliar a multifuncionalidade dos polímeros à base de AMCB e alginato, enriquecidos com argila bentonita sódica, tanto em sua forma *in natura* (Bent – IN) quanto organofilizada (Bent – ORG). As análises contemplarão aspectos visuais, teor de umidade (ω), solubilidade em água (S), permeabilidade ao vapor

de água (PVA), espessura (δ) e propriedades mecânicas. O objetivo é determinar a adequação desses materiais para aplicações em embalagens alimentares, explorar a viabilidade como alternativas ecológicas e contribuir para a redução dos impactos ambientais relacionados ao uso de embalagens convencionais e à produção de resíduos agroindustriais.

## MATERIAL E MÉTODOS

As matérias-primas empregadas neste estudo incluíram o coco babaçu, coletado no Campus da Universidade Federal do Maranhão – UFMA (Bacanga, São Luís-MA), alginato de sódio, (Isofar, Brasil), argila bentonita sódica (BrasilMinas Indústria e Comércio Ltda, Brasil), brometo de hexadeciltrimetilamônio – CTAB (Merck, Brasil), cloreto de cálcio anidro e dihidratado, hidróxido de sódio, metabissulfito de sódio e álcool etílico absoluto (Synth, Brasil).

*Extração do amido do mesocarpo de coco babaçu*

O amido foi obtido a partir da metodologia proposta por Araruna et. al. (11). O pó de mesocarpo passou por peneiração sucessiva com malha granulométrica de 0,053 mm. Em seguida, foi lavado em solução de metabissulfito de sódio (1:2 m/v) para prevenir o escurecimento do amido. Após agitação por 10 min, a solução foi filtrada à vácuo. Realizaram-se lavagens com solução de NaOH a 0,05 mol $L^{-1}$ e álcool etílico absoluto para remover resíduos orgânicos. O material foi filtrado e levado à estufa a 40 ºC por 24 h.

*Beneficiamento e organofilização da argila*

O beneficiamento da argila bentonita sódica iniciou com a etapa de moagem, a qual foi executada por meio de almofariz e pistilo. Após a conclusão, as argilas passaram por um processo de peneiramento utilizando malha de 200 mesh. A organofilização, adaptada de Silva et. al. (12), envolveu aquecimento de 1600 mL de $H_2O$ destilada a 80 ºC, seguida pela adição de 2% m/v de bentonita e, progressivamente, 0,6125% m/v de CTAB durante agitação constante a 750 $min^{-1}$. Após 20 min a 80 ºC ± 5 ºC, a suspensão repousou por 24 h, promovendo a troca catiônica. Posteriormente, procedeu-se com a filtração a vácuo, secagem a 60 ºC por 48 h, moagem e peneiração em 200 mesh.

*Elaboração dos bioplásticos*

Para a síntese dos bioplásticos, adotou-se a metodologia de Santana e Kieckbusch (13). As concentrações de bentonita sódica natural (Bent - IN) e organofilizada (Bent - ORG) foram estabelecidas em 0,25%, 0,75% e 1,25% m/v. A dispersão foi realizada em 400 mL de $H_2O$ destilada, sob agitação de 10000 $min^{-1}$ a 80 ºC. Introduziu-se 0,75% m/v de amido e, após 15 min, 2% m/v de alginato de sódio a 70 ºC. A plasticidade foi conferida com 5 mL de glicerol, seguido de resfriamento a 40 ºC. A reticulação ocorreu com 7,5% v/v de solução de $CaCl_2.2H_2O$ a 1%, adicionada à 1 $mL.min^{-1}$. Os bioplásticos foram secos em estufa a 40 ºC por 18-20 h e condicionados a 43% de UR.

*Caracterização*

*Conteúdo de Umidade (ω)*

A umidade dos biopolímeros foi determinada seguindo as normas da AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (14). Uma massa inicial ($m_i$) da amostra foi pesada e, após 24 h em estufa (modelo SL-100/A, Solab, Brasil) a 105 ºC, obteve-se

a massa final seca ($m_f$). O teor de umidade foi quantificado em relação à massa inicial, conforme a Equação (1)

$$\omega = \frac{m_i - m_f}{m_i} \quad (1)$$

*Solubilidade em Água (S)*

A determinação da solubilidade em água seguiu a metodologia proposta por Irissin-Mandata et. al. (15). Uma amostra ($m_i$) foi imersa em 50 mL de água destilada e agitada a 175 $min^{-1}$ a 25 ± 1 ºC por 24 h. Após a imersão, a amostra foi seca em estufa a 105 ºC por 24 h, obtendo-se a massa final seca ($m_f$). A matéria solubilizada foi calculada em relação à massa inicial, conforme a Equação (2).

$$S = \left[\frac{m_i(1-\omega) - m_f}{m_i(1-\omega)}\right] \quad (2)$$

*Permeabilidade ao Vapor de Água (PVA)*

Determinada gravimetricamente a 25 ºC (± 1 ºC), seguindo o método ASTM E96M-16 (16). Uma célula de acrílico com biopolímero foi preenchida com cloreto de cálcio para atingir 0% de UR, e então colocada em um recipiente selado com solução saturada de NaCl, garantindo 75% de UR. Com essa configuração, estabeleceu-se uma diferença contínua de pressão de vapor d'água, ΔPω. Durante 72 h, monitorou-se o aumento de massa da célula, associado à taxa de água que permeou o biopolímero ($G$). Esse valor foi usado na Equação (3) para calcular a PVA.

$$PVA = \left[\frac{G\delta}{A_e \Delta P_\omega}\right] \quad (3)$$

onde $PVA$ é a permeabilidade de vapor de água do biopolímero (g.mm).($m^2$.dia.kpa)$^{-1}$; $\delta$ é a espessura do biopolímero (mm); $A_e$ é a área da superfície exposta do biopolímero (38,5x$10^{-4}$ $m^2$); $\Delta P_\omega$ é a diferença de pressão parcial através do biopolímero (kPa); e $G$ é o coeficiente angular da reta de ajuste aos pontos experimentais em um gráfico de massa versus tempo (g.$dia^{-1}$).

*Espessura (δ)*

Determinada com o auxílio de um micrômetro (Mitutoyo, modelo MDC-25S, resolução 0,001 mm, Japão). A espessura final foi calculada pela média aritmética de nove medidas aleatórias.

*Propriedades Mecânicas*

Avaliadas por meio de um ensaio de tração empregando o texturômetro TA.XT2, (Stable Microsystems SMD). O procedimento visou aferir a tensão de ruptura (σ), elongação até a ruptura (ε) e o módulo de Young (E) dos biopolímeros, em consonância com as diretrizes estabelecidas pelas normas da ASTM através do método D882-18 (17).

A tensão de ruptura (σ) foi computada empregando a Equação 4, que descreve a relação entre a força máxima de ruptura do biopolímero e a área da seção transversal da amostra:

$$\sigma = \frac{F_{máx}}{A} \quad (4)$$

onde $\sigma$ é a tensão na ruptura (MPa); $F_{máx}$ é a força máxima no momento da ruptura (N); e $A$ é a área da seção transversal do biopolímero (mm$^2$).

A elongação até a ruptura (ε) foi determinada pela Equação 5, que define a deformação elástica longitudinal como a variação percentual do comprimento inicial do material:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} x100 \quad (5)$$

onde $\varepsilon$ é a deformação elástica longitudinal (%); $\Delta l$ é a distância final de separação da garra (mm); e $l_0$ é a distância inicial de separação (mm).

O módulo de elasticidade, também conhecido como módulo de Young ($E$), é uma medida da rigidez de um material quando submetido a uma tensão externa de tração ou compressão. Em termos simples, é a razão entre a tensão aplicada e a deformação resultante, assumindo um comportamento linear, como mostrado na Equação 6:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (6)$$

onde $E$ é o módulo de elasticidade ou módulo de Young (MPa); $\sigma$ é a tensão na ruptura (MPa); e $\varepsilon$ é a deformação elástica longitudinal (%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise visual

A análise visual dos biopolímeros produzidos (Figura 1) com o enriquecimento da argila bentonita sódica na sua forma natural (Bent-IN) resultou em uma dispersão heterogênea dentro da matriz polimérica, com aglomerados e fases descontínuas que comprometeram as propriedades ópticas dos bioplásticos. Essa característica pode afetar negativamente a apresentação e a percepção da embalagem alimentar.

Com a argila organofilizada (Bent-Org), tratada com CTAB, demonstrou uma dispersão mais uniforme e uma melhor interação com a matriz polimérica, resultando em uma maior transparência e homogeneidade do bioplástico. Essa melhoria visual contribui para a estética das embalagens, onde uma aparência uniforme é importante para a aceitação do consumidor e a percepção de qualidade.

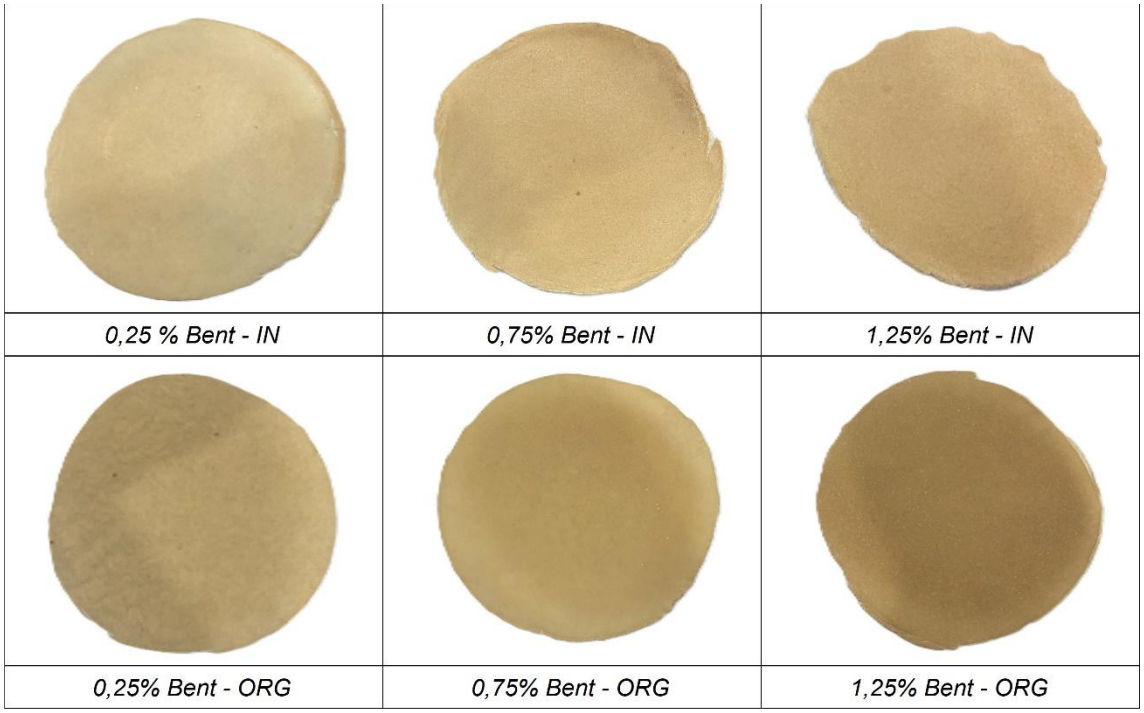



Figura 1 – Biopolímeros enriquecido com bentonita sódica *in natura* (Bent - IN) e organofilizada (Bent - ORG).

Em ambos os cenários, torna-se perceptível a modificação provocada pelo aumento na concentração de argila, traduzindo-se em uma coloração mais intensa, reflexo direto das características cromáticas distintivas da argila. Essa intensificação na coloração, tornando o polímero mais opaco, confere a vantagem adicional de proteger o alimento contra a exposição à luz.

**Propriedades físico-químicas**

A Tabela 1 destaca a influência da organofilização na caracterização físico-química dos bioplásticos. As argilas bentonitas são caracterizadas por sua estrutura de silicato em camadas, formada por unidades tetraédricas ($SiO_4$) e octaédricas ($AlO_6$), com íons sódio ($Na^+$) ou cálcio ($Ca^{2+}$) intercalados, conferindo-lhes propriedades de troca iônica. A presença desses íons metálicos pode limitar a interação da argila com moléculas orgânicas e água, restringindo assim suas aplicações (18)(19).

A organofilização é um processo de modificação superficial que substitui seletivamente os íons metálicos por íons orgânicos derivados do tensoativo catiônico (CTAB). Esses íons apresentam uma estrutura anfifílica, com uma cadeia hidrofóbica que penetra nas lamelas da argila e uma cadeia hidrofílica que se estende para fora, promovendo a expansão das camadas e a formação de compartimentos interlamelares mais acessíveis (20).

A hidrofobicidade adquirida pela argila organofilizada (Bent – ORG) é evidenciada pelos dados de absorção de umidade (ω) na Tabela 1, onde ocorre uma redução progressiva na capacidade de absorver água com o aumento da concentração de argila, refletida pelos valores percentuais de 12,61%, 15,46% e 18,34%. Em contrapartida, a argila *in natura* (Bent – IN) mantém uma alta higroscopicidade, como demonstrado pelos valores de 14,25%, 16,70% e 19,49%, devido à presença dos íons metálicos que favorecem a absorção de água e a interação com moléculas polares.

Tabela 1 – Caracterização físico-química dos biopolímeros por meio do seu conteúdo de umidade (ω), solubilidade em água (S), espessura (δ), permeabilidade ao vapor de água (PVA).

| Concentração (%) | Bent – IN | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ω (%) | S (%) | PVA* | δ (mm) |
| 0,25 | 14,250±0,002 | 18,640±0,220 | 3,840±0,040 | 0,147±0,001 |
| 0,75 | 16,700±0,002 | 32,590±0,310 | 5,832±0,071 | 0,165±0,004 |
| 1,25 | 19,490±0,002 | 47,950±0,370 | 8,625±0,051 | 0,214±0,001 |
| **Concentração (%)** | **Bent – ORG** | | | |
| | **ω (%)** | **S (%)** | **PVA*** | **δ (mm)** |
| 0,25 | 12,610±0,007 | 14,621±0,101 | 6,335±0,030 | 0,153±0,001 |
| 0,75 | 15,460±0,002 | 20,268±0,111 | 8,531±0,070 | 0,316±0,001 |
| 1,25 | 18,340±0,001 | 25,460±0,150 | 11,451±0,051 | 0,416±0,001 |

Os efeitos da adição de argila na solubilidade dos bioplásticos seguem um padrão análogo ao já descrito para a absorção de umidade. Com a Bent – IN, a solubilidade dos bioplásticos aumenta com a concentração de argila, devido à ausência de interações hidrofóbicas significativas (21). Isso leva a uma maior absorção de água e, consequentemente, a uma maior solubilidade. Por outro lado, a Bent – ORG mostra uma diminuição na solubilidade, resultado da redução da interação entre as partículas de argila e a água, devido à presença de grupos hidrofóbicos que diminuem a afinidade da argila pela água (22).

Algumas aplicações exigem diferentes graus de umidade e solubilidade do material, sendo desejável um grau mais elevado se o material de embalagem for comestível e consumido junto com o alimento embalado. Por outro lado, a insolubilidade e a resistência à água são as propriedades preferidas para uma embalagem destinada a proteger o alimento e aumentar sua vida útil. Assim, o maior ou menor valor destas propriedades depende da natureza do uso da embalagem.

A eficácia de um biopolímero em desempenhar o papel de uma barreira que limita a transferência de vapor d'água impacta diretamente na preservação da qualidade e na extensão da durabilidade dos alimentos embalados. Os valores da PVA nos biopolímeros foram afetados pela concentração da argila, tanto *in natura* quanto organofilizada. Para a Bent – IN, há um aumento na permeabilidade com o aumento da concentração de argila (de 0,25 para 0,75 e para 1,25%), indicado pelos valores crescentes de 3,84, 5,83 e 8,62 $(g.mm).(m^2.dia.kPa)^{-1}$. Isso é atribuído ao aumento na espessura dos bioplásticos e à formação de cavidades que facilitam a movimentação do vapor de água (21).

Para a Bent – ORG, também se observa um aumento na permeabilidade com o aumento da concentração de argila. No entanto, isso é atribuído à interação entre a modificação organofílica e a densidade das partículas de argila. A maior densidade de partículas cria caminhos adicionais para o movimento do vapor de água, apesar das propriedades hidrofóbicas que tendem a reduzir a entrada de umidade (23). Este aspecto torna-se fundamental ao considerar a aplicação desses biopolímeros em embalagens de alimentos, em que a capacidade de atuar como uma barreira contra a transferência de vapor de água tem um efeito direto na qualidade e na vida útil dos alimentos embalados. É importante notar que, em termos práticos, quanto menos permeável for o material, mais resistente será a embalagem, fornecendo assim uma proteção mais eficaz aos alimentos.

**Propriedades mecânicas**

No contexto da aplicação e vida útil das embalagens de alimentos, cujas propriedades mecânicas são determinantes. A incorporação das bentonitas *in natura* e organofilizadas nos bioplásticos influenciou significativamente a tensão de ruptura (σ) e o módulo de Young (E), além de afetar a elongação (ε). Na Tabela 2, a tensão de ruptura (σ), que indica a resistência máxima do material antes da falha, mostrou um aumento linear com a concentração de argila bentonita sódica *in natura*, refletindo um reforço na matriz polimérica. Os valores de σ para concentrações de 0,25%, 0,75% e 1,25% foram respectivamente 1,05 MPa, 1,21 MPa e 1,38 MPa.

A organofilização da bentonita resultou em um aprimoramento das propriedades mecânicas dos bioplásticos, com a formação de uma estrutura que exibe características reminiscentes de nanocompósitos com características superiores. As partículas de argila atuam como reforços mecânicos tridimensionais, aumentando a resistência à tração, rigidez e dureza (24). Isso confere aos bioplásticos uma maior capacidade de resistir a deformações e rupturas.

Além disso, a organofilização melhorou a tenacidade dos biocompósitos, permitindo que o material absorva mais energia antes de fraturar, o que se traduz em uma capacidade ampliada de absorção de impactos (25). A combinação de argila organofilizada com os componentes biológicos dos bioplásticos não só intensifica as propriedades estruturais, mas também aumenta a resiliência frente a estresses mecânicos, adicionando versatilidade e eficácia nas aplicações do material.

Tabela 2 – Propriedades mecânicas dos bioplásticos por meio da sua tensão de ruptura (σ), módulo de Young (E) e elongação (ε)

| **Concentração (%)** | **Bent – IN** | | |
|---|---|---|---|
| | **σ (MPa)** | **E (MPa)** | **ε (%)** |
| 0,25% | 1,055±0,024 | 42,142±1,103 | 2,538±0,055 |
| 0,75% | 1,211±0,084 | 53,217±2,986 | 2,001±0,114 |
| 1,25% | 1,389±0,031 | 93,064±3,371 | 1,494±0,045 |
| **Concentração (%)** | **Bent – ORG** | | |
| | **σ (MPa)** | **E (MPa)** | **ε (%)** |
| 0,25% | 1,580±0,088 | 61,823±2,541 | 3,145±0,031 |
| 0,75% | 2,355±0,199 | 89,478±1,268 | 2,417±0,030 |
| 1,25% | 2,507±0,012 | 120,472±1,406 | 1,790±0,019 |

O módulo de Young (E), que é uma medida da rigidez de um material, aumenta concomitantemente com a tensão de ruptura (σ) tanto para as argilas *in natura* quanto para as organofilizadas. Esse aumento simultâneo em E e σ reforça a noção de que a incorporação de argilas melhora a resistência e rigidez dos bioplásticos. No entanto, a diminuição na elongação (ε) dos materiais sugere uma redução na capacidade de deformação antes da ruptura, indicando uma menor flexibilidade do bioplástico após a adição de argilas (26).

Além disso, é importante considerar o papel do glicerol, utilizado como plastificante, e do agente reticulante à base de cloreto de cálcio. O glicerol, com sua natureza hidroxílica e afinidade pela água, promove uma incorporação mais homogênea na matriz polimérica e induz um efeito plastificante, aumentando a flexibilidade e deformabilidade do material. Por outro lado, o agente reticulante promove a formação de ligações cruzadas entre as cadeias poliméricas, o que contribui para um aumento na resistência, rigidez e estabilidade térmica dos bioplásticos (13).

Portanto, a combinação da argila *in natura* e organofilizada, juntamente com agentes moduladores, resultou em biopolímeros com propriedades aprimoradas, tanto em termos de interações com água quanto em resistência física. Essas melhorias tornam os biopolímeros mais adaptados às necessidades específicas de aplicação em embalagens de alimentos, onde a integridade estrutural, a resistência e a capacidade de preservar a qualidade dos produtos embalados são requisitos críticos. Destaca-se, assim, a relevância das modificações estruturais para otimizar as características do material, promovendo avanços significativos na produção de embalagens de alimentos sustentáveis, com propriedades físico-químicas e mecânicas aprimoradas.

## CONCLUSÕES

Neste estudo sobre biopolímeros à base de amido do mesocarpo de coco babaçu e alginato de sódio, fortalecidos com argila bentonita *in natura* e organofilizada, foi possível compreender detalhadamente as características físicas e químicas desses materiais. A etapa da organofilização emergiu como um elemento essencial para aprimorar a dispersão das partículas e a estabilidade dos biopolímeros. A avaliação das propriedades de absorção de umidade e solubilidade evidenciou que a matriz polimérica modificada desempenhou um papel fundamental na redução da afinidade do material pela água. Além disso, a incorporação das argilas resultou em biopolímeros com maior resistência e rigidez, fatores importantes para aplicações práticas em embalagens de alimentos.

A capacidade desses biopolímeros em oferecer uma barreira eficaz contra a transferência de vapor de água tem implicações diretas na qualidade e na vida útil dos alimentos embalados. A resistência mecânica aprimorada, aliada à resistência à água, destaca o potencial desses materiais para atender aos requisitos críticos das embalagens de alimentos, garantindo a integridade estrutural e a preservação da qualidade dos produtos embalados. Portanto, os resultados deste trabalho são relevantes para o desenvolvimento de materiais eficazes e sustentáveis, com aplicações práticas não apenas restritas às embalagens de alimentos, mas abrangendo uma variedade de setores industriais.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMA (Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão); Ao LEPPBio (Laboratório de Engenharia de Produtos e Processos em Biorrecursos) da UFMA, pela infraestrutura para a realização da pesquisa; Ao Laboratório de Desing da UFMA; À Brasilminas Indústria e Comercio Ltda pelo fornecimento da argila.

## REFERÊNCIAS

1. Liu L, Ma H, Xing B. Aging and characterization of disposable polypropylene plastic cups based microplastics and its adsorption for methylene blue. Chemosphere. 2024;349:140976.

2. Chandra S, Walsh KB. Microplastics in water: Occurrence, fate and removal. Journal of Contaminant Hydrology. 2024;264:104360.

3. Yang J, Punia Bangar S, Rizwan Khan M, Hammouda GA, Alam P, Zhang W. Biopolymer-based packaging films/edible coatings functionalized with ε-polylysine: New options for food preservation. Food Research International. 2024;187:114390.

4. Zhou G, Wu Q, Tang P, Chen C, Cheng X, Wei XF, et al. How many microplastics do we ingest when using disposable drink cups? Journal of Hazardous Materials. 2023;441:129982.

5. Gülpınar M, Tomul F, Arslan Y, Tran HN. Chitosan-based film incorporated with silver-loaded organo-bentonite or organo-bentonite: Synthesis and characterization for potential food packaging material. International Journal of Biological Macromolecules. 2024;274:133197.

6. Akbar WA, Rahim HU, Rutigliano FA. Microbial- and seaweed-based biopolymers: Sources, extractions and implications for soil quality improvement and environmental sustainability - A review. Journal of Environmental Management. 2024;359:120964.

7. Maniglia BC, Tessaro L, Ramos AP, Tapia-Blácido DR. Which plasticizer is suitable for films based on babassu starch isolated by different methods? Food Hydrocolloids. 2019;89:143–52.

8. Alves Lopes I, Coelho Paixão L, Souza da Silva LJ, Almeida Rocha A, D. Barros Filho AK, Amorim Santana A. Elaboration and characterization of biopolymer films with alginate and babassu coconut mesocarp. Carbohydrate Polymers. 2020;234:115747.

9. Ali I, Wan P, Peng C, Tan X, Sun H, Li J. Integration of metal organic framework nanoparticles into sodium alginate biopolymer-based three-dimensional membrane capsules for the efficient removal of toxic metal cations from water and real sewage. International Journal of Biological Macromolecules. 2024;266:131312.

10. Zhang C, Li Z, Wu Y, Wang C, Fang H, He C, et al. Micromechanical properties of polymer-bentonite interface: A molecular dynamics study. Construction and Building Materials. 2024;420:135638.

11. Araruna FOS, Araruna FB, Pereira LPLA, Brito MCA, Gomes PDB, Santos DCP, et al. Desenvolvimento e caracterização de filmes curativos à base de mesocarpo de Attalea speciosa Mart. ex Spreng e extrato glicólico de Aloe vera (L.) Burm. f. Research, Society and Development. 2021;10(2):e30310212520.

12. Silva PDS, Paixão LC, Menezes AS, Barros Filho AKD, Soares IQ, Santana AA. Desenvolvimento e Caracterização de Bioplásticos de Amido do Mesocarpo de Coco Babaçu e Alginato de Sódio Reforçados com Argila In Natura e Organofílica. In: Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisas e Avanços Vol 5. Agron Food Academy; 2024.

13. Santana AA, Kieckbusch TG. Physical evaluation of biodegradable films of calcium alginate plasticized with polyols. Brazilian Journal of Chemical Engineering. 2013;30(4):835–45.

14. AOAC International. Official Methods of Analysis of AOAC International. 2007,17.

15. Irissin-Mangata J, Bauduin G, Boutevin B, Gontard N. New plasticizers for wheat gluten films. European Polymer Journal. 2001;37(8):1533–41.

16. ASTM International. ASTM E96/E96M. Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials. 2016.

17. ASTM International. ASTM D882. Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting, 2018.

18. Kumar A, Lingfa P. Sodium bentonite and kaolin clays: Comparative study on their FT-IR, XRF, and XRD. Materials Today: Proceedings. 2020;22:737–742.

19. Ribeiro dos Santos F, de Oliveira Bruno HC, Zelayaran Melgar L. Use of bentonite calcined clay as an adsorbent: equilibrium and thermodynamic study of Rhodamine B adsorption in aqueous solution. Environmental Science and Pollution Research. 2019;26(28):28622–32.

20. Líbano EVDG, Visconte LLY, Pacheco ÉBA v. Propriedades térmicas de compósitos de polipropileno e bentonita organofílica. Polímeros. 2012;22(5):430–5.

21. Tan B, Thomas NL. A review of the water barrier properties of polymer/clay and polymer/graphene nanocomposites. Journal of Membrane Science. 2016;514:595–612.

22. Monteiro MKS, Oliveira VRL, Santos FKG, Barros Neto EL, Leite RHL, Aroucha EMM, et al. Incorporation of bentonite clay in cassava starch films for the reduction of water vapor permeability. Food Research International. 2018;105:637–44.

23. Medeiros KM, Nóbrega Medeiros V, Morais DDS, Kojuch LR, Araújo EM, Lira HL. Analysis of the Efficiency of Surface Treatment of Bentonite Clay for Application in Polymeric Membranes. Materials Science Forum. 2014;775–776:493–7.

24. Xie F, Avérous L, Halley PJ, Liu P. Mechanical performance of starch based biocomposites. In: Biocomposites. Elsevier; 2015. p. 53–92.

25. Naidu DS, John MJ. Effect of Clay Nanofillers on the Mechanical and Water Vapor Permeability Properties of Xylan–Alginate Films. Polymers. 2020;12(10):2279.

26. Shanmathy M, Mohanta M, Thirugnanam A. Development of biodegradable bioplastic films from Taro starch reinforced with bentonite. Carbohydrate Polymer Technologies and Applications. 2021;2:100173.

**Capítulo 48**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-48**

# ESTUDO ESTATÍSTICO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE FILMES BIOPOLIMÉRICOS CONTENDO ÓLEO DE *Copaifera Langsdorffii* PARA APLICAÇÕES EM EMBALAGENS ALIMENTARES COM POTENCIAL BIOATIVO

**Ana Carolina Soares e Soares; Aldo da Silva Farias*; Pablo Daniel Sena Silva; Allan Kardec Duailibe Barros Filho; Louryval Coelho Paixão; Audirene Amorim Santana**

**Email: aldo.farias@discente.ufma.br*

**Resumo:** O avanço na pesquisa de bioplásticos busca substituir polímeros petroquímicos degradáveis para reduzir impactos ambientais. A incorporação do óleo essencial de copaíba (*Copaifera Langsdorffii*) apresenta-se como uma alternativa favorável, conferindo propriedades bioativas aos bioplásticos e oferecendo potencial proteção ao alimento embalado. Neste estudo, foi aplicado o método de *casting* juntamente com um planejamento experimental de mistura para analisar as propriedades físico-químicas dos filmes, incluindo umidade, solubilidade em água, espessura e permeabilidade ao vapor de água (PVA). Os resultados indicaram que a umidade variou de 7,87% a 48,87%, a solubilidade de 15,38% a 93,13%, a espessura de 0,060 a 0,165 mm e a PVA de 1,784 a 8,018 g.mm/m².dia.kPa. As formulações apresentaram características funcionais, destacando-se pela flexibilidade, continuidade, homogeneidade e transparência, e demonstraram um alto desempenho nas propriedades essenciais para aplicações em embalagens.

**Palavras–chave:** ALGINATO; BIOATIVO; BIOPOLÍMERO; *Copaifera Langsdorffii*; EMBALAGEM

## INTRODUÇÃO

As embalagens desempenham um papel indispensável na indústria alimentícia, sendo essenciais para o armazenamento, conservação e proteção dos alimentos. Elas garantem a qualidade e a segurança dos produtos ao atuar como barreiras contra contaminações químicas, físicas e microbiológicas, que poderiam comprometer a saúde do consumidor (1). Contudo, a maioria das embalagens convencionais é fabricada a partir de polímeros derivado do petróleo, um recurso não renovável, e pode levar de 100 a 400 anos para se decompor, cuja produção e descarte, resulta em uma quantidade considerável de resíduos, provocando impactos ambientais significativos (2). Estes polímeros são amplamente utilizados devido à sua acessibilidade, leveza, resistência mecânica, inércia química e baixo custo (3).

Para enfrentar esses desafios, a indústria está investindo no desenvolvimento de novos materiais para embalagens que sejam econômicos, não tóxicos e altamente eficazes

(4)(5)(6). Nesse contexto, os filmes biopoliméricos se apresentam como uma alternativa viável. Estes materiais não apenas oferecem uma opção mais sustentável, mas também são particularmente relevantes para aplicações alimentícias devido à sua capacidade de permitir a difusão controlada de gases e nutrientes (7).

Com o objetivo de prolongar a vida útil dos alimentos e atender à crescente demanda dos consumidores por produtos seguros, saudáveis, mais naturais e com menor uso de conservantes, muitas pesquisas têm se concentrado no desenvolvimento de embalagens biodegradáveis que também apresentem potencial bioativo (8)(9). De acordo com Nunes et al. (9), a incorporação do óleo essencial de *Copaifera Langsdorffii* em filmes biopoliméricos representa uma abordagem interessante, uma vez que o óleo atua entre as cadeias peptídicas como um plastificante, reduzindo as interações intermoleculares entre as cadeias de gelatina e conferindo aos filmes uma boa maleabilidade e flexibilidade (9)(10).

Nesse sentido, o estudo do alginato, combinado com óleo de copaíba, como fontes de polímeros biodegradáveis e bioativos, é particularmente relevante. Ambos são recursos naturais e abundantes no Brasil. Logo, o objetivo deste estudo é explorar as características físico-químicas de filmes biopoliméricos de alginato enriquecidos com óleo de copaíba, proporcionando informações que possibilitem a criação de embalagens alimentícias ativas que combinem eficácia e sustentabilidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Materiais*

Utilizou-se alginato de sódio (A2033), com uma massa molar média de 90 kDa e viscosidade intrínseca de 690 ml/g a 25 ºC. Este alginato apresenta uma composição de 61% de ácido manurônico e 39% de ácido gulurônico (Sigma, Brasil). Além disso, foram empregados glicerol (Dinâmica, Brasil), cloreto de cálcio dihidratado (Merck, Alemanha) e óleo essencial de copaíba, adquirido pela Expresso Mata Atlântica.

### *Elaboração dos biopolímeros utilizando planejamento experimental*

Foi empregado um delineamento experimental para avaliar as misturas, considerando quatro variáveis de resposta, com ênfase na redução da PVA e da solubilidade dos biopolímeros. Utilizou-se um projeto de mistura experimental com superfície de resposta triangular, especificamente um "three-factor simplex-lattice design", incorporando pontos inferiores e um centroide geral para a obtenção de modelos e superfícies de resposta. As variáveis independentes avaliadas incluíram as concentrações de glicerol, a reticulação com cloreto de cálcio dihidratado - $CaCl_2.2H_2O$ (Crosslinking) e o óleo essencial de copaíba, com concentrações máximas de 5 ml, 4% e 5 ml, respectivamente. A Tabela 1 apresenta os quinze ensaios do delineamento experimental. As variáveis de resposta analisadas foram o teor de umidade, solubilidade em água, espessura e PVA.

Tabela 1 - Planejamento experimental de misturas para filmes poliméricos com variação de parâmetros: concentração de glicerol, crosslinking e óleo essencial de copaíba.

| Ensaios | Glicerol (ml) | Crosslinking (%) | Óleo de copaíba (ml) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 1/3 | 2/3 | 0 |
| 5 | 1/3 | 0 | 2/3 |
| 6 | 0 | 1/3 | 2/3 |
| 7 | 2/3 | 1/3 | 0 |
| 8 | 2/3 | 0 | 1/3 |
| 9 | 0 | 2/3 | 1/3 |
| 10* | 1/3 | 1/3 | 1/3 |
| 11 | 2/3 | 1/6 | 1/6 |
| 12 | 1/6 | 2/3 | 1/6 |
| 13 | 1/6 | 1/6 | 2/3 |
| 14* | 1/3 | 1/3 | 1/3 |
| 15* | 1/3 | 1/3 | 1/3 |

*As formulações 14 e 15 são repetições da formulação 10.

Os filmes poliméricos foram preparados conforme adaptações de métodos previamente estabelecidos (11)(12)(13)(14)(15). Para a preparação da solução, o alginato (1,5%) foi dissolvido em 400 ml de água deionizada e agitado a 10000 rpm à temperatura ambiente (27 ºC ± 2 ºC) por 20 min. Em seguida, adicionou-se o plastificante glicerol e continuou-se a agitação na mesma rotação por 1 hora. Após esse intervalo, foi adicionada uma solução de crosslinking e a mistura foi agitada por mais 15 min, mantendo a temperatura a 40 ºC. O gel aquecido foi então misturado com o óleo essencial por aproximadamente 20 min e depositado em placas de Petri (diâmetro de 15 cm), que foram colocadas para secagem a 40 ºC em uma estufa com recirculação de ar por 48 h (SP Labor, modelo 1911, Brasil). Posteriormente, o material foi removido das placas e armazenado em um dessecador a 52% de UR por 48 h antes de ser submetido às caracterizações.

*Caracterização*

*Conteúdo de Umidade (ω)*

A umidade dos biopolímeros confeccionados foi determinada seguindo as normas da AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (16). Uma massa inicial ($m_i$) da amostra foi pesada e, após 24 h em estufa (modelo SL-100/A, Solab, Brasil) a 105 ºC, obteve-se a massa final seca ($m_f$). O teor de umidade foi quantificado em relação à massa inicial, conforme a Equação (1)

$$\omega = \frac{m_i - m_f}{m_i} \quad (1)$$

*Solubilidade em Água (S)*

A determinação da solubilidade em água seguiu a metodologia proposta por Irissin-Mandata et al. (17). Uma amostra ($m_i$) foi imersa em 50 ml de água destilada e agitada a 175 rpm a 25 ± 1 ºC por 24 h. Após a imersão, a amostra foi seca em estufa a 105 ºC por 24 h, obtendo-se a massa final seca ($m_f$). A matéria solubilizada foi calculada em relação à massa inicial, conforme a Equação (2).

$$S = \left[\frac{m_i(1-\omega) - m_f}{m_i(1-\omega)}\right] \quad (2)$$

*Permeabilidade ao Vapor de Água (PVA)*

Determinada gravimetricamente a 25 ºC (± 1 ºC), seguindo o método ASTM E96M-16 (18). Uma célula de acrílico com biopolímero foi preenchida com cloreto de cálcio para atingir 0% de UR, e então colocada em um recipiente selado com solução saturada de NaCl, garantindo 75% de UR. Com essa configuração, estabeleceu-se uma diferença contínua de pressão de vapor d'água, ΔPω. Durante 72 h, monitorou-se o aumento de massa da célula, associado à taxa de água que permeou o biopolímero ($G$). Esse valor foi usado na Equação (3) para calcular a PVA.

$$PVA = \left[\frac{G\delta}{A_e \Delta P_\omega}\right] \quad (3)$$

onde $PVA$ é a permeabilidade de vapor de água do biopolímero [(g.mm)/(m$^2$.dia.kPa)]; $\delta$ é a espessura do biopolímero (mm); $A_e$ é a área da superfície exposta do biopolímero (38,5x10$^{-4}$ m$^2$); $\Delta P_\omega$ é a diferença de pressão parcial através do biopolímero (kPa); e $G$ é o coeficiente angular da reta de ajuste aos pontos experimentais em um gráfico de massa versus tempo (g/dia).

*Espessura (δ)*

Determinada com o auxílio de um micrômetro (Mitutoyo, modelo MDC-25S, resolução 0,001 mm, Japão). A espessura final foi calculada pela média aritmética de nove medidas aleatórias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os filmes exibiram boa aparência visual e homogeneidade, demonstrando uma variação tonal que abarcava desde um tom de bege claro até um matiz mais escuro, com distintos níveis de transparência. A luminosidade do filme estava diretamente correlacionada à quantidade de óleo essencial utilizado (conforme ilustrado na Figura 1 e detalhado na Tabela 2). Além disso, notou-se que os filmes apresentaram facilidade na remoção das placas de Petri, no entanto, os ensaios 3, 6 e 9, desprovidos de glicerol, evidenciaram-se excessivamente frágeis. Observou-se uma tendência distinta na flexibilidade e na capacidade de manuseio dos filmes, com os exemplares que continham proporções mais elevadas de óleo essencial de copaíba e glicerol em relação à concentração de $CaCl_2.2H_2O$ demonstrando um desempenho superior nesses aspectos.

Tabela 2 - Resultados da avaliação subjetiva para filmes poliméricos com variação de parâmetros: concentração de glicerol, crosslinking e óleo essencial de copaíba.

| Ensaios | Continuidade | Homogeneidade | Transparência | Flexibilidade |
|---|---|---|---|---|
| 1 | +++ | +++ | +++ | ++++ |
| 2 | ++ | ++ | ++ | + |
| 3 | + | + | ++ | + |
| 4 | +++ | +++ | +++ | ++ |
| 5 | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ |
| 6 | +++ | +++ | ++ | + |
| 7 | ++++ | ++++ | ++ | ++++ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 8 | ++++ | ++++ | ++ | ++++ |
| 9 | +++ | +++ | ++ | ++ |
| 10* | ++ | +++ | +++ | ++++ |
| 11 | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ |
| 12 | +++ | ++ | ++ | ++ |
| 13 | ++ | +++ | ++ | +++ |
| 14* | ++ | +++ | +++ | ++++ |
| 15* | ++ | +++ | +++ | ++++ |

* As formulações 10, 14 e 15 são iguais. ++++ excelente, +++ bom, ++ regular, + ruim.

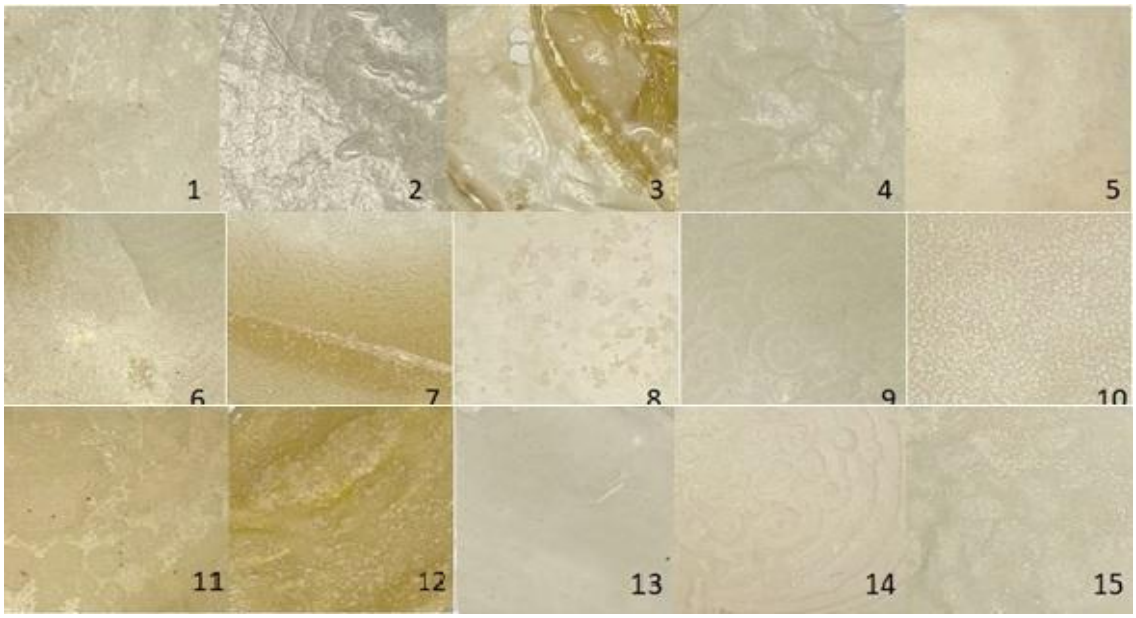



Figura 1 - Imagem dos biopolímeros obtidos no planejamento experimental.

Ao analisar os dados apresentados na Tabela 3, observa-se uma variação significativa nos valores de umidade, que oscilaram entre 7,87% e 48,87%. Esses valores correspondem aos diferentes ensaios realizados, especificamente, o ensaio 6 e o ensaio 1. Esta variação evidencia a influência dos componentes utilizados na formulação dos filmes. É relevante observar que os resultados obtidos nesta pesquisa demonstraram uma semelhança com os valores de umidade encontrados em filmes compostos por amido de *Xanthosoma Mafaffa Schott*, os quais foram enriquecidos com óleo de copaíba, conforme relatado por Rodrigues et al. (19). No entanto, os níveis de umidade obtidos neste estudo foram inferiores aos reportados por Paranhos et al. (20) em filmes à base de quitosana também enriquecidos com óleo de copaíba.

Tabela 3 - Conteúdo de umidade (ω), solubilidade em água (S), espessura (δ) e permeabilidade ao vapor de água (PVA) para filmes poliméricos com variação de parâmetros: concentração de glicerol, crosslinking e óleo essencial de copaíba.

| **Ensaios** | **ω (%)** | **S (%)** | **δ (mm)** | **PVA[#]** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 48,879±1,953$^{f}$ | 44,442±2,069$^{f}$ | 0,080±0,010$^{a}$ | 4,151±0,887$^{c}$ |
| 2 | 12,329±0,941$^{b}$ | 16,667±1,054$^{a}$ | 0,060±0,011$^{a}$ | 2,612±0,326$^{b}$ |
| 3 | 12,857±1,731$^{b}$ | 15,385±0,518$^{a}$ | 0,060±0,010$^{a}$ | 1,784±0,012$^{a}$ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 17,460±1,470$^{c}$ | 25,806±1,602$^{b}$ | 0,130±0,001$^{c}$ | 4,384±0,655$^{c}$ |
| 5 | 18,750±2,002$^{cd}$ | 51,128±0,511$^{g}$ | 0,110±0,003$^{bc}$ | 5,597±0,291$^{d}$ |
| 6 | 7,874±0,937$^{a}$ | 93,128±1,128$^{i}$ | 0,110±0,008$^{bc}$ | 4,669±0,154$^{c}$ |
| 7 | 16,854±1,297$^{c}$ | 45,122±2,366$^{f}$ | 0,070±0,022$^{a}$ | 2,554±0,331$^{b}$ |
| 8 | 18,919±2,209$^{cd}$ | 39,149±0,595$^{e}$ | 0,100±0,006$^{b}$ | 4,647±0,453$^{c}$ |
| 9 | 8,511±0,754$^{a}$ | 19,115±2,836$^{a}$ | 0,130±0,004$^{c}$ | 4,496±0,298$^{c}$ |
| 10* | 22,222±0,898$^{d}$ | 34,375±1,949$^{d}$ | 0,150±0,007$^{d}$ | 4,214±0,663$^{c}$ |
| 11 | 32,258±1,917$^{e}$ | 58,670±2,306$^{h}$ | 0,090±0,004$^{b}$ | 5,060±0,889$^{c}$ |
| 12 | 16,667±0,287$^{c}$ | 27,397±1,969$^{b}$ | 0,165±0,004$^{d}$ | 8,018±1,055$^{e}$ |
| 13 | 17,241±0,447$^{c}$ | 35,795±1,705$^{d}$ | 0,110±0,003b$^{c}$ | 5,583±0,020$^{d}$ |
| 14* | 21,818±1,193$^{d}$ | 29,630±0,422$^{c}$ | 0,090±0,003$^{b}$ | 4,347±0,306$^{c}$ |
| 15* | 19,149±1,038$^{cd}$ | 35,897±2,564$^{d}$ | 0,080±0,005$^{a}$ | 4,437±0,074$^{c}$ |

*As formulações 10, 14 e 15 são iguais. Média ± desvio padrão das repetições. Médias com a letra minúscula em cada linha indicam que não há diferença significativa a p≤0,05 de acordo com o teste de Tukey. $^{\#}$[(g.mm)/($m^2$.dia.kPa)].

Os ensaios 6 e 9, não mostraram diferenças significativas na umidade com um nível de confiança de 95%. A falta de glicerol nas formulações pode ter influenciado essa uniformidade. A reticulação das cadeias poliméricas pode ter reduzido a hidrofilicidade, tornando as composições mais hidrofóbicas, sem destaque do óleo essencial. Isso destaca a complexa interação entre os componentes e a necessidade de ajuste preciso para obter características desejáveis nos filmes poliméricos.

No ensaio 1, que consistiu exclusivamente de alginato com a mais elevada concentração de glicerol dentre todas as formulações investigadas, foi observado um teor de umidade significativamente elevado. Este fenômeno pode ser atribuído à notória higroscopicidade tanto do alginato quanto do glicerol, conforme documentado por Paixão et al. (21). De acordo com os estudos de Da Costa e De Oliveira (22) e Tarique e Khalina (23), filmes poliméricos que incorporam quantidades substanciais de glicerol em sua composição tendem a exibir teores de umidade consideravelmente elevados.

A significância da regressão foi confirmada com 95% de confiança (p≤0,05) através do teste F na ANOVA, enquanto a falta de ajuste não foi significativa. O coeficiente de determinação ($R^2$) do modelo ajustado, que incluiu combinações de glicerol, óleo de copaíba e crosslinking, foi de 0,9334, indicando que o modelo explicou 93,34% da variabilidade dos dados. O modelo mostrou significância na regressão e ausência de significância na falta de ajuste. A discrepância entre erro experimental e falta de ajuste pode ser atribuída à baixa repetibilidade dos pontos centrais, com erro experimental menor que a falta de ajuste.

Na Figura 2 está apresentada a superfície de resposta para a umidade. Analisando essa figura, destaca-se que as concentrações de umidade mais baixas foram observadas nos filmes cujas formulações consistiam apenas de concentrações de crosslinking e óleo

de copaíba, como nos ensaios 2, 3, 6 e 9. Por outro lado, os filmes que apresentaram os maiores teores de umidade foram encontrados nas concentrações mais altas de glicerol e nas concentrações mais baixas de óleo de copaíba.

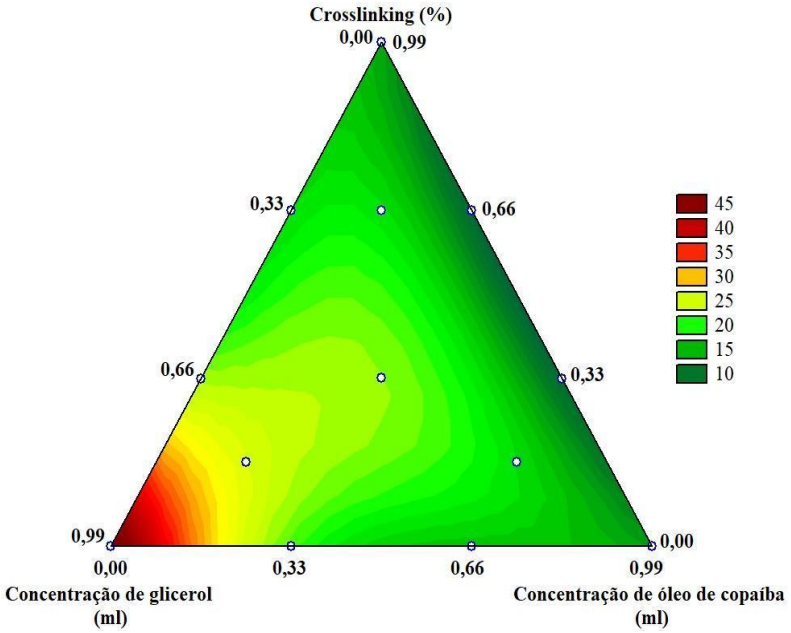



Figura 2 - Superfície de resposta para a umidade dos biopolímeros.

A solubilidade é uma propriedade de grande importância na caracterização de filmes biopoliméricos, pois permite compreender seu comportamento em ambientes aquosos (24). Nesse contexto, a solubilidade é influenciada pela concentração e pelos tipos de compostos presentes na formulação (25), afetando diretamente os índices de hidrofilicidade e hidrofobicidade. Em geral, filmes hidrofóbicos apresentam menor solubilidade, enquanto filmes hidrofílicos exibem maior solubilidade (26).

Na Tabela 3, a solubilidade dos filmes variou de 15,38% a 93,13%, com os valores mais baixos sendo observados em ensaios que continham exclusivamente óleo de copaíba ou apenas o agente de reticulação (crosslinking). Ensaios que combinaram esses componentes mostraram um aumento na solubilidade, especialmente quando a quantidade de agente de reticulação foi superior à de óleo. Esse aumento na solubilidade pode ser atribuído ao efeito combinado do agente de reticulação e do óleo de copaíba, que reduzem a absorção de água pelos filmes.

A análise de regressão, com um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$), revelou um coeficiente de determinação ($R^2$) de 0,7414, indicando que o modelo explicou 74,14% da variação nos dados. A regressão foi significativa ao nível de 95% de confiança ($F_{calculado} > F_{tabelado}$), enquanto a falta de ajuste não foi significativa, o que sugere uma boa repetibilidade dos pontos centrais e uma superfície de resposta confiável. A Figura 3 ilustra a superfície de resposta para a solubilidade.

Nessa figura, observa-se que os filmes de maior solubilidade são aqueles caracterizados por uma elevada concentração de reticulante, em relação à quantidade de óleo de copaíba presente. A redução na solubilidade em meio aquoso dos filmes que incorporam óleo de copaíba pode ser atribuída à sua natureza hidrofóbica, como relatado por Debone et al. (26) e Paranhos et al. (20).

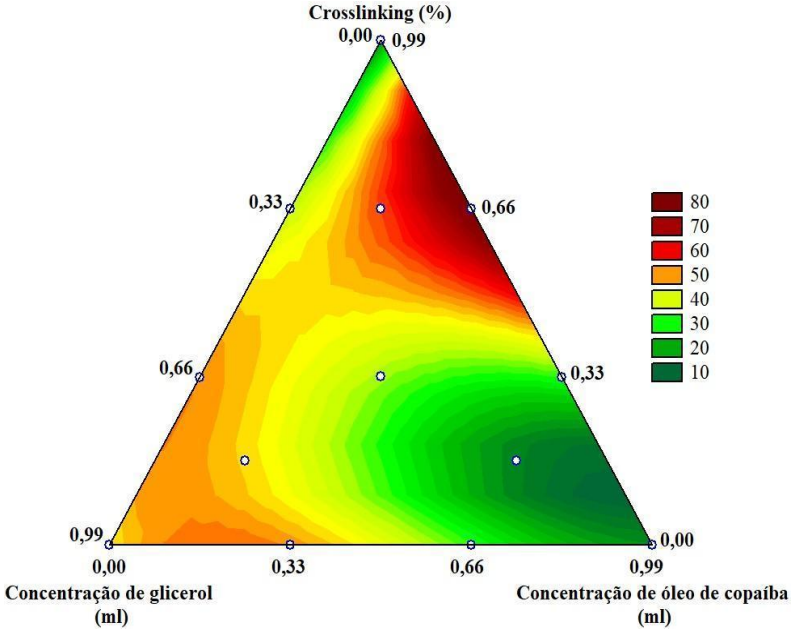



Figura 3 - Superfície de resposta para a solubilidade dos biopolímeros.

A espessura é uma das propriedades mais importantes dos filmes, uma vez que exerce uma influência direta sobre a taxa de permeabilidade ao vapor de água, como mencionado por Paixão et al. (21). Contudo, a obtenção de um controle preciso da espessura torna-se uma tarefa desafiadora quando se emprega a metodologia de "casting", como também indicado por Da Silva Brasil et al. (25). Os resultados obtidos, exibidos na Tabela 3, revelam variações na espessura dos filmes, situando-se em intervalos de 0,060 mm (ensaios 2 e 3) a 0,165 mm (ensaio 12, caracterizado pela presença de uma mistura ternária).

O coeficiente de determinação ($R^2$) foi de 0,7220, superando o limiar de 70%, para um modelo que incluiu diferentes concentrações de glicerol, óleo de copaíba e crosslinking. A análise de variância com nível de confiança de 95% mostrou uma regressão estatisticamente significativa e uma falta de ajuste não significativa, com $F_{calculado} < F_{tabelado}$. O modelo explicou 72,20% da variação nos dados. A diferença observada pode ser atribuída à baixa reprodutibilidade dos pontos centrais, com erro aleatório predominante. A construção da superfície de resposta foi considerada uma abordagem válida e justificada.

Conforme ilustrado na Figura 4, observa-se que os filmes exibiram variabilidade na espessura em relação as composições binárias e ternárias, demonstrando maior espessura em contraste com aquelas compostas por um único componente, constituído de alginato. Contudo, a espessura do filme não deve ser interpretada como um fator desqualificante, dado que sua aplicabilidade pode variar de acordo com o propósito específico, como é o caso na fabricação de embalagem, onde, em muitos casos, uma maior ou menor espessura é desejável.

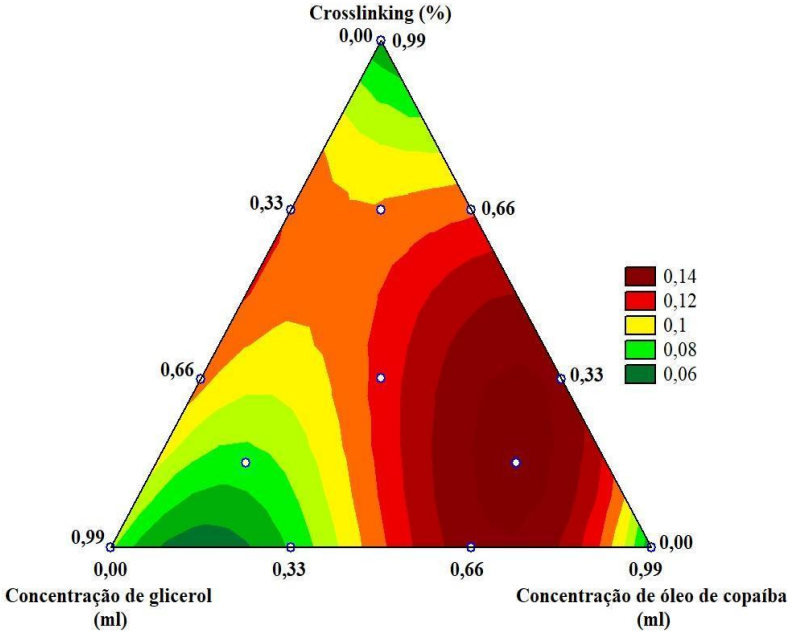



Figura 4 - Superfície de resposta para a espessura dos biopolímeros.

No presente estudo, a PVA dos biopolímeros obtiveram variações compreendidas entre 1,784 (no ensaio 3) e 8,018 (no ensaio 12), expressas em unidades de g.mm/m².dia.kPa (conforme indicado na Tabela 3). Estes valores se revelaram inferiores aos obtidos por Raposo et al. (27) ao empregarem biopolímeros de alginato. É válido destacar que, neste estudo, a presença do óleo de copaíba possivelmente influenciou na obtenção de valores mais baixos de PVA, como observado no ensaio 3, o qual exibiu a menor taxa de permeabilidade. Esta fenomenologia pode ser associada à dificuldade na passagem de água, provocada pela interação entre o óleo e os demais componentes, assemelhando-se ao resultado obtido por Nunes et al. (8) em seu estudo sobre filmes contendo óleo essencial de limão.

Avaliando os dados e considerando a significância da regressão, bem como a não significância da falta de ajuste a um nível de confiança de 95% ($p \leq 0,05$), mediante o teste F, observa-se que o modelo proposto para a predição da PVA apresentou um coeficiente de determinação de 0,7528 ($R^2 > 70\%$). O $F_{calculado}$ para a regressão e falta de ajuste foram inferiores aos valores de $F_{tabelado}$. Consequentemente, embora o modelo ajustado não seja considerado altamente preditivo, sua falta de ajuste não foi estatisticamente significativa.

Na Figura 5, está representada a superfície de resposta referente à PVA dos filmes. Evidencia-se que as menores taxas de permeabilidade podem ser alcançadas em situações nas quais a concentração de glicerol é minimizada, enquanto as concentrações de crosslinking e óleo de copaíba apresentam seus extremos máximos e mínimos, respectivamente.

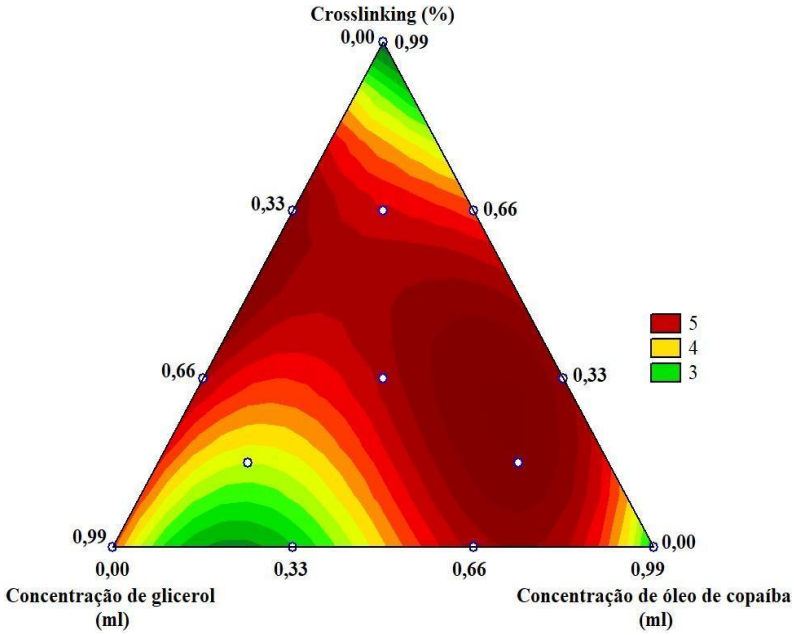



Figura 5 - Superfície de resposta para a PVA dos biopolímeros.

## CONCLUSÕES

Com base nas análises realizadas, as formulações filmogênicas apresentaram características altamente favoráveis para a produção de embalagens biodegradáveis contendo óleo essencial de copaíba (*Copaifera Langsdorffii*) como princípio ativo. Essas formulações se destacaram por sua excelente flexibilidade, continuidade e homogeneidade, além de uma transparência atraente com tons suaves de bege, refletindo a cor dos componentes utilizados. Em relação às propriedades essenciais para aplicação em embalagens, como umidade, solubilidade, espessura e PVA, as formulações contendo óleo essencial de copaíba demonstraram um desempenho elevado. A variação na umidade dessas formulações indicou uma gama de opções adequadas para diferentes aplicações das embalagens, enquanto a solubilidade em água mostrou-se controlável por meio da combinação adequada dos componentes. Esses filmes destacam-se pela sua versatilidade, sendo possivelmente adequados para proteção e preservação de produtos, liberação controlada de ingredientes, proteção de produtos sensíveis, proteção de culturas, entre outras aplicações. Entretanto, mais caracterizações devem ser realizadas.

## AGRADECIMENTOS

À UFMA (Universidade Federal do Maranhão); Ao LEPPBio (Laboratório de Engenharia de Produtos e Processos em Biorrecursos) da UFMA, pela infraestrutura para a realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

1. Silva LF. Lesões de pele por Equipamentos de Proteção Individual e medidas preventivas no contexto da COVID-19: revisão integrativa. Revista Latino-Americana de Enfermagem. 2022;30.

2. Lau WWY, Shiran Y, Bailey RM. Evaluating scenarios toward zero plastic pollution. Science. 2020;369;6509:1455–1461.

3. Shahrampour D, Khomeiri M, Razavi SMA. Kashiri M. Development and characterization of alginate/pectin edible films containing Lactobacillus plantarum KMC 45. LWT. 2020;118:108758.

4. Cox KD, Covernton GA, Davies HL. Human consumption of microplastics. Environmental Science and Technology. 2019;53;12:7068–7074.

5. Ferdous W, Manalo A, Siddique R. As faces do plástico 286 Quím. nova esc. – São Paulo-SP, BR. 2022;43;3:277-286

6. Mecking S. Chemistry can help make plastics sustainable — but it isn't the whole solution. Nature. 2021;590;7846:363–364.

7. Rodrigues T. Eficácia do curativo hidrocolóide em relação ao filme transparente na prevenção de lesões por pressão. Enfermagem em Foco. 2018;9;1.

8. Zumstein MT, Narayan R. Dos and do nots when assessing the biodegradation of plastics. Environmental Science & Technology. 2019;53;17:9967–9969.

9. Nunes JC. Influência da nanoemulsão de óleo essencial de limão em filmes à base de gelatina.Química Nova. 2018;41:1006-1010.

10. Borges AG. Preparação e caracterização de filmes de poli (butileno adipato-co-tereftalato) aditivados com óleo essencial de Melaleuca alternifolia.Research, Society and Development. 2022;11;8:55511831332.

11. Santana AA, Kieckbusch TG. Physical evaluation of biodegradable films of calcium alginate plasticized with polyols. Brazilian Journal of Chemical Engineering. 2013;30(4):835–845.

12. Parada NL, Bahú JO, Schiavon MI, Bonon AJ, Benites CI, Jardini AL, Wolf MRW. (Epoxidized castor oil – citric acid) copolyester as a candidate polymer for biomedical applications. Journal Polymer Res. 2019;26:149.

13. Bueno CZ, Moraes ÂM. Influence of the incorporation of the antimicrobial agent polyhexamethylene biguanide on the properties of dense and porous chitosan-alginate membranes. Materials Science and Engineering: C. 2018;93:671-678.

14. Pires ALR, Moraes AM. Improvement of the mechanical properties of chitosan-alginate wound dressings containing silver through the addition of a biocompatible silicone rubber. Journal of Applied Polymer Science. 2015;132;12:

15. Lopes IA, Paixão LC, Da Silva LJS, Rocha AA, Barros Filho AKD, Santana AA. Elaboration and characterization of biopolymer films with alginate and babassu coconut mesocarp. Carbohydrate polymers. 2020; 234: 115747.

16. AOAC International. Official Methods of Analysis of AOAC International. 2007,17.

17. Irissin-Mangata J, Bauduin G, Boutevin B, Gontard N. New plasticizers for wheat gluten films. European Polymer Journal. 2001;37(8):1533–1541.

18. ASTM International. ASTM E96/E96M. Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials. 2016.

19. Rodrigues, GM. Atividade antimicrobiana e perfil gc-ms do óleo de copaíba para incorporação em filmes à base de amido de *xanthosoma mafaffa schott*. Polymers. 2020;12;12:2883.

20. Paranhos SB. Membrana de quitosana contendo óleo de copaíba (Copaifera spp.) para tratamento de feridas na pele. Polymers. 2021;14;1:35.

21. Paixão LC, Lopes IA, Barros Filho AKD, Santana AA. Alginate biofilms plasticized with hydrophilic and hydrophobic plasticizers for application in food packaging. Journal of Applied Polymer Science. 2019;136;48:48263.

22. Da costa DM, De oliveira RA. Queratina de penas de frangos nas propriedades de biofilmes de amido de milho-glicerol. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. 2020;15;1:57-61.

23. Tarique J, Sapun SM, Khalina A. Efeito da carga de plastificante glicerol nas propriedades físicas, mecânicas, térmicas e de barreira de biopolímeros de amido de araruta (*Maranta arundinacea*). Relatórios científicos. 2021;11;1:1-17.

24. Li C, Hu Y, Li E. Effects of amylose and amylopectin chain-length distribution on the kinetics of long-term rice starch retrogradation. Food Hydrocolloids. 2021;111: 106239.

25. Da Silva Brasil GV. Incorporação de pólen de abelha Tubi (*Scaptotrigona sp*) em filmes biodegradáveis de alginato, pectina e amido. Research, Society and Development. 2022;11;9:11711931603.

26. Debone HS. Chitosan/Copaiba oleoresin films for would dressing application. International Journal of Pharmaceutics. 2019;555:146-152.

27. Raposo AKDS, Paixão LC, Rocha AA. et al. Characterization of Biodegradable Films Produced from Mixtures of Alginate, Starch and Babassu Fibers. J Polym Environ. 2021;29:1212–1226.

**Capítulo 49**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-49**

# ANÁLISE DA CONFORMIDADE DOS RÓTULOS DE BEBIDAS LÁCTEAS PROTEICAS UHT FRENTE À LEGISLAÇÃO VIGENTE

**Fátima Aparecida Ferreira[1]*; Kelly Cristina de Souza Dias[1] ; Kelly Cristine Mateus Leite[1], ; Ketlin Francisca Santos[1] ; Fabiana Oliveira Pereira[2] ; Pãmella Fronza[3]**

[1]Estudante do Curso de Nutrição- PUC-MINAS.
[2]Estudante do curso de Doutorado em Desenvolvimento Rural e Sistemas Agroalimentares - PPDRGEA – IFPA.
[3]Docente/pesquisadora do Depto de alimentos – PPGCA – UFMG.
**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:pamellafronza@hotmail.com*

**Resumo:** O uso de bebidas lácteas proteicas UHT, vem crescendo nos últimos anos devido a busca por uma alimentação mais saudável. O aumento nesse consumo surgiu em função de um estilo de vida acelerado, em que as pessoas buscam facilidade e comodidade na aquisição de nutrientes essenciais para o organismo. Neste sentido, rótulos com informações corretas e completas são cruciais para que os consumidores façam escolhas conscientes. Para auxiliar nesse processo as novas regras de rotulagem trazem informações mais claras e já estão em vigor (RDC Nº 727/2022, RDC nº 429/2020 e IN nº 75/2020). Baseado nessas informações, este estudo teve como objetivo avaliar a conformidade dos rótulos de bebidas lácteas proteicas UHT em relação à legislação vigente. Trata-se de um estudo transversal descritivo, em que foram selecionados cinco rótulos de bebidas lácteas proteicas UHT comercializadas em supermercados da cidade de Belo Horizonte, MG. A verificação da conformidade foi realizada avaliando os seguintes itens: regras gerais de rotulagem, denominação de venda, outras denominações, lista de ingredientes, conteúdo líquido, prazo de validade e lote, alertas para alérgicos, intolerantes à lactose e celíacos, declaração de origem, instruções de conservação e consumo, informação nutricional (alegações e tabela) e carimbos e registros. Os resultados mostraram que nenhum rótulo apresentou 100% de conformidade frente à legislação vigente. As principais não conformidades observadas foram para regras gerais de rotulagem, declaração de origem e informação nutricional. Esses resultados apontam para a necessidade de fiscalização mais rigorosa por parte dos órgãos governamentais, bem como, medidas públicas para conscientizar os fabricantes da importância da rotulagem correta.

**Palavras–chave:** bebidas lácteas proteicas; legislação de alimentos e bebidas; rotulagem de alimentos.

## INTRODUÇÃO

Bebidas que fornecem nutrição, praticidade e comodidade, estão ficando cada vez mais populares no mercado mundial. Dietas com altos teores proteicos podem auxiliar no controle de apetite, saciedade e manutenção da massa corporal magra. Nesse cenário as

bebidas lácteas estão em ascensão, com taxa média anual em lançamento de novos produtos de 15%. Todo esse crescimento vem em função do consumidor estar mais atento à saúde e bem-estar (1, 2).

Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária, bebida láctea é definida como um produto lácteo resultante da mistura do leite e soro do leite adicionado ou não de outros ingredientes, inclusive de origem láctea como fermentos lácteos e pode ser classificada de acordo com o tratamento térmico aplicado como é o caso das bebidas lácteas UHT, que foi submetido a uma temperatura entre 130 ºC a 150 ºC durante 2 a 4 segundos, em condições continuas, seguido de resfriamento a uma temperatura inferior a 32 ºC (3). Além disso, o referido Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade desses produtos apontam que após o tratamento térmico o produto deve ser imediatamente envasado em condições assépticas em embalagens estéreis e hermeticamente fechadas.

Por tratar de um produto produzido e embalado na ausência dos consumidores a embalagem desses produtos deve apresentar todos os dizeres obrigatórios estabelecidos pela RDC nº 727/2022 (4), bem como, as declarações relacionadas às informações nutricionais que estão preconizadas na RDC nº 429/2020 e IN nº 75/2020 (5,6).

Segundo a RDC nº 727/2022 a rotulagem é toda informação presente no rótulo seja ela escrita, impressa, estampada, gravada em relevo, litografada ou colada, como é o caso de etiquetas. Contudo, é imprescindível que essas informações estejam de acordo com o que é preconizado pelas legislações vigentes. Fornecer informações corretas e de fácil compreensão pode mitigar impactos negativos ocasionados na saúde. Além disso, dentre os objetivos da rotulagem desatacam-se informar sobre a natureza do alimento e da embalagem (7), além de permitir escolhas mais conscientes por meio de informações sobre o conteúdo nutricional e pegada ambiental (8).

Foi nessa perspectiva, que entraram em vigor as novas legislações para rotulagem de alimentos. Por meio da nova rotulagem nutricional, por exemplo, é possível verificar uma maior harmonização dos requisitos, apoiando a entrega de rótulos padronizados, com informações claras e objetivas aos consumidores. Portanto, nota-se uma evolução no processo regulatório.

Contudo, ainda existe um caminho longo a ser percorrido no contexto de adequação dos rótulos alimentares. Um estudo realizado em 2021, sobre avaliação da rotulagem de produtos lácteos, apontou que as bebidas lácteas UHT apresentaram o segundo maior índice de não conformidade com a legislação brasileira (9).

Baseado nessas informações nota-se o quão importante é a avaliação contínua dos rótulos de alimentos. Portanto, este estudo teve o objetivo de avaliar a conformidade dos rótulos de bebidas lácteas proteicas UHT comercializadas em supermercados localizados em Belo Horizonte- MG, frente à legislação vigente.

## MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada na cidade de Belo Horizonte- MG e envolveu um estudo transversal descritivo, em que usou-se como objeto de estudo rótulos de bebidas lácteas proteicas UHT. Cinco rótulos foram escolhidos aleatoriamente. Ambos com mesmo sabor, porém produzidos por empresas distintas para evitar ambiguidade nas informações de conformidade ou não conformidade.

Para a análise, um instrumento de coleta de dados foi desenvolvido com as informações gerais de rotulagem, bem como, informações obrigatórias. O instrumento de coleta de dados está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1- Instrumento de coleta de dados usado na avaliação da conformidade dos rótulos.

| Itens avaliados | Está conforme | Não está conforme | Não se aplica |
|---|---|---|---|
| O rótulo não contém informação falsa, incorreta, insuficiente, ou que possa induzir o consumidor a equívoco, erro, confusão ou engano em relação à verdadeira natureza, composição, procedência, tipo, qualidade, quantidade, validade, rendimento ou forma de uso do alimento? | | | |
| Com relação a denominação de venda, encontra-se no painel principal, em caracteres destacados, uniformes em corpo e cor, sem intercalação de desenhos e outros dizeres? | | | |
| Com relação a denominação de venda, tem altura mínima de 1mm? O produto apresenta outras denominações? Está de acordo com o que é preconizado? | | | |
| Com relação a lista de ingredientes, a informação é precedida da expressão "ingredientes:" ou "ingr.:"? | | | |
| Com relação a lista de ingredientes, os aditivos, se presentes, são declarados ao final da lista de ingredientes, junto a sua função principal e seu nome completo e/ou seu número INS? | | | |
| O conteúdo líquido, prazo de validade e lote estão de acordo as exigências da Portaria Inmetro nº 249/21e da RDC nº 727/2022? | | | |
| O rótulo apresenta-se de forma não ambígua e sem dar margem a falsas interpretações, a fim de garantir a utilização correta do alimento, instruções de conservação e uso? | | | |
| Com relação a declaração de origem, o rótulo declara o nome (razão social) do fabricante ou produtor ou fracionador ou titular (proprietário) da marca, além de distribuidor ou terceirizador, se for o caso? O rótulo apresenta o endereço completo, incluindo país de origem e município? | | | |
| Com relação aos alertas de alérgicos, lactose e glúten, estes estão de acordo com o que é preconizado? | | | |
| O produto apresenta alegações nutricionais? Os termos autorizados para declaração de alegações nutricionais estão de acordo com a IN 75/2020? | | | |
| Com relação a Informação Nutricional, o rótulo apresenta os constituintes obrigatórios declarados corretamente na tabela de informação nutricional? O rótulo apresenta a sua porção e medida caseira? | | | |
| O produto apresenta carimbos/registros? | | | |

Após avaliação, os dados foram tabulados em Programa Microsoft Excel®, versão 2016, e analisados através de percentual do nível de conformidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostraram que todos os produtos avaliados apresentaram algum tipo de irregularidade em seu rótulo, de acordo com o que é estabelecido pelos órgãos competentes. Os dados foram agrupados em conformidade e não conformidade com a legislação e podem ser observados na Figura 1.

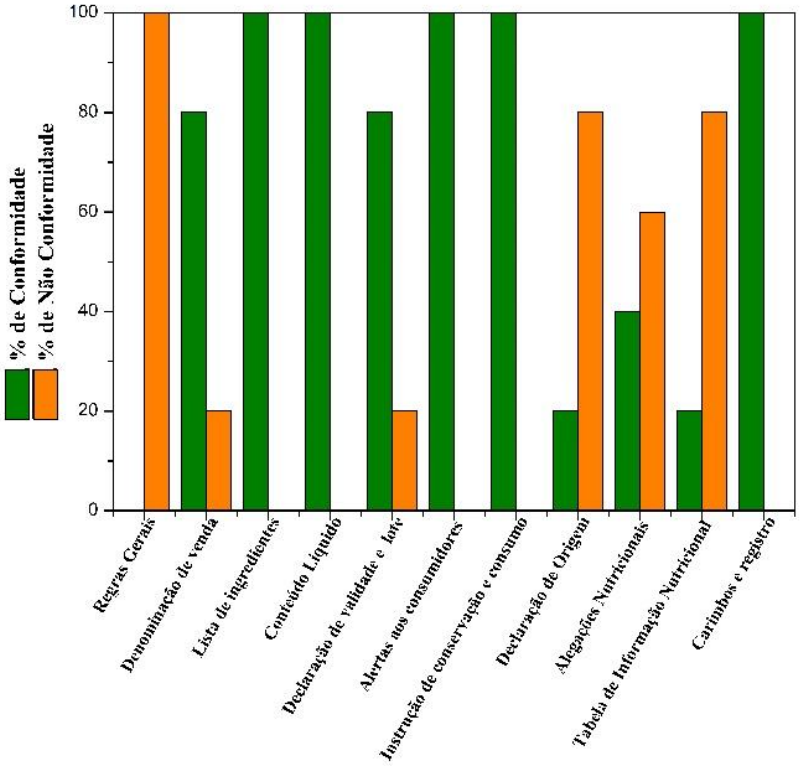



Figura 1- Percentual de conformidade e não conformidade nos rótulos das bebidas lácteas proteicas UHT

A RDC nº 727/2022 destaca os princípios gerais para rotulagem dos alimentos embalados e estabelece tudo o que os rótulos de alimentos não podem apresentar. Verificou-se que todos os rótulos avaliados (n=5) apresentaram não conformidades para esse item. A maioria das infrações dizem respeito a veiculação de efeitos ou propriedades que não possuem ou que não podem ser comprovadas tais como: “com nutrientes que ajudam na recuperação de energia e sensação de saciedade”.

Com relação a denominação de venda, verificou-se que 4 das 5 amostras (80%) atendem aos requisitos estabelecidos pela legislação vigente enquanto 1 amostra (20%) apresentou não conformidade. A denominação de venda é o nome que assinala a adequada natureza do produto, de acordo com suas especificidades, o rótulo correspondente não apresentou de forma clara a natureza do produto, estando em desacordo com o preconizado.

Por outro lado, todos os rótulos apresentaram conformidade com relação à lista de ingredientes, conteúdo liquido e alertas para alérgicos, intolerantes à lactose e celíacos. Esses achados são importantes, visto que essas informações são indispensáveis para qualidade de vida de consumidores que apresentam alergias alimentares, intolerância à lactose, e alguma condição específica ao consumidor o glúten (celíacos, intolerantes e sensíveis ao glúten). Além desses itens, todos os rótulos apresentaram instrução correta

de conservação e consumo do produto, bem como, o carimbo de inspeção e registro no Ministério da Agricultura e Pecuária.

Quanto ao item "Prazo de Validade" e "Declaração do Lote", verificou-se que 1 amostra (20%) está em desacordo com o que é preconizado na RDC nº 727/2022. Essa não conformidade diz respeito a declaração da identificação do lote. A referida resolução exige que essa informação seja realizada de forma visível, legível e indelével. Contudo, um dos rótulos analisados apresentou falhas de legibilidade, impossibilitando que o consumidor faça a identificação correta do lote do produto. Esse achado corrobora com a avaliação da rotulagem de bebidas lácteas comercializadas em Fortaleza, CE. Nesse estudo os autores verificaram que 2,5% de suas amostras apresentaram não conformidade para esse tipo de declaração (10). Produtos lácteos UHT também apresentaram esse tipo de não conformidade (11). Esses achados apontam para uma falha recorrente e que merece atenção por parte dos órgãos fiscalizadores. Cabe destacar que é de suma importância que os rótulos de alimentos sejam identificados corretamente quanto ao lote, pois, caso seja necessário, uma contaminação por exemplo, é por meio desta informação que ocorrerá o rastreamento do produto (12).

No que se refere ao item "Declaração de Origem" verificou-se que 80% dos rótulos apresentaram não conformidade. Segundo a RDC nº 727/2022, para qualquer alimento embalado, é primordial que o rótulo apresenta as seguintes informações: o nome do fabricante, o endereço, o país e município de origem, número de registro ou código de identificação do estabelecimento fabricante junto ao órgão competente. Essas informações são geralmente apresentadas precedidas de expressões como "Fabricado em…", "Produto de…" ou "Indústria de…". Os rótulos avaliados que apresentaram não conformidade deixaram de declarar o endereço completo, omitindo informações importantes do fabricante.

Também foi avaliado se os rótulos apresentavam alguma alegação nutricional. Alegações nutricionais são permitidas pela RDC nº 429/2020, que define alegações nutricionais como qualquer declaração, exceto a tabela de informação nutricional e rotulagem nutricional frontal que indique que o alimento apresenta características nutricionais positivas, contemplando o conteúdo absoluto, comparativo e de sem adição.

Verificou-se que 60% dos rótulos analisados (n=3) apresentaram não conformidade com para esse tipo de declaração. De forma geral, as não conformidades observadas estão associadas com os termos autorizados para esse tipo de declaração, em todos os rótulos os termos declarados não estão dentro do que é preconizado no anexo da IN º 75/2020. A não conformidade observada foi com relação às exigências para formatação da tabela, em que um dos rótulos apresentou modelo de tabela no formato linear e vertical. Modelo que não é preconizado pela legislação. As demais falhas estão relacionadas a porção do produto. Os rótulos avaliados são embalagens individuais. Segundo a RDC nº 429/2020, o tamanho da porção para esse tipo de embalagem deverá corresponder a quantidade total do produto contido na embalagem. Entretanto, os rótulos avaliados declararam quantidades distintas, o que contraria a referida resolução.

Ao analisar o conjunto de informações verificou-se que embora os rótulos tenham apresentado conformidades em muitos itens avaliados, ainda existem não conformidades que precisam ser corrigidas, evitando prejuízos financeiros, uma vez que, as empresas que não cumprem o que é determinado nas legislações vigentes para rotulagem de alimentos ficam sujeitas a penalidades como multas, apreensão e interdição, dentre outras penalidades (13). Contudo, mais importante ainda é garantir que os consumidores tenham acesso às informações completas, corretas e de forma clara e objetiva dos produtos alimentícios.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, observamos que dentre os rótulos avaliados, nenhum apresentou 100% de conformidade frente à legislação vigente. Embora a maioria dos itens analisados esteja em conformidade com as legislações, ainda existem áreas que precisam ser aprimoradas para garantir que todas as informações presentes nos rótulos sejam corretas. Esses resultados destacam a necessidade de uma fiscalização rigorosa. Além disso, destacamos a necessidade urgente de medidas públicas para conscientizar os fabricantes de alimentos quanto a importância da rotulagem correta, evitando expor o consumidor a riscos, afinal a rotulagem de alimentos, também é assunto de saúde pública e merece atenção e comprometimento.

## REFERÊNCIAS

1. Insights de mercado da Innova, 2021. Innova Market Insights Protein Beverages Global Trends Overview. https://www.innovamarketinsights.com/insight-solutions/trend-reports.

2. Singh R, Rathod G, Meletharayil GH, Kapoor R, Sankarlal VM, Amamcharla JK. Invited review: Shelf-stable dairy protein beverages—Scientific and technological aspects. J Dairy Sci. 2022; 1;105(12):9327–46.

3. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa n°16, de 23 de agosto de 2005. Aprova Regulamento Técnico de identidade e Qualidade de Bebida Láctea. Diário oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 24 de agosto de 2005.

4. Brasil, Ministério da Saúde-MS Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA Resolução RDC nº 727, de 1 de julho de 2022. Dispõe sobre a rotulagem dos alimentos embalados. Diário Oficial União. 6 jul; Seção 1:213-216.

5. Brasil. Ministério da Saúde-MS Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. Resolução – RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial União. 9 out; Seção 195.

6. Brasil. Ministério da Saúde-MS Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. Resolução – IN nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Diário Oficial União. 9 out; Seção 195.

7. Ruby MB, Graça J, Olli E. Vegetarian, vegan, or plant-based? Comparing how different labels influence consumer evaluations of plant-based foods. Appetite. 2024; 1;197.

8. Velasco JE, Marques JMR, Torres AP, Marshall MI, Deering AJ. Safe, sustainable, and nutritious food labels: A market segmentation of fresh vegetables consumers. Food Control. 2024; 1;165.

9. Moreira, IFN, Lorranne T, Lima S. Avaliação da rotulagem de produtos lácteos tradicionais e sem lactose comercializados na cidade de Pombal-PB. Revista Principia. 2021; 55: 177-186.

10. Cardoso,RJ, Andrade, APC. Avaliação da rotulagem e informação nutricional de bebidas lácteas comercializadas em Fortaleza, CE. Revista Higiene Alimentar. 2018; 32:92-96.

11. Melo, CMT, Ribeiro, PA. Produtos lácteos UHT: avaliação da rotulagem nutricional. Boletim Técnico IFTM, Uberaba-MG. 2020; 6:5-10.

12. Traceability Lot Code. [Internet]. Acesso em abril de 2024. Disponível em: https://www.fda.gov/food/food-safety-modernization-act-fsma/traceability-lot-code.

13. Mota KA, Silva AM da, Toledo EL, Arcanjo MCN, Soares PD de F, Silva M dos S, et al. Avaliação da rotulagem de alimentos industrializados. Revista Eletrônica Acervo Saúde. 2018;10(5): 2180–8.

**Capítulo 50**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-50**

# DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE BIOFILMES POLÍMERICOS DE ALGINATO ENRIQUECIDOS COM EXTRATO BRUTO DE *Euterpe edulis Martius* PARA PRODUÇÃO DE EMBAGENS ATIVA

**Glauberthy Costa Luz; Carlos Henrique Oliveira Cunha; Haniele Santos Rocha*; Pablo Daniel Sena Silva; Louryval Coelho Paixão; Audirene Amorim Santana**

**Email: haniele.santos@discente.ufma.br*

**Resumo:** Produtos biodegradáveis, anteriormente considerados de menor relevância, estão ganhando destaque em função das crescentes campanhas de promoção da sustentabilidade. A juçara, uma fruta nativa do Brasil, destaca-se por suas propriedades antioxidantes, o que a torna uma escolha favorável para a produção de embalagens com características bioativas. Este estudo investigou o efeito do extrato bruto de *Euterpe edulis Martius* na formulação de biopolímeros de alginato, abrangendo desde alterações morfológicas até a quantificação de compostos fenólicos. Os biofilmes resultantes demonstraram homogeneidade, uma cor característica da juçara, boa resistência e facilidade de desprendimento das placas. O teor de umidade dos biofilmes variou de 7,5% a 9,5%, enquanto a solubilidade em água ultrapassou 80%, atribuída à glicosilação das antocianinas, que contribui para a estabilidade dos filmes. Observou-se que os biofilmes com maior espessura apresentaram maior permeabilidade ao vapor de água. Em termos de propriedades mecânicas, um aumento na quantidade do extrato elevou o módulo de Young. Todos os biofilmes exibiram atividade antioxidante, com a formulação 3 obtendo os melhores resultados nos testes de eliminação de radicais, especialmente no teste DPPH, com um valor de 72,542 $\mu g.mL^{-1}$. A quantificação de compostos fenólicos, realizada com o reagente Folin-Ciocalteau, atingiu 101,18 mg $EAG.g^{-1}$, superando os resultados de estudos anteriores. Estes resultados demonstram que os biofilmes desenvolvidos não só possuem propriedades estruturais adequadas, mas também oferecem benefícios bioativos, tornando-os uma opção para aplicações em embalagens alimentares que visam prolongar a vida útil e manter a qualidade dos produtos embalados.

**Palavras–chave:** ALGINATO; BIOFILME; EMBALAGENS ATIVA; *Euterpe edulis Martius*; ANTIOXIDANTES

## INTRODUÇÃO

Os plásticos convencionais derivados do petróleo são amplamente utilizados como materiais de embalagem na indústria alimentícia devido às suas propriedades ópticas, de barreira e mecânicas favoráveis, bem como à sua facilidade de processamento e custo-benefício (1). Globalmente, são produzidos anualmente cerca de 141 milhões de toneladas de embalagens plásticas (2). Embora esses materiais sejam projetados para

atender a altos padrões de higiene e uso único a baixo custo, essas mesmas características resultam em um elevado volume de resíduos plásticos (3).

A falta de biodegradabilidade desses plásticos tradicionais representa um desafio significativo para o descarte seguro, uma vez que pode levar a uma considerável poluição ambiental. Para enfrentar esse problema, a comunidade científica tem explorado alternativas viáveis, como as embalagens biodegradáveis (1). Essas embalagens são produzidas a partir de polímeros de origem biológica com propriedades biodegradáveis. O uso desses materiais está crescendo continuamente, pois oferece uma solução para as limitações das embalagens convencionais, já que se decompõem mais facilmente e são completamente degradados por compostagem (4).

Diversos produtos alimentícios requerem diferentes tipos de embalagens para proteção contra contaminação, preservação da frescura, e facilitação do armazenamento e transporte. Atualmente, os fabricantes de alimentos buscam atender às crescentes expectativas dos consumidores, preservando o valor nutricional e estendendo a durabilidade dos produtos sem comprometer a segurança. O uso de embalagens ativas para conservação de alimentos, com o objetivo de reduzir a oxidação e inibir o crescimento de microrganismos, revela-se como uma alternativa favorável para o desenvolvimento de produtos alimentícios com rótulo limpo (5).

Essas embalagens são projetadas para liberar compostos ativos, como antimicrobianos e antioxidantes, no entorno do alimento, além de absorver elementos como oxigênio, dióxido de carbono, umidade e radicais livres que podem comprometer a qualidade do produto embalado. O objetivo é prolongar a vida útil do alimento, assegurando sua preservação e segurança (6).

Neste contexto, o presente estudo visa o desenvolvimento e a caracterização de biofilmes poliméricos de alginato contendo extrato bruto de *Euterpe edulis Martius*. A avaliação será realizada por meio de análises visuais, físico-químicas, mecânicas e de atividade antioxidante. Os resultados obtidos poderão oferecer importantes contribuições para a produção de embalagens ativas com potencial antioxidante, capazes de preservar as propriedades dos alimentos e prolongar seu tempo de prateleira.

## MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo, foram utilizados os seguintes reagentes: alginato de sódio (Sigma, São Paulo, Brasil), cloreto de cálcio dihidratado - $CaCl_2.2H_2O$ (Merck, Darmstadt, Alemanha) como agente reticulante e glicerol (Synth, São Paulo, Brasil) como agente plastificante. A polpa de juçara foi obtida de uma cooperativa localizada na região de São Luís, no estado do Maranhão, em lote único e diluída conforme necessário.

O extrato aquoso de *Euterpe edulis Martius* foi preparado a partir da polpa. A polpa foi dividida em duas partes iguais e colocada em dois béqueres de 1000 mL, permitindo a decantação por 24 horas. Após esse período, o solvente foi removido, obtendo-se apenas a polpa concentrada, que foi então diluída para obter a proporção de 1:1.

Os biofilmes foram preparados com base na adaptação da metodologia de Santana e Kieckbusch (7) e nas concentrações especificadas na Tabela 1. Utilizou-se um agitador mecânico tipo “Turrax” (Quimis, Modelo Q250-2, São Paulo, Brasil) para solubilizar o

alginato, o extrato aquoso de *Euterpe edulis Martius* e o glicerol em 200 mL de água por 30 min. Em seguida, a solução foi aquecida a 45 ºC e 30 mL de uma solução de 1% de $CaCl_2.2H_2O$ foram adicionados lentamente pelas paredes do béquer. As quatro formulações filmogênicas, com 50 g cada, foram obtidas pelo método de *casting* em placas de Petri com 15 cm de diâmetro e secas em uma estufa com recirculação de ar (Nova Técnica, modelo 400-1ND, Brasil) por 24 h.

Tabela 1 – Concentrações das formulações contendo extrato aquoso de *Euterpe edulis Martius*, alginato e glicerol.

| Formulações | Extrato (mL) | Alginato (g) | Glicerol (mL) |
|---|---|---|---|
| **1** | 10 | 6 | 3 |
| **2** | 10 | 8 | 3 |
| **3** | 20 | 6 | 3 |
| **4** | 20 | 8 | 3 |

## Caracterização

*Aspecto visual*

As análises visuais e táteis foram conduzidas de forma subjetiva. Os biofilmes foram avaliados com base nos seguintes parâmetros: Homogeneidade e transparência (verificação da uniformidade da cor e da ausência de partículas insolúveis), continuidade (avaliação da presença de rupturas ou fraturas após o processo de secagem) e flexibilidade (observação da facilidade de desprendimento do suporte e da manipulação dos filmes).

*Conteúdo de Umidade (ω)*

A umidade dos biofilmes foi determinada seguindo as normas da AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (8). Uma massa inicial ($m_i$) da amostra foi pesada e, após 24 h em estufa (modelo SL-100/A, Solab, Brasil) a 105 ºC, obteve-se a massa final seca ($m_f$). O teor de umidade foi quantificado em relação à massa inicial, conforme a Equação (1)

$$\omega = \frac{m_i - m_f}{m_i} \quad (1)$$

*Solubilidade em Água (S)*

A solubilidade em água foi determinada utilizando a metodologia proposta por Irissin-Mangata et al. (9). Uma amostra ($m_i$) foi imersa em 50 mL de água destilada e agitada a 175 $min^{-1}$ a 25 ± 1 ºC por 24 h. Após a imersão, a amostra foi seca em estufa a 105 ºC por 24 h, obtendo-se a massa final seca ($m_f$). A matéria solubilizada foi calculada em relação à massa inicial, conforme a Equação (2).

$$S = \left[\frac{m_i(1-\omega) - m_f}{m_i(1-\omega)}\right] \quad (2)$$

*Permeabilidade ao Vapor de Água (PVA)*

Determinada gravimetricamente a 25 ºC (± 1 ºC), seguindo o método ASTM E96M-16 (10). Uma célula de acrílico com o biofilme foi preenchida com CaCl para atingir 0% de UR, e então colocada em um recipiente selado com solução saturada de NaCl, garantindo 75% de UR. Com essa configuração, estabeleceu-se uma diferença contínua de pressão de vapor d'água, $\Delta P_\omega$. Durante 72 h, monitorou-se o aumento de

massa da célula, associado à taxa de água que permeou o biofilme ($G$). Esse valor foi usado na Equação (3) para calcular a PVA.

$$PVA = \left[\frac{G\delta}{A_e \Delta P_\omega}\right] \quad (3)$$

Onde: $PVA$ é a permeabilidade ao vapor de água do biofilme [(g.mm)/(m$^2$.dia.kpa)]; $\delta$ é a espessura do biofilme (mm); $A_e$ é a área da superfície exposta do biofilme (38,5x10$^{-4}$ m$^2$); $\Delta P_\omega$ é a diferença de pressão parcial através do biofilme (kPa); e $G$ é o coeficiente angular da reta de ajuste aos pontos experimentais em um gráfico de massa versus tempo (g/dia).

*Espessura (δ)*

Determinada com o auxílio de um micrômetro (Mitutoyo, modelo MDC-25S, resolução 0,001 mm, Japão). A espessura final foi calculada pela média aritmética de nove medidas aleatórias.

*Propriedades Mecânicas*

Avaliadas por meio de um ensaio de tração empregando o texturômetro TA.XT2, (Stable Microsystems SMD). O procedimento visou aferir a tensão de ruptura (σ), elongação até a ruptura (ε) e o módulo de Young (E) dos biofilmes, em consonância com as diretrizes estabelecidas pelas normas da ASTM através do método D882-18 (11).

A tensão de ruptura (σ) foi computada empregando a Equação 4, que descreve a relação entre a força máxima de ruptura do biofilme e a área da seção transversal da amostra:

$$\sigma = \frac{F_{máx}}{A} \quad (4)$$

onde $\sigma$ é a tensão na ruptura (MPa); $F_{máx}$ é a força máxima no momento da ruptura (N); e $A$ é a área da seção transversal do biofilme (mm$^2$).

A elongação até a ruptura (ε) foi determinada pela Equação 5, que define a deformação elástica longitudinal como a variação percentual do comprimento inicial do material:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} x100 \quad (5)$$

onde $\varepsilon$ é a deformação elástica longitudinal (%); $\Delta l$ é a distância final de separação da garra (mm); e $l_0$ é a distância inicial de separação (mm).

O módulo de elasticidade, também conhecido como módulo de Young ($E$), é uma medida da rigidez de um material quando submetido a uma tensão externa de tração ou compressão. Em termos simples, é a razão entre a tensão aplicada e a deformação resultante, assumindo um comportamento linear, como mostrado na Equação 6:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (6)$$

onde $E$ é o módulo de elasticidade ou módulo de Young (MPa); $\sigma$ é a tensão na ruptura (MPa); e $\varepsilon$ é a deformação elástica longitudinal (%).

***Liberação de antioxidantes***

*Eliminação de radicais hidroxila (R-OH)*

A atividade antioxidante foi avaliada pelo método espectrofotométrico de eliminação de radicais hidroxila do ácido salicílico, conforme as metodologias adaptadas de Smirnoff e Cumbes (12) e Sundarajan et al. (13). Os filmes formulados em concentrações variando de 10 a 500 ppm foram dissolvidos em tampão fosfato salino (PBS). Adicionou-se a cada solução 1 mL de ácido salicílico (9 mM), 1 mL de sulfato ferroso (9 mM) e 1 mL de peróxido de hidrogênio (9 mM). O ácido ascórbico foi utilizado como padrão positivo. A mistura reacional foi incubada por 60 min a 37 °C em banho-térmico. A absorbância das amostras foi medida a 510 nm em um espectrofotômetro UV/VIS. A eliminação de radicais hidroxila foi expressa em percentual e a Concentração Eficiente 50% ($CE_{50}$/$IC_{50}$), capaz de inibir 50% dos radicais, foi expressa em ppm.

*Eliminação de radicais ABTS*

A atividade antioxidante foi determinada pelo método de eliminação de radicais ABTS [2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)], adaptado conforme a metodologia proposta por Re et al. (14). Foram preparadas misturas reacionais com o cátion radical ABTS utilizando as concentrações dos filmes formulados (5 a 150 ppm). Em ambiente escuro, foi transferida uma alíquota de 30 µL de cada concentração das amostras para 3,0 mL do cátion radical ABTS e a mistura foi homogeneizada em um agitador de tubos. Após 6 min, a absorbância da mistura foi medida a 734 nm em um espectrofotômetro. As análises foram realizadas em triplicata. A descoloração dos radicais ABTS foi expressa em percentual e a Concentração Eficiente 50% ($CE_{50}$/$IC_{50}$), capaz de inibir 50% dos radicais, foi expressa em ppm.

*Eliminação de radicais DPPH*

A capacidade antioxidante dos extratos e frações foi determinada pelo método adaptado de Brand-Williams, Cuvelier e Berset (15). Foram misturados 50 µL de diferentes concentrações dos filmes formulados com 950 µL de etanol e 2 mL de solução de radical DPPH, completando um volume total de 4 mL com etanol, e a mistura foi homogeneizada. A reação foi mantida na ausência de luz durante 30 min. A absorbância das amostras foi registrada a 517 nm em um espectrofotômetro UV-Vis. A descoloração dos radicais DPPH foi expressa em percentual e a Concentração Eficiente 50% ($CE_{50}$/$IC_{50}$), capaz de inibir 50% dos radicais, foi expressa em ppm.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise visual

Os filmes poliméricos de alginato contendo extrato bruto de *Euterpe edulis Martius* apresentaram uma aparência visualmente satisfatória, com tonalidades variando do roxo claro ao escuro, dependendo das quantidades aplicadas do extrato aquoso de juçara. Todos os filmes exibiram homogeneidade e facilidade no processo de descolamento das placas, sem ocorrência de rasgos durante a remoção.

Conforme ilustrado na Figura 1 e detalhado na Tabela 2, os biofilmes demonstraram uma uniformidade consistente, sem fraturas evidentes após a produção e a secagem de 24 horas. A transparência dos filmes está em consonância com o esperado, dado que a polpa de juçara possui uma cor intensa e característica. As fibras de juçara foram claramente visíveis nas formulações secas, conferindo aos biopolímeros uma maior capacidade de resistência.

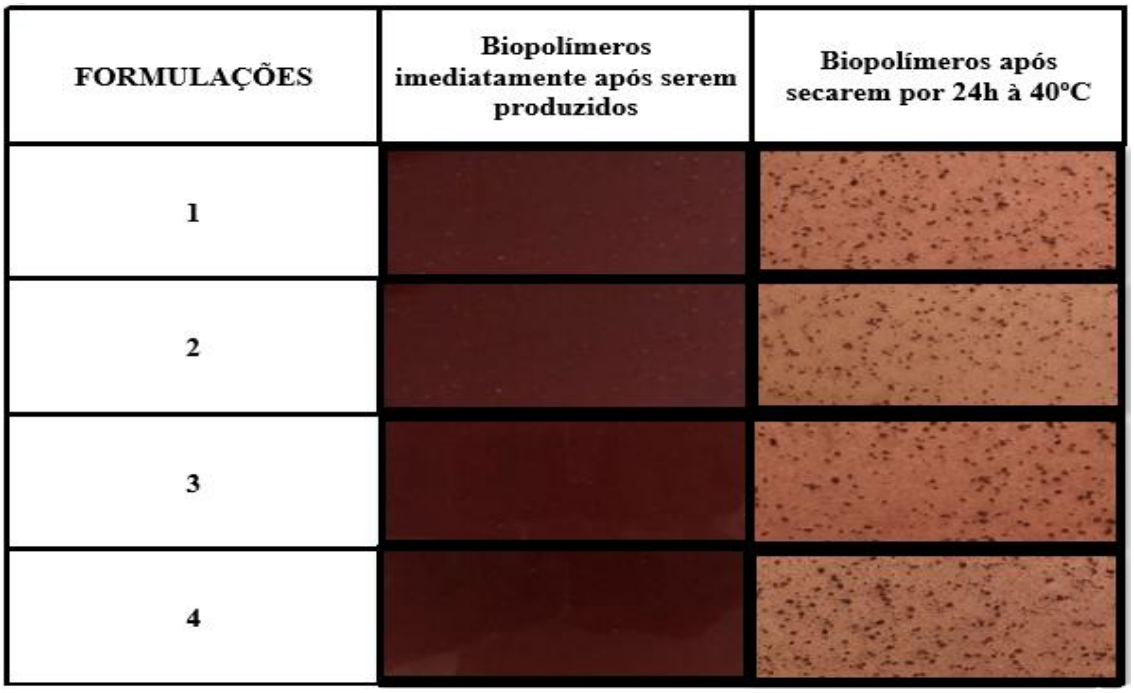



Figura 7 – Análise visual dos biofilmes imediatamente após serem produzidos e após serem secos por 24 h à 40 ºC.

Tabela 2 – Parâmetros subjetivos analisados nos biopolímeros de alginato adicionados de polpa de juçara

| Formulações | Continuidade | Homogeneidade | Transparência | Flexibilidade |
|---|---|---|---|---|
| **1** | ++++ | ++++ | +++ | ++++ |
| **2** | ++++ | ++++ | +++ | +++ |
| **3** | ++++ | ++++ | +++ | ++++ |
| **4** | ++++ | ++++ | +++ | +++ |

++++ excelente; +++ bom; ++ regular; + ruim.

## Propriedades físico-química

Analisando a Tabela 3, observou-se que os filmes compostos por alginato exibiram um teor de umidade relativamente baixo, o que destaca a influência das antocianinas presentes no extrato. Shigematsu et al. (16) afirmam que filmes de alginato possuem uma estrutura que contribui para seu caráter hidrofílico, tornando o polímero menos resistente à umidade. Para minimizar os problemas associados à hidrofilicidade dos filmes, é necessário o processo de reticulação com a incorporação de um agente reticulante, geralmente cálcio ($Ca^{2+}$), que torna o filme insolúvel e com uma estrutura hidrofóbica (17).

Além disso, todas as formulações apresentaram solubilidade superior a 80%. Britto et al. (18) reportaram valores variando entre 49% e 96%, semelhantes aos biofilmes incorporados com glicerol produzidos por Rocha et al. (19). Os valores obtidos neste estudo estão em consonância com aqueles encontrados por Turbiani, Kieckbusch e Gimenes (20), que concluíram que filmes de alginato de sódio com baixo nível de reticulação em cloreto de cálcio ($CaCl_2$) eram altamente solúveis em água. Portanto, os valores encontrados neste estudo são condizentes com a literatura existente. A glicosilação confere às antocianinas um aumento na estabilidade e solubilidade em água (21), evidenciando a influência das antocianinas presentes no extrato aquoso de *Euterpe edulis Martius*.

Tabela 3 – Conteúdo de umidade (ω), solubilidade em água (S), para os biopolímeros de alginato, extrato aquoso de juçara (Euterpe edulis) e glicerol.

| Formulações | ω (%) | S (%) | δ (mm) | PVA* |
|---|---|---|---|---|
| **1** | 7,508±1,661$^{a}$ | 88,448±1,500$^{b}$ | 0,284±0,012$^{a}$ | 11,512±1,894$^{ab}$ |
| **2** | 9,517±0,140$^{b}$ | 81,944±2,375$^{a}$ | 0,303±0,010$^{ab}$ | 10,652±1,956$^{ab}$ |
| **3** | 9,560±0,335$^{b}$ | 86,675±2,437$^{ab}$ | 0,350±0,014$^{b}$ | 15,649±1,351$^{b}$ |
| **4** | 8,333±1,516$^{ab}$ | 86,439±2,790$^{ab}$ | 0,350±0,020$^{b}$ | 14,566±1,337$^{b}$ |

*(g.mm/m$^2$dia.kPa); Média ± desvio padrão das repetições. Médias com a letra minúscula em cada linha indicam que não há diferença significativa a ($p \leq 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

A atividade antioxidante geralmente é atribuída a constituintes como compostos fenólicos, flavonoides, ácidos fenólicos e diterpenos fenólicos, com 90% dessa atividade sendo atribuída aos compostos hidrofóbicos (22). Assim, a presença de óleos fixos pode ter influenciado na redução do percentual de umidade, uma vez que os óleos são hidrofóbicos e o alginato é hidrofílico (17). Segundo Krochta e De Mulder-Johnston (23), biofilmes com baixa umidade são materiais de fina espessura, preparados a partir de macromoléculas biológicas, que atuam como barreiras contra elementos externos (gases e óleos), protegendo os produtos e aumentando a vida útil de prateleira.

Observa-se, na Figura 1 e nas Tabelas 2 e 3, que as formulações apresentaram uma espessura média inferior a 0,350 mm, com aspecto contínuo e sem fraturas. A uniformidade na mensuração das amostras de filmes biodegradáveis influencia positivamente as propriedades mecânicas e de barreira contra vapores e gases. Da Silva et al. (24) indicam que biofilmes com variação na espessura dentro de um mesmo lote podem comprometer o desempenho funcional da embalagem. Os resultados obtidos neste estudo estão, portanto, de acordo com o esperado.

Os valores de permeabilidade ao vapor de água (PVA) para todas as formulações foram baixos, em relação à espessura correspondente a cada formulação. Esse resultado pode ser atribuído à interação do alginato com o cloreto de cálcio e à influência do extrato. A estrutura das macromoléculas de alginato pode ser significativamente alterada dependendo do nível de reticulação, uma vez que a solução de alginato de sódio reage com os íons de cálcio da solução reticulante de $CaCl_2$, formando estruturas tridimensionais da cadeia polimérica que melhoram as propriedades do filme, tornando-o insolúvel em água (25).

Os valores encontrados estão próximos de outros relatados na literatura. Fontes et al. (26) analisaram a PVA em um filme à base de alginato, obtendo um resultado de 15,57 para um biopolímero com espessura de 0,049 mm. Os valores obtidos neste estudo, que foram de 11,512; 10,652; 15,649 e 14,566 (g.mm/m$^2$dia.kPa) para espessuras de 0,218; 0,303; 0,350 e 0,350 mm, respectivamente, são consistentes com os descritos por trabalhos semelhantes. Assim como na análise de umidade, a presença de óleos fixos demonstrou influência, reduzindo a PVA das amostras.

**Propriedades mecânicas**

Analisando a Tabela 4, observou-se que a influência do glicerol é atenuada pela presença do extrato aquoso de *Euterpe edulis Martius*, o qual inibe a redução esperada no módulo de Young que seria causada pelo glicerol devido ao seu baixo peso molecular.

Com o aumento na quantidade de extrato, notou-se um aumento no módulo de Young e uma diminuição na elongação na ruptura dos filmes.

Tabela 4 – Propriedades mecânicas dos biofilmes por meio da sua tensão de ruptura (σ), elongação (ε) e módulo de Young (E).

| Formulações | σ (MPa) | ε (%) | E (MPa) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1,548±0,081$^{ab}$ | 7,126±2,701$^{ab}$ | 32,174±5,927$^{b}$ |
| 2 | 1,662±0,243$^{ab}$ | 9,374±3,566$^{a}$ | 30,021±8,806$^{b}$ |
| 3 | 4,133±1,344$^{a}$ | 7,530±2,170$^{ab}$ | 68,596±17,734$^{a}$ |
| 4 | 2,401±0,176$^{b}$ | 4,245±0,377$^{b}$ | 69,148±18,076$^{a}$ |

Média ± desvio padrão das repetições. Médias com a letra minúscula em cada linha indicam que não há diferença significativa a ($p \leq 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

Outro fator que contribui para a diminuição dos efeitos de plastificação é a redução do teor de umidade do filme. Esses resultados são consistentes com os achados relatados por Xu et al. (27), Sakloetsakun et al. (28) e Tsai et al. (29), cujos filmes compostos tendem a ser mais frágeis e com menor elasticidade.

De acordo com Mali, Grossmann e Yamashita (30), os filmes devem possuir resistência à tração adequada para garantir a proteção do alimento embalado durante o transporte e manuseio, assegurando a integridade do produto. A adição do extrato aquoso resultou em um aumento significativo no módulo de Young, dobrando seu valor, o que evidencia a eficácia da incorporação do extrato na melhoria das propriedades mecânicas dos filmes.

**Liberação de antioxidante**

A quantificação dos compostos fenólicos totais resultou em um valor de 101,18 mg de Equivalente de Ácido Gálico por grama (mg EAG.g$^{-1}$), com a equação da reta dada por $y = 0,0587x + 0,06$ e um coeficiente de determinação ($R^2$) de 0,9999.

Da Silva et al. (24), em análises similares realizadas com extrato de açaí da Amazônia (*Euterpe oleracea*) extraído com metanol, ácido fórmico e água, encontraram um teor de compostos fenólicos totais de 3,4614 mg EAG g$^{-1}$. Sant'ana (31), analisando extratos metanólicos e aquosos de açaí juçara, obteve um teor de compostos fenólicos totais de 47,84 mg EAG g$^{-1}$.

Conforme observado na Tabela 5, as Concentrações Efetivas para 50% de Inibição ($CE_{50}$) da atividade antioxidante, conforme os métodos avaliados, variaram entre 72,542 e 304,08 ppm. Todas as concentrações observadas foram classificadas como ativas, de acordo com o critério estabelecido por Campos et al. (32).

Tabela 5 – Capacidade antioxidante dos biopolímeros de alginato, extrato aquoso de *Euterpe edulis Martius* e glicerol, avaliada pela eliminação de radicais hidroxila (R-OH), 2,2'-Azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS) e 1,1-Difenil-2-picrilhidrazil (DPPH).

| Método | Formulações | $CE_{50}$ (µg.mL$^{-1}$) | Equação da reta | $R^2$ |
|---|---|---|---|---|
| **R-OH** | **1** | 282,39 | y=0,0799x + 27,437 | 0,9973 |
| | **2** | 274,21 | y=0,0817x+27,597 | 0,9994 |
| | **3** | 128,85 | y=0,1278x+33,533 | 0,9916 |
| | **4** | 200,25 | y=0,0897x+32,038 | 0,9949 |
| **ABTS** | **1** | 304,08 | y=0,0708x+28,471 | 0,9936 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **2** | 294,86 | y=0,0724x+28,652 | 0,9965 |
| | **3** | 130,95 | y=0,1127x+35,242 | 0,9800 |
| | **4** | 211,56 | y=0,0793x+33,223 | 0,9863 |
| **DPPH** | **1** | 159,01 | y=0,1419x+27,437 | 0,9985 |
| | **2** | 154,29 | y=0,1452x+27,597 | 0,9877 |
| | **3** | 72,542 | y=0,2270x+33,533 | 0,9856 |
| | **4** | 112,76 | y=0,1593x+32,038 | 0,9971 |

A formulação 3 apresentou a melhor atividade antioxidante, evidenciada pelo menor valor de $CE_{50}$, indicando um maior potencial antioxidante. Essa formulação destacou-se nos três métodos analisados, eliminação de radicais R–OH, ABTS e DPPH, com os seguintes valores respectivos: 128,85, 130,95 e 72,542 $\mu g.mL^{-1}$.

Em particular, a formulação 3 obteve os melhores resultados pelo método DPPH, mostrando uma liberação de antioxidantes significativamente superior às encontradas em outros estudos, tanto para a própria espécie quanto para *Euterpe oleracea*. No estudo de De Moura (33), que avaliou a atividade antioxidante de extratos de açaí e juçara extraídos com metanol e água em banho ultrassônico, foi determinado um teor de capacidade antioxidante pelo método DPPH de 0,00432 mmol de Trolox.$g^{-1}$.

Os níveis de antocianinas totais encontrados nos filmes de açaí são comparáveis aos encontrados em frutas como certas variedades de uvas escuras (30,9 mg/100 g) e polpa de amora (41,8 mg/100 g) (34), indicando que o material polimérico é uma boa fonte desse pigmento antioxidante. Em um estudo realizado por Kang et al. (35), a análise do sequestro do radical DPPH em frações hidrofílicas utilizadas para o ensaio ORAC (capacidade de absorção de radicais oxigenados) de *Euterpe oleracea* quantificou a atividade antioxidante como sendo 0,1334 mmol de Trolox.$g^{-1}$ de amostra seca.

A elevada capacidade antioxidante das antocianinas está associada à deficiência de elétrons do núcleo flavílium e à presença de grupos hidroxilas livres. O alto poder de reação dos grupos hidroxilas com radicais livres resulta na inativação desses radicais (36)(37).

## CONCLUSÕES

Foi possível obter um filme ativo a partir da combinação de alginato de sódio, extrato aquoso de juçara (*Euterpe edulis Martius*) e glicerol, com uma aparência satisfatória, uniforme e uma considerável capacidade de liberação de antioxidantes, superior à de algumas frutas, como manga, ameixa e morango. Os biofilmes exibiram alta solubilidade em água e baixo teor de umidade. A incorporação do extrato na matriz polimérica resultou em uma redução na PVA.

Os filmes demonstraram atividade antioxidante eficaz, evidenciada pela eliminação de radicais (R-OH), radicais ABTS e radicais DPPH. A formulação 3 destacou-se com o melhor desempenho em todos os três métodos avaliados. Os valores obtidos nos testes mecânicos estão alinhados com os esperados para biofilmes de alginato. A adição do extrato aquoso provocou um aumento no módulo de Young, resultando em filmes menos elásticos. Esse efeito é reforçado pela análise visual dos filmes, que revela a presença de fibras de juçara distribuídas ao longo de toda a superfície.

**AGRADECIMENTOS**

Ao LEPPBio (Laboratório de Engenharia de Produtos e Processos em Biorrecursos) da UFMA, pela infraestrutura para a realização da pesquisa; Ao Laboratório de Desing da UFMA.

**REFERÊNCIAS**

1. Zhao CC, Lin QB, Xie CH, Liu YQ, Zhong HN, Gu WY, et al. Screening and safety assessment of migrating substances released from biodegradable packaging materials into milk. Food Control. 2024;166:110755.

2. Novakovic K, Thumbarathy D, Peeters M, Geoghegan M, Go Jefferies J, Hicks C, et al. Zero-waste circular economy of plastic packaging: The bottlenecks and a way forward. Sustainable Materials and Technologies. 2023;38:e00735.

3. Licciardello F. Unexpected possible consequences of plastic packaging reuse. Current Opinion in Food Science. 2024;56:101131.

4. Kim JY, Kim KY, Jung WS, Kim HS, Oh B, Park J, et al. Effects of micro-sized biodegradable plastics on Microcystis aeruginosa. Science of The Total Environment. 2024;912:169044.

5. Narayanan KB, Bhaskar R, Han SS. Bacteriophages: Natural antimicrobial bioadditives for food preservation in active packaging. International Journal of Biological Macromolecules. 2024;276:133945.

6. Soleimanzadeh A, Mizani S, Mirzaei G, Bavarsad ET, Farhoodi M, Esfandiari Z, et al. Recent advances in characterizing the physical and functional properties of active packaging films containing pomegranate peel. Food Chemistry: X. 2024:101416.

7. Santana AA, Kieckbusch TG. Physical evaluation of biodegradable films of calcium alginate plasticized with polyols. Brazilian Journal of Chemical Engineering. 2013;30(4):835–845.

8. AOAC International. Official Methods of Analysis of AOAC International. 2007,17.

9. Irissin-Mangata J, Bauduin G, Boutevin B, Gontard N. New plasticizers for wheat gluten films. European Polymer Journal. 2001;37(8):1533–1541.

10. ASTM International. ASTM E96/E96M. Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials. 2016.

11. ASTM International. ASTM D882. Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting, 2018.

12. Smirnoff N, Cumbes QJ. Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes. Phytochemistry. 1989;28(4):1057–1060.

13. Sundararajan B, Moola AK, Vivek K, Kumari BDR. Formulation of nanoemulsion from leaves essential oil of Ocimum basilicum L. and its antibacterial, antioxidant and larvicidal activities (Culex quinquefasciatus). Microbial Pathogenesis. 2018;125:475–485.

14. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology and Medicine. 1999;26(9–10):1231–1237.

15. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT - Food Science and Technology. 1995;28(1):25–30.

16. Shigematsu E, Rodrigues H, de Araújo SK, Magalhães RL. Estudo da vida útil de uvas minimamente processadas com cobertura à base de cera de abelha e alginato de sódio. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. 2018;12(2).

17. Lima AMF, Andreani L, Soldi V, Borsali R. Influência da adição de plastificante do processo de reticulação na morfologia, absorção de aguá e propriedades mecânicas de filmes de alginato de sódio. Química Nova. 2007;30(4).

18. Brito TB, Carrajola JF, Gonçalves ECBA, Martelli-Tosi M, Ferreira MSL. Fruit and vegetable residues flours with different granulometry range as raw material for pectin-enriched biodegradable film preparation. Food Research International. 2019;121:412–421.

19. De Moura Rocha SMB, Oliveira AG, Costa MCD. Benefícios funcionais do açaí na prevenção de doenças cardiovasculares. Journal of Amazon Health Science. 2015;1(1):1-10.

20. Turbiani FRB, Kieckbusch TG, Gimenes ML. Liberação de benzoato de cálcio de filmes de alginato de sódio reticulados com íons cálcio. Polímeros. 2011;21(3):175–181.

21. Mazza GJ. Anthocyanins and heart health. Ann Ist Super Sanita. 2007;43(4):369-374.

22. Justo OR, Moraes ÂM, Barreto GP de M, Mercadante AZ, Rosa P de TV e. Avaliação do potencial antioxidante de extratos ativos de plantas obtidos por extração com fluido supercrítico. Química Nova. 2008;31(7):1699–1705.

23. Krochta JM, De Mulder-Johnston CD. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. Food Technology. 1997;51(2):61-74.

24. Da Silva NAK, Beckman JC, Da Cruz Rodrigues AM, Da Silva MLH. Composição Nutricional e Capacidade Antioxidante da Polpa de Açaí (*Euterpe Oleracea M.*). Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. 2017;11(1).

25. Dong Z, Wang Q, Du Y. Alginate/gelatin blend films and their properties for drug controlled release. Journal of Membrane Science. 2006;280(1–2):37–44.

26. Fontes LCB, Ramos KK, Sivi TC, Queiroz FPC. Biodegradable Edible Films from Renewable Sources-potential for their Application in Fried Foods. American Journal of Food Technology. 2011;6(7):555–567.

27. Xu T, Gao C, Feng X, Yang Y, Shen X, Tang X. Structure, physical and antioxidant properties of chitosan-gum arabic edible films incorporated with cinnamon essential oil. International Journal of Biological Macromolecules. 2019;134:230–236.

28. Sakloetsakun D, Preechagoon D, Bernkop-Schnürch A, Pongjanyakul T. Chitosan–gum arabic polyelectrolyte complex films: physicochemical, mechanical and mucoadhesive properties. Pharmaceutical Development and Technology. 2016 Jul 3;21(5):590–599.

29. Tsai RY, Chen PW, Kuo TY, Lin CM, Wang DM, Hsien TY, et al. Chitosan/pectin/gum Arabic polyelectrolyte complex: Process-dependent appearance, microstructure analysis and its application. Carbohydrate Polymers. 2014;101:752–759.

30. Mali S, Grossmann MVE, Yamashita F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. Semina: Ciências Agrárias. 2010;31(1):137.

31. Sant'ana MR. Avaliação do Potencial Anti-Inflamatório e Antioxidante da Casca da Jabuticaba (*Myrciaria Cauliflora*), do Açaí Jussara (*Euterpe edulis Martius*) e do Jambolão (*Syzygium Cumini*) em Camundongos Submetidos à Dieta de Cafeteria [dissertação]. Alegre: Centro de Ciências Agrárias da UFES; 2014.

32. Campos KE, Diniz YS, Cataneo AC, Faine LA, Alves MJQF, Novelli ELB. Hypoglycaemic and antioxidant effects of onion, Allium cepa : dietary onion addition, antioxidant activity and hypoglycaemic effects on diabetic rats. International Journal of Food Sciences and Nutrition. 2003;54(3):241–246.

33. De Moura C. Potencial Antioxidante de Extratos Hidroalcoólicos de Mirtilo, Polpa de Açaí e Goji Berry: Efeito na Estabilidade Oxidativa e Sensorial em Queijo Petit Suisse [dissertação]. Pato Branco: Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da UTFPR; 2016.

34. Kuskoski EM, Asuero AG, Troncoso AM, Mancini-Filho J, Fett R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2005;25(4):726–732.

35. Kang J, Thakali KM, Xie C, Kondo M, Tong Y, Ou B, et al. Bioactivities of açaí (Euterpe precatoria Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to Euterpe oleracea Mart. Food Chemistry. 2012;133(3):671–677.

36. Wada M, Kido H, Ohyama K, Ichibangase T, Kishikawa N, Ohba Y, et al. Chemiluminescent screening of quenching effects of natural colorants against reactive oxygen species: Evaluation of grape seed, monascus, gardenia and red radish extracts as multi-functional food additives. Food Chemistry. 2007;101(3):980–986.

37. Kuskoski EM, Asuero AG, García-Parilla MC, Troncoso AM, Fett R. Actividad antioxidante de pigmentos antociánicos. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2004;24(4):691–693.

**Capítulo 51**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-51**

# EFEITOS FÍSICOS, QUÍMICOS E NUTRICIONAIS DECORRENTES DA APLICAÇÃO DA LUZ UV-C EM ALIMENTOS

**Vitória Silva de Sousa[1]* ; Ana Thaís Campos de Oliveira[2]; Gizele Almada Cruz [2]; Victor Manuel de Sousa Barreto[1]; Dilson Cristino da Costa Reis[2]; Elisamar Rodrigues Magalhães[2]; Juliane Döering Gasparin Carvalho[3].**

*[1]Graduando em Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos - Universidade Federal do Ceará.*
*[2]Pós-Graduando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos - Universidade Federal do Ceará.*
*[3]Docente, Departamento de Engenharia de Alimentos - Universidade Federal do Ceará.*
** Vitória Silva de Sousa – Email: vitoriassousa@alu.ufc.br*

**Resumo:** Os consumidores estão demonstrando maior interesse pela segurança alimentar e às informações relacionadas ao bem-estar animal, composição, perfil nutricional e sustentabilidade na cadeia produtiva dos alimentos. Desta maneira, os centros de pesquisas e as indústrias alimentícias têm focado sua atenção em tecnologias limpas, que são eficientes para o processamento, conservação e segurança dos alimentos, além de não promoverem danos ambientais. A radiação ultravioleta (UV-C) é uma tecnologia não-térmica que utiliza ondas curtas causando o rompimento do DNA e tornando-se letal para diversos microrganismos. Seu potencial está sendo explorado em diversos alimentos como frutas e hortaliças, carnes, produtos lácteos, entre outros. Diante disto, esta revisão de literatura objetivou analisar as alterações físico-químicas de diferentes alimentos processados com tecnologia UV-C estudados ao longo dos últimos anos. Constatou-se que doses elevadas de radiação ultravioleta podem causar modificações das características físico-químicas como oxidação lipídica, alterações de cor e pH, além de aspectos sensoriais. Mesmo que a UV-C demonstre efetividade para descontaminação e conservação, é necessária maior investigação para elucidar os efeitos da luz ultravioleta nas propriedades físico-químicas dos alimentos.

**Palavras–chave:** processamento de alimentos; propriedades físico-químicas; radiação tecnologia não térmica; ultravioleta

## INTRODUÇÃO

Produzir alimentos seguros e de alta qualidade, sem riscos à saúde do consumidor, é um grande desafio para a indústria alimentícia. O uso do calor é uma técnica tradicionalmente aplicada na indústria para garantir a segurança e estender a vida útil dos alimentos. Embora eficientes, os tratamentos térmicos podem prejudicar os alimentos por meio de alterações em suas propriedades sensoriais, como cor, textura e sabor. Além

disso, pode resultar em redução de compostos bioativos, inativação enzimática, perda de vitaminas, oxidação lipídica e desnaturação de proteínas (1).

A segurança e proteção dos alimentos tornaram-se prioridades nos setores de produção e armazenamento. A indústria está cada vez mais competitiva e investe em novas tecnologias para melhorar ou substituir os métodos convencionais de processamento. Tecnologias não convencionais, como luz ultravioleta (UV-C), plasma frio, ultrassom, aquecimento por radiofrequência, campos elétricos pulsados e alta pressão, estão sendo estudadas por suas vantagens na produção de alimentos (2).

A pasteurização, segundo a definição internacional, consiste em eliminar a carga microbiana patogênica nos alimentos e reduzir os microrganismos deteriorantes, assegurando que, em condições normais de produção, transporte e armazenamento, não ofereçam riscos à saúde humana e mantenham a vida útil determinada a eles. O uso de luz UV-C é considerado um tratamento equivalente à pasteurização, seguindo condições específicas. Existe um consenso de que todos os métodos de pasteurização, tradicionais ou novos, devem ser validados para garantir a eliminação eficaz dos patógenos relevantes, seguindo os procedimentos de licenciamento das autoridades (3).

A radiação UV é uma forma de radiação não ionizante, cujo espectro (100–400 nm) inclui o UV-C (250 e 280 nm) que podem ter ação contra microrganismos. A luz nesse intervalo de comprimento de onda é absorvida pelos ácidos nucleicos e pela maioria das proteínas que contêm aminoácidos aromáticos. Essa absorção subsequente tem o potencial de destruir microrganismos (4). A irradiação ultravioleta passou a ser reconhecida recentemente como uma tecnologia promissora no processamento de alimentos, como um método não tóxico e que não apresenta os efeitos adversos associados a opções mais tradicionais, como o processamento térmico (2). Internacionalmente, as principais autoridades reguladoras, como a Food and Drug Administration (US FDA), Health Canadá e União Europeia aprovaram o uso de luz UV para gestão de microrganismos nocivos nas indústrias de processamento de sucos de frutas e frutos-do-mar.

A aplicação desta tecnologia, pode ser influenciada por fatores como composição física e química do produto a ser tratado, das características do equipamento UV (como intensidade UV-C e tempo de exposição), das características microbianas e de outros parâmetros comerciais. Além disso, a redução microbiana em alimentos está relacionada à sensibilidade dos microrganismos à UV-C (2), sendo importante avaliar as possíveis alterações nas características físico-químicas e sensoriais dos alimentos após o tratamento com UV-C. Embora esta ferramenta ofereça muitos benefícios, também foram verificados efeitos adversos que podem afetar a qualidade do produto final.

Diante disso, é importante avaliar os efeitos provenientes dessa tecnologia. Este estudo consiste em uma revisão de literatura científica que aborda as alterações físicas, químicas, sensoriais e nutricionais dos alimentos processados com tecnologia UV-C, apresentando vantagens, desafios e considerações específicas relatadas em artigos publicados nas bases de dados disponíveis nos Periódicos Capes.

## LEITE E PRODUTOS LÁCTEOS TRATADOS COM UV-C

Para alimentos líquidos, a penetração da luz UV-C é influenciada pela cor, densidade óptica, viscosidade, turbidez, pH, espessura e composição química. A transmissão de UV-C através de leite e outros produtos líquidos opacos é relativamente

baixa devido à sua alta densidade óptica (2). As pesquisas e seus respectivos resultados, os quais são discutidos ao longo deste tópico estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Pesquisas que relacionam os efeitos da irradiação UV-C nos parâmetros físico-químicos em leite e produtos lácteos

| Autoria | Ano | Tratamentos | Efeitos |
|---|---|---|---|
| Ceribeli et al | 2023 | Luz UV-C em leite bovino. | Preservação na concentração da vitamina $B_{12}$ em doses menores que 9 $mJ/cm^2$. |
| Dasalkar et al. | 2024 | Luz UV-C em leite de búfala. | Mudanças nas coordenadas de cor. |
| Tedeschi et al. | 2023 | Luz UV-C em leite de jumenta. | Consequência na qualidade e digestibilidade da proteína. |
| Chen et al | 2024 | Luz UV-C em leite bovino. | Alterações na cor e oxidação lipídica, com conservação do pH, viscosidade e compostos antioxidantes. |
| Keklic et al. | 2019 | Luz UV-C pulsada em queijo kashar. | Constatação de diferenças na cor, sem mudanças na oxidação lipídica, pH e umidade. |

Fonte: Autoria própria.

Além de fornecer proteínas de alta qualidade e gorduras na dieta, o leite é uma importante fonte de minerais e vitaminas, como as vitaminas B, A e D. Devido ao crescente interesse no processamento de alimentos utilizando tecnologias não térmicas, Ceribeli et al. (4) avaliaram a influência da luz ultravioleta (UV-C), em diferentes condições de processo a fim de identificar a viabilidade na redução microbiana e conservação da concentração de vitamina $B_{12}$ no leite. O tratamento com UV-C nas doses de 4 e 9 $mJ/cm^2$, não afetou significativamente na concentração de vitamina $B_{12}$ em amostras de leite quando comparadas ao controle. Porém, em doses maiores que 9 $mJ/cm^2$, houve redução significativa na concentração de vitamina $B_{12}$. Conforme os autores, isso ocorreu devido à sensibilidade à luz da molécula de vitamina $B_{12}$.

Em estudo comparativo entre leite bovino e bubalino tratados com UV-C, foi observado que não houve nenhuma alteração significativa no teor total de sólidos, teor de proteína, densidade e acidez titulável do leite. No entanto, as propriedades de cor das amostras de leite tratados com UV-C mudaram ligeiramente. A análise sensorial não detectou nenhuma diferença significativa entre o leite não tratado e as demais amostras (5).

Tedeschi et al. (6) não observaram diferenças significativas ao avaliarem a qualidade e a digestibilidade da proteína do leite de jumenta submetido à UV-C comparado ao tratado termicamente. Em estudo semelhante, o qual comparou os efeitos da aplicação de UV-C (14,85 $mW/cm^2$) em leite bovino e extrato de amêndoas com amostras tratadas termicamente, não verificando diferenças nos valores de TBARS e no perfil de voláteis. (7).

Outro estudo comparando tecnologias de processamento do leite determinou a interferência na cor do leite tratado com UV-C, observando a diminuição em L* e em a* e o aumento em b*. O autor assimilou esse fenômeno a foto-oxidação de lipídios e proteínas provocada por irradiação de alta intensidade. Além disso, foi verificado que não houve mudança significativa nos valores de pH, viscosidade e nos compostos bioativos antioxidantes do leite cru. Ademais, este estudo também constatou o aumento da oxidação lipídica através das concentrações elevadas de TBARS e o leite tratado apresentou leve sabor indesejável (8).

Um teste distinto investigou a viabilidade dos tratamentos UV-C e Ultrassom (US) no processamento da matéria-prima para produção de leite em pó integral por meio da secagem em spray dryer. Os resultados mostraram que tanto UV-C quanto US apresentaram grande potencial no processamento de laticínios devido aos seus efeitos bactericidas e retenção de mais proteínas bioativas, como lactoferrina, imunoglobulinas e xantina oxidase. Comparado com tratamento térmico (92 °C por 15s), UV-C e US resultaram em menor oxidação de proteínas e lipídios. Além disso, vale a pena notar que essas técnicas não térmicas foram incapazes de inativar a lipase endógena, o que pode induzir a hidrólise lipídica durante o armazenamento (9). No entanto, dependendo dos parâmetros escolhidos pode haver alterações, incluindo mudanças no perfil de ácidos graxos, sensoriais, cor e aumento nas substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) ou até precipitação de proteínas causada pela absorção de luz UV-C por aminoácidos ou pela presença de fotossensibilizadores, como a riboflavina (1).

No estudo de Keklic et al. (10), em que foi avaliada a influência da luz UV-C pulsada nos parâmetros de qualidade e na redução de microrganismos em queijo Kashar, variando a distância da amostra à fonte de luz e o tempo de exposição, não foi evidenciada diferença significativa nos níveis de oxidação lipídica, no pH e no teor de umidade do queijo após o tratamento. Porém os autores observaram que o nível de oxidação lipídica aumentou conforme a elevação da dose aplicada e a área superficial do queijo exposto à luz ultravioleta. Constataram diferenças significativas nas coordenadas de cor do queijo, pois quanto maior o número de pulsos, a luminosidade (L*) diminuía, a* aumentava, caracterizando o tom avermelhado e o amarelo diminuía com a redução de b*. Os autores acreditam que a mudança significativa das coordenadas de cor no queijo Kashar se deve principalmente à irradiação UV-C pulsada, visto que o aumento de temperatura foi mínimo, no entanto, tais diferenças de cor não foram detectadas por avaliação visual.

## PRODUTOS VEGETAIS TRATADOS COM UV-C

Souza et al. (11) observaram em sua pesquisa que o tratamento com UV-C a 411 mJ/cm² resultou na destruição de ácido ascórbico (AA) de 92,5% na limonada prensada a frio e de 22,7% no suco cítrico. A alta transparência da limonada, aliada à alta transmissibilidade UV-C e aos baixos sólidos solúveis totais favoreceram a degradação do AA.

No entanto, em outro estudo, o suco de romã tratado com luz UV-C pulsada apresentou a perda mínima de 8,7% de compostos bioativos em comparação com os tratamentos térmicos equivalentes. Além disso, o suco submetido à luz pulsada (2988 J $cm^{-2}$) exibiu maior aceitabilidade sensorial em relação às amostras tratadas termicamente (95 °C/3 min), sem comprometer a capacidade antioxidante ou o conteúdo fenólico total (12). Basak et al. (13) verificaram que as amostras de bebidas mistas (uva, maçã e carambola) tratadas com luz pulsada (3000 J·$cm^{-2}$) preservaram significativamente o teor de antioxidantes, fenólicos totais e vitamina C durante 45 dias de armazenamento a 4 ºC,

além de apresentarem menor escurecimento, em comparação com as amostras tratadas termicamente.

O estudo de Akwu et al. (14) demonstrou que o ácido ascórbico foi significativamente reduzido durante o tratamento com UV-C, com níveis caindo para 32% na dose de 160 MJ/cm². Isso indica que altas doses de UV-C podem levar à perda substancial de nutrientes. A manutenção de níveis elevados de ácido ascórbico poderia ajudar a mitigar os efeitos negativos do tratamento com UV-C, como a formação de compostos indesejáveis, como o furano, que pode ser influenciada pela hidrólise dos açúcares do suco. Embora a formação de furano não seja explicitamente discutida, o ácido ascórbico pode ajudar a reduzir sua formação devido às suas propriedades antioxidantes.

Pratap-Singh et al. (15) verificaram que a aplicação de UV-C pulsada em fluxo contínuo no processamento de suco de uva vermelha e melancia promoveu diferença significativa no teor de pH dos sucos antes e após o processo. Isso ocorreu, provavelmente, devido às intensidades aplicadas que não puderam modular o equilíbrio iônico nos sucos e, ainda assim, conseguiram ser efetivas na redução microbiana. Além disso, foi verificada diferença na mudança de cor ($\Delta E$) em ambas amostras de suco, conforme o aumento da intensidade da aplicação da luz pulsada (PL) $\Delta E$=2 para o suco de melancia e $\Delta E$=4 para o suco de uva. Esta diferença de cor não foi perceptível aos olhos do consumidor para o suco de melancia, no entanto foi detectada para o suco de uva vermelha tratado a alta intensidade.

Em pesquisa realizada por Ma et al. (16) com pimentões irradiados por UV-C (0,25 kJ/m$^2$ UV-C por 15s, 25 °C) foi verificado atraso nas mudanças fisiológicas dos frutos durante o armazenamento pós-colheita. A qualidade sensorial e a firmeza foram mantidas, a perda de massa foi reduzida e o aparecimento de carotenóides vermelhos foi retardado em pelo menos uma semana.

Zhang et al. (17) analisaram que a aplicação da luz UV-C ativou enzimas que contribuíram na integridade da membrana celular durante a cicatrização de lesões em tubérculos de batata, regulando a homeostase de espécies reativas de oxigênio (ERO) e aumentando a atividade antioxidante..

Um estudo alternativo que explorou o efeito antimicrobiano de diodos emissores de luz UV-C contra *Saccharomyces cerevisiae* e sua aplicação na descontaminação de suco de laranja constatou que a exposição à radiação de 1.420 mJ/cm² diminuiu significativamente a presença da levedura no suco em 4,44 log UFC/mL, sem provocar mudanças notáveis no pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável e parâmetros de cor. No entanto, a quantidade total de fenólicos no suco foi consideravelmente reduzida pelos LEDs UV-C (18).

Da mesma forma, Nour et al. (19) compararam o uso de UV-C com o tratamento por imersão em morangos Malvina durante o armazenamento. Eles observaram que as frutas tratadas com UV-C apresentaram menor perda de peso, maior acidez titulável, maiores concentrações de compostos fenólicos e antocianinas, e texturas mais firmes do que as frutas não tratadas. Além disso, o tratamento combinado de lavagem por imersão seguido de irradiação UV-C foi significativamente mais eficaz do que o tratamento UV-C isolado na redução da deterioração dos frutos, na diminuição da perda de peso, e na manutenção de níveis mais elevados de acidez titulável, conteúdo total de antocianinas, concentração de fenólicos e atividade antioxidante dos morangos durante o armazenamento sob resfriamento. Pesquisas que relacionam os efeitos da irradiação UV-C nos parâmetros físico-químicos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Pesquisas que relacionam os efeitos da irradiação UV-C nos parâmetros físico-químicos em produtos vegetais

| Autoria | Ano | Tratamentos | Efeitos |
|---|---|---|---|
| Pratap-Singh et al. | 2024 | Luz UV-C pulsado em fluxo contínuo em suco de uva vermelha e melancia | Mudanças nos teores de pH e na cor. |
| Ma et al. | 2024 | Luz UV-C em pimentões | Verificação das mudanças fisiológicas no armazenamento pós-colheita. |
| Zhang et al. | 2023 | Luz UV-C em tubérculos de batata. | Ativação de enzimas que conferem poder antioxidante. |
| Niu et al. | 2021 | LEDs de UV-C em suco de laranja. | relacionadas ao pH, sólidos solúveis, acidez, cor e teor de fenólicos. |
| Nour et al. | 2021 | Uso combinado de UV-C e lavagem por imersão em morangos. | Avaliação da perda de peso, acidez titulável, compostos fenólicos e antocianinas e textura.. |

Fonte: Autoria própria.

**PRODUTOS CÁRNEOS TRATADOS COM UV-C**

Rosario et al. (20) analisaram a combinação de aplicação de luz UV-C e da adição de ácido lático na descontaminação de lombo bovino brasileiro fatiado e curado. Nessa comparação, os autores verificaram um aumento da oxidação lipídica de forma independente por meio da aplicação de UV-C e formação linear de malonaldeído (MDA), um indicador de oxidação lipídica. Este fato é atribuído aos danos fotoquímicos causados pela luz de alta energia, que causou a quebra das ligações duplas em ácidos graxos insaturados, resultando na formação de radicais livres. Esses radicais livres, por sua vez, aumentaram a autoxidação dos lipídios, acelerando a degradação das gorduras.

Além da oxidação lipídica, também foi verificada a oxidação das proteínas, indicada pelo aumento significativo no conteúdo de carbonilas. Quando a mioglobina é oxidada em metamioglobina, a carne fica com cor escura, no entanto , a intensidade da coloração vermelha também aumentou. O autor justificou que isso pode ocorrer devido à formação de radicais hidroxila pela luz UV no vácuo, que resultou em um efeito diferente no estado das proteínas e na cor da carne. Pesquisas que relacionam os efeitos da irradiação UV-C nos parâmetros físico-químicos de produtos cárneos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Pesquisas que relacionam os efeitos da irradiação UV-C nos parâmetros físico-químicos em produtos cárneos

| Autoria | Ano | Tratamentos | Efeitos |
|---|---|---|---|
| Rosario et al. | 2021 | Uso combinado de UV-C e adição de ácido lático em lombo bovino brasileiro. | Verificou um acréscimo da oxidação lipídica, proteica e intensificou a cor vermelha da carne. |
| Wang et al. | 2021 | LEDs de UV-C em peitos de frango frescos. | Não afetou os parâmetros de cor, pH e textura e oxidação lipídica com irradiação até 4.000 mJ/cm$^2$. |
| Soro et al. | 2023 | LEDs de UV-C em peitos de frango frescos. | O armazenamento sob vácuo após o tratamento resultou em pequenas alterações nos parâmetros de cor, pH e oxidação de proteínas, mas a oxidação lipídica mostrou mudanças significativas. |
| Kalchayanand et al. | 2020 | Luz UV e combinado UV-C-Ozônio em carne bovina. | Alteração na cor da superfície da carne após dois dias de armazenamento e oxidação lipídica. |
| Fan et al. | 2021 | LEDs de UV-C em filés de atum cru. | Não houve alteração significativa no pH, capacidade de retenção de água, cor e textura com irradiações até UVC-LED de 275 nm a 0–4000 mJ/cm$^2$. Porém, houveram indícios de oxidação lipídica. |

Fonte: Autoria própria.

Por outro lado, a atividade de água (Aw) não apresentou mudanças significativas, o que neste caso é benéfico por se tratar de um produto curado e seco no qual este parâmetro é importante como um obstáculo para o crescimento microbiano. Shao et al. (21) verificaram o aumento da acidez em carne de peito de frango irradiados com UV-C-LED (280 nm 6-10 min) e armazenadas a 4°C, o que pode ser associado à oxidação de proteínas e à oxidação de gorduras.

Wang et al. (22) utilizaram lâmpadas UV-C-LEDs a 275 nm para avaliar o impacto na inativação de microrganismo e o efeito da tecnologia não térmica sobre os principais atributos de qualidade em carne fresca de peito de frango, como cor, pH, textura e oxidação lipídica. Pode ser observado que a cor, textura (dureza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade) e pH, características de qualidade tão importantes, não foram afetadas significativamente após irradiação UVC-LED de até

4.000 mJ/cm$^2$. Para as análises de oxidação lipídica, apesar do ligeiro aumento das concentrações de TBARS em doses de até 4.000 mJ/cm $^2$, as alterações não foram significativas. Segundo os autores, esse aumento nas concentrações de TBARS nos peitos de frango tratados, pode ter ocorrido devido à auto-oxidação de lipídios, com formação de radicais livres durante a irradiação UVC-LED. A oxidação é uma das principais causas da deterioração da qualidade da carne e dos produtos cárneos, devido ao desenvolvimento de sabores desagradáveis e descoloração, além da geração de produtos potencialmente tóxicos, que impactam negativamente no prazo de validade.

Soro et al. (23), compararam o efeito de lâmpadas UV-C (280 nm) convencionais e dispositivos UVC-LED (254 nm) na cor, no pH, nos lipídios e na oxidação de proteínas em peito de frango fresco armazenado a 4 °C por 10 dias. Os resultados mostraram que os parâmetros de cor, o pH e a oxidação de proteínas apresentaram pequenas alterações com a utilização da lâmpada UV, sem significância estatística. No entanto, para a oxidação lipídica houve mudanças significativas, aumentando as concentrações de TBARS. Contudo, a utilização do UVC-LED não afetou significativamente os parâmetros de qualidade da carne de frango.

Kalchayanand et al. (24), estudaram o efeito dos tratamentos UV-C e UV-C-ozônio na cor e na oxidação lipídica de carne bovina fresca. O tratamento UV-C a 590 mJ/cm$^2$ sozinho não teve efeito ($p > 0,05$) na cor da superfície da carne bovina fresca imediatamente após a irradiação (dia 0), após dois dias, a cor da superfície foi significativamente mais vermelha e mais amarela do que a das amostras controle. Em contrapartida, o tratamento com UVC-ozônio afetou imediatamente as amostras de carne, havendo uma redução significativa nas coordenadas colorimétricas a* e b* (dia 0), mas após 2 dias houve um aumento nos valores das coordenadas. O parâmetro a* (vermelhidão) é o fator de cor mais importante para carnes, porque afeta diretamente na aceitação do consumidor, e como após os dois dias esse aspecto não foi afetado significativamente comparado ao controle, as análises mostraram que UV-C e UVC-ozônio não tiveram efeito deletério na cor da carne fresca. Para oxidação lipídica, pode-se observar que os valores de TBARS da carne bovina fresca tratada com UV-C ou UVC-ozônio aumentaram significativamente ($p \leq 0,05$) após 0, 3, 7 e 15 dias de armazenamento aeróbico em temperatura de refrigeração. Contudo, os valores obtidos são inferiores ao limite de aceitação de TBARS para ranço de 1,0 mg MDA/kg. Portanto, o tratamento de carne bovina fresca com radiação UV-C sozinha ou em combinação com ozônio não acelerou a formação de ranço oxidativo.

Fan et al. (25), investigaram os impactos do tratamento com UV-C-LED nos principais parâmetros de qualidade (pH, cor, textura, capacidade de retenção de água e oxidação lipídica) de filés de atum cru. Os resultados mostraram que não ocorreu nenhuma alteração significativa nos valores de pH, capacidade de retenção de água, cor e textura de filés de atum cru após irradiações UV-C-LED de 275 nm a 0–4000 mJ/cm $^2$ (0–2000 s). No entanto, níveis crescentes de oxidação lipídica dos filés de atum cru foram detectados após o tratamento com UV-C-LED com valores de até 0,73 mg MDA/100 g.

## CONCLUSÕES

A partir do exposto, é possível observar que a aplicação de UV-C pode gerar impactos nos parâmetros físico-químicos em alimentos, de acordo com a natureza do produto. Nos alimentos de origem animal, identifica-se o aumento na oxidação lipídica, alterações de cor e pH. Mas os parâmetros de qualidade como capacidade de retenção de água e textura em carnes e produtos cárneos não são afetados. Em sucos e nos vegetais observa-se variações de pH, cor e degradação do ácido ascórbico, porém alguns estudos

apontam que a utilização do UV-C promoveu atraso nas mudanças fisiológicas no armazenamento pós-colheita, bem como ativação de enzimas que conferiram poder antioxidante.

As investigações relatadas neste trabalho não subsidiam efeitos positivos ou negativos da radiação UV-C nas propriedades físico-químicas, visto que existem estudos que mostram ambos impactos.

Neste sentido, mesmo que a irradiação ultravioleta seja uma tecnologia que ofereça vantagens em relação aos tratamentos térmicos, as pesquisas são recentes para ela ser adotada em larga escala, dependendo de vários fatores a serem elucidados.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Ceará (UFC) pela infraestrutura e aos órgãos de fomento CNPq (Programa MAI/DAI) e FAPEPI.

## REFERÊNCIAS

1. Delorme MM, Guimarães JT, Coutinho NM, Balthazar CF, Rocha RS, Silva R, et al. Ultraviolet radiation: An interesting technology to preserve quality and safety of milk and dairy foods. Trends Food Sci Technol. 2020;102:146-154. ISSN 0924-2244, https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.06.001.

2. Singh H, Bhardwaj SK, Khatri M, Kim KH, Bhardwaj N. UVC radiation for food safety: An emerging technology for the microbial disinfection of food products. Chem Eng J. 2021;417:128084. ISSN 1385-8947, https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.128084.

3. Csapó J, Joe P, Albert C, Sipos P. Effect of UV light on food quality and safety. Acta Univ Sapientiae Alimentaria. 2019;12(1):21-41. http://dx.doi.org/10.2478/ausal-2019-0002.

4. Ceribeli C, Otte J, Walkling-Ribeiro M, Cardoso DR, Ahrné LM. Impact of non-thermal pasteurization technologies on vitamin B12 content in milk. Innov Food Sci Emerg Technol. 2023;84:103303. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2023.103303.

5. Dasalkar, AH, Maguluri RK, Vaishnav SR, Singh SA, Yannam SK. Impact of UV-C treatment on the inactivation of microbes and amino acid composition in cow milk and buffalo milk: A comparative study. Int Dairy J. 2024;156:105979. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.105979.

6. Tedeschi T, Aspri M, Loffi C, Dellafiora L, Galaverna G, Papademas P. Processing of raw donkey milk by pasteurization and UV-C to produce freeze-dried milk powders: the effect on protein quality, digestibility and bioactive properties. LWT. 2023;173:114404, https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022. 114404.

7. Pendyala B, Patras A, Gopisetty VVS, Vashisht P, Ravi R. Inactivation of *B. Cereus* spores in whole milk and almond milk by serpentine path coiled tube uv-c system: Numerical simulation of flow field, lipid peroxidation and volatiles

analysis. Food Res Int. 2022;160:111652, https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111652.

8. Chen J, Zhang J, Wang N, Sun X, Han X, Yin R, et al. Comparative study on microbiological, physicochemical and nutritional properties of whole cow milk by thermal and non-thermal processing technologies. Food Bioscience. 2024;59:104012. ISSN 2212-4292. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104012.

9. Liu Y, Shuang J, Hettinga K, Zhang L, Liu X, Zhou P. Quality attributes of whole milk powder processed using ultrasonication and UV-C radiation compared with equivalent thermal treatment, Int Dairy J. 2024;155:105954. ISSN 0958-6946. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.105954.

10. Keklic NM, Elik A, Salgin U, Demirci A, Koçer G. Inactivation of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157:H7 on fresh kashar cheese with pulsed ultraviolet light. Food Sci Technol Int. 2019;25(8):680-691. https://doi.org/10.1177/1082013219860925.

11. Souza VR, Popović V, Bissonnette S, Ros I, Mats L, Duizer L, et al. Quality changes in cold pressed juices after processing by high hydrostatic pressure, ultraviolet-c light and thermal treatment at commercial regimes, Innov Food Sci Emerg Technol. 2020;64: 102398. ISSN 1466-8564. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102398.

12. Bhagat B, Chakraborty S, Potential of pulsed light treatment to pasteurize pomegranate juice: Microbial safety, enzyme inactivation, and phytochemical retention. LWT. 2022;159:113215. ISSN 0023-6438. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113215.

13. Basak S, Mahale S, Chakraborty S. Changes in quality attributes of pulsed light and thermally treated mixed fruit beverages during refrigerated storage (4 °C) condition, Innov Food Sci Emerg Technol., 2022;78:103025. ISSN 1466-8564. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103025.

14. Akwu AS, Patras A, Pendyala B, Kurup AH, Chen FC, Boushra M, et al. Effect of germicidal short wavelength ultraviolet light on the polyphenols, vitamins, and microbial inactivation in a highly opaque apple juice. J Food Saf.2023;43(3):e13037.https://doi.org/10.1111/jfs.13037.

15. Pratap-Singh A, Mandal R. Non-thermal processing of watermelon and red grape juices in thin-profile continuous-flow pulsed UV light reactors: Effect on microbiological safety and nutritional value. LWT. 2024;191:115516. ISSN 0023-6438. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115516.

16. Ma L, Wang Q, Li L, Grierson D, Yuan S, Zheng S, et al. UV-C irradiation delays the physiological changes of bell pepper fruit during storage. Postharvest Biol Technol. 2021;180:111506. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021. 111506.

17. Zhang X, Zheng X, Han Y, Yang R, Wang Q, Gong D, et al. UV-C irradiation maintains cell membrane integrity at wounds of potato tubers during healing by regulating ROS homeostasis and increasing antioxidant activity. Postharvest Biol Technol. 2023;199:112308. ISSN 0925-5214. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112308.

18. Niu L, Wu Z, Yang L, Wang Y, Xiang Q, Bai Y. Antimicrobial effect of UVC light-emitting diodes against *Saccharomyces cerevisiae* and their application in orange juice decontamination. J Food Prot. 2021;84(1):139-146. ISSN 0362-028X. https://doi.org/10.4315/JFP-20-200.

19. Nour V, Plesoianu AM, Ionica ME. Effect of dip wash treatments with organic acids and acidic electrolyzed water combined with ultraviolet irradiation on quality of strawberry fruit during storage. Bragantia. 2021;80:e1921. https://doi.org/10.1590/1678-4499.20200440.

20. Rosario DKA, Mutz YS, Castro VS, Bernardes PC, Rajkovic A, Conte-Junior CA. Optimization of UV-C light and lactic acid combined treatment in decontamination of sliced Brazilian dry-cured loin: *Salmonella Typhimurium* inactivation and physicochemical quality. Meat Sci. 2021;172:108308. ISSN 0309-1740. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108308.

21. Shao L, Chen S, Wang H, Zhang J, Xu X, Wang H. Advances in understanding the predominance, phenotypes, and mechanisms of bacteria related to meat spoilage. Trends Food Sci Technol. 2021;118(Part B):822-832. ISSN 0924-2244. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.007.

22. Wang W, Zhao D, Li K, Xiang Q, Bai Y. Effect of UVC light-emitting diodes on pathogenic bacteria and quality attributes of chicken breast. J Food Prot. 2021;84(10):1765-1771.https://doi.org/10.4315/JFP-21-066.

23. Soro AB, Ekhlas D, Shokti S, Yem MM, Li RC, Barroug S, et al. The efficiency of UV light-emitting diodes (UV-LED) in decontaminating *Campylobacter* and *Salmonella* and natural microbiota in chicken breast, compared to a UV pilot-plant scale device. Food Microbiol. 2023;116:104365. https://doi.org/10.1016/j.fm.2023.104365.

24. Kalchayanand N, Bosilevac JM, King DA, Wheeler TL. Evaluation of UVC radiation and a UVC-ozone combination as fresh beef interventions against Shiga toxin–producing *Escherichia coli*, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* and their effects on beef quality. J Food Prot. 2020;83(9): 1520-1529. https://doi.org/10.4315/JFP-19-473.

25. Fan L, Liu X, Dong X, Dong S, Xiang Q, Bai Y. Effects of UVC light-emitting diodes on microbial safety and quality attributes of raw tuna fillets. LWT. 2021;139:110553. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110553.

**Capítulo 52**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-52**

# LEVANTAMENTO DE REGISTROS DE IDENTIFICAÇÃO GEOGRÁFICA DE VINHOS NO BRASIL: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO A PARTIR DO BANCO DE DADOS DO INPI

**Augusto Vinícius da Silva Araújo*; Iris Barbosa de Souza ; Lucas de Albuquerque Ramalho**

**Augusto Vinícius da Silva – Email: augustovinicius720@gmail.com*

**Resumo:** No Brasil, o mercado de vinhos é dominado por vinhos de mesa, provenientes de variedades híbridas, representando cerca de 90% do volume produzido. A demanda por vinhos orgânicos e sustentáveis vem tendo uma taxa de crescimento, que reflete a preocupação dos consumidores para com o impacto ambiental. A Embrapa Uva e Vinho tem papel crucial no desenvolvimento científico e tecnológico do âmbito da vitivinicultura brasileira, focando na sustentabilidade e inovação. A pesquisa tem como intuito identificar e analisar as indicações geográficas e denominações de origem de vinhos no Brasil, destacando a importância de proteger as características regionais. O devido levantamento foi realizado entre os meses de maio e junho de 2024, analisou dados da plataforma INPI sobre as indicações geográficas de vinhos utilizando a legislação brasileira como critério. Destacando-se a influência do terroir nas características dos vinhos e a predominância na região Sul do Brasil. No entanto, a diversidade geográfica do país apresenta desafios para a consolidação dessas identidades, reforçando a necessidade de mapeamento e capacitação de produtores em regiões estratégicas.

**Palavras–chave:** Denominação de origem; Indicação geográfica; Vinhos

## INTRODUÇÃO

O vinho é um produto processado da uva [1] e destaca-se por ser uma das bebidas mais antigas e consumidas ao redor do mundo. O início do seu consumo data-se de aproximadamente 7.000 anos, na região atualmente conhecida como do Mediterrâneo. Essa bebida alcoólica tem grande valor tanto econômico, como histórico e é associada diretamente à cultura da civilização [2].

A indústria da fabricação de vinhos é uma das mais antigas do mundo. Sua relação com o meio ambiente não se resume a apenas particularidades do solo e do clima onde as videiras são cultivadas. Ao passar dos séculos, essa bebida associada à sociabilidade, status social, ao prazer, a rituais e ao equilíbrio das dietas e refeições, teve sua produção expandida para vários territórios ao redor do mundo, o que significou um rearranjo no consumo de vinhos, passando a ser cultivador fabricado em regiões onde anteriormente não era costume. À medida que a produção de vinhos vai entrando em alinhamento com o sistema agroalimentar que é modelado pela indústria, provocará ameaças cada vez mais pontuais com relação aos impactos ambientais gerados pela produção do mesmo, como também, evidencia a necessidade de se rever diferentes práticas envolvidas neste segmento lucrativo [3].

Dentre os fatores que influenciam as pessoas ao consumo de vinho, destaca-se a cultura, sendo esta a principal influenciadora, visto que os indivíduos adquirem os hábitos da sociedade em que está inserido e este tal comportamento, crenças e costumes vão sendo passados de geração para geração [4].

Os mercados de vinhos estão em constante evolução, que são impulsionados pelas mudanças nas preferências e gostos dos consumidores. Uma das tendências mais evidentes é o aumento da demanda por vinhos orgânicos e sustentáveis. Os consumidores estão ficando cada vez mais preocupados com a origem dos produtos que consomem e têm buscando alternativas que não sejam nocivas para o meio ambiente e que sejam mais saudáveis e com esta tendência a ser seguida, estão em busca de vinhos produzidos de forma responsável, com menor impacto ambiental e respeito às práticas agrícolas sustentáveis [5].

No mercado nacional de vinhos, afere-se que o grande volume de vinhos que são comercializados no país são os vinhos de mesa, que tem como origem uma variedade americana e híbrida (*V. labrusca* e *V. bourquina*), chegando próximos dos 90% do volume total de vinhos elaborados no Brasil [6].

Em relação ao consumo da bebida no Brasil, quase a totalidade dos vinhos de mesa é destinada ao mercado nacional. Ainda sim são realizadas exportações para a China, Estados Unidos, Japão, Paraguai dentre outros países que apresentam restrições, em especial os países de origem europeia. Já os vinhos finos, são mais de 85% dos vinhos tranquilos (sem gás), que são consumidos no Brasil.

De acordo com a Portaria INPI/PR nº 046, de 14 de outubro de 2021 institui-se os Selos Brasileiros de Indicações Geográficas e dispõe sobre sua finalidade, direito de uso e formas de utilização [7].

Os avanços na vitivinicultura em qualquer região do mundo sem o apoio da ciência e da tecnologia, não seria possível. No caso da indústria brasileira, conta para o desenvolvimento científico e tecnológico, com a contribuição da Embrapa Uva e Vinho, que é vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Ou seja, são desenvolvidas iniciativas de pesquisas, desenvolvimento e inovações com ênfase na sustentabilidade das cadeias produtivas de vitivinicultura e também de fruticultura em climas temperados. Essas pesquisas têm como foco pequenos frutos como uva, pera, maçã, frutas de caroços e produtos que são derivados, como sucos e vinhos [8].

Assim, o presente trabalho tem como objetivo identificar, quantificar e analisar registros de indicações de procedência e denominações de origem de vinhos no Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento foi realizado no período de Maio a Junho de 2024, a partir dos dados disponíveis na plataforma do Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI, ao acessar a plataforma, teve como direção as indicações geográficas que reconhece um nome geográfico como denominação de origem ou indicação de procedência seja para produtos ou serviços, em seguida acesso a base de dados de indicações geográficas para assim ter acesso às listas de indicações de procedência concedidas e denominações de origem concedidas referentes ao produto vinho. Como critério para enquadramento do produto ao levantamento realizado utilizou-se a definição estabelecida pela LEI Nº 7.678 de 8 de novembro de 1988, Dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências e Instrução Normativa Nº 14 de 8 de fevereiro de 2018.

Imagem 1: Página inicial do site do Instituto Nacional da Propriedade Industrial

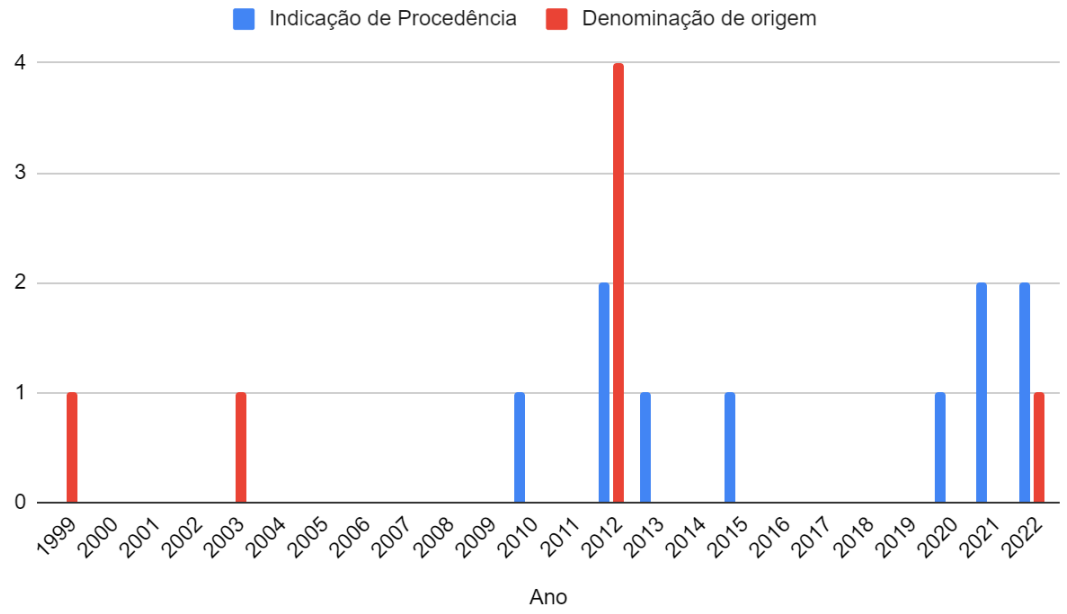



Fonte: INPI. Ilustração Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br. acesso em: Maio a Junho de 2024

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Gráfico 01 estão apresentados os registros de identidade geográfica de vinhos no Brasil pesquisados no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial-INPI.

Gráfico 01: Registros de identificações geográficas levantadas a partir do banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial-INPI entre maio e junho de 2024.




Fonte: Autores, 2024

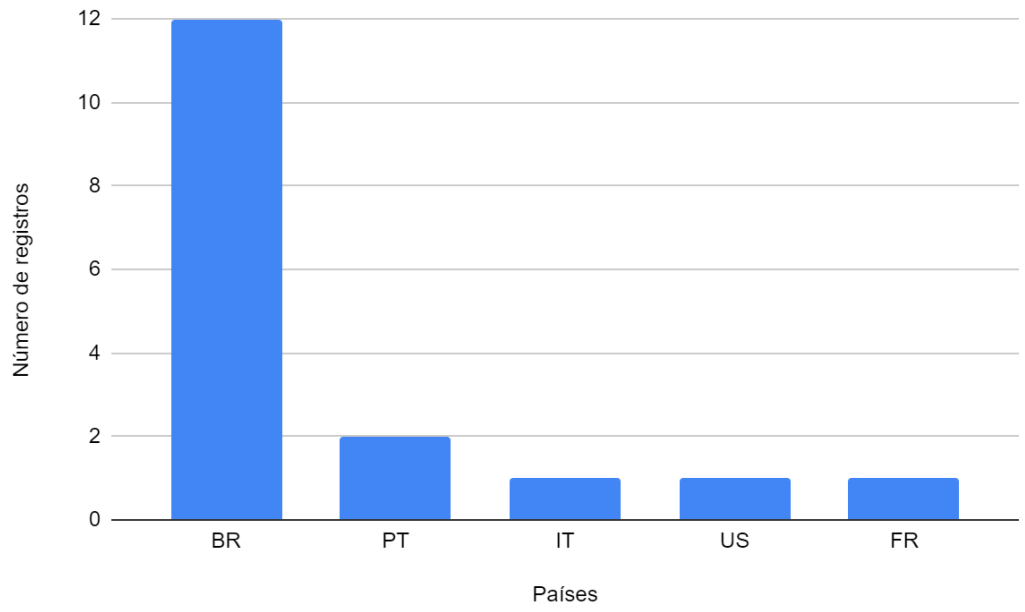
A origem do vinho remete a todas as condições para a sua produção, denominada de "*terroir*", que foi um termo criado por volta do século XI, inicialmente sendo aplicado com a finalidade de descrever as potencialidades de uma extensão de terra para produção

agrícola. Contudo, com o tempo, o termo foi ampliado, abrangendo as interações entre a produção agrícola, o ser humano, a terra, o bioma e todo o meio ambiente [9][10]. A produção e demais aspectos da produção vinícola podem ser compreendidos uma vez que se entende as relações entre a produção dos vinhos e os lugares associados com esse produto [11].

As uvas podem apresentar um diferente *terroir,* de acordo com as características do clima e solo, bem como pela de tratos culturais realizados através da interferência humana durante, influenciam as características químicas e metabólicas da uva, impactando diretamente na qualidade dos produtos finais [12]. O terroir, somado aos aspectos sociais e edafoclimáticos corrobora com a construção de uma identidade para os produtos de cunho agrícola, dentre os quais podemos citar os vinhos, onde estão discriminados no Gráfico 01 os registros de identidade geográfica de vinhos no Brasil

O Gráfico 02 intitulado "Países de Origem das Identificações Geográficas Registradas no INPI" apresenta uma análise visual do número de identificações geográficas provenientes de diferentes países.

Gráfico 02: Países de origem das identificações geográficas registradas no INPI.




Fonte: Autores, 2024

Os dados ilustram que o Brasil lidera com 12 indicações, seguido de Portugal com 2 indicações, Estados Unidos, Itália e França, os quais possuem 1 indicação cada. Esta visualização destaca a pluralidade geográfica das indicações geográficas registradas no INPI, refletindo a preocupação dos países no que diz respeito à proteção e valorização de seus produtos com características geográficas únicas. Vale salientar que as indicações geográficas podem ser consideradas como recurso estratégico para o desenvolvimento, uma vez que possibilitam a agregação de valor a produtos e serviços vinculados a características únicas de um determinado território [13].

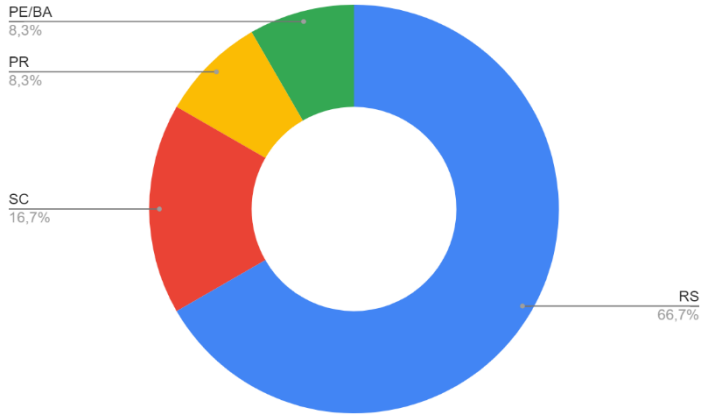
O vinho está entre os produtos que mais são exportados e importados, movimentando a economia nos mais variados países, o avanço do mercado do vinho, como a tendência de novos consumidores e elevação da sua oferta, a exportação desses

produtos ainda é bem concentrada, visto que apenas vinte países correspondem por quase 100% das exportações globais.

Segundo [14] constatou que os países que mais exportaram vinhos no ano de 2017 foram: Espanha, Itália, França e Chile, responsáveis por cerca de 64% das exportações mundiais.

O gráfico 03 intitulado "Estados de Origem das Identificações Geográficas" aponta a distribuição percentual das identificações geográficas entre diferentes estados do Brasil.

Gráfico 03: Estados de origem das identificações geográficas.



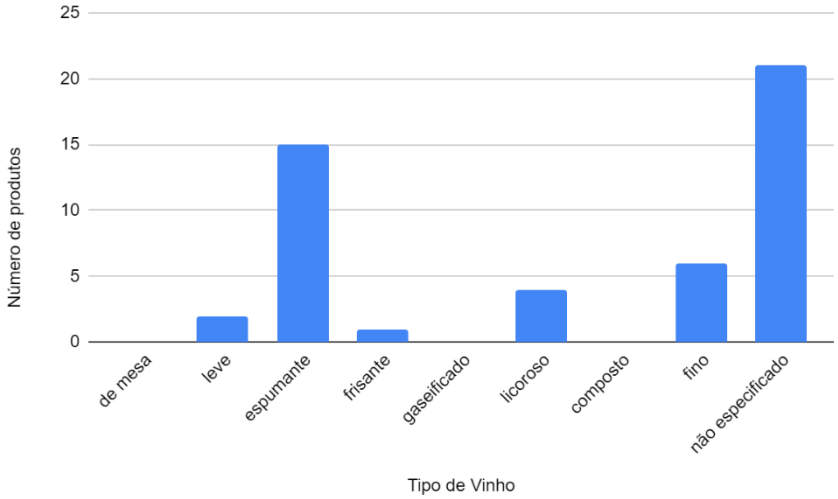

Fonte: Autores, 2024

De acordo com os dados apresentados, o estado do Rio Grande do Sul (RS) lidera majoritariamente com 66,7% das identificações, seguido por Santa Catarina (SC) com 16,7%. Os estados de Pernambuco/Bahia (PE/BA) e Paraná (PR) contribuem igualmente com 8,3% cada. Esta distribuição mostra a predominância da região Sul do Brasil na obtenção de indicações geográficas, que destaca-se sua importância dos produtos com características únicas. Pode-se afirmar que o Brasil é um dos países com maior diversidade e tipos de viticultores, que estão associadas a diferentes condições climáticas justificadas pela sua extensão territorial que vai do temperado ao tropical [15]. Atualmente no país estão sendo produzidos comercialmente vinhos em três macro condições distintas, em resultado das diferentes condições climáticas, decorrentes da geografia e do manejo da videira.

Contudo, ao analisar vinhos provenientes da região do sul de Minas Gerais observa-se características peculiares de composição, contudo os aspectos de identidade nos processos de elaboração são diversos, o que descaracteriza esse conjunto de produtos em relação a obtenção da identidade geográfica de tais produtos [16]. Tal situação pode ser observada em diversas outras regiões, sendo um dos principais empecilhos para o desenvolvimento de registros de identificação geográfica.

O Gráfico 04 apresenta a distribuição dos diferentes tipos de vinhos em relação ao número de produtos disponíveis.

Gráfico 04: Tipos de vinhos quanto à classe

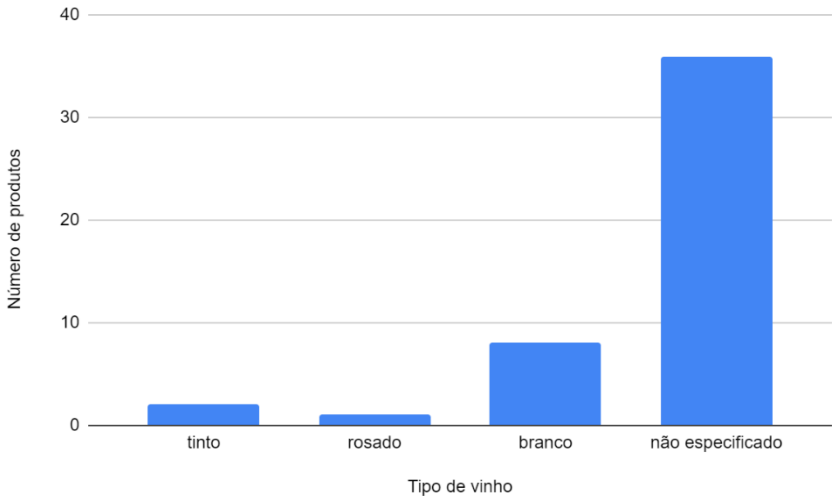



Fonte: Autores, 2024

Observa-se que a categoria "não especificado" possui a maior quantidade de produtos, totalizando 21. Em seguida, os vinhos espumantes aparecem com 15 produtos. Vinhos finos e licorosos contam com 6 e 4 produtos, respectivamente. Vinhos leves são representados por 2 produtos, enquanto os vinhos frisantes possuem apenas 1 produto. As categorias de vinhos de mesa, gaseificado e composto não possuem nenhum produto disponível, apresentando zero registros cada. Esta distribuição evidencia a predominância de vinhos espumantes e não especificados no mercado analisado.

Ao observar o gráfico 05 Tipos de vinhos quanto à cor, mostra que entre os vinhos com cores especificadas, os vinhos brancos são os mais frequentes, com 8 ocorrências, indicando uma preferência ou até uma maior disponibilidade destes vinhos no mercado.

Gráfico 05: Tipos de vinhos de acordo com a cor




Fonte: Autores, 2024

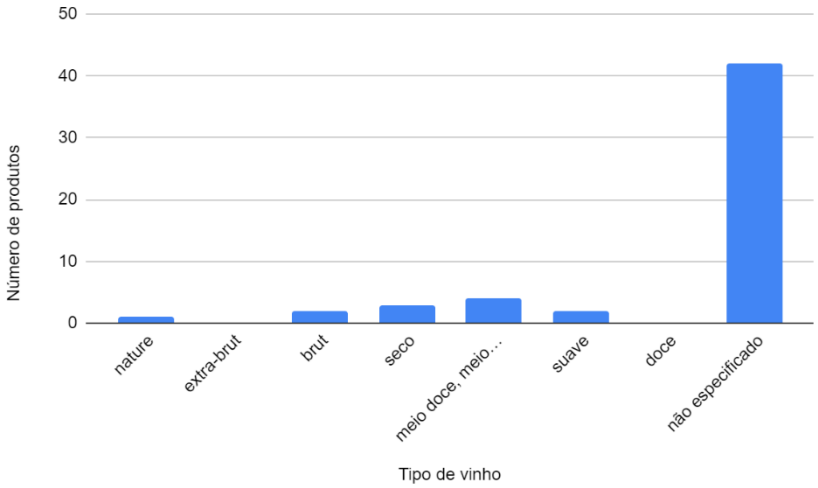
Os vinhos tintos foram os com menor frequência, com apenas 2 ocorrências e por fim os vinhos rosados ou rosê, foram os menos frequentes com apenas 1 ocorrência, sugerindo uma presença menor em popularidade no mercado.

Segundo a [17], o mercado global de vinhos experimentou um crescimento significativo em 2023, com o vinho branco gerando um lucro de US$ 39,8 bilhões e projetado para crescer a um (CAGR) de 5,3% em 2024, impulsionado por inovações no varejo e tendências de consumo. O mercado de vinho tinto cresceu de US$106,52 bilhões em 2023 para US$111,84 bilhões em 2024, um aumento de (CAGR) 5,0%, atribuído à cultura e tradição. O vinho rosé, avaliado em US$3.214,58 milhões em 2023, deve alcançar US$5.204,71 milhões até 2032, com um (CAGR) de 5,50%, refletindo sua crescente popularidade entre os jovens. O mercado de vinhos, impulsionado por diversificação, preferências dos consumidores e estratégias de marketing sofisticadas, mostra uma trajetória de crescimento robusta e promissora, oferecendo oportunidades significativas para produtores e varejistas nos próximos anos.

Compreende que a o desenvolvimento de produtos para um nicho específico de mercado colabora com o desenvolvimento de vantagens competitivas, as quais possibilitam destacar o produto em relação aos similares, assim como alcança o público alvo, desenvolvendo uma identidade através do processo de diferenciação [18].

Ao observar os dados do gráfico 06, evidencia-se que a maioria dos vinhos que foram analisados não teve o teor de açúcar especificado, que totaliza 42 casos.

Gráfico 06: Classificação dos vinhos de acordo com o teor de açúcar




Fonte: Autores, 2024

Esse número representa uma parcela significativa das amostras. E entre os vinhos com teor de açúcar, estão os vinhos "nature", "brut" e "seco", com valores de 1,2 e 3 respectivamente, indicando uma menor produção destes vinhos e/ou consumo dos mesmos. E por fim, especificado, a categoria " meio doce, meio seco ou demi-sec", foi a mais frequente, com um resultado de 4 casos. Sugere-se uma maior preferência ou até mesmo uma maior disponibilidade deste vinho comparando com outros.

## CONCLUSÕES

Concluímos que a partir da pesquisa analisada identificou-se a existência de identificações geográficas para vinhos de diferentes regiões do país, contudo, a disparidade e diversidade de processos e características geográficas do Brasil inviabilizam alguns processos de construção de identidades geográficas, contudo compreende-se a importância e a necessidade de mapeamento e capacitação de produtores presentes em regiões estratégicas para a produção de vinho, com a finalidade de resgatar, consolidar, registrar e proteger as características peculiares de regiões e processos produtivos.

## REFERÊNCIAS

1. Silva RS, Lago-Vanzela ES, Baffi MA. Uvas e vinhos: química, bioquímica, microbiologia. São Paulo: Editora Unesp; Editora Senac; 2015. Disponível em: http://pergamum.ifsp.edu.br/pergamumweb/vinculos/000067/000067a0.pdf>

2. Lima LPG, Yamanaka EHU, Oliveira VB. Perfil físico-químico, atividade antioxidante e avaliação microbiológica de vinhos tintos secos. Revista UNIANDRADE. 2019;20(1):29-36. Disponível em: https://revista.uniandrade.br/index.php/revistauniandrade/article/view/1245>

3. Rocha CPV. Vinho e meio ambiente: entre desafios do passado, presente e futuro [Internet]. Governador Valadares: Univale Editora; 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Eunice-Nodari/publication/363095746_Historia_Ambiental_em_rede_-_novos_temas_e_abordagens/links/630e04f01ddd4470211e9671/Historia-Ambiental-em-rede-novos-temas-e-abordagens.pdf#page=151>

4. Silva SD. O perfil do consumidor de vinhos na região noroeste paulista. Revista Eletrônica Ciência e Tecnologia Futura. 2021. Disponível em: https://faculdadefutura.com.br/wp-content/uploads/sites/5/2019/04/Artigo-Suellen-VF.pdf>

5. Bragato TG. O processo de decisão de compra de vinhos orgânicos no Brasil [Trabalho de Conclusão de Curso]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2018.

6. Wurz DA. Análise da comercialização de vinhos finos e de mesa no Brasil. Journal of Agronomic Science Umuarama. 2018;7(especial):43-49.

7. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br.< Acesso em: 9 ago. 2024

8. Mello LMR de. Vitivinicultura brasileira: panorama 2017. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; 2018. 11p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 207). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/187913/1/Comunicado-Tecnico-207.pdf>

9. Tonietto J. Afinal, o que é Terroir. Bon Vivant. 2007;8(98):8.

10. De Oliveira AS, Souza GC, Cruz MF, Goulart LA. A mantiqueira de minas e seus múltiplos Terroir: a produção do azeite, do café, do queijo e do vinho. Analecta-Centro Universitário Academia. 2022;7(2).

11. De Siqueira Leite PH, Barbosa ACMA. Imagens e rótulos de vinho: uma análise semiótica a partir da relação entre design e Terroir. Impact Projects. 2024;3(1):47-61.
12. Barbará JA, Funchal D, Santos HM, Tavares BS. Maturation and maceration effects on tropical red wines assessed by chromatography and analysis of variance - Principal component analysis. J Braz Chem Soc. 2019;30:1357–1377.

13. Mendonça D, Procópio DP, Corrêa SRS. A contribuição das indicações geográficas para o desenvolvimento rural brasileiro. Res., Soc. Dev. 2019;8(7):e41871152.

14. Organização Internacional da Uva e do Vinho - OIV. Disponível em: https://www.oiv.int/. Acesso em: 05 jul. 2024.

15. Pereira GE. The three different winegrowing zones in Brazil according to climate conditions and vine managements. In: Jordão AM, Botelho RV, editors. Vitis: Biology and Species. Nova Science Publishers; 2020. Chapter 6. Disponível em: . Acesso em: 05 jul. 2024

16. Brito PL, Santos JD, Souza AA, Ferreira DR, Santos RF, Costa AV, et al. Diagnóstico da qualidade química de vinhos produzidos na região Sul do estado de Minas Gerais. Research, Society and Development. 2020;9(11):e3479119763-e3479119763.

17. The Business Research Company. Relatório de mercado global de vinho tinto 2024-por tipo (vinho tinto espumante, vinho tinto tranquilo), por tipo de embalagem (garrafas, latas), por canal de distribuição (serviço de alimentação, varejo) - tamanho de mercado, tendências e previsão global 2024-2023. Disponível em: https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/red-wine-global-market-report. Acesso em: 06 jul. 2024

18. Bebber S, Souza RV, Tonietto J, Faria FR, Mello LF. Inovação como estratégia de diferenciação. Produção de vinho Kosher no Vale dos Vinhedos. Desenvolvimento em questão. 2016;14(37):202-230.

**Capítulo 53**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-53**

# CONTRIBUIÇÃO DA CERVEJA NA INGESTÃO DIÁRIA DAS MICOTOXINAS DESOXINIVALENOL, FUMONISINA FB1 E AFLATOXINAS TOTAIS DE CONSUMIDORES BRASILEIROS

**Ana Lúcia Lourenço Rodrigues*; Denise R. Perdomo Azeredo**
**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: cgallr@hotmail.com*

**Resumo:** Cerveja é a bebida alcoólica mais consumida no Brasil, o 3º maior produtor no mundo. Apesar disso, recua para a 25ª posição se avaliado o consumo per capita, com alto potencial de crescimento em consumo. Cereais ricos em amido, como cevada, trigo e milho, são utilizados como fonte de açúcares para a levedura cervejeira e são suscetíveis ao crescimento de fungos produtores de micotoxinas. O objetivo deste estudo foi realizar estimativas da contribuição da bebida na ingestão diária de desoxinivalenol (DON), fumonisina FB1 e aflatoxinas totais (AFT) de consumidores brasileiros, a partir de dados de estudos quantitativos publicados. Apenas seu consumo pode contribuir com 90% da IDA de FB1 e 93% da IDA de DON. Para AFT, classificadas como carcinogênicas para humanos, o MOE calculado está abaixo do valor de referência (10.000) e indica preocupação à saúde. A exposição do gênero masculino merece destaque, pelo consumo 2,8 vezes superior ao feminino. O estabelecimento de LMT para micotoxinas em cerveja na legislação brasileira e a implementação de estratégias para a redução da contaminação de cereais por estas substâncias, podem contribuir para a disponibilização de bebidas seguras aos seus consumidores.

Palavras-chave: Alimento seguro. Cereais. Cerveja. Ingestão diária de micotoxinas. Micotoxinas.

## INTRODUÇÃO

A produção e consumo da bebida cerveja têm especial relevância na atualidade. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, em seu "Relatório do status global sobre álcool e saúde", publicado em 2018 com dados relativos ao ano de 2016, 44,8% do consumo de álcool registrado no mundo se dá sob a forma de bebidas destiladas, 34,3% sob a forma de cervejas e 11,7% sob a forma de vinho. Em volume, a cerveja é a bebida alcoólica mais consumida no mundo (1).

O Brasil é o terceiro maior produtor de cervejas no mundo, atrás apenas da China e dos Estados Unidos, e envasou 15,6 bilhões de litros no ano de 2023 (2). Apesar disso, recua para a 25ª posição quando a avaliação é feita pelo consumo per capita, com 69,39 litros/ano, muito atrás da 1ª posição, a República Tcheca, com 188,5 litros/ano (3), o que sugere um grande potencial de crescimento em consumo.

Diante do exposto, a qualidade e, especificamente, a segurança do alimento cerveja merecem especial atenção e relevância. As etapas de toda a cadeia produtiva, do campo ao copo, não devem agregar contaminantes em concentrações que possam ser prejudiciais à saúde humana.

Considerando os potenciais perigos químicos nesta cadeia, as micotoxinas merecem destaque, uma vez que cereais ricos em amido, principalmente cevada maltada, são utilizados como fonte de açúcares fermentescíveis para a levedura. Outros cereais como trigo, milho, arroz, centeio e aveia, além da cevada não maltada, também podem ser utilizados em substituição de parte do malte de cevada, e são denominados adjuntos cervejeiros (4).

Os cereais são alimentos suscetíveis a multiplicação de fungos. Os maiores danos ocasionados pelo desenvolvimento fúngico em cereais são a perda de matéria seca, perda do poder germinativo, alteração do valor nutricional e contaminação por micotoxinas (5).

As micotoxinas formam um grupo de metabólitos secundários tóxicos produzidos por espécies de fungos filamentosos pertencentes ao filo Ascomycota, dentre os quais se destacam os gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*, amplamente distribuídos na natureza, e as mais relevantes encontradas nos cereais, que representam risco à saúde humana e animal, são as aflatoxinas (B1, B2, G1 e G2), produzidas pelo *Aspergillus spp*.; ocratoxina A (OTA), produzida pelo *Aspergillus spp*. e *Penicillium spp*.; desoxinivalenol (DON), fumonisinas (FB1 e FB2) e zearalenona (ZEN), produzidas principalmente pelas espécies do gênero *Fusarium* (6).

A ingestão de alimentos que contenham estas substâncias pode causar graves consequências sobre a saúde animal e humana, incluindo efeitos carcinogênicos, mutagênicos, teratogênicos, imunossupressores ou de desequilíbrio do sistema endócrino, dependendo da toxicidade de cada micotoxina em questão e do grau de exposição, idade e estado nutricional do indivíduo, além dos possíveis efeitos sinérgicos de outros agentes químicos aos quais esse indivíduo está exposto (7).

A produção de micotoxinas ocorre quando os fungos contaminantes encontram condições ambientais adequadas para se desenvolverem, principalmente temperatura e umidade, ainda no campo ou durante a colheita e demais etapas da cadeia produtiva de cereais. Os principais fatores pós-colheita que causam a contaminação de cereais por fungos são injúria mecânica, infestação de insetos, ineficiência do processo de secagem e condições impróprias de armazenamento, manuseio, transporte e processamento (8).

Como as micotoxinas são substâncias quimicamente estáveis e resistentes à altas temperaturas, permanecem em grande proporção nos alimentos, mesmo após as etapas de processamento. Sendo assim, alimentos e bebidas à base de cereais, como pães, massas e cervejas, constituem importantes fontes de exposição às micotoxinas (9).

Diante do exposto, a contaminação de cereais por micotoxinas é uma grande preocupação para toda a cadeia produtiva de alimentos e, por isso, diversas agências governamentais estabeleceram diretrizes e limites para regular a importação, exportação e comercialização de alimentos contaminados por micotoxinas. No Brasil, os limites máximos tolerados são regulamentados pelo Ministério da Saúde através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. A Tabela 1, apresenta os limites para alguns dos cereais utilizados como matérias primas na produção de cervejas (10).

**Tabela 1. Limites Máximos Tolerados, LMT**

| LMT, ug/kg | Aflatoxinas B1+B2+G1+G2 | Deoxinivalenol DON | Fumonisinas (FB1+FB2) | Ocratoxina A OTA | Zearalenona ZEA |
|---|---|---|---|---|---|
| Cevada (maltada) | 5 | 1000 | - | 10 | 100 |
| Trigo (integral) | 5 | 1250 | - | 10 | 200 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Milho (gritz) | 20 | 1000 | 1500 | 10 | 150 |
| Arroz (beneficiado) | 5 | 750 | - | 10 | 100 |

Fonte: Instrução Normativa – IN nº 160, de 1° de julho de 2022 – BRASIL

No entanto, ainda não existem limites máximos tolerados para micotoxinas em cervejas na legislação brasileira ou internacional.

Estudos evidenciaram a transferência de micotoxinas dos cereais utilizados como matérias-primas e o comportamento de seus teores ao longo do processo de malteação e fabricação de cerveja (11; 12). A concentração destes compostos na bebida final depende, em grande parte, do grau de contaminação inicial destes cereais. As condições de processo durante a malteação e fabricação da cerveja também poderão impactar na síntese adicional e na solubilização, redução, destruição e modificação das micotoxinas existentes nestes cereais como consequência da ocorrência de alterações físicas, químicas ou bioquímicas (6). Apesar de algumas evidências sobre redução dos níveis de micotoxinas ao longo do processo de fabricação de cerveja (13), os dados publicados ainda não permitem estabelecer uma clara tendência, devido às diferentes propriedades destes metabólitos, principalmente solubilidade e estabilidade térmica, variedade de matérias-primas utilizadas e condições de processo praticadas (6). Parte desta redução acontece na etapa da filtração do mosto, principalmente para as micotoxinas insolúveis ou pouco solúveis em água, como aflatoxinas, OTA e ZEN, pela adsorção ao bagaço de malte (13), o que merece especial atenção, uma vez que este subproduto é destinado essencialmente à alimentação animal e, sendo assim, um perigo adicional é introduzido na cadeia produtiva de alimentos, devido à possível transferência destes compostos para produtos como leite, carne e ovos. Outra parte desta redução se dá na etapa de fermentação, justificada pelas ligações estabelecidas entre as micotoxinas e alguns compostos da parede celular da levedura, como β-D-glucanos, glucomananos e mananoligossacarídeos (14). Campagnollo et al. (15), mostraram maiores taxas de adsorção de ZEN (75,1% e 77,5% em pH 3,0 e 6,5, respectivamente) às células de levedura em comparação com AFB1 (48,1% e 38,2%), OTA (59,4% e 13,2%) e DON (11,6% e 17,6%). Assim como o bagaço de malte, o excedente de massa de levedura gerada durante o processo de fabricação de cervejas também é destinado à alimentação animal.

A ocorrência de micotoxinas em marcas comerciais de cervejas de diferentes países é demonstrada em alguns estudos (6;12; 16; 17; 18). Considerando-se apenas cervejas brasileiras, as micotoxinas DON, Fumonisina FB1 e AFT – Aflatoxinas totais foram identificadas em estudos recentes (19; 20; 21; 22).

Este estudo teve como objetivo apresentar e discutir a estimativa de contribuição da cerveja na ingestão diária das micotoxinas deoxinivalenol, fumonisina FB1 e aflatoxinas totais por consumidores brasileiros, a partir de dados da literatura.

## MATERIAL E MÉTODOS

Uma revisão sistemática da literatura foi conduzida para identificar artigos de revistas científicas publicados entre 2015 e 2024 sobre a ocorrência de micotoxinas em cervejas produzidas no Brasil. Foram selecionadas publicações nacionais e internacionais de bases de dados como Science Direct, SciELO e portal de periódicos da Capes, com

base na presença dos termos “micotoxinas em cervejas”, “fumonisinas em cervejas”, “aflatoxinas em cervejas”, “desoxinivalenol em cervejas”, “ocratoxina A em cervejas” e “zearalenona em cervejas”. Foram encontrados quatro estudos publicados.

Piacentini *et al*. (19) analisaram 53 amostras de cervejas artesanais, distribuídas entre 14 diferentes marcas e adquiridas em cervejarias e lojas da Região Sul do Brasil nos primeiros meses de 2014. A micotoxina DON foi identificada em 32% das amostras, com teores variando entre 127 e 501 µg/L, e a fumonisina FB1 em 15% das amostras, com teores entre 29 e 285 µg/L.

Piacentini *et al*. (20) analisaram 114 amostras de cervejas produzidas em escala industrial no Brasil, distribuídas entre 20 diferentes lotes e marcas e adquiridas do mercado entre setembro de 2015 e janeiro de 2016. As amostras não apresentaram níveis detectáveis para a micotoxina DON. Já a micotoxina fumonisina FB1 foi detectada em 49% das amostras, com teores variando entre 202 e 1569 µg/L.

Barbosa *et al*. (21) analisaram 38 amostras de cervejas, coletadas no mercado de Minas Gerais. A descrição dos estilos analisados e reportados neste estudo, Amber Lager, American Premium Lager, American Wheat Ale, English Brown Ale, German Weizen, Double IPA, India Pale Ale, Imperial Red Ale, American Light Lager, Pilsen, Standard American Lager e Strong Scotch Ale, sugere que a maior parte das amostras correspondem a cervejas produzidas em estabelecimentos de pequeno porte ou artesanais. A micotoxina DON foi detectada em 42% das amostras, com teores variando entre 159 µg/kg e 648 µg/kg.

Rocha *et al*. (22) analisaram 60 amostras de cervejas das marcas líderes do Brasil, produzidas em escala industrial, com e sem o uso de adjuntos cervejeiros, adquiridas na cidade de Salvador, na Bahia, entre outubro de 2020 e fevereiro de 2021. Aflatoxinas totais, AFT, foram detectadas em 100% das amostras produzidas com o uso de adjuntos e em 80% das amostras “puro malte”, com teores variando entre 0,015 e 0,288 µg/L.

## *Consumo per capita*

O consumo *per capita* de cerveja no Brasil foi obtido através do “Relatório do *status* global sobre álcool e saúde”, da Organização Mundial da Saúde – OMS (1), que reporta os dados relativos ao ano de 2016. O consumo de álcool puro[1] foi de 16,08 litros por consumidor de bebida alcoólica por ano, com a bebida cerveja respondendo por 62% deste volume, ou 9,97 litros (Tabela 2). Para a conversão de álcool puro em volume de cerveja, foi utilizado um teor alcoólico médio da bebida de 5 % v/v (23).

O consumo *per capita* total, que inclui toda a população brasileira, inclusive crianças e não consumidores da bebida, não foi utilizado, uma vez que as contribuições associadas calculadas estariam subestimadas.

**Tabela 2. Consumo *per capita* de álcool e cerveja no Brasil, 15+ (apenas consumidores da bebida)**

| Volume, litros | Álcool puro/ano | Cerveja/ano | Cerveja/dia |
|---|---|---|---|
| Homens (15+) | 20,66 | 256,16 | 0,70 |

[1] O relatório apresenta uma estimativa de consumo de álcool não contabilizado nas estatísticas oficiais e impostos recolhidos, referente a bebidas contrabandeadas, álcool destinado ao uso industrial ou farmacêutico, entre outros, equivalente a 16,7% do consumo total de álcool. Para a análise realizada neste trabalho só foi considerado o volume de álcool registrado sob vendas e impostos recolhidos

| | | | |
|---|---|---|---|
| Mulheres (15+) | 7,41 | 91,93 | 0,25 |
| Homens + Mulheres (15+) | 16,08 | 199,35 | 0,55 |

Fonte: WHO, 2018. Relatório do *status* global sobre álcool e saúde

***Peso corporal médio***

O peso corporal médio estimado para avaliação da ingestão diária foi de 72,9 kg para mulheres e 82,5 kg para homens (24)[2], e o percentual adotado de mulheres e homens na população brasileira foi de 51,1% e 48,9%, respectivamente, de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Terceiro Trimestre de 2021, publicada pelo IBGE (25). Sendo assim, o peso corporal médio dos brasileiros considerado foi de 77,6 kg.

*Exposição média diária, µg/kg peso corporal*

Para o cálculo da exposição média diária, utilizou-se a concentração média da micotoxina encontrada nas amostras analisadas, as informações de consumo *per capita* diário da bebida e o peso corporal médio de cada consumidor, conforme a equação:

$$ID = \frac{C*Q}{PC} \quad (1)$$

Onde:

ID: Exposição média diária (µg/kg peso corporal)

C: Concentração média da micotoxina encontrada nas amostras analisadas (µg/L)

Q: Consumo per capita diário, apenas dos consumidores de cerveja com idade superior a 15 anos (L)

PC: Peso corporal médio de cada consumidor (kg)

*Ingestão diária máxima tolerável, µg/kg peso corporal*

O Comitê Conjunto de Especialistas FAO/OMS sobre Aditivos Alimentares (JECFA) determina uma ingestão diária máxima tolerável provisória (PMTDI) de 2 µg/kg de peso corporal para FB1, FB2 e FB3, isoladamente ou em combinação (26), e de 1 µg/kg de peso corporal para DON (27).

*Margem de exposição*

Como as aflatoxinas são classificadas como cancerígenas para humanos, o JECFA considera que não há uma dose limiar e a recomendação é a redução da exposição

[2] A NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC) é uma rede de cientistas da saúde em todo o mundo que fornece dados rigorosos e oportunos sobre fatores de risco para doenças não transmissíveis (DNT) para 200 países e territórios. O grupo trabalha em estreita colaboração com a Organização Mundial da Saúde (OMS), através do Centro Colaborador da OMS para Vigilância, Epidemiologia e Modelagem de DNT no Imperial College London.

dietética aos níveis mais baixos praticáveis. Diante disto, o estabelecimento de uma ingestão diária máxima tolerável não é apropriado, e deve ser considerada a margem de exposição, MOE, que é a razão entre o limite inferior do intervalo de confiança da dose de referência, BMDL, e a exposição real à substância através da dieta (28). Esta abordagem fornece uma indicação do nível de preocupação de segurança sobre a presença de uma determinada substância nos alimentos ou rações, mas não quantifica o risco.

$$MOE = \frac{BMDL10}{ID} \quad (2)$$

Onde:

MOE: Margem de exposição

$BMDL_{10}$: Limite inferior do intervalo de confiança da dose de referência para uma resposta de 10% (µg/kg peso corporal.dia)

ID: Exposição média diária (µg/kg peso corporal)

Para o limite inferior do intervalo de confiança da dose de referência para uma resposta de 10% foi utilizado o valor de 0,4 µg/kg por dia para a indução de carcinoma hepatocelular pela micotoxina AFB1 em ratos machos, como ponto de referência para a caracterização do risco. Ao avaliar AFT (ou seja, a soma de AFB1, AFB2, AFG1 e AFG2), o Painel da EFSA sobre contaminantes na cadeia produtiva de alimentos levou em consideração que AFG1 e AFB2 também se mostraram cancerígenas em roedores e assumiram que a potência carcinogênica de AFT seria semelhante à de AFB1 (29).

O Comitê Científico da EFSA, em seu parecer de 2005, expressou a opinião de que, em geral, uma margem de exposição igual ou superior a 10.000, se for baseada no limite inferior da dose de referência de um estudo em animais, BMDL, é pouco preocupante sob o ponto de vista da saúde pública (28).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando-se um peso corporal médio de 77,6 kg, um consumo *per capita* de 199 L/ano, ou 550 mL/dia, e a partir dos dados dos estudos citados, foram estimadas as contribuições do alimento cerveja para as exposições diárias da população brasileira às micotoxinas FB1 e DON.

**Tabela 3. Estimativa da ingestão da micotoxina FB1 a partir do consumo de cerveja**

| | Cervejas artesanais | Cervejas de escala industrial | Referências |
|---|---|---|---|
| Total de amostras | 53 | 114 | (19;20) |
| Total de amostras positivas | 8 | 56 | (19;20) |
| Intervalo das amostras positivas, µg/L | 29 – 285 | 202 – 1569 | (19;20) |
| Média das amostras positivas, µg/L | 105 | 367 | (19;20) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Média de todas as amostras, µg/L | 16 | 255 | (19;20) |
| Exposição média diária, µg/kg peso corporal | 0,11 | 1,79 | |
| Ingestão diária máxima tolerável, µg/kg peso corporal | 2 | 2 | (26) |
| % ingestão diária máxima tolerável | 6 | 90 | |

Fonte: As autoras (2024)

**Tabela 4. Estimativa da ingestão da micotoxina DON a partir do consumo de cerveja**

| | Cervejas artesanais | Cervejas de escala industrial | Cervejas diversas | Referências |
|---|---|---|---|---|
| Total de amostras | 53 | 114 | 38 | (19;20;21) |
| Total de amostras positivas | 17 | 0 | 16 | (19;20;21) |
| Intervalo das amostras positivas, µg/L | 127 – 501 | - | 159 - 648 | (19;20;21) |
| Média das amostras positivas, µg/L | 221 | - | 315 | (19;21) |
| Média de todas as amostras, µg/L | 71 | - | 132 | (19;21) |
| Exposição média diária, µg/kg peso corporal | 0,50 | - | 0,93 | |
| Ingestão diária máxima tolerável, µg/kg peso corporal | 1 | 1 | 1 | (27) |
| % ingestão diária máxima tolerável | 50 | - | 93 | |

Fonte: As autoras (2024)

Para as aflatoxinas totais, AFT, foi estimada a margem de exposição - MOE, para a caracterização do risco de exposição, com os mesmos parâmetros de peso corporal médio de 77,6 kg, e um consumo *per capita* de 199 L/ano, ou 550 mL/dia.

**Tabela 5. Estimativa da margem de exposição para aflatoxinas totais, AFT**

| | Cervejas com adjuntos | Cervejas sem adjuntos | Referências |
|---|---|---|---|
| Total de amostras | 30 | 30 | (22) |
| Total de amostras positivas | 30 | 24 | (22) |
| Intervalo das amostras positivas, µg/L | 0,015 – 0,166 | 0,015 – 0,288 | (22) |
| Média de todas as amostras, µg/L | 0,03 | 0,05 | (22) |
| Exposição média diária, µg/kg peso corporal | 0,0002 | 0,0004 | |
| $BMDL_{10}$, µg/kg peso corporal.dia | 0,4 | 0,4 | (28) |
| Margem de exposição | 1894 | 1137 | |

Fonte: As autoras (2024)

A exposição dos consumidores às micotoxinas depende do nível dessas substâncias em diferentes alimentos, assim como de seus hábitos de consumo. Os hábitos culturais nacionais e regionais significam que as avaliações de exposição devem ser específicas de cada país ou região, e podem ser calculadas para diferentes idades ou grupos-alvo (9).

A fumonisina FB1 é classificada no grupo 2B, composto possivelmente cancerígeno para humanos, pela Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (30), e o JECFA estabelece uma ingestão diária máxima tolerável provisória (PMTDI) de 2 µg/kg de peso corporal para FB1, FB2 e FB3, isoladamente ou em combinação (26).

As fumonisinas (FBs) são comumente encontradas no milho e em produtos à base de milho (8). Em estudo conduzido por Oliveira *et al*. (31), que analisaram 148 amostras de milho coletadas entre 2012 e 2013 em fazendas no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, as fumonisinas FB1 e FB2 foram detectadas em 100% das amostras, com teores variando entre 63,8 e 66274 µg/kg, e uma média de 3153 µg/kg.

A ocorrência destas micotoxinas em cervejas é atribuída, principalmente, ao uso de adjuntos de milho (20), e às suas propriedades de elevada solubilidade em água e estabilidade ao tratamento térmico (32).

A partir dos resultados encontrados no trabalho de Piacentini *et al*. (20), com cervejas produzidas em escala industrial no Brasil, estima-se que apenas o consumo destas bebidas contribua com 90% da ingestão diária máxima tolerável, ou 1,79 µg/kg massa corporal, e apenas um copo de chopp por dia já alcançaria 49% da ingestão diária máxima tolerável. Se considerados apenas os consumidores homens, com um consumo *per capita* 2,8 vezes maior que o das mulheres, a contribuição estimada da cerveja seria de 115% da ingestão diária máxima tolerável. Esse dado é preocupante, uma vez que se soma a uma grande participação do milho, e de produtos à base deste cereal, na alimentação da população brasileira e na formulação de rações para animais.

A maior parte das cervejas artesanais não utiliza milho ou qualquer outro adjunto como fonte de açúcares fermentescíveis para a levedura, mas apenas o malte de cevada, o que pode explicar a baixa incidência de detecção de fumonisinas no estudo conduzido por Piacentini *et al*. (19).

O tricoteceno desoxinivalenol, DON, é o mais estudado em cereais. Arroz, aveia, milho, centeio e, em especial, cevada e trigo são afetados por esta micotoxina (7;33). Sua classificação pela Agência Internacional de Pesquisa em Câncer - IARC, está no grupo 3, de compostos não cancerígenos para humanos (34). Apesar disto, estudos conduzidos com espécies animais demonstraram teratogenicidade, citotoxicidade, genotoxicidade e imunotoxicidade resultantes da exposição crônica a esta micotoxina (33), e a ingestão diária máxima tolerável provisória (PMTDI) estabelecida pelo JECFA é de 1 µg/kg de peso corporal para DON (27).

A ocorrência de DON em cervejas é atribuída, principalmente, ao uso de malte de cevada e malte de trigo. Rodríguez-Carrasco *et al*. (17), analisaram 154 amostras de cervejas adquiridas no mercado de Valência, na Espanha, entre maio e julho de 2013, e a micotoxina DON foi identificada em 59,7% das amostras, com teores variando entre 24,5 e 47,7 µg/L. Este mesmo trabalho apontou uma maior incidência desta micotoxina nas cervejas com malte de trigo, com 76% das amostras positivas para DON. A transferência de DON dos grãos de cevada ou trigo maltado para a cerveja pode estar relacionada a liberação de micotoxinas conjugadas às estruturas proteicas, como resultado da intensa atividade enzimática durante a etapa de mosturação, na elaboração do mosto, e às suas propriedades de elevada solubilidade em água e estabilidade ao tratamento térmico (17).

Da avaliação dos resultados encontrados por Piacentini *et al*. (19), com cervejas artesanais, frente ao consumo *per capita*, estima-se que apenas esta bebida possa contribuir com 50% da ingestão máxima tolerável para DON e, quando avaliados os homens separadamente, este valor pode alcançar 64%. Barbosa et al. (21) em um estudo mais recente conduzido, em sua maior parte, com cervejas artesanais, estimaram que as

contribuições são superiores, alcançando 93% da ingestão máxima tolerável para DON e, se avaliados os homens separadamente, 114%.

Essas contribuições são relevantes quando se somam a uma dieta rica em cereais, em especial o trigo. Uma avaliação probabilística de risco dietético de micotoxinas oriundas de cereais foi realizada por Andrade *et al*. (35) e indicou que a exposição à micotoxina DON ocorre, principalmente, pela contaminação da farinha de trigo e o consequente consumo de pães e massas pela população brasileira.

Em outro trabalho de Piacentini *et al*. (20), com cervejas produzidas em escala industrial, a micotoxina DON não foi detectada nas amostras analisadas. Na infestação fúngica, e consequente contaminação dos cereais com micotoxinas, terão grande impacto as condições climáticas de cada safra, as boas práticas de agricultura adotadas, como controle de insetos, entre outras, assim como as estratégias de mitigação pós-colheita utilizadas, como secagem imediata, controle de temperatura e umidade durante a estocagem e transporte, entre outras (8). A concentração de micotoxinas na cerveja, por sua vez, dependerá, em grande parte, do grau de contaminação inicial dos cereais utilizados como matérias-primas. Empresas de grande porte tendem a ter um maior controle na cadeia de abastecimento de malte, do campo à cervejaria, adotando critérios para homologação de fornecedores, o que pode explicar o resultado encontrado.

A maioria das pesquisas sobre a ocorrência de micotoxinas em cervejas tem se concentrado nas produzidas pelo gênero *Fusarium*, uma vez que suas espécies são mais comumente encontradas em cevada e trigo, utilizados para a produção de malte, e no milho, utilizado como adjunto cervejeiro (6).

As aflatoxinas são micotoxinas produzidas por espécies do gênero Aspergillus, particularmente, A. *flavus* e *A. parasiticus*, e contaminam, além de oleaginosas, frutas secas e especiarias, os cereais como milho, arroz, trigo, sorgo e cevada (7).

Apesar da estabilidade térmica, estudos relataram uma redução significativa dos teores de aflatoxinas totais, AFT, ao longo do processo de fabricação de cerveja. Inoue *et al*. (13), investigaram o comportamento de 14 micotoxinas ao longo do processo de fabricação de cerveja e evidenciaram que os níveis de AFT foram reduzidos para menos de 20% das concentrações iniciais, principalmente pela adsorção destes compostos ao bagaço de malte, o que merece destaque, uma vez que este subproduto é destinado à alimentação animal e, portanto, têm grande impacto na cadeia de produtiva de alimentos.

As aflatoxinas totais, AFT, são classificadas no grupo 1, como compostos cancerígenos para humanos, pela Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (36) e, diante disto, não existem limites toleráveis de ingestão estabelecidos pelo JECFA (26). A recomendação é a redução da exposição dietética aos níveis mais baixos praticáveis, e a caracterização do risco de exposição pode ser realizada pela estimativa da margem de exposição - MOE. Esta abordagem fornece uma indicação do nível de preocupação de segurança sobre a presença de uma determinada substância nos alimentos ou rações, mas não quantifica o risco. O parecer do EFSA (28) é de que, em geral, uma substância genotóxica e cancerígena não é preocupante do ponto de vista de saúde pública, apenas quando a margem de exposição calculada, se for baseada no limite inferior da dose de referência de um estudo em animais, é igual ou superior a 10.000.

O cálculo das margens de exposição a partir do consumo *per capita* e dos resultados de aflatoxinas totais encontrados no trabalho de Rocha *et al*. (22), com cervejas das marcas líderes do Brasil, produzidas em escala industrial, sugere uma preocupação quanto aos efeitos carcinogênicos destas substâncias. Os valores encontrados para as cervejas com e sem o uso de adjuntos foram de 1894 e 1137, respectivamente. Diante dos teores de aflatoxinas totais reportados, o volume máximo de ingestão diária que não

representaria uma preocupação (MOE igual ou superior a 10.000) seria de cerca 100 mL apenas, valores muito abaixo do consumo real, de 700 mL para homens e 250 mL para mulheres.

Estratégias para a redução dos teores de micotoxinas em cervejas podem contemplar a utilização de produtos modificados dos cereais utilizados. Apesar da estabilidade das micotoxinas, o processamento térmico pode ter impacto na destruição parcial destes compostos, reduzindo seus níveis, dependendo do binômio tempo e temperatura aplicado (KABAK, 2009). Sendo assim, adjuntos como amido, *flakes* ou xarope de milho podem aportar uma menor quantidade de micotoxinas quando comparados ao gritz de milho, que não sofre qualquer tratamento térmico durante seu processamento. Estudos adicionais neste sentido se fazem necessários.

## CONCLUSÕES

O monitoramento de micotoxinas em alimentos é de extrema importância sob o ponto de vista de saúde pública. A contaminação de cereais por estas substâncias é uma grande preocupação para a indústria de alimentos e, especificamente, para a indústria cervejeira.

A qualidade dos cereais utilizados como matérias-primas exerce um papel decisivo na disponibilização de um alimento seguro. A prevenção da ocorrência de micotoxinas em cervejas deve iniciar pela seleção destes cereais, de forma a que atendam aos limites máximos tolerados especificados pela legislação e, sendo assim, as cervejarias devem estabelecer e aplicar critérios para a seleção e monitoramento de desempenho de seus fornecedores. As etapas de transporte e estocagem nas cervejarias devem proteger estas matérias-primas de contaminações adicionais decorrentes de exposição a infestações de insetos, umidade e temperatura elevadas.

A maioria dos estudos que apresentam avaliações de exposição às micotoxinas pelo consumo da cerveja consideram o consumo *per capita* total, e não o consumo *per capita* dos consumidores da bebida, como apresentado neste estudo, o que pode subestimar os riscos associados.

As estimativas de contribuição da cerveja para a ingestão diária das micotoxinas FB1, DON e AFT pelos consumidores brasileiros são relevantes, diante dos dados apresentados neste estudo, uma vez que se somam a uma dieta rica em cereais, em especial milho e trigo. A susceptibilidade dos consumidores homens merece destaque, diante de um consumo *per capita* superior, quando comparado ao gênero feminino.

Neste cenário, faz-se necessário o estabelecimento de limites máximos tolerados para micotoxinas em cervejas na legislação brasileira. Os resultados apresentados neste estudo podem servir como referências iniciais, porém medições adicionais se fazem necessárias diante da elevada influência das condições climáticas de cada safra, das práticas agrícolas adotadas e do manuseio pós-colheita, como secagem, armazenagem e transporte, sobre o nível de infestação fúngica dos cereais e consequente teores de micotoxinas.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA/IFRJ.

## REFERÊNCIAS

1. WHO. Global status report on alcohol and health 2018. Geneva: World Health Organization, 2018. (WHO technical report series).

2. CERVBRASIL (Associação Brasileira da Indústria da Cerveja). Dados do setor. São Paulo, 2022. Disponível em http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/http-www-cervbrasil-org-br-novo_site-wp-content-uploads-2024-06-site-1-e1719587566167-jpg/. Acesso em 11 ago. 2023

3. KIRIN HOLDINGS COMPANY Ltd. Global Beer Consumption by Country in 2022. Tokyo, 2023. Disponível em: https://www.kirinholdings.com/en/newsroom/release/2023/. Acesso em: 1 abr. 2024.

4. KUNZE, Wolfgang. Technology Brewing and Malting. 3 ed. Berlin: VLB Berlin, 2004.

5. TIBOLA, C. S.; LORINI, I.; MIRANDA, M. Z. Boas Práticas e Sistema APPCC na Pós-Colheita de Trigo. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 20 p. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do105.htm/. Acesso em: 11 ago. 2024.

6. SCHABO, D. C. *et al*. Mycotoxins in artisanal beers: an overview of relevant aspects of the raw material, manufacturing steps and regulatory issues involved. Food Research International. v.141, 110114, 2021.

7. MARIN, S. *et al*. Mycotoxins: Occurrence, toxicology, and exposure assessment. Food and Chemical Toxicology, v. 60, p. 218-237, 2013.

8. NEME, K.; MOHAMMED, A. Mycotoxin occurrence in grains and the role of postharvest management as a mitigation strategies: a review. Food Control, v. 78, p. 412–425, 2017.

9. MANYES, L.; FONT, G. Mycotoxins: Toxicity, occurrence, risk assessment and prevention. Encyclopedia of human nutrition. 4 ed. p. 492-500, 2023.

10. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa – IN nº 160, de 1° de julho de 2022. Diário Oficial da União, ed.126, seção 1, p.227, 2022.

11. OLIVEIRA, P. M. *et al*. Fundamental study on the influence of Fusarium infection on quality and ultrastructure of barley malt. International Journal of Food Microbiology, v. 156 (1), p. 32-43, 2012.

12. PASCARI, X. *et al*. Mycotoxins and Beer. Impact of Beer Production Process on Mycotoxin Contamination. A Review. Food Research International, v. 103, p. 121-129, 2018.

13. INOUE, T. *et al*. Fate of mycotoxins during beer brewing and fermentation. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, v. 77 (7), p. 1410-1415, 130027, 2013.

14. NATHANAIL, A.V. et al. The lager yeast Saccharomyces pastorianus removes and transforms Fusarium trichothecene mycotoxins during fermentation of brewer's wort. Food Chemistry, v. 203, p. 448–455, 2016.

15. CAMPAGNOLLO, F.B. et al. *In vitro* evaluation of the ability of beer fermentation residue containing *Saccharomyces cerevisiae* to bind mycotoxins. Food Research International. v. 77, p. 643-648, 2015.

16. PETER, J. *et al*. Mycotoxin profiling of 1000 beer samples with a special focus on craft beer. PLos ONE, v. 12(10), p. 1-27, 2017.

17. RODRIGUEZ-CARRASCO, Y. *et al*. Occurrence of Fusarium mycotoxins and their dietary intake through beer consumption by the European population. Food Chemistry, v. 178, p. 149–155, 2015.

18. WU, T. *et al*. Development and validation of a liquid chromatography tandem mass spectrometry method for the determination of 10 mycotoxins in beer of the Chinese market and exposure estimate. Food Research International. v.184, 114256, 2024.

19. PIACENTINI, K. C. *et al*. Quality and occurrence of deoxynivalenol and fumonisins in craft beer. Food Control, v. 50, p. 925-929, 2015.

20. PIACENTINI, K. C. *et al*. Mycotoxin analysis of industrial beers from Brazil: the influence of fumonisin B1 and deoxynivalenol in beer quality. Food Chemistry, v. 218, p. 64–69, 2017.

21. BARBOSA, A. *et al*. Development and validation of an analytical method for the extraction, identification, and quantification of multi-mycotoxins in beer using a modified QuEChERS procedure and UHPLC-MS/MS. Food Additives & Contaminants: Part A, 2020.

22. ROCHA, A.R. *et al*. Occurrence of aflatoxins B1, B2, G1, and G2 in beers produced in Brazil and their carcinogenic risk evaluation. Food Control, v. 145, 109348, 2023.

23. BJCP (Beer Judge Certification Program). 2021 Style Guidelines. 2021. Disponível em https://www.bjcp.org/download/. Acesso em: 11 ago. 2024.

24. NCD RISK FACTOR COLLABORATION (NCD-RisC). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. Disponível em: https://www.ncdrisc.org/publications.html/. Acesso em: 6 jun. 2024.

25. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Terceiro Trimestre de 2021. Rio de Janeiro, 202. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2421/pnact_2021_3tri.pdf. Acesso em: 11 ago. 2024.

26. JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). Safety evaluation of certain contaminants in food. In Prepared by the eighty-third meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). WHO Food Additives Series, No. 74; FAO JECFA Monographs 19 bis, 2018.

27. JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). Evaluation of certain contaminants in food. Seventy-Second Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), WHO Technical Report Series 959, 1–106, 2011.

28. EFSA (European Food Safety Authority). Opinion of the Scientific Committee on a request from EFSA related to A Harmonised Approach for Risk Assessment of Substances Which are both Genotoxic and Carcinogenic. EFSA Journal, v. 282, p. 1-31, 2005.

29. EFSA (European Food Safety Authority). Risk assessment of aflatoxins in food. EFSA Journal. v. 18 (3), 2020.

30. IARC (International Agency for Research on Cancer). IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. v. 82, p. 308-373, 2002.

31. OLIVEIRA, M. S. *et al*. Natural mycotoxin contamination of maize (Zea mays L.) in the South region of Brazil. Food Control, v. 73 (b), p. 127-132, 2017.

32. PIETRI, A. *et al*. Transfer of aflatoxin B 1 and fumonisin B 1 from naturally contaminated raw materials to beer during an industrial brewing process. Food Additives & Contaminants: Part A, 27:10, p. 1431-1439, 2010.

33. HAQUE, M.A. *et al*. Mycotoxin contamination and control strategy in human, domestic animal and poultry: a review. Microbial Pathogenesis, v. 142, 104095, 2020.

34. IARC (International Agency for Research on Cancer). IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. v. 56, p. 398-444, 1993.

35. ANDRADE, P. D. *et al*. Mycotoxins in cereals and cereal-based products: incidence and probabilistic dietary risk assessment for the Brazilian population. Food and Chemical Toxicology. v. 143, 111572, 2020.

36. IARC (International Agency for Research on Cancer). Chemical and physical characteristics of the principal mycotoxins. In IARC scientific publications, pp. 31–38, 2012.

37. KABAK, B. The fate of mycotoxins during thermal food processing. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 89, p. 549–554, 2009.

**Capítulo 54**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-54**

# ANÁLISE DA QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA EM LANCHONETES NA CIDADE DE PORTO-PI

**[1]Rikelme da Silva Rocha; [2]Ana Luisa Pires Tavares; [3]Anna Clara da Silva Torres Anaisse; [4]Francyelle Castelo Branco Silva; [5]Loanne Costa Dias de Almeida; [6]Suellen Carinne do Rêgo Santos; [7]Marilene Magalhães de Brito.**

**Resumo:** O estudo qualitativo visou analisar a higiene dos manipuladores de alimentos nas lanchonetes em Porto-PI (Brasil). Foi observado e registrado diretamente suas ações durante a preparação dos alimentos. Foram realizadas observações diretas em lanchonetes localizadas em diferentes áreas do município de Porto-Pi. As observações focaram em aspectos como a lavagem das mãos, o uso de luvas, a limpeza das superfícies de trabalho e a manipulação correta dos alimentos. As práticas de higiene foram registradas em uma ficha de observação padronizada. Os dados coletados mostraram que, entre 8 manipuladores de alimentos observados, apenas 2 seguiam as práticas adequadas de higiene. Problemas comuns incluíram a falta de lavagem adequada das mãos, uso inadequado de luvas e manipulação incorreta de alimentos crus e cozidos, aumentando o risco de contaminação cruzada. Os resultados indicam a necessidade de maior treinamento e conscientização sobre práticas de higiene entre manipuladores de alimentos. Programas contínuos de capacitação e padrões rigorosos de higiene são essenciais para melhorar a segurança alimentar e reduzir doenças. A análise das lanchonetes em Porto-Pi revelou condições críticas devido à falta de higiene adequada. Os resultados indicaram que é crucial uma inspeção mais rigorosa por parte da Vigilância Sanitária nesses locais de alimentação.

**Palavras–chave:** Higiene dos manipuladores de alimentos, Contaminação cruzada, Segurança alimentar.

## INTRODUÇÃO

As lanchonetes são estabelecimentos comerciais populares e acessíveis, especializados em oferecer lanches rápidos e refeições leves, consumidos entre as

refeições principais ou como alternativa a elas. Geralmente, uma lanchonete oferece uma ampla variedade de opções, como salgados fritos ou assados, sanduíches variados, bebidas geladas, cafés e guloseimas. Esses locais costumam ser bastante frequentados devido à praticidade e à conveniência de sua oferta, proporcionando uma refeição rápida e saborosa para quem está em movimento ou busca um lanche rápido. Além disso, muitas lanchonetes oferecem um ambiente descontraído e acolhedor, onde os clientes podem socializar ou fazer uma pausa no meio do dia. A diversidade no cardápio e a flexibilidade no atendimento fazem das lanchonetes uma escolha popular para todos os horários do dia, desde o café da manhã até o jantar. [1]

Nesses estabelecimentos a falta de controle rigoroso no armazenamento e distribuição de alimentos aumenta o risco de contaminações e doenças, sobrecarregando os serviços de saúde. Para proteger a saúde pública, é essencial implementar medidas rigorosas de segurança alimentar, como rastreabilidade, monitoramento de temperatura, protocolos de higiene, e treinamento adequado dos profissionais envolvidos. [2]

Para garantir a saúde e a segurança dos consumidores em um local de manipulação de alimentos, é imperativo observar rigorosamente as Boas Práticas de Manipulação de Alimentos (BPM) e os Procedimentos Operacionais Padronizados (POP). A adoção dessas práticas não só assegura a qualidade dos alimentos, como também previne prejuízos decorrentes de contaminações e doenças transmitidas por alimentos. As BPM abrangem um conjunto de procedimentos que visam manter a higiene e a segurança alimentar ao longo de toda a cadeia de produção. Essas práticas incluem desde a higienização adequada dos ambientes e utensílios, o controle rigoroso da temperatura e da armazenagem dos alimentos, até a adoção de hábitos de higiene pessoal pelos manipuladores de alimentos. A aplicação correta das BPM é crucial para evitar a contaminação dos alimentos por micro-organismos patogênicos, reduzindo significativamente o risco de surtos de doenças alimentares. [3]

A Resolução N° 216, de 15 de setembro de 2004, estabelece o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Esta resolução visa garantir as condições higiênico-sanitárias necessárias para a produção de alimentos seguros, abrangendo desde a seleção de matérias-primas até o transporte e distribuição dos produtos finais. A observância dessa resolução é fundamental para assegurar a saúde dos consumidores e evitar problemas associados a doenças transmitidas por alimentos. Portanto, sustentar a higiene e garantir a segurança alimentar por meio das BPM e dos

POP, conforme estipulado pela Resolução N° 216, é fundamental para a operação de qualquer estabelecimento de manipulação de alimentos. Essas medidas não só asseguram a qualidade dos produtos oferecidos, mas também protegem a saúde dos consumidores, reforçando a confiança e a satisfação com os serviços prestados. [4]

Nesse contexto, o objetivo desse artigo foi realizar uma análise da qualidade higiênico-sanitária na cidade de Porto-PI.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em lanchonetes localizadas em diferentes áreas da cidade de Porto-PI, Brasil. A amostra consistiu de oito manipuladores de alimentos, observados durante suas atividades de preparação de alimentos nas lanchonetes. Os dados foram coletados por meio de observações diretas, realizadas em diversas lanchonetes. As observações focaram nos seguintes aspectos higiênico-sanitários:

- Lavagem das mãos: Frequência e técnica de lavagem das mãos pelos manipuladores.
- Uso de luvas: Observação do uso adequado e troca regular de luvas durante a manipulação dos alimentos.
- Limpeza das superfícies de trabalho: Verificação da frequência e métodos de limpeza das áreas de preparação de alimentos.
- Manipulação correta dos alimentos: Avaliação da separação e manuseio adequado de alimentos crus e cozidos para evitar contaminação cruzada.

Para a coleta de dados, foram realizadas observações diretas e sistemáticas das práticas higiênicas adotadas por cada manipulador de alimentos nos diferentes estabelecimentos analisados. Essas observações foram conduzidas ao longo de um período contínuo, a fim de garantir a representatividade dos dados e capturar tanto os comportamentos rotineiros quanto eventuais desvios ou falhas nas práticas de higiene. Durante esse processo, foram cuidadosamente registradas a conformidade com as normas e diretrizes higiênico-sanitárias estabelecidas, contemplando aspectos como o uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), a higienização correta das mãos, a manipulação segura dos alimentos e a organização do ambiente de trabalho.

Além de identificar as boas práticas adotadas, as observações também destacaram quaisquer desvios ou irregularidades em relação aos padrões estabelecidos. Esses desvios

foram documentados detalhadamente, o que permitiu uma análise criteriosa de como e quando ocorreram. Posteriormente, os dados coletados foram analisados quantitativamente, utilizando ferramentas estatísticas que possibilitaram a mensuração da frequência e gravidade dos comportamentos inadequados observados.

A avaliação das práticas de higiene incluiu a comparação entre as ações dos manipuladores e as diretrizes higiênico-sanitárias estabelecidas pela legislação. Essa comparação permitiu não apenas verificar o nível de conformidade, mas também identificar padrões de comportamento que poderiam impactar negativamente a segurança alimentar e a saúde dos consumidores. As práticas inadequadas foram então categorizadas com base em sua natureza e impacto potencial, o que possibilitou a identificação dos problemas mais recorrentes e críticos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa qualitativa realizada em julho visou analisar a higiene dos manipuladores de alimentos em cinco lanchonetes de Porto-PI, Brasil. As observações foram realizadas de forma direta, sem interação com os manipuladores, permitindo um registro imparcial das práticas de higiene durante a preparação dos alimentos. As anotações focaram em aspectos críticos, como a lavagem das mãos, o uso de luvas, a limpeza das superfícies de trabalho e a manipulação de alimentos crus e cozidos. Os dados coletados revelaram que, entre os manipuladores observados, apenas uma fração seguia as práticas adequadas de higiene, evidenciando um preocupante falta de conformidade. Essa situação ressalta a necessidade urgente de capacitação e conscientização contínuas sobre as práticas de higiene, bem como uma inspeção mais rigorosa pela Vigilância Sanitária, a fim de garantir a segurança alimentar e minimizar o risco de contaminações em ambientes de alimentação.

O estudo sobre as práticas de higiene em lanchonetes de Porto-PI revelou discrepâncias significativas nas condições sanitárias, com a maioria dos estabelecimentos não cumprindo os padrões de segurança alimentar, colocando os consumidores em risco de contaminação. Apenas duas lanchonetes apresentaram conformidade com as normas, destacando a urgência de ações corretivas. As etapas de higienização, que incluem a remoção de resíduos, pré-lavagem, lavagem, enxágue, santificação e enxágue final, são essenciais para garantir a eficácia dos processos de limpeza. A falta de treinamento

adequado dos manipuladores de alimentos foi identificada como um fator crítico, evidenciando a necessidade de programas de capacitação contínua. Além disso, é imperativo que a Vigilância Sanitária intensifique as inspeções para garantir a conformidade com as normas de saúde pública. A implementação de medidas preventivas e corretivas é fundamental para melhorar a segurança alimentar e reduzir a incidência de doenças na comunidade, ressaltando a importância de um esforço colaborativo entre proprietários de lanchonetes, autoridades de saúde e a população local.

Cada etapa descrita no Quadro 1 abaixo é fundamental para garantir a eficácia do processo de limpeza e desinfecção, assegurando que as superfícies estejam livres de sujeiras e microrganismos, e estejam em conformidade com as normas de higiene e segurança.

Quadro 1. Etapas da Higienização

| **Etapa** | **Descrição** |
|---|---|
| Remoção de resíduos | Consiste na limpeza grosseira (retirada mecânica) dos resíduos em contato com a superfície, com auxílio de abrasivos físicos. |
| Pré-lavagem | Remoção dos resíduos através da água. |
| Lavagem | Remoção dos resíduos pelo uso de soluções detergentes, com ou sem auxílio de abrasivos. |
| Enxágue | Remoção de resíduos de detergente da superfície através da água. |
| Santificação | Aplicação da solução sanificante para redução dos microrganismos ainda presentes na superfície. Utiliza-se, geralmente, tempo de contato de 10-15 minutos. |
| Enxágue | Remoção dos resíduos da solução sanificante, quando necessário. |

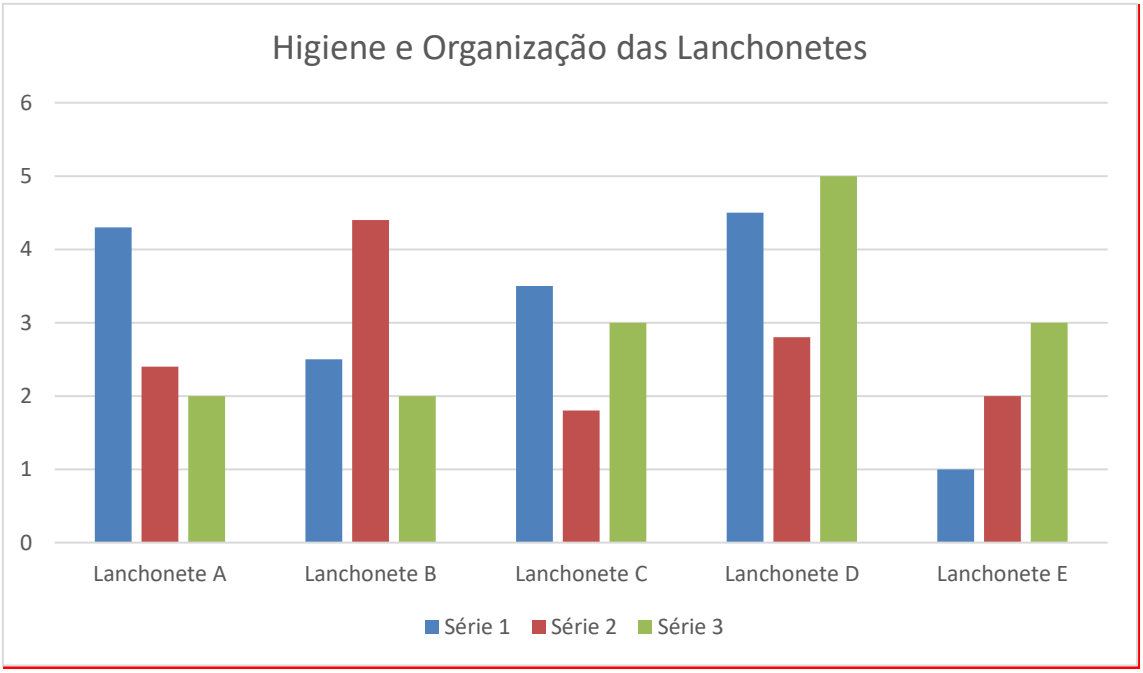
Fonte: Adaptado de Silva, 2006.

Os resultados do estudo revelam que a maioria das lanchonetes analisadas não segue práticas adequadas de higiene, expondo os alimentos a riscos elevados de contaminação. Apenas duas lanchonetes demonstraram condições que se aproximam dos padrões recomendados, destacando a necessidade urgente de melhorias. O estudo reforça a importância de um treinamento mais robusto e contínuo para os manipuladores de alimentos, além da implementação de programas sistemáticos de capacitação. É essencial que a Vigilância Sanitária realize inspeções rigorosas e frequentes para garantir a

conformidade com os padrões de higiene e segurança alimentar. Medidas corretivas e preventivas são fundamentais para melhorar a segurança alimentar e reduzir a incidência de doenças alimentares na cidade de Porto-PI.

Os dados demonstraram variações significativas nas condições higiênicas das lanchonetes analisadas, conforme detalhado no Quadro 2:

Quadro 2. Avaliação das Condições de Higiene e Organização das Lanchonetes




Fonte: Dados da Pesquisa.

A pesquisa realizada nos estabelecimentos A, B, C, D e E em Porto-Pi evidenciou distintas práticas de higiene que impactam diretamente na segurança alimentar e na saúde pública. De modo geral, verificou-se uma carência de conformidade com os padrões adequados, especialmente no que diz respeito à adoção de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e à disponibilização de álcool em gel.

No estabelecimento A, a ausência de luvas e toucas pelos funcionários, somada ao acúmulo de louças sujas, reflete um cenário de negligência, mesmo com a presença de sabão e pias suficientes para a higienização das mãos. Apesar do espaço adequado e da ausência de eletrodomésticos no chão, as condições gerais são insatisfatórias e requerem uma revisão profunda nos procedimentos operacionais para garantir maior segurança alimentar.

A lanchonete B enfrenta problemas mais graves, pois, além da falta de luvas e toucas, a ausência de sabão agrava o risco de contaminação. Embora o ambiente físico esteja em condições aceitáveis, a falta de insumos essenciais, como álcool em gel, e a omissão no uso de EPIs colocam em risco a saúde dos consumidores, demandando intervenções urgentes.

No estabelecimento C, a situação é similar. A falta de EPIs, associada à indisponibilidade de sabão, compromete as boas práticas de higiene. Embora as pias estejam limpas e sem louças acumuladas, o espaço físico da cozinha é inadequado, e o estado irregular do chão pode dificultar a correta manutenção da limpeza. Assim, embora o cenário não seja tão alarmante quanto nos casos anteriores, medidas corretivas são necessárias para melhorar a segurança alimentar.

Por outro lado, os estabelecimentos D e E apresentaram melhores condições de higiene. Ambos cumprem o uso de EPIs e mantêm a cozinha organizada e limpa, sem acúmulo de louças sujas. Contudo, a ausência de álcool em gel é um ponto comum entre todas as lanchonetes investigadas, revelando uma falha recorrente. Ainda assim, as condições gerais em D e E são consideradas adequadas, evidenciando um ambiente mais seguro e propício ao atendimento ao público.

De maneira geral, a pesquisa destaca a relevância da implementação rigorosa de protocolos de higiene em estabelecimentos alimentícios como fator crucial para a prevenção de doenças transmitidas por alimentos e a promoção da saúde pública. A carência de itens essenciais para a higienização, como álcool em gel, e o não cumprimento do uso de EPIs são aspectos que requerem atenção imediata, visando à proteção dos consumidores e à elevação dos padrões de segurança alimentar na região.

Os dados obtidos na pesquisa mostram discrepância significativa nas práticas de higiene adotadas nas lanchonetes analisadas, com a grande maioria dos estabelecimentos não cumprindo as normas higiênico-sanitárias estabelecidas pela Resolução RDC 216/2004, 4. Este dado alarmante revela que muitos estabelecimentos negligenciam as regulamentações necessárias para garantir a segurança alimentar, expondo os consumidores a riscos consideráveis de contaminação. Além disso, essas falhas evidenciam a falta de fiscalização efetiva, demonstrando a necessidade urgente de políticas mais robustas e eficazes de educação e treinamento no setor alimentício. A inadequação das práticas higiênicas reflete, em muitos casos, a falta de recursos financeiros e de conhecimento técnico por parte dos proprietários, o que compromete a

qualidade dos serviços oferecidos. [4] Pesquisas anteriores corroboram esses achados, sugerindo que estabelecimentos alimentícios em áreas urbanas e semiurbanas frequentemente falham em manter os padrões sanitários adequados, seja pela falta de compreensão das normas, seja pela escassez de infraestrutura e recursos que facilitem o cumprimento das regulamentações. O fato de que muitos manipuladores de alimentos não recebem treinamento regular ou adequado agrava ainda mais essa situação, o que reforça a necessidade de programas de capacitação contínuos e de inspeções rigorosas. [4]

Outro ponto crítico identificado na pesquisa foi a escassa utilização de EPIs, como luvas e toucas, em muitos estabelecimentos. A ausência desses equipamentos básicos compromete ainda mais a segurança alimentar, aumentando o risco de contaminação cruzada entre diferentes superfícies e alimentos. Estudos apontam que a implementação correta de EPIs pode reduzir de forma substancial a ocorrência de doenças transmitidas por alimentos, evidenciando que práticas simples de higiene podem ter impactos profundos na saúde pública. Portanto, é crucial que os programas de capacitação enfatizem a importância do uso adequado desses equipamentos durante todas as etapas de manipulação dos alimentos, como forma de mitigar riscos à saúde dos consumidores.[9]

Além disso, a pesquisa destacou que a maioria das lanchonetes não realizava inspeções regulares, o que prejudica a manutenção dos padrões de higiene ao longo do tempo. Inspeções frequentes são essenciais para garantir que os padrões sejam mantidos e que qualquer desvio seja corrigido rapidamente. De acordo com estudos anteriores, a fiscalização rigorosa realizada pela Vigilância Sanitária não só identifica irregularidades, mas também desempenha um papel educativo fundamental, ao orientar os proprietários e funcionários sobre a importância de manter práticas higiênico-sanitárias adequadas. Inspeções mais frequentes, associadas a medidas corretivas e educacionais, são essenciais para promover a segurança alimentar e garantir a proteção da saúde pública. Dessa forma, a implementação de programas de treinamento contínuos, juntamente com fiscalizações regulares e rigorosas, representa uma solução eficaz para elevar os padrões de higiene nos estabelecimentos alimentares. O fortalecimento das políticas de segurança alimentar e o envolvimento mais ativo das autoridades fiscalizadoras são elementos chave para melhorar as condições dos serviços de alimentação, minimizando os riscos à saúde pública e assegurando uma experiência mais segura para os consumidores. [8]

## CONCLUSÕES

O estudo revelou que as lanchonetes no município de Porto-Pi apresentam deficiências significativas nas práticas de higiene adotadas pelos manipuladores de alimentos. Apenas dois dos oito manipuladores observados seguiam adequadamente as normas de higiene, evidenciando uma prevalência de práticas inadequadas como a falta de lavagem correta das mãos, uso impróprio de luvas e manipulação incorreta de alimentos crus e cozidos. Essas falhas aumentam o risco de contaminação cruzada, representando uma ameaça considerável à segurança alimentar e à saúde pública.

Os dados destacam a necessidade urgente de treinamentos contínuos e rigorosos para os manipuladores de alimentos, assim como a implementação de programas sistemáticos de capacitação para melhorar a segurança alimentar. A Vigilância Sanitária deve intensificar as inspeções e assegurar o cumprimento das normas de higiene e segurança alimentar, conforme estipulado pela Resolução N° 216.

Medidas corretivas e preventivas, como a adoção de Boas Práticas de Manipulação (BPM) e Procedimentos Operacionais Padronizados (POP), são essenciais para garantir a qualidade dos alimentos oferecidos e proteger a saúde dos consumidores. A pesquisa reforça a importância da conscientização sobre práticas de higiene e a necessidade de melhorias contínuas nas lanchonetes de Porto-Pi para prevenir doenças transmitidas por alimentos e promover a saúde pública.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos participantes da pesquisa, cuja colaboração e disponibilidade foram essenciais para a coleta de dados e análise dos resultados. Sem a participação ativa e o envolvimento de cada um de vocês, este estudo não teria sido possível.

Agradeço sinceramente à minha orientadora pelo apoio incondicional, orientação valiosa e pela inspiração constante ao longo deste trabalho.

Aos meus colegas e amigos, agradeço pelo encorajamento e pelas discussões enriquecedoras que ajudaram a moldar o foco e a profundidade da pesquisa. Agradeço ainda à minha família pelo suporte constante e pela compreensão durante todo o processo.

Finalmente, sou grato(a) a todas as instituições e recursos que possibilitaram o acesso às informações e ferramentas necessárias para realizar esta pesquisa.

Muito obrigado(a) a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

**REFERÊNCIAS**

[1]Sebrae. Como montar uma lanchonete. Sebrae. Disponível em: https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-um lanchonete,8b187a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD. Acesso em: 14 jul. 2024.

[2]Nascimento RS, Lima MVA. Condições higiênico-sanitárias de lanchonetes/restaurantes fast-food no Brasil. Health Biosci. 2021;2(2):[paginação do artigo]. Doi: 10.47456/hb.v2i2.34587.

[3]Bezerra IN, Vasconcelos TM, Cavalcante JB, Yokoo EM, Pereira RA, Sichieri R. Evolução do consumo de alimentos fora do domicílio no Brasil de 2008-2009 a 2017-2018. Ver Saude Publica. 2021;55(Supl 1):6s. doi: 10.11606/s1518-8787.2021055003221.

[4]Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre regulamento para serviços de alimentação. Diário Oficial da União. 2004 set 16.

[5]Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Porto (PI). Gov.br. [citado 2024 ago 8]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi/porto.html.

[6]Silva LF. Procedimento Operacional Padronizado de Higienização como Requisito para Segurança Alimentar em Unidade de Alimentação. [dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2006. 69 p.

[7]Nascimento R, Lima MVA. Condições higiênico-sanitárias de lanchonetes/restaurantes fast-food no Brasil. Ver Hig Alim. 2021;2(2):1-15. Doi:10.47456/hb.v2i2.34587.

[8]Ferrari AM, Oliveira JdSC, Brilhante JF. Street food in Espírito Santo, Brazil: a study about good handling practices and food microbial quality. 2020;páginas]. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cta/a/CKMq3sJGXDkKBwcGwWwD56C/?lang=en [URL do artigo]. Acesso em: 22 de setembro de 2024

[9]Neves J. O papel do Técnico em Análises Clínicas em tempos de pandemia. Portal EPSJV. 2020 Apr 1; [citado 2022 Jul 1]. Disponível em: https://www.epsjv.fiocruz.br/noticias/entrevista/o-uso-correto-dos-equipamentos-de-protecao-individual-pelos-profissionais-de

**Capítulo 55**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-55**

# CONFECÇÃO DE BIOFILMES À BASE DE MESOCARPO DE COCO BABAÇU E GELATINA ENRIQUECIDOS COM POLPA DE *Byrsonima Crassifolia (L.) Rich*: UM ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E ESTATÍSTICO

**Liandra Silva Vale*; Luís Antônio Lopes Leão; Pablo Daniel Sena Silva; Casi Santos dos Santos; Izzadora Quintanilha Soares; Louryval Coelho Paixão; Audirene Amorim Santana**

*Email: liandra.vale@discente.ufma.br

**Resumo:** Atualmente, o impacto ambiental negativo dos plásticos é uma preocupação crescente. Com o objetivo de reduzir esse impacto, diversas alternativas têm sido analisadas e testadas. A produção de plásticos convencionais utiliza polímeros derivados do petróleo, um recurso não renovável que demora a se decompor. Entre as alternativas destacam-se os biopolímeros, que podem formar géis e soluções viscosas em meio aquoso. Este estudo investiga o uso do mesocarpo de coco babaçu (MCB), alginato de sódio e gelatina, adicionados com compostos bioativos da polpa de murici, para a produção de bioembalagens. Os biofilmes foram confeccionados utilizando o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR), com 11 ensaios variando as concentrações de gelatina e polpa de murici. As respostas analisadas incluíram teor de umidade, solubilidade, espessura, permeabilidade ao vapor de água (PVA), e o conteúdo e retenção de carotenoides totais. Os filmes apresentaram altos teores de umidade, justificados pelas características hidrofílicas da gelatina e do alginato. Embora a solubilidade também tenha sido alta, isso não compromete o uso dos filmes, desde que sua aplicação seja adequada. Alguns filmes com adição de polpa de murici mostraram valores moderados de PVA. A incorporação da polpa de murici aumentou a capacidade antioxidante dos biofilmes, sem alterar significativamente suas propriedades físico-químicas, demonstrando assim um grande potencial para aplicação como embalagens alimentares sustentáveis.

**Palavras–chave:** BABAÇU; *Byrsonima Crassifolia (L.) Rich*; EMBALAGEM; GELATINA; CAROTENOIDES

## INTRODUÇÃO

As embalagens biodegradáveis têm chamado a atenção por serem produzidas a partir de matérias-primas naturais renováveis, como polissacarídeos (amido e quitina), proteínas (colágeno e gelatina) ou a combinação desses elementos. Esses materiais são ecologicamente corretos e mostram potencial para substituir algumas opções petroquímicas na indústria de embalagens de alimentos (1).

Na indústria alimentícia, os filmes biodegradáveis apresentam um leque de utilidades e aplicações. Esse material é notável por diversas características essenciais, como sua capacidade de agir como barreira mecânica e térmica, contribuindo para a estabilidade microbiológica, e suas propriedades físico-químicas e bioquímicas. Além disso, é livre de compostos tóxicos, utiliza tecnologias simples, resultando em baixo custo e não causa poluição ambiental (2)(3).

A gelatina, um biopolímero promissor, é estudada por sua habilidade em formar filmes e proteger alimentos da temperatura e oxigênio (4)(5). No entanto, assim como outros materiais naturais, possui desvantagens, como alta higroscopicidade e solubilidade. Uma alternativa para mitigar essas desvantagens e adicionar antioxidantes é o mesocarpo do coco babaçu (MCB), que demonstrou potencial em estudos recentes (6)(7).

Quimicamente, a farinha do mesocarpo de coco babaçu contém 60% de amido (com temperatura de gelatinização dos grânulos variando entre 63-73 ºC) (8), um teor significativo de amilose e elevada cristalinidade na sua estrutura polimérica, mostrando uma aplicação propícia para formação de matrizes elásticas (9). Além disso, o MCB possui potencial anti-inflamatório e antioxidante (10)(11)(12). Devido às suas características particulares, a utilização deste mesocarpo na formação de filmes e/ou membranas poliméricas pode levar a produtos com desempenho diferenciado.

Para aumentar o teor de propriedades e compostos antioxidantes, têm-se estudado diferentes polpas derivadas de vegetais, tanto alcóolicas quanto aquosas. Estas polpas podem ser obtidas de subprodutos industriais de valor agregado, principalmente da agroindústria, e possuem capacidades antioxidantes significativas. A oxidação é um dos principais problemas que afeta a qualidade dos alimentos, e a incorporação dessas polpas em filmes e membranas biopoliméricas pode estender a vida útil dos alimentos e melhorar as propriedades funcionais das bioembalagens, tornando-as mais estáveis e resistentes devido às características químicas dos vegetais incorporados (13).

Portanto, o objetivo deste trabalho é desenvolver e caracterizar biofilmes utilizando mesocarpo de coco babaçu (MCB), gelatina e polpa de murici (*Byrsonima crassifolia (L.) Rich*). Foram avaliadas as propriedades físico-químicas e antioxidantes dos biofilmes, incluindo teor de umidade, solubilidade em água, espessura, permeabilidade ao vapor de água (PVA) e capacidade antioxidante, com foco nos carotenoides totais e na sua retenção. Além disso, será conduzido um estudo estatístico

para otimizar as concentrações e condições de operação, com o intuito de determinar o potencial dos biofilmes como uma alternativa sustentável às embalagens tradicionais.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas as seguintes matérias-primas: coco babaçu coletado no Campus da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), localizado no Bacanga, São Luís-MA; gelatina tipo B em pó, incolor e obtida através de tratamento alcalino (Royal®, Brasil); e polpa vegetal de murici, proveniente de cidades do interior do estado do Maranhão. O glicerol (Synth, São Paulo, Brasil) foi utilizado como agente plastificante, e o agente reticulante empregado foi o cloreto de cálcio dihidratado ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$) (Merck, São Paulo, Brasil).

*Elaboração dos biofilmes e planejamento experimental*

Os biofilmes foram preparados seguindo a metodologia adaptada de Raposo et al. (6), Bueno e Moraes (14), e Li et al. (15). Utilizando um agitador mecânico tipo "Turrax" (Quimis, Modelo Q250-2, São Paulo, Brasil), dissolveram-se as concentrações de gelatina e polpa de murici, (conforme a Tabela 1) em 400 mL de água a 5000 $min^{-1}$ por 1 h. Foram adicionados 3 mL de glicerol, 6,0 g de alginato de sódio e 3,0 g de mesocarpo de coco babaçu (MCB). A solução foi então aquecida até 70ºC, permanecendo por 30 min. Em seguida foi resfriada até 40ºC e, adicionou-se lentamente 30 mL de solução de $CaCl_2.2H_2O$ a 2% utilizando uma bomba peristáltica. Os filmes foram obtidos pela metodologia de *casting*, com controle de massa de 60 g em placas de Petri de 15 cm de diâmetro. Após a aplicação, os filmes foram secos em estufa (SP Labor, modelo 1911, Brasil) por 24 horas e armazenados em dessecadores com umidade relativa de 52% para posteriores caracterizações.

Os biopolímeros foram elaborados utilizando um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR), com 4 ensaios fatorais, 4 ensaios axiais e 3 pontos centrais, totalizando 11 ensaios, utilizando como variáveis independentes a concentração de gelatina e a concentração de polpa de murici. Foram estudadas como variáveis respostas: conteúdo de umidade, solubilidade em água, espessura, PVA, carotenoides totais e sua retenção.

Tabela 1 - Planejamento experimental para os biopolímeros com polpa de murici.

| Ensaios | Variáveis independentes | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Real | | Codificada | |
| | $C_{gelatina}$ (g) | $C_{murici}$ (%) | $C_{gelatina}$ (g) | $C_{murici}$ (%) |
| 1 | 1,5 | 4,4 | -1 | -1 |
| 2 | 1,5 | 25,6 | 1 | -1 |
| 3 | 8,5 | 4,4 | -1 | 1 |
| 4 | 8,5 | 25,6 | 1 | 1 |
| 5 | 5 | 0 | -1,41 | 0 |
| 6 | 5 | 30 | 1,41 | 0 |
| 7 | 0 | 15 | 0 | -1,41 |
| 8 | 10 | 15 | 0 | 1,41 |
| 9 | 5 | 15 | 0 | 0 |
| 10 | 5 | 15 | 0 | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11 | 5 | 15 | 0 | 0 |

$C_{gelatina}$: Concentração de gelatina; $C_{murici}$: Concentração de murici (m/v).

*Caracterização*

*Conteúdo de Umidade (ω)*

A umidade dos biofilmes foi determinada seguindo as normas da AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (16). Uma massa inicial ($m_i$) da amostra foi pesada e, após 24 h em estufa (modelo SL-100/A, Solab, Brasil) a 105ºC, obteve-se a massa final seca ($m_f$). O teor de umidade foi quantificado em relação à massa inicial, conforme a Equação (1)

$$\omega = \frac{m_i - m_f}{m_i} \quad (1)$$

*Solubilidade em Água (S)*

A solubilidade em água foi determinada utilizando a metodologia proposta por Irissin-Mangata et al. (17). Uma amostra ($m_i$) foi imersa em 50 mL de água destilada e agitada a 175 $min^{-1}$ a 25 ± 1ºC por 24 h. Após a imersão, a amostra foi seca em estufa a 105ºC por 24 h, obtendo-se a massa final seca ($m_f$). A matéria solubilizada foi calculada em relação à massa inicial, conforme a Equação (2).

$$S = \left[\frac{m_i(1-\omega) - m_f}{m_i(1-\omega)}\right] \quad (2)$$

*Permeabilidade ao Vapor de Água (PVA)*

Determinada gravimetricamente a 25ºC (± 1ºC), seguindo o método ASTM E96M-16 (18). Uma célula de acrílico com o biofilme foi preenchida com CaCl para atingir 0% de UR, e então colocada em um recipiente selado com solução saturada de NaCl, garantindo 75% de UR. Com essa configuração, estabeleceu-se uma diferença contínua de pressão de vapor d'água, $\Delta P_\omega$. Durante 72 h, monitorou-se o aumento de massa da célula, associado à taxa de água que permeou o biofilme ($G$). Esse valor foi usado na Equação (3) para calcular a PVA.

$$PVA = \left[\frac{G\delta}{A_e \Delta P_\omega}\right] \quad (3)$$

Onde: $PVA$ é a permeabilidade ao vapor de água do biofilme [(g.mm)/($m^2$.dia.kpa)]; $\delta$ é a espessura do biofilme (mm); $A_e$ é a área da superfície exposta do biofilme (38,5x$10^{-4}$ $m^2$); $\Delta P_\omega$ é a diferença de pressão parcial através do biofilme (kPa); e $G$ é o coeficiente angular da reta de ajuste aos pontos experimentais em um gráfico de massa versus tempo (g/dia).

*Espessura (δ)*

Determinada com o auxílio de um micrômetro (Mitutoyo, modelo MDC-25S, resolução 0,001 mm, Japão). A espessura final foi calculada pela média aritmética de nove medidas aleatórias.

*Teor de Carotenoides*

A quantificação do teor total de carotenoides foi realizada utilizando o método proposto originalmente por Rodriguez-Amaya (19), que se baseia na extração com acetona e subsequente separação com éter de petróleo. As leituras de cor foram efetuadas

por meio de um espectrofotômetro (modelo DU-7-B340, Beckman, Krefeld, Alemanha) em um comprimento de onda de 450 nm, correspondente ao β-caroteno. Utilizou-se éter de petróleo puro como referência (branco). O modelo matemático empregado foi derivado da Equação 4.

$$Carotenoides\ Totais = \frac{Abs \cdot V \cdot 10^6}{A_{1\ cm}^{1\%} \cdot m \cdot 100} \quad (4)$$

Os carotenoides totais foram expressos em (mg/g); no qual o $V$ representa o volume da diluição (mL); $Abs$ implica na máxima absorbância média; o $A_{1cm}^{1\%} = 2592$ significa absortividade para o β-caroteno em éter de petróleo, por fim, $m$ é a massa da amostra (g).

*Análise estatística*

As análises estatísticas foram conduzidas utilizando o teste de comparação de médias por ANOVA, seguido pelo teste de Tukey, com um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). As análises foram realizadas com o auxílio do *software* Statistica 9.0 (Statsoft, Tulsa, EUA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os biofilmes elaborados com polpa de murici foram representados na Figura 1 e avaliados subjetivamente na Tabela 2. Observou-se que a maioria dos filmes apresentou características de transparência, homogeneidade, continuidade e flexibilidade, destacando-se especialmente os filmes dos ensaios 1, 3 e 7. No entanto, não se deve desconsiderar os resultados obtidos nos demais ensaios. Além disso, todos os filmes exibiram facilidade de remoção das placas de Petri. Em termos de coloração, os filmes apresentaram variações que se aproximam de tons de marrom claro a escuro, refletindo a cor característica do mesocarpo de coco babaçu. Ademais, todos os filmes emitiram um aroma agradável, típico da polpa de *Byrsonima crassifolia (L.) Rich.*

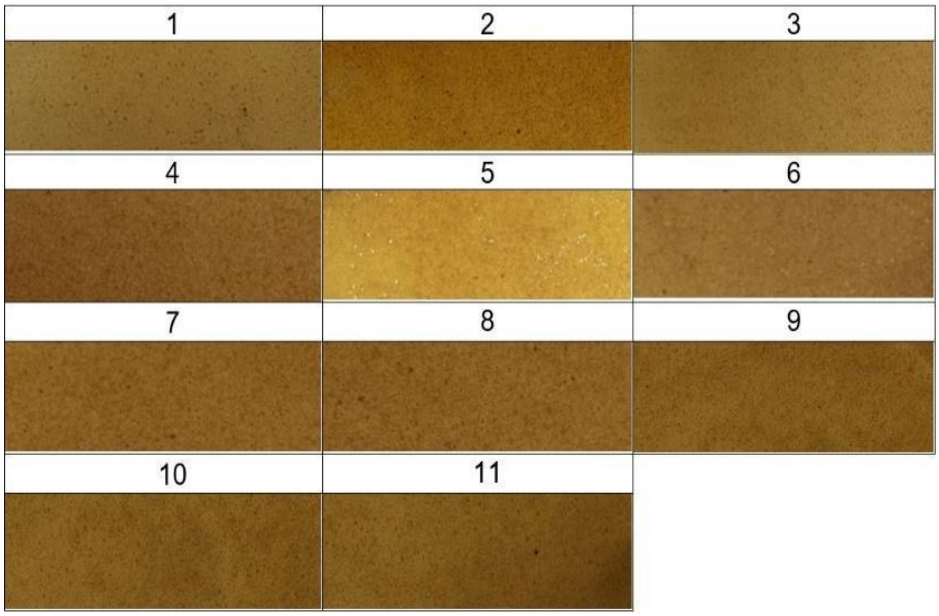



Figura 1 - Biofilmes confeccionados com alginato, mesocarpo de coco babaçu e polpa de murici.

Tabela 2 - Parâmetros subjetivos analisados nos biofilmes confeccionados.

| Ensaios | Continuidade | Homogeneidade | Transparência | Flexibilidade |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ |
| 2 | ++++ | ++++ | +++ | ++++ |
| 3 | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ |
| 4 | ++++ | ++++ | +++ | ++++ |
| 5 | +++ | ++++ | ++++ | ++++ |
| 6 | +++ | +++ | +++ | ++++ |
| 7 | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ |
| 8 | +++ | +++ | ++++ | ++++ |
| 9 | +++ | ++++ | ++++ | ++++ |
| 10 | +++ | ++++ | ++++ | ++++ |
| 11 | +++ | ++++ | ++++ | ++++ |

++++ excelente; +++ bom; ++ regular; + ruim.

Os resultados obtidos no planejamento experimental, incluindo o conteúdo de umidade, espessura, solubilidade em água e permeabilidade ao vapor de água, estão detalhados na Tabela 3. Além disso, os carotenoides totais e a retenção de carotenoides nos filmes de gelatina, mesocarpo de coco babaçu (MCB) e alginato, com a adição de polpa de murici, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 3 - Caracterização físico-química dos biofilmes por meio do seu conteúdo de umidade (ω), solubilidade em água (S), espessura (δ) e permeabilidade ao vapor de água (PVA).

| Ensaios | ω (%) | S (%) | δ (mm) | PVA* |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 43,657±0,004$^{i}$ | 47,243±0,028$^{j}$ | 0,179±0,009$^{a}$ | 5,270±0,179$^{a}$ |
| 2 | 36,012±0,004$^{g}$ | 39,510±0,147$^{h}$ | 0,206±0,005$^{b}$ | 6,989±1,237$^{b}$ |
| 3 | 25,257±0,017$^{de}$ | 33,898±0,056$^{g}$ | 0,203±0,009$^{b}$ | 9,160±0,519$^{c}$ |
| 4 | 22,334±0,002$^{b}$ | 41,924±0,018$^{i}$ | 0,318±0,017$^{d}$ | 12,858±0,860$^{e}$ |
| 5 | 33,355±0,023$^{f}$ | 25,933±0,056$^{d}$ | 0,262±0,015$^{c}$ | 10,236±0,677$^{d}$ |
| 6 | 26,831±0,001$^{e}$ | 33,467±0,020$^{fg}$ | 0,295±0,018$^{cd}$ | 8,144±0,929$^{bc}$ |
| 7 | 41,011±0,005$^{h}$ | 31,582±0,009$^{e}$ | 0,219±0,015$^{b}$ | 6,861±0,033$^{b}$ |
| 8 | 21,210±0,002$^{a}$ | 21,323±0,042$^{a}$ | 0,291±0,040$^{cd}$ | 12,435±0,696$^{e}$ |
| 9 | 26,150±0,020$^{de}$ | 24,924±0,070$^{c}$ | 0,250±0,019$^{c}$ | 10,111±0,541$^{d}$ |
| 10 | 26,661±0,005$^{de}$ | 23,335±0,101$^{b}$ | 0,269±0,011$^{c}$ | 12,103±1,951$^{de}$ |
| 11 | 23,492±0,020$^{c}$ | 25,216±0,097$^{cd}$ | 0,251±0,009$^{c}$ | 10,121±1,133$^{d}$ |

*(g.mm/m$^2$.dia.kPa); Média ± desvio médio das repetições; Médias com a letra minúscula em cada linha indicam que não há diferença significativa a ($p \leq 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, os teores de umidade dos filmes variaram de 21,21% a 43,65%, correspondendo às formulações 8 e 1, respectivamente. Estes valores estão próximos aos obtidos para os filmes de mesocarpo de coco babaçu (MCB) e alginato, que variaram de 36,41% a 46,49% (7). Para filmes elaborados com gelatina e alginato, ou exclusivamente com alginato, é esperado um teor elevado de umidade, uma vez que esses polímeros possuem características hidrofílicas. Segundo Suderman et al. (20) e Brasil et al. (21), o teor de água nos filmes contribui para a formação de uma estrutura filmogênica flexível e esticável. Esse fenômeno é

evidenciado na Tabela 3, onde os ensaios com teor de umidade ≥21% também demonstraram boa flexibilidade, conforme indicado na Tabela 2.

A umidade é uma propriedade física muito importante para a conservação de alimentos, uma vez que muitos processos de deterioração estão associados a variações no teor de umidade. Flutuações descontroladas no conteúdo de umidade podem resultar em alterações físicas e químicas no produto, levando a perdas nutricionais, modificações nas características sensoriais (como cor, odor e sabor), além de fomentar o crescimento microbiano, a oxidação de gorduras, a ação enzimática e o escurecimento não enzimático (22).

A solubilidade em água dos biopolímeros exibiu uma variação significativa nos valores, conforme evidenciado pela Tabela 3, com uma faixa de 21,32% a 47,24%. Maniglia et al. (12), por outro lado, relataram valores entre 24,32% e 39,02% para filmes produzidos com amido do mesocarpo de coco babaçu, valores que se enquadram dentro da faixa observada neste estudo. Um alto teor de solubilidade não desqualifica necessariamente o uso do filme, a adequação depende da aplicação específica. Janjarasskul et al. (23) destacaram que filmes com elevados teores de solubilidade são apropriados para aplicações em embalagens que exigem degradação rápida ou que não necessitam de baixos teores de solubilidade, como ocorre com alimentos secos ou desidratados, que apresentam menor atividade em água, por exemplo.

Conforme observado por Paixão et al. (24), a espessura dos filmes é uma das propriedades mais importantes, pois influencia a PVA. O controle da espessura é desafiador, especialmente em processos de produção do tipo *casting*. Os valores experimentais para a espessura dos biopolímeros variaram de 0,17 mm a 0,31 mm, correspondendo aos ensaios 1 e 4, respectivamente. Esses valores são ligeiramente inferiores aos encontrados por Bierhalz, Silva e Kieckbusch (25), que relataram uma variação de 0,31 mm a 0,35 mm para filmes biodegradáveis de alginato de sódio reticulado com cálcio, e estão bem próximos dos valores descritos por Raposo et al. (6), que variaram de 0,11 mm a 0,33 mm para filmes biodegradáveis produzidos a partir de misturas de alginato, amido e fibras do endocarpo de coco babaçu. Observa-se que a maioria dos valores de espessura deste estudo é semelhante aos encontrados por Bierhalz et al. (26), que afirmam que valores de espessura próximos são importantes para a comparação das propriedades dos filmes, como a PVA, dado que estas propriedades estão diretamente correlacionadas.

Para a PVA, a variação observada foi de 5,27 a 12,85 g.mm/m².dia.kPa, correspondente aos ensaios 1 e 4, com um valor médio de 9,48 g.mm/m²·dia·kPa. De acordo com Krochta e Mulder-Johnston (27), valores de PVA entre 10-100 g.mm/m².dia.kPa são considerados pobres, de 0,10-10 g.mm/m².dia.kPa são classificados como moderados, e valores entre 0,01-0,10 g.mm/m².dia.kPa são considerados bons. Com base nessa classificação, os valores de PVA obtidos nos ensaios 1, 2, 3, 6 e 7 estão na faixa moderada, enquanto os demais estão na faixa pobre. Os valores de PVA encontrados por Bierhalz, Silva e Kieckbusch (25) para filmes à base de alginato reticulado com 1% de cálcio foram de 10,07 g.mm/m².dia.kPa, o que é comparável aos resultados deste estudo. Jost et al. (28) afirmaram que a PVA é influenciada por processos de difusão e dissolução, que são determinados pela concentração e pela estrutura dos componentes da matriz, além de dependerem da cinética de formação, do grau de reticulação, da cristalinidade e das forças de ligação entre as cadeias.

A Tabela 4 ilustra o conteúdo de carotenoides totais e sua retenção. A retenção de carotenoides totais (%) foi obtida em função do total de carotenoides nas polpas dos frutos de murici. Observou-se uma variação de 10,20 a 17,24 μg/g para o conteúdo de carotenoides totais e de 45,11% a 76,23% para a retenção de carotenoides, com valores médios de 14,76 μg/g e 65,29%, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Alves et al. (29), que analisaram os carotenoides totais em casca, polpa e semente de murici, obtendo valores médios de 37,43 μg/g, 12,60 μg/g e 129,62 μg/g, respectivamente. Valores inferiores aos obtidos nesta pesquisa foram reportados por Lima (30) para polpa de murici integral (8,30 μg/g) e por Mariutti et al. (31) para fruto fresco (7,13 μg/g), enquanto Souza et al. (32) encontraram valores semelhantes para o fruto fresco (12,5 μg/g). No entanto, ao determinar compostos bioativos em polpas de frutos do cerrado brasileiro, é essencial considerar as variações regionais, climáticas, do solo e nutricionais das plantas, que podem influenciar a composição final dos frutos e seus derivados.

Tabela 4 – Caracterização bioquímica dos biofilmes por meio de seus carotenoides totais (CT) e retenção de carotenoides totais (RCT).

| Ensaios | CT (μg/g) | RCT (%) |
|---|---|---|
| 1 | 10,203±0,136$^{f}$ | 45,113±0,602$^{f}$ |
| 2 | 15,104±1,224$^{c}$ | 66,781±5,412$^{c}$ |
| 3 | 10,870±0,135$^{e}$ | 48,062±0,596$^{e}$ |
| 4 | 16,441±0,399$^{b}$ | 72,692±1,765$^{b}$ |
| 5 | 12,451±1,440$^{d}$ | 55,053±6,366$^{d}$ |
| 6 | 17,240±0,406$^{a}$ | 76,227±1,797$^{a}$ |
| 7 | 15,271±0,443$^{c}$ | 67,517±1,958$^{c}$ |
| 8 | 15,012±0,533$^{c}$ | 66,374±2,358$^{c}$ |
| 9 | 16,782±0,273$^{ab}$ | 74,202±1,206$^{ab}$ |
| 10 | 16,127±0,729$^{bc}$ | 71,302±3,225$^{bc}$ |
| 11 | 16,937±0,252$^{a}$ | 74,884±1,112$^{a}$ |

Média ± desvio médio das repetições; Médias com a letra minúscula em cada linha indicam que não há diferença significativa a ($p \leq 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

A Tabela 5 apresenta os coeficientes de regressão codificados, os valores de *F* calculado e tabelado, bem como os coeficientes de determinação ($R^2$). Após a eliminação dos fatores não significativos, foi possível verificar a significância da regressão e da falta de ajuste a um nível de significância de 5%, utilizando uma Análise de Variância (ANOVA) e o teste *F* no planejamento experimental para polpa de murici.

As análises estatísticas dos resultados foram realizadas com o auxílio de um *software* de estatística. Foram estimados os efeitos das variáveis analisadas, assim como as interações entre elas. Com base no nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$), observou-se que somente a concentração de gelatina (termo linear) não apresentou efeito significativo sobre o conteúdo de umidade. Com os resultados obtidos, foi possível construir o modelo da superfície de resposta, conforme detalhado na Equação 5 (Tabela 5).

No entanto, ao analisar a resposta referente à solubilidade em água dos filmes, todos os efeitos observados foram significativos e positivos, exceto a concentração de polpa de murici no termo linear, que apresentou um efeito negativo. Este efeito negativo indica que, ao aumentar a concentração de polpa de murici, a solubilidade em água dos filmes diminui. Contudo, como os efeitos quadráticos são maiores e positivos, essa diminuição é suavizada com o aumento do nível da variável.

Tabela 5 - Coeficientes de regressão codificados para o planejamento experimental utilizando polpa de murici.

| Coeficiente de Regressão | ω (%) | S (%) | δ (mm) | PVA | CT (µg/g) | RCT (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Constante** | | | | | | |
| $\beta_0$ | 25,43 | 24,49 | 0,26 | 10,78 | 16,62 | 73,46 |
| **Linear** | | | | | | |
| $\beta_1$ | -4,95 | 2,74 | 0,05 | ns | 4,31 | 19,06 |
| $\beta_2$ | -15,02 | -6,36 | 0,06 | 4,41 | Ns | ns |
| **Quadrática** | | | | | | |
| $\beta_1^2$ | 5,27 | 11,49 | ns | -2,01 | -2,69 | -11,89 |
| $\beta_2^2$ | 6,28 | 8,24 | ns | -1,55 | -2,39 | -10,58 |
| **Interações** | | | | | | |
| $\beta_{12}$ | ns | 7,88 | 0,04 | ns | Ns | ns |
| $F_{calculado}$(Regressão/Resíduos) | 51,84 | 5,32 | 3,04 | 7,16 | 11,99 | 11,99 |
| $F_{tabelado}$(Regressão/Resíduos) | 4,53 | 5,05 | 5,05 | 4,35 | 4,35 | 4,35 |
| $F_{calculado}$(Falta de ajuste/Erro) | 0,93 | 71,07 | 13,57 | 1,88 | 10,4 | 10,4 |
| $F_{tabelado}$(Falta de ajuste/Erro) | 19,25 | 19,16 | 19,16 | 19,3 | 19,3 | 19,3 |
| $R^2$ (%) | 97,19 | 84,18 | 75,24 | 75,41 | 83,71 | 83,71 |

**ω (%)** = 25,43 - 2,47 $C_{gelatina}$ - 7,51 $C_{murici}$ + 2,63 $C_{gelatina}^2$ + 3,14 $C_{murici}^2$ (5)

**S (%)** = 24,49 + 1,37 $C_{gelatina}$ - 3,18 $C_{murici}$ + 5,75 $C_{gelatina}^2$ + 4,12 $C_{murici}^2$ + 3,94 $C_{gelatina}$ x $C_{murici}$ (6)

**δ (mm)** = 0,26 + 0,02 $C_{gelatina}$ + 0,03 $C_{murici}$ + 0,02 $C_{gelatina}$ x $C_{murici}$ (7)

**PVA (g.mm/m².dia.kPa)** = 10,78 + 2,21 $C_{murici}$ - 1,01 $C_{gelatina}^2$ - 0,78 $C_{murici}^2$ (8)

**CT (µg/g)** = 16,62 + 2,16 $C_{gelatina}$ - 1,34 $C_{gelatina}^2$ - 1,20 $C_{murici}^2$ (9)

**RCT (%)** = 73,46 + 9,53 $C_{gelatina}$ - 5,94 $C_{gelatina}^2$ - 5,29 $C_{murici}^2$ (10)

ns = efeitos não significante a um $p$>0,05; $R^2$: coeficiente de determinação do modelo (indica a porcentagem de variabilidade ocorrida em cada modelo); $\beta_i$: coeficiente de regressão estimado para os efeitos lineares; $\beta_i^2$: coeficiente de regressão estimado para os efeitos quadráticos; $\beta_{ij}$: coeficiente de regressão estimado para os efeitos de interações; i = 1: concentração de gelatina; i = 2: concentração de polpa de murici; $C_{gelatina}$ e $C_{murici}$ representam as variáveis concentração de gelatina e concentração de polpa de murici, respectivamente; CT = carotenoides totais; RCT = retenção de carotenoides totais.

Os coeficientes de determinação ($R^2$) dos modelos de regressão foram de 97,19% para o conteúdo de umidade e 84,18% para a solubilidade em água. Para a umidade, todos os parâmetros, com exceção da concentração de polpa de murici no termo linear, foram ajustados ao modelo. Em contraste, todos os coeficientes para a solubilidade em água foram ajustados ao modelo estatístico.

O modelo definido pela Equação 5 resultou em um valor de $F_{calculado}$ para a regressão, de acordo com a distribuição de Fisher, 11,44 vezes maior que o valor tabelado, indicando que o modelo é estatisticamente significativo para o experimento. No entanto, $F_{calculado}$<$F_{tabelado}$ na avaliação da falta de ajuste, o que sugere que o modelo é significativo (distribuição de Fisher de 0,05). Esse resultado pode ter sido influenciado pela baixa repetibilidade dos pontos centrais, o que também foi observado pelo teste de Tukey. O erro puro foi ligeiramente superior à falta de ajuste.

Ao analisar o modelo apresentado na Equação 9 (Tabela 5), observou-se que este modelo também é significativo, uma vez que o $F_{calculado}$ foi superior ao $F_{tabelado}$ para a regressão (distribuição de Fisher de 1,05), mas apresentou falta de ajuste (com $F_{calculado}$>$F_{tabelado}$, numa proporção de 3,71 na distribuição de Fisher). Segundo Barros

Neto et al. (33), a relação $F_{calculado}/F_{tabelado}$ para a regressão tem que ser superior a 4 para o modelo ser considerado preditivo e, neste caso foi de apenas 1,05.

A Figura 2 apresenta as curvas de contorno e as superfícies de resposta geradas pelos modelos propostos, considerando os pontos médios de concentração de gelatina e polpa de murici. Estas curvas confirmam os resultados estabelecidos pela análise estatística.

Neste estudo, buscou-se obter valores reduzidos tanto para o conteúdo de umidade quanto para a solubilidade em água. Conforme ilustrado nas Figuras 2a e 2b, os menores teores de umidade foram observados nas maiores concentrações de gelatina, bem como em concentrações de polpa de murici variando entre 15% e 24%. No caso da solubilidade em água, a curva de contorno e a superfície de resposta são apresentadas apenas para indicar as tendências gerais, uma vez que o modelo proposto (Equação 6) não pode ser considerado preditivo. Observa-se uma tendência de diminuição da solubilidade quando a concentração de gelatina está entre 6 e 8 g e a concentração de polpa de murici está entre 12% e 15%.

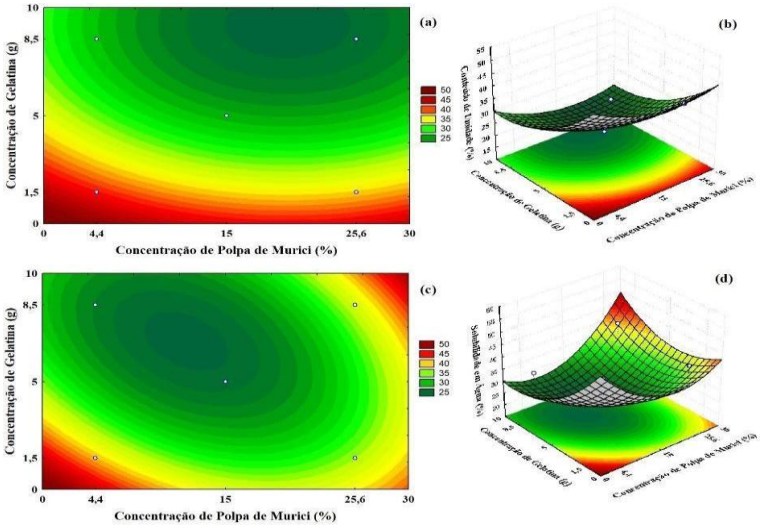



Figura 2 - Curvas de contorno e Superfícies de resposta, respectivamente, para: umidade (a e b) e solubilidade em água (c e d) dos biopolímeros utilizando polpa de murici.

Analisando os dados apresentados na Tabela 5 para a resposta de espessura, observou-se que apenas as concentrações lineares de gelatina e polpa de murici influenciaram positivamente essa variável. Assim, pode-se inferir que, para ambos os fatores, um aumento da concentração leva a um aumento na espessura, uma vez que não foi detectado efeito significativo de interação ($p \leq 0,05$) entre a concentração de gelatina e a concentração de polpa de murici. Da mesma forma, para a resposta PVA, foram observados efeitos lineares significativos e positivos relacionados à concentração de polpa de murici, enquanto os efeitos quadráticos foram negativos para as concentrações de gelatina e polpa de murici.

Embora uma regressão possa ser estatisticamente significativa de acordo com o teste *F*, pode não ser adequada para previsões se a faixa de variação dos fatores estudados for pequena. Para que uma regressão seja não apenas estatisticamente significativa, mas também útil para fins preditivos, a relação $F_{calculado}/F_{tabelado}$ deve ser superior a quatro (33), e o valor de *F* para a falta de ajuste deve ser o menor possível. Um alto valor de *F* indica uma grande falta de ajuste dos dados ao modelo (34).

Nesse contexto, a análise de variância (ANOVA) para a resposta de espessura (Tabela 5) revelou que o modelo apresentou uma regressão não significativa (com $F_{calculado}<F_{tabelado}$) e não preditiva, pois o $F_{calculado}$ da regressão foi aproximadamente 0,6 vezes maior que o $F_{tabelado}$ e o $F_{calculado}$ para a falta de ajuste não foi significativo, sendo menor que o $F_{tabelado}$. Por outro lado, para a resposta da PVA, o modelo apresentou uma regressão significativa (com $F_{calculado}$ sendo 1,7 vezes maior que o $F_{tabelado}$) e não preditiva, com o $F_{calculado}$ da falta de ajuste sendo não significativo (com $F_{calculado}<F_{tabelado}$).

Através da ANOVA, o valor de $R^2$ para espessura e PVA indicou que os modelos (Tabela 5, Equações 7 e 8) descreveram adequadamente o comportamento do processo, explicando mais de 75% da variação dos dados experimentais. Segundo Barros Neto et al. (33), valores de $R^2$ próximos de 1 indicam menor erro e melhor ajuste do modelo. Modelos com $R^2 < 0,60$ devem ser usados apenas como indicadores de tendência e não para fins preditivos.

A Figura 3 ilustra os gráficos tridimensionais e bidimensionais das superfícies de resposta e curvas de nível para espessura e PVA. Para a espessura do filme, considera-se que a espessura depende da composição do filme e dos parâmetros de processamento. Observa-se um valor mínimo em torno de 0,2 mm.

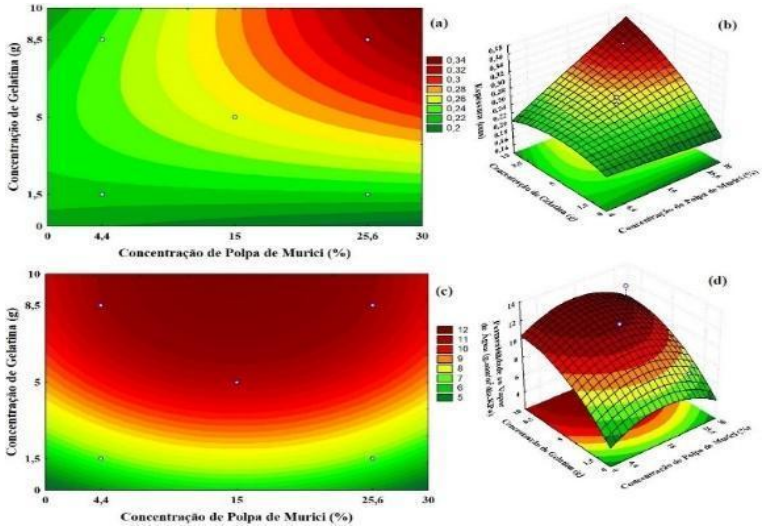



Figura 3 - Curvas de contorno e Superfícies de resposta, respectivamente, para: espessura (a e b) e permeabilidade ao vapor de água (c e d) dos biopolímeros utilizando polpa de murici.

Na região de concentrações baixas e altas de polpa de murici (-1 e +1,41) e de gelatina (-1,41 e +1,41) (Figuras 3a e 3b), ocorre uma menor espessura. Quando ambas as concentrações estão no nível alto, há um aumento significativo na espessura, o que pode impactar na PVA. Para a resposta de PVA, as Figuras 3c e 3d mostram um valor mínimo de 5 [(g·mm)/(m²·dia·kPa)]. Na região de menores concentrações de gelatina (-1,41 e -1) e em níveis baixos e altos de concentração de polpa de murici (-1,41 e 1,41), observa-se uma menor permeabilidade.

Quando os efeitos da concentração de gelatina estão em níveis elevados, observa-se uma alta PVA, o que não é desejável para os filmes, pois uma baixa higroscopicidade é preferível para oferecer uma melhor proteção contra a umidade. Os maiores valores de PVA estão provavelmente associados à abertura da estrutura macromolecular da gelatina e à entrada facilitada das moléculas de glicerol na rede tridimensional da gelatina. Isso

resulta, subsequente, em uma difusão mais fácil das moléculas de água através dos filmes (32).

## CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, foi possível concluir que a adição de polpa de murici a biopolímeros compostos por alginato de sódio, MCB e gelatina é apropriada. Os biopolímeros apresentaram boa consistência, aspecto visual atraente e propriedades físico-químicas favoráveis. O conteúdo de solubilidade em água dos biopolímeros demonstrou a qualidade desses materiais como embalagens biodegradáveis e as respostas de PVA foram adequadas.

As concentrações de MCB e da polpa utilizadas influenciaram simultaneamente a solubilidade, a umidade, a PVA e o conteúdo de carotenoides. Notou-se uma maior fixação de carotenoides nos filmes que continham quantidades significativas de polpa. Por fim, o método estatístico empregado gerou modelos preditivos e eficientes para a maioria dos testes, de acordo com os parâmetros utilizados. Esses modelos permitem prever resultados experimentais futuros e fornecem uma base sólida para a produção de embalagens sustentáveis, que oferecem proteção adicional ao alimento embalado devido às propriedades conferidas pelo fruto *Byrsonima crassifolia (L.) Rich*.

## AGRADECIMENTOS

À UFMA (Universidade Federal do Maranhão); Ao Laboratório de Processos da UFMA; LEPPBio (Laboratório de Engenharia de Produtos e Processos em Biorrecursos) da UFMA, pela infraestrutura para a realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

1. Hassan B, Chatha SAS, Hussain AI, Zia KM, Akhtar N. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. International Journal of Biological Macromolecules. 2018 Apr;109:1095–107.

2. Jiang Z, Wang C, Li T, Sun D, Gao H, Gao Z, et al. Effect of ultrasound on the structure and functional properties of transglutaminase-crosslinked whey protein isolate exposed to prior heat treatment. International Dairy Journal. 2019 Jan;88:79–88.

3. Shahrampour D, Khomeiri M, Razavi SMA, Kashiri M. Development and characterization of alginate/pectin edible films containing Lactobacillus plantarum KMC 45. LWT. 2020 Jan;118:108758.

4. Ramos M, Valdés A, Beltrán A, Garrigós M. Gelatin-Based Films and Coatings for Food Packaging Applications. Coatings. 2016 Sep 28;6(4):41.

5. Said NS, Sarbon NM. Response surface methodology (RSM) of chicken skin gelatin based composite films with rice starch and curcumin incorporation. Polymer Testing. 2020 Jan;81:106161.

6. Raposo AK da S, Paixão LC, Rocha AA, Lopes IA, Santos GAS, Ribeiro GAC, et al. Characterization of Biodegradable Films Produced from Mixtures of Alginate, Starch and Babassu Fibers. Journal of Polymers and the Environment. 2021 Apr 5;29(4):1212–26.

7. Alves Lopes I, Coelho Paixão L, Souza da Silva LJ, Almeida Rocha A, D. Barros Filho AK, Amorim Santana A. Elaboration and characterization of biopolymer films with alginate and babassu coconut mesocarp. Carbohydrate Polymers. 2020 Apr;234:115747.

8. Cinelli BA, López JA, Castilho LR, Freire DMG, Castro AM. Granular starch hydrolysis of babassu agroindustrial residue: A bioprocess within the context of biorefinery. Fuel. 2014 May;124:41–8.

9. Araruna FOS, Araruna FB, Pereira LPLA, Brito MCA, Gomes PDB, Santos DCP, et al. Desenvolvimento e caracterização de filmes curativos à base de mesocarpo de Attalea speciosa Mart. ex Spreng e extrato glicólico de Aloe vera (L.) Burm. f. Research, Society and Development. 2021 Feb 16;10(2):e30310212520.

10. Nunes MABS, Marinho VAD, Falcão GAM, Canedo EL, Bardi MAG, Carvalho LH. Rheological, mechanical and morphological properties of poly(butylene adipate-co-terephthalate)/thermoplastic starch blends and its biocomposite with babassu mesocarp. Polymer Testing. 2018 Sep;70:281–8.

11. Barroqueiro ESB, Prado DS, Barcellos PS, Silva TA, Pereira WS, Silva LA, et al. Immunomodulatory and Antimicrobial Activity of Babassu Mesocarp Improves the Survival in Lethal Sepsis. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2016 Jan 18;2016(1).

12. Maniglia BC, Tessaro L, Lucas AA, Tapia-Blácido DR. Bioactive films based on babassu mesocarp flour and starch. Food Hydrocolloids. 2017 Sep;70:383–91.

13. Benbettaïeb N, Tanner C, Cayot P, Karbowiak T, Debeaufort F. Impact of functional properties and release kinetics on antioxidant activity of biopolymer active films and coatings. Food Chemistry. 2018 Mar;242:369–77.

14. Bueno CZ, Moraes ÂM. Influence of the incorporation of the antimicrobial agent polyhexamethylene biguanide on the properties of dense and porous chitosan-alginate membranes. Materials Science and Engineering: C. 2018 Dec;93:671–8.

15. Li JH, Miao J, Wu JL, Chen SF, Zhang QQ. Preparation and characterization of active gelatin-based films incorporated with natural antioxidants. Food Hydrocolloids. 2014 Jun;37:166–73.

16. AOAC International. Official Methods of Analysis of AOAC International. 2007,17.

17. Irissin-Mangata J, Bauduin G, Boutevin B, Gontard N. New plasticizers for wheat gluten films. European Polymer Journal. 2001 Aug;37(8):1533–41.

18. ASTM International. ASTM E96/E96M. Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials. 2016.

19. Delia B. Rodriguez-Amaya. A GUIDE TO CAROTENOID ANALYSIS IN FOODS. Washington, D. C. 20005-5802: OMNI Research; 2001. 1–71.

20. Suderman N, Isa MIN, Sarbon NM. The effect of plasticizers on the functional properties of biodegradable gelatin-based film: A review. Food Bioscience. 2018 Aug;24:111–9.

21. Brasil GV da S, Raposo AK da S, Ribeiro GAC, Santos DM, Firmo W da CA, Lopes IA, et al. Incorporação de pólen de abelha Tubi (Scaptotrigona sp) em filmes biodegradáveis de alginato, pectina e amido. Research, Society and Development. 2022 Jul 4;11(9):e11711931603.

22. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. Guia para determinação de prazos de validade de alimentos. versão2. Vol. Guia nº 16/2018. 2018.

23. Janjarasskul T, Tananuwong K, Phupoksakul T, Thaiphanit S. Fast dissolving, hermetically sealable, edible whey protein isolate-based films for instant food and/or dry ingredient pouches. LWT. 2020 Dec;134:110102.

24. Paixão LC, Lopes IA, Barros Filho AKD, Santana AA. Alginate biofilms plasticized with hydrophilic and hydrophobic plasticizers for application in food packaging. Journal of Applied Polymer Science. 2019 Dec 20;136(48).

25. Bierhalz ACK, da Silva MA, Kieckbusch TG. Natamycin release from alginate/pectin films for food packaging applications. Journal of Food Engineering. 2012 May;110(1):18–25.

26. Bierhalz ACK, da Silva MA, Braga MEM, Sousa HJC, Kieckbusch TG. Effect of calcium and/or barium crosslinking on the physical and antimicrobial properties of natamycin-loaded alginate films. LWT - Food Science and Technology. 2014 Jul;57(2):494–501.

27. Krochta JM, Mulder-Johnston CD. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. Food Technology. 1997;51(2): 61-74

28. Jost V, Kobsik K, Schmid M, Noller K. Influence of plasticiser on the barrier, mechanical and grease resistance properties of alginate cast films. Carbohydrate Polymers. 2014 Sep;110:309–19.

29. Alves VM, Dias LG, de Abreu DJM, Braga LP, da Silva NF, Calixto LM, et al. ANÁLISE DE CAROTENOIDES TOTAIS EM CASCA, POLPA E SEMENTE DE MURICI (Byrsonima crassifolia (L.) Rich). In: 12° Simpósio Latino Americano de Ciência dos Alimentos. Campinas-SP; 2017.

30. Lima FJ da C. Secagem da polpa de murici (Byrsonima crassifolia) e efeitos sobre compostos bioativos. 2017.

31. Mariutti LRB, Rodrigues E, Chisté RC, Fernandes E, Mercadante AZ. The Amazonian fruit Byrsonima crassifolia effectively scavenges reactive oxygen and nitrogen species and protects human erythrocytes against oxidative damage. Food Research International. 2014 Oct;64:618–25.

32. Souza PM, Elias ST, Simeoni LA, de Paula JE, Gomes SM, Guerra ENS, et al. Plants from Brazilian Cerrado with Potent Tyrosinase Inhibitory Activity. PLoS ONE. 2012 Nov 16;7(11):e48589.

33. Neto BB, Scarminio IS, Bruns RE. Como Fazer Experimentos. 4th ed. Bookman Editora; 2010.

34. Box GEP, Wetz J. Criteria for judging adequacy of estimation by an approximating response functio. Wisconsin: University of Wisconsin; 1973. (technical repor).

# Conbraca

Fortaleza

## Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos

## MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS E ANÁLISE SENSORIAL

### III CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

**Use Ctrl+F para pesquisar e acessar os trabalhos apresentados no evento!**

**Capítulo 56**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-56**

# APRENDIZAGEM DE MÁQUINA NO ESTUDO DA ACEITAÇÃO SENSORIAL: UMA APLICAÇÃO AO CAFÉ

**Fernanda Nascimento da Silva[1]; Ana Alice da Silva Xavier Costa[2] ;Valéria Paula Rodrigues Minim[1]***
1 – Universidade Federal de Viçosa; 2 – Universidade Federal da Paraíba

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: vprm@ufv.br*

**Resumo:** O perfil sociodemográfico e comportamental do consumidor em relação a um produto influencia a tomada de decisão dos consumidores e consequentemente a segmentação de mercado. No entanto, os métodos estatísticos tradicionais não permitem a correlação, ao mesmo tempo, entre os dados de perfil dos consumidores com a nota de aceitação do produto. Sendo assim, a aprendizagem de máquina apresenta-se como uma solução eficiente tanto para avaliação desses dados quanto à sua interpretação, já que essas variáveis têm potencial para afetar a aceitação. Diante disto, este capítulo objetivou apresentar como a aprendizagem de máquina, especificamente a árvore de decisão, pode ser usada para compreender dados de aceitação. Para isto, será apresentado um estudo de caso no qual dois cafés (tradicional e especial) foram avaliados em relação a sua aceitação. Foram também coletados dados de perfil dos consumidores de café. Os dados foram submetidos a análise descritiva e ao algoritmo de árvore de decisão. Com isto, foi possível observar quais as características dos consumidores tiveram maior importância para a nota de aceitação do produto, além de permitir a identificação de grupos de consumidores com notas iguais. Identificar o perfil dos consumidores possibilita entender quem está rejeitando ou aceitando aquele produto, contribuindo para a melhoria do mesmo e seu melhor direcionamento no mercado. Neste estudo de caso foi possível observar que o grau de escolaridade e a idade foram as variáveis de maior importância para a divisão dos dados, e que o algoritmo de árvore de decisão é uma técnica promissora para avaliação de dados sensoriais.

**Palavras–chave:** árvore de decisão; estudos do consumidor; perfil sociodemográfico; teste de aceitação.

## INTRODUÇÃO

Não há dúvidas que a análise sensorial é uma grande aliada da indústria de alimentos por suas excelentes contribuições nas diversas fases do desenvolvimento de produtos, especialmente no que tange aos testes com consumidores. Para um produto ter sucesso no mercado competitivo, ele precisa estar alinhado com o interesse dos consumidores. Além disso, para alcançar esse sucesso, as empresas precisam investir em compreender o comportamento do consumidor frente ao produto. Neste sentido, as características sensoriais são fundamentais, pois o consumidor precisa se sentir atraído pelo produto.

No entanto, embora importantes, as características sensoriais sozinhas não são suficientes para explicar todo o comportamento de consumo, visto que muitas vezes a escolha do alimento ocorre antes do consumo propriamente dito (1). Por este motivo, além das características sensoriais, o perfil do consumidor, suas vivências e informações como marca, embalagens entre outras são exemplos do que se conhece como características não sensoriais e que têm grande impacto sobre as escolhas e a aceitação dos produtos (2).

Em estudos com consumidores é comum, por exemplo, coletar informações relacionadas ao perfil dos participantes juntamente com a resposta do teste de aceitação. Após a coleta dessas informações esses dados são normalmente avaliados por meio de estatísticas tradicionais como análise de variância, agrupamento e análise de correspondência. Contudo, esses métodos estatísticos não permitem correlacionar, ao mesmo tempo, dados de perfil dos consumidores com as notas de aceitação do produto, devido às pressuposições dessas metodologias. Sendo assim, a aprendizagem de máquina pode ser uma alternativa complementar aos métodos tradicionais, permitindo uma análise com todas as variáveis e uma compreensão da sua importância para a nota hedônica (3).

Um exemplo de algoritmo de aprendizagem de máquina supervisionada são as árvores de decisão, utilizadas tanto para problemas de regressão, quanto de classificação (4). Aprendizagem de máquina supervisionada é como ensinar uma máquina usando exemplos, ou seja, dados que possuem entradas e saídas conhecidas, para que ele possa prever ou classificar novos dados com base nesse treinamento (5). O funcionamento básico de uma árvore de decisão envolve a divisão recursiva dos dados em subconjuntos com base nas variáveis que melhor irão separar as notas de aceitação. Isso permite observar quais as características do consumidor são mais importantes para a diferença na aceitação do produto. Assim, é possível entender o perfil do consumidor que mais aceita o produto e o perfil do consumidor que o rejeita, permitindo que a indústria direcione melhor o marketing e atenda às necessidades desses consumidores.

Neste capítulo será abordado o uso do algoritmo de árvore de decisão para regressão no estudo da aceitação sensorial de cafés, com intuito de apresentar uma nova ferramenta de avaliação de dados sensoriais e demonstrar sua aplicação prática, evidenciando como esta pode ser uma ferramenta valiosa para melhor entendimento das variáveis que influenciam na aceitação dos produtos.

## MATERIAL E MÉTODOS

A fim de exemplificar como técnicas de aprendizagem de máquina podem ser aplicadas para avaliar dados de aceitação sensorial, será apresentado um estudo de caso em que se objetivou utilizar a técnica de árvore de decisão para compreender como o perfil sociodemográfico influenciou a nota de aceitação sensorial de cafés.

A coleta de dados foi realizada com 120 consumidores de café, recrutados por meio de questionário on-line divulgado em redes sociais e por correio eletrônico para moradores de Viçosa/MG. Todos os participantes selecionados tinham mais que 18 anos, gostavam de café e não tinham restrição de consumo.

### Perfil dos participantes

Antes da avaliação sensorial, cada participante preencheu um questionário contendo algumas informações sociodemográficas (idade, gênero e grau de instrução), bem como deviam declarar o quanto eles gostavam de café utilizando a escala hedônica estruturada de 9 pontos, que varia de 9-gostei extremamente a 1-desgostei extremamente.

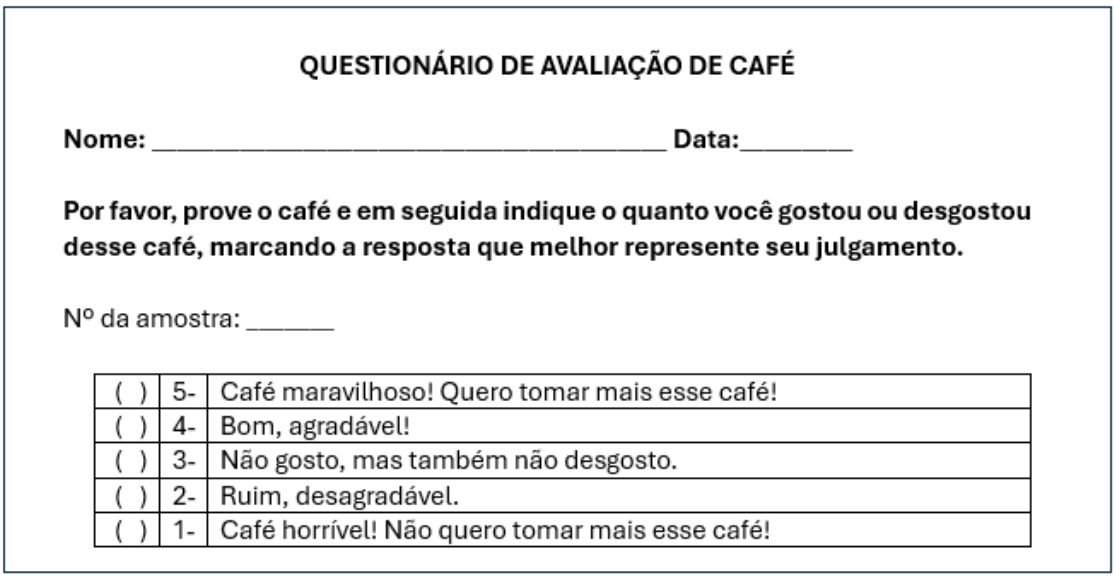
**Amostras**

Duas amostras de cafés comerciais, um tradicional e um especial, foram selecionadas para esta pesquisa. As amostras foram preparadas por infusão utilizando 10g de pó por 100mL de água mineral entre 92 e 96 °C, em papel filtro. As amostras foram preparadas próximo ao horário da análise e armazenadas em garrafas térmicas padronizadas e herméticas.

**Avaliação da aceitabilidade sensorial**

Após preencherem o questionário de recrutamento, os consumidores receberam as amostras de café (tradicional e especial) servidas em copos térmicos de poliestireno expandido (EPS) de 50 mL, identificadas com números de três dígitos aleatórios e apresentadas de forma monádica e balanceada. As amostras foram servidas apenas no momento da análise para evitar que esfriassem.

Os consumidores foram orientados a provarem as amostras e avaliarem as mesmas utilizando uma escala hedônica estruturada de 5 pontos, na qual 1 e 2 representavam região de rejeição, 3 representava indiferença e 4 e 5 aceitação, conforme escala criada por Costa (6), ilustrada na Figura 1.



**QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE CAFÉ**

**Nome:** _____ **Data:**_____

**Por favor, prove o café e em seguida indique o quanto você gostou ou desgostou desse café, marcando a resposta que melhor represente seu julgamento.**

Nº da amostra: _____

| | | |
|---|---|---|
| ( ) | 5- | Café maravilhoso! Quero tomar mais esse café! |
| ( ) | 4- | Bom, agradável! |
| ( ) | 3- | Não gosto, mas também não desgosto. |
| ( ) | 2- | Ruim, desagradável. |
| ( ) | 1- | Café horrível! Não quero tomar mais esse café! |

Figura 1 – Ficha de avaliação de café
Fonte: Costa (2024)

**Análise de dados**

Para a análise dos dados é crucial compreender o conjunto de variáveis. Neste estudo de caso, as variáveis independentes incluíram gênero, idade, grau de instrução e o quanto os consumidores gostavam de café. A variável dependente consistiu na nota de aceitação do café, ou seja, à medida que pode ser influenciada pelas variáveis independentes mencionadas anteriormente.

Para obter a matriz com todos os dados, as informações coletadas no questionário como gênero e grau de instrução foram organizadas na planilha como variáveis categóricas. Isso resultou em uma matriz na qual todas as variáveis independentes e a variável dependente foram dispostas em colunas, enquanto os consumidores foram representados nas linhas (Tabela 1).

Para análise e modelagem dos dados foram utilizadas bibliotecas Python. Primeiramente, as bibliotecas Pandas e NumPy foram empregadas para manipulação e processamento dos dados. Em seguida, as bibliotecas Matplotlib e Seaborn foram utilizadas para visualização dos dados em histogramas. Para modelagem foi utilizada a biblioteca scikit-learn. Os passos utilizados estão descritos abaixo e os scripts estão disponíveis para download em https://github.com/anaalicesiler/arvorededecisao

Tabela 1 - Matriz com os dados organizados para avaliação.

| Consumidores | Gênero | Idade | Grau de instrução | Grau de gostar de café | Nota de aceitação |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 44 | 3 | 8 | 4 |
| 2 | 0 | 46 | 4 | 8 | 2 |
| … | … | … | … | … | … |
| 120 | 1 | 34 | 7 | 9 | 1 |

Gênero: 0=Feminino, 1=Masculino. Grau de instrução: 0 = Fundamental Incompleto, 1 = Fundamental Completo, 2 = Médio Incompleto, 3 = Médio Completo, 4 = Superior Incompleto, 5 = Superior Completo, 6 = Pós-Graduação Incompleto, 7 = Pós-Graduação Completo.

1) A planilha em um arquivo Excel foi lida e convertida para um DataFrame do pandas. Em seguida, foi obtido o resumo estatístico das variáveis numéricas, idade e gostar. A partir do DataFrame, foram preparados os conjuntos de dados X e y para o treinamento do modelo de aprendizado de máquina. Além disso, foi analisado o histograma da distribuição das respostas das variáveis independentes. Também foram visualizados os dados de aceitação em categorias, permitindo o entendimento da distribuição das notas em aceitação, neutralidade e rejeição.

2) Para modelagem foi utilizada a biblioteca scikit-learn empregando o módulo 'DecisionTreeRegressor' para treinamento da árvore de decisão, com validação cruzada e otimização dos hiperparâmetros.
    a) Hiperparâmetros como a profundidade máxima da árvore (max_depth), o número mínimo de amostras necessárias para dividir um nó interno (min_samples_split), e o número mínimo de amostras necessárias para estar em um nó de folha (min_samples_leaf) ajudam a regular a complexidade da árvore. Um ajuste cuidadoso desses parâmetros pode evitar que o modelo se ajuste demais aos dados de treinamento (overfitting) (6).

b) Após a criação do modelo final, foram realizadas predições nos dados de teste e avaliação do desempenho do modelo. A árvore de decisão e a obtenção da importância das características foram realizadas utilizando métodos disponíveis na biblioteca Scikit-learn.

Para este estudo de caso foi utilizado como métrica de avaliação do modelo o erro quadrático médio (Equação 1). Esta é uma medida que quantifica a média dos quadrados das diferenças entre os valores previstos por um modelo estatístico e os valores observados na realidade. Ou seja, quanto menor o erro, melhor a previsão do modelo.

$$\boldsymbol{EQM} = \left(\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{n}}\right) * \sum(\boldsymbol{real} - \boldsymbol{previsão})^{\mathbf{2}}$$ **Equação 1-** Erro quadrático médio (EQM)

Onde:
*n – tamanho da amostra*
*real – o valor real dos dados*
*previsão – o valor dos dados previstos*

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Estatística descritiva – distribuição de frequências

Para facilitar o entendimento dos resultados do teste de aceitação, a análise de frequência do perfil sociodemográfico foi realizada. A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva dos dados de idade dos consumidores e o quanto eles declararam gostar de café. Os 120 consumidores tinham em média 35 anos com um desvio padrão de 12,67 anos. Destes, 25% tinham menos de 24 anos, enquanto 75% tinham menos de 44 anos, sugerindo uma distribuição que tende a se concentrar em torno das idades mais jovens, como também pode ser observado na Figura 1. A idade dos participantes é uma característica importante que contribui para melhor entendimento do comportamento do consumidor durante a avaliação e direcionamento mais eficiente de marketing do produto (7).

Tabela 2 – Estatística descritiva das variáveis quantitativas

| Variáveis | n | média | DP | min | 25% | 50% | 75% | max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Idade** | 120 | 35,76 | 12,67 | 18 | 24 | 34 | 44 | 74 |
| **Gostar** | 120 | 8,08 | 0,80 | 6 | 8 | 8 | 9 | 9 |

Idade: anos. Gostar: Nota hedônica variando de 9-gostei extremamente a 1-desgostei extremamente.
DP =desvio padrão.

Em relação ao quanto os consumidores declaram gostar de café, obteve-se uma média de 8,08, a qual indica “gosto muito” na escala de avaliação hedônica utilizada. A pontuação mínima foi de 6, indicando uma variação na aceitação, porém com desvio padrão relativamente baixo de 0,80, tendendo para valores mais altos. Como também pode ser observado na Figura 2, na qual 47,50% dos consumidores declararam gostar muito de café e 32,50% declararam gostar extremamente. O fato de os participantes da pesquisa terem declarado que gostam muito de café torna-se um fator importante já que são eles que consumirão o produto. Sendo assim, as respostas dos consumidores são cruciais para o sucesso do produto no mercado (8).

Na Figura 2 pode ser observado também os histogramas de variação do gênero e do grau de instrução dos 120 consumidores. Sendo a maioria do sexo feminino, 59,17% enquanto o gênero masculino representou 40,83% dos consumidores. Em relação à escolaridade, os consumidores em sua maioria eram estudantes cursando a graduação (37,50%) ou a pós-graduação (27,50%). O que condiz com pesquisas atuais, que demonstram que estudantes consomem café regularmente e com grande frequência (9).

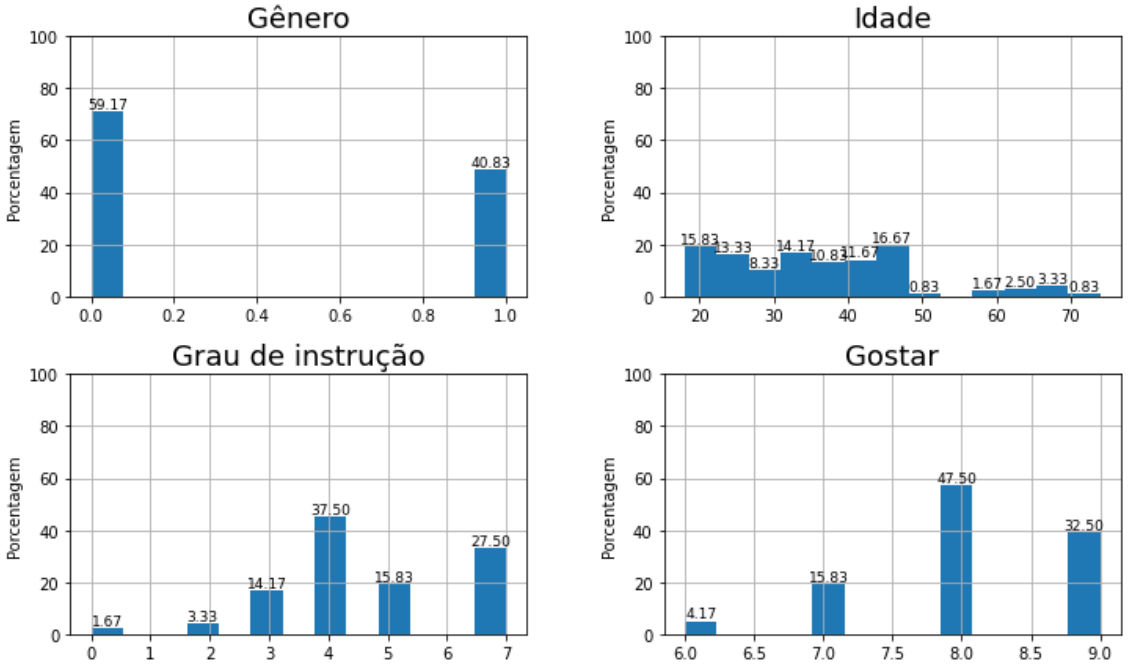



Figura 2 - Histograma da distribuição das variáveis independentes (perfil sociodemográfico e de consumo).

Gênero: 0=Feminino, 1=Masculino. Grau de instrução: 0 = Fundamental Incompleto, 1 = Fundamental Completo, 2 = Médio Incompleto, 3 = Médio Completo, 4 = Superior Incompleto, 5 = Superior Completo, 6 = Pós-Graduação Incompleto, 7 = Pós-Graduação Completo. Idade e gostar: Frequência quantitativa.

**Influência das características sociodemográficas na aceitação sensorial do café**

A Figura 3 apresenta a variação dos consumidores em relação à aceitação, indiferença e rejeição de ambos os tipos de café. Conforme observado, o café tradicional foi aceito por 56,67% dos consumidores, enquanto 44,33% rejeitaram ou foram indiferentes a este café. Para o mesmo grupo de consumidores, o café especial teve uma aceitação ligeiramente menor, aceito por 52,5% dos consumidores.

As médias hedônicas foram muito próximas, conforme demonstrado na Tabela 3 (em uma escala de cinco pontos). Esse estudo de caso demonstra que a média sozinha pode não representar de forma ideal o conjunto de dados quando se trata de aceitação pelos consumidores, visto que ela pode ser facilmente influenciada por *outliers.* Sendo assim, entender o perfil dos grupos de consumidores é importante para a observação de quais indivíduos estão aceitando ou rejeitando o produto (10).

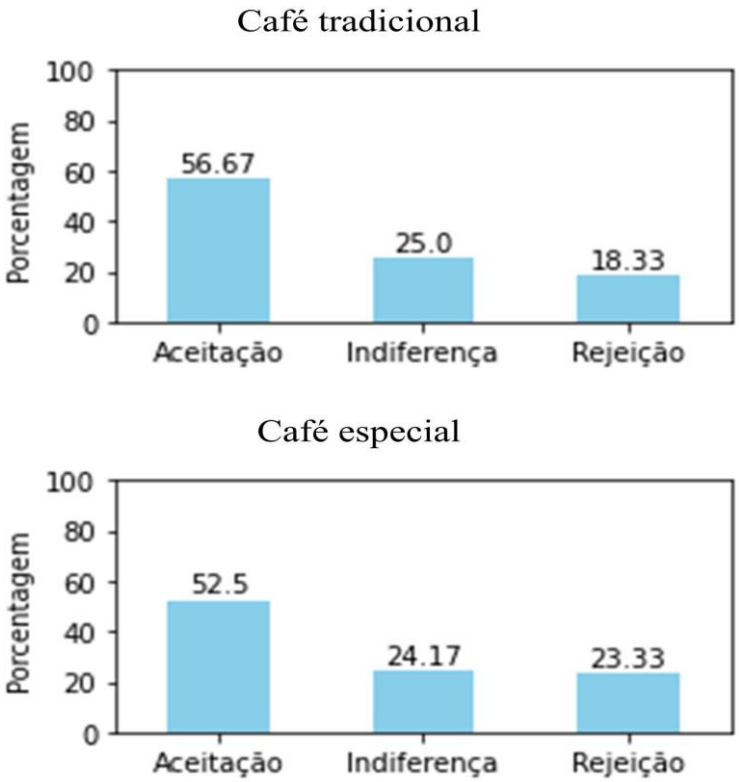



Figura 3 - Histograma de Frequência da porcentagem de aceitação, indiferença e rejeição dos consumidores para os cafés

Aceitação: notas 4 a 5. Indiferença: nota 3. Rejeição: notas 1 a 2.

Tabela 3 – Média e desvio padrão da aceitação sensorial para os cafés (escala de cinco pontos)

| Cafés | Nota Média | Desvio padrão |
|---|---|---|
| **Tradicional** | 3,5 | 1,06 |
| **Especial** | 3,44 | 1,10 |

A análise estatística descritiva dos dados auxilia na interpretação da análise da árvore de decisão, sendo de suma importância para entendimento do comportamento dos dados. Além disso, ela permite uma melhor compreensão dos resultados obtidos por análises estatísticas mais robustas e compreensão do comportamento de algoritmos como os de aprendizagem de máquina.

**Aplicação da aprendizagem de máquina na avaliação do café - Árvore de decisão**

Para interpretar a árvore de decisão deve-se observar o caminho da raiz até as folhas. Cada nó na árvore representa uma decisão baseada em uma variável preditora, que irá dividir os dados em ramos que irão representar os resultados baseados nessa decisão (11). O nó raiz é o nó superior da árvore, onde começa a primeira divisão dos dados. Os nós internos são nós intermediários que representam decisões baseadas em uma variável, possuindo ramos que levam a outros nós (internos ou folhas). As Folhas são os nós finais que não se dividem mais, representando a saída ou a previsão do modelo. Nesse caso, o

sistema aprende com os dados, entende suas relações, realiza os cálculos a fim de entender quais são os nós mais importantes e ajusta as condições, as quais irão determinar os caminhos que a árvore irá percorrer.

No estudo de caso aqui apresentado, a árvore de decisão possibilitou a visualização de forma mais intuitiva de como o perfil dos consumidores influenciou na nota de aceitação do café. A Figura 4 apresenta a árvore de decisão para a aceitação do café tradicional em relação às variáveis preditoras testadas (idade, grau de instrução, gênero e o quanto os consumidores declararam gostar de café).

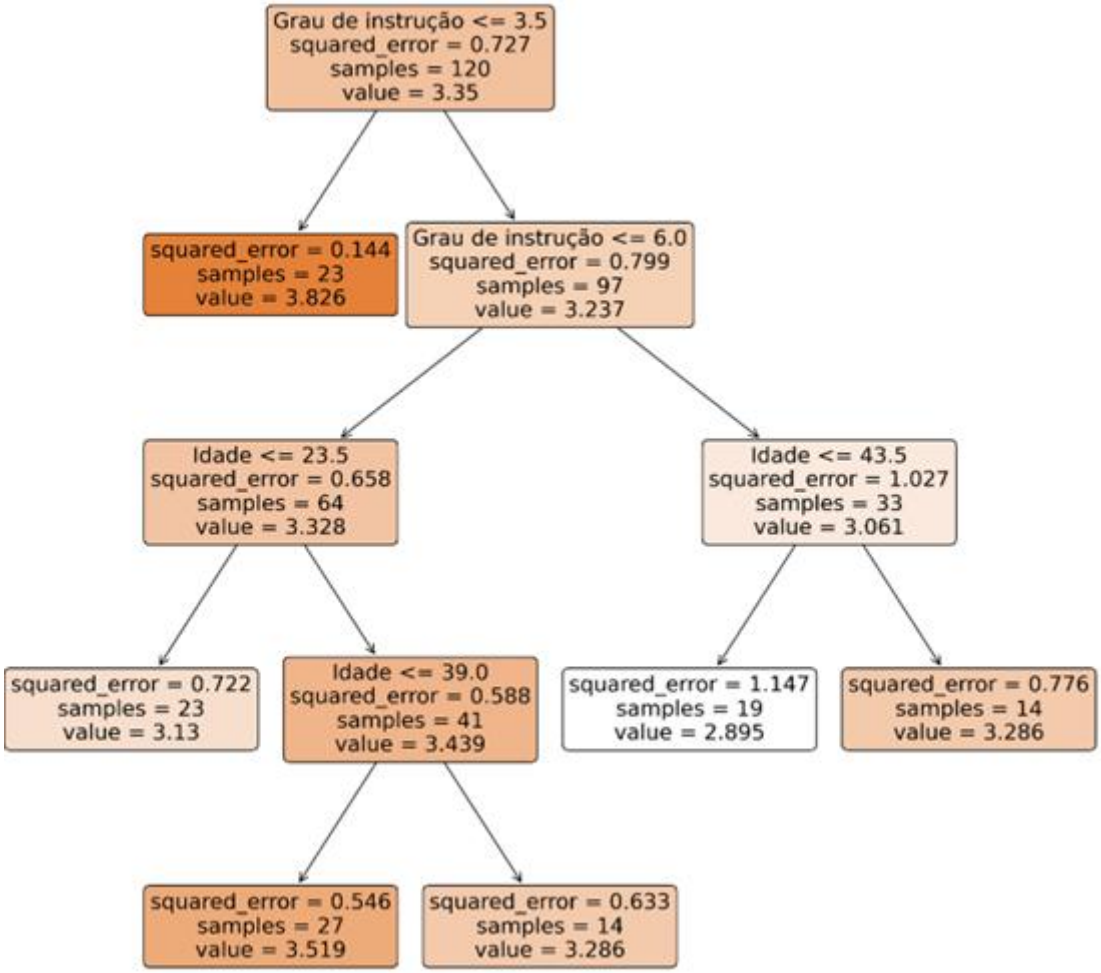



Figura 4 - Árvore de decisão para aceitação do café tradicional em relação ao perfil dos consumidores

Squared_erro: erro quadrático (critério de divisão para criar a árvore de decisão). Sample: quantidade de consumidores. Value: Nota de aceitação dos consumidores.

O primeiro destaque da Figura 4 é que o grau de instrução aparece no topo da árvore, representando o nó raiz. Isto significa que esta foi a variável que mais contribuiu para a redução da entropia dos dados de aceitação. A entropia é uma medida de incerteza ou impureza em um conjunto de dados. No contexto de árvores de decisão, a entropia quantifica a desordem ou a imprevisibilidade das classificações. Portanto, ao selecionar a variável que mais reduz a entropia, a árvore de decisão escolhe a variável que melhor

organiza os dados, criando divisões mais puras e melhorando a capacidade preditiva do modelo (12).

Após o nó raiz, a árvore de decisão faz uma divisão dos consumidores (Figura 4). No lado esquerdo, encontramos um nó final (folha) onde a condição atendida é grau de instrução menor ou igual a 3,5, contendo 23 consumidores. Esses consumidores, cujas notas de aceitação são influenciadas pelo grau de instrução inferior a 3,5 (ensino médio completo) têm uma nota hedônica média de 3,8.

Para uma melhor compreensão da segmentação dos consumidores pela árvore, é importante observar os nós finais (folhas), pois estes refletem todas as condições de decisão percorridas desde a raiz. A idade, por exemplo, demonstra ser uma variável importante para a nota de aceitação em cinco grupos de consumidores, identificáveis nos nós finais (folhas) da árvore de decisão (Figura 4).

Por exemplo, no último nó final (folha) do lado direito da árvore, observa- se um segmento de 27 consumidores que deram uma nota hedônica média de 3,5 para o café tradicional. Ao percorrer a árvore, notamos que estes consumidores têm um grau de instrução entre 3,5 e 6,0 (superior incompleto a pós-graduação incompleto), e têm idades entre 23,5 e 39 anos. Para o restante da árvore, o processo é semelhante: observar os nós finais (folhas) e analisar a trajetória que estes seguiram conforme as condições de decisão (Figura 4). Quando o galho vai em direção à direita da árvore quer dizer que atendeu a condição, ou seja, aquele grupo de consumidores tem características menor ou igual ao valor determinado para aquela variável. Enquanto o lado esquerdo da árvore implica em que a condição não foi atendida, ou seja, aquele grupo de consumidores possui características maiores do que o valor determinado para aquela variável. O algoritmo de árvore de decisão escolhe o valor específico de uma variável dividindo os dados de modo a minimizar o erro na previsão das avaliações sensoriais dos cafés. Isto ajuda a entender como diferentes características dos consumidores estão associadas às suas avaliações sensoriais dos cafés.

Na Figura 4 observa-se o erro quadrático médio que é uma medida de desempenho do modelo para a predição de novos dados. Quanto menor este valor, melhor o desempenho do modelo em termos de predição (13). Como pode ser observado, os retângulos com menor erro quadrático estão representados por cores mais fortes na árvore, o que significa que naquele nó para aquele grupo de consumidores o modelo está conseguindo prever melhor a nota de aceitação.

Porém, neste estudo de caso, a árvore de decisão está sendo utilizada apenas para a visualização da influência das características de perfil dos consumidores na nota de aceitação do café. Caso o intuito fosse fazer predições, seria interessante que houvesse mais dados para o treinamento do modelo (14). Fazer predições refere-se à capacidade do modelo de estimar a nota de aceitação de novos consumidores com base em seus perfis. Por exemplo, supondo que um analista tenha acesso ao perfil (idade, grau de instrução etc.) de um consumidor, o modelo poderia prever a sua nota de aceitação para o café mesmo sem a sua participação na análise sensorial daquela amostra. No entanto, para que essas predições sejam precisas, o modelo precisaria ter sido treinado com uma quantidade suficiente de dados representativos.

A Figura 5 resume a importância das variáveis testadas. No caso do café tradicional apenas o grau de instrução e a idade influenciaram na nota hedônica, conforme já demonstrado na Figura 3. O grau de instrução dos consumidores foi a variável de maior importância para a divisão dos dados, representando 71,86% da importância total. Isso indica que o nível educacional dos participantes tem um papel preponderante na determinação de suas preferências em relação ao café tradicional.

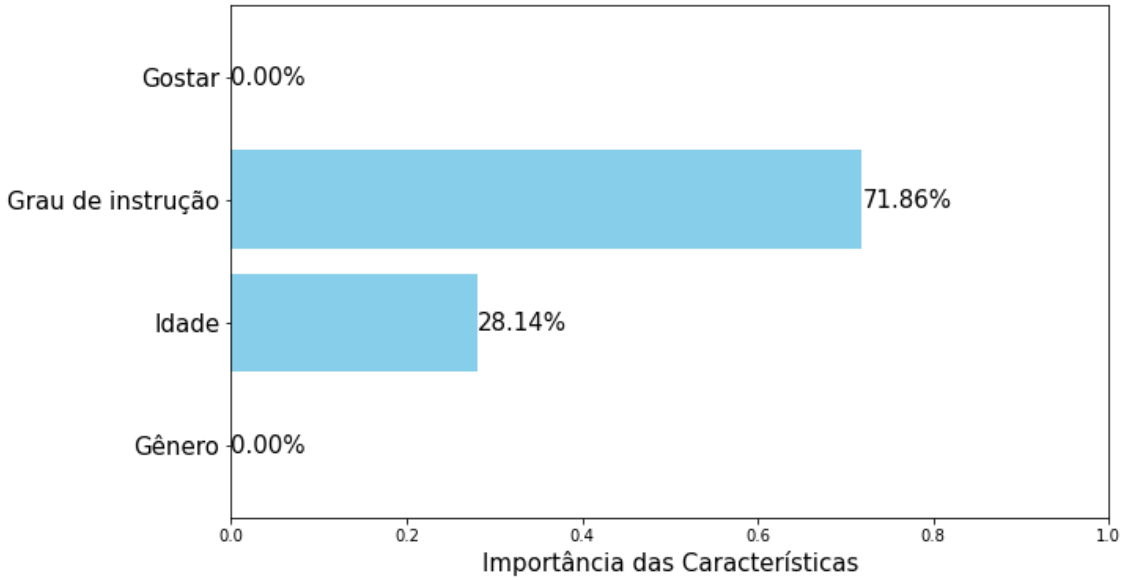



Figura 5 - Histograma da importância das variáveis independentes (perfil sociodemográfico e de consumo) para aceitação do café tradicional

As Figuras 6 e 7 representam como as variáveis influenciaram a nota hedônica do café especial. Neste caso, todas as variáveis estudadas impactaram a nota atribuída ao café, com maior importância para a variável idade, com 74,71% da importância total, seguida de quanto os consumidores declararam gostar de café, grau de instrução e gênero (Figura 7).

Podemos observar vários nós finais (folhas) na árvore de decisão (Figura 6), podendo tirar conclusões sobre diferentes grupos de consumidores. Diante disso, torna-se interessante observar o grupo de consumidores com menor nota e compreender o seu perfil. No centro da árvore (retângulo branco) é possível observar um grupo de 10 consumidores que deram nota média de 2,4. Ao percorrer a árvore é possível concluir que esses são influenciados apenas pela idade, variando entre 32,5 e 36,5 anos. A Figura 5 também apresenta um retângulo laranja mais escuro com um grupo de 9 consumidores que apresentaram a maior média hedônica (4,4). Ao percorrer a árvore é possível observar que esses são consumidores que gostam extremamente de café, com idade entre 21,5 e 27,5 anos.

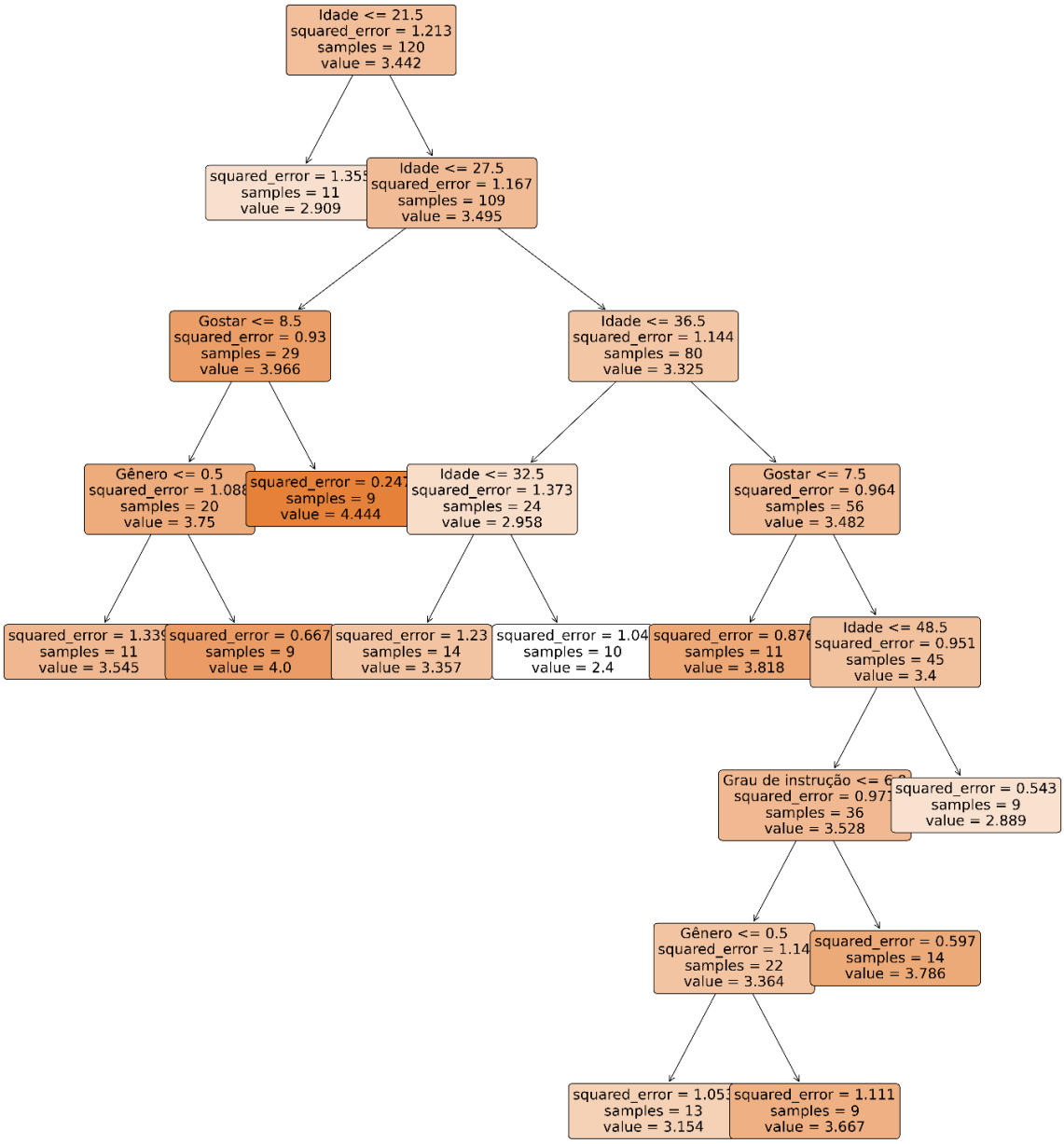



Figura 6 - Árvore de decisão para amostra de café especial em relação ao perfil dos consumidores.

Squared_erro: erro quadrático (critério de divisão para criar a árvore de decisão). Sample: quantidade de consumidores. Value: Nota de aceitação dos consumidores.

A árvore de decisão para o café especial (Figura 6) apresentou um número maior de divisões na árvore do que a do café tradicional (Figura 4), o que pode dificultar a visualização gráfica, porém permite o melhor entendimento de como as variáveis estão interagindo e influenciando na decisão. Quanto mais a variável aparece na árvore de decisão, mais importante ela é para a previsão (16).

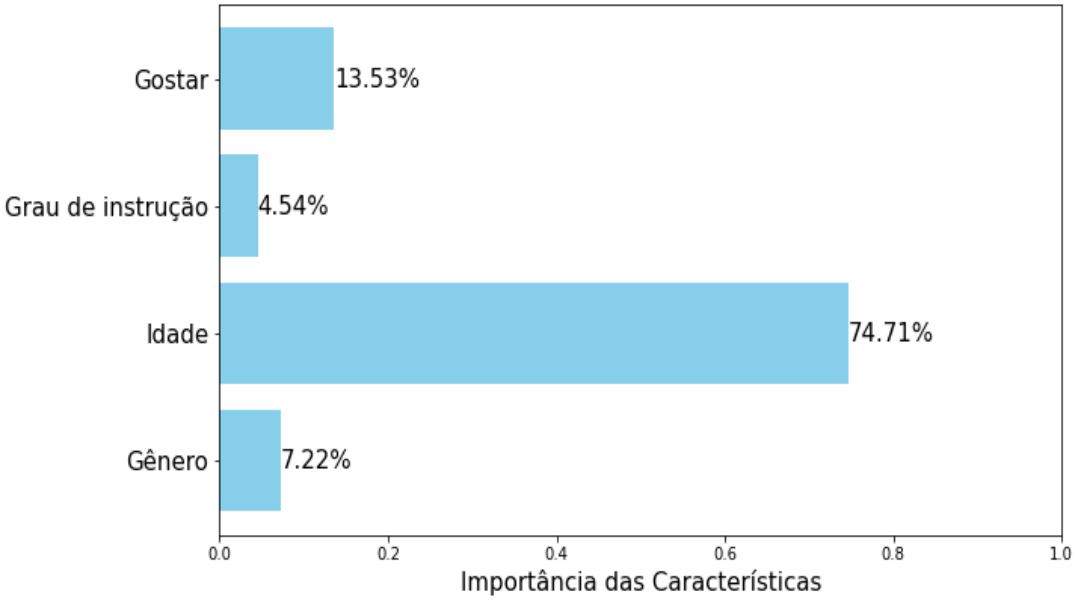



Figura 7 - Histograma da importância das variáveis independentes (perfil sociodemográfico e de consumo).

Esses resultados demonstram a importância de analisar detalhadamente os perfis dos consumidores em estudos de aceitação de produtos. A segmentação dos consumidores, mostrada pela árvore de decisão, oferece informações valiosas para melhor atender às preferências dos diferentes grupos, aumentando a satisfação do consumidor e o sucesso do produto no mercado.

**Considerações em relação ao uso da técnica de árvore de decisão**

A partir da técnica de árvore de decisão foi possível observar as variáveis que tiveram maior importância para as diferenças na nota de aceitação dos cafés. Além disso, foi possível observar os grupos de consumidores formados com notas semelhantes e quais eram os perfis desses consumidores. O uso do algoritmo de aprendizagem de máquina possibilitou a segmentação dos consumidores de forma mais visual e interpretativa, permitindo uma identificação mais precisa sobre os fatores de maior influência sobre a aceitação.

Observar as características sociodemográficas dos participantes da pesquisa permite que a indústria tome decisões mais assertivas de melhorias das características sensoriais ou de marketing para o produto, pois direciona a comunicação para seu público-alvo. Neste estudo de caso, foi possível observar que o café tradicional teve a maior aceitação por grupos com menor escolaridade, e que os mais jovens, especialmente os menores de 21 anos, e os com idade entre 32,5 e 36,5 tenderam a rejeitar o café especial.

Apesar dos dados deste estudo serem pouco representativos e ambas as amostras terem nota hedônica média próxima (3,5), a utilização da técnica de árvore de decisão possibilitou entender a relação do perfil dos consumidores com a nota de aceitação. Sendo assim, explorar esta alternativa para avaliação de dados com maior número de consumidores é uma oportunidade de gerar mais *insights* para a indústria de alimentos, em relação ao desenvolvimento e melhoria de produtos e direcionamento de marketing.

## CONCLUSÕES

O modelo de aprendizagem de máquina denominado de árvore de decisão possibilita a observação das variáveis de maior importância para a decisão na nota de aceitação dos produtos. Neste trabalho foi possível observar o perfil dos consumidores e como ele influenciou a avaliação dos cafés. Além de observar a árvore de decisão, é fundamental relacioná-la com a importância das variáveis, além da estatística descritiva. Neste estudo há uma limitação em relação ao número de consumidores, pois se sabe que o ideal é que haja maior representatividade dos consumidores para a utilização mais eficiente da técnica. No entanto, o intuito deste trabalho foi demonstrar a possibilidade de avaliação dos dados sensoriais por meio de aprendizagem de máquina, uma técnica promissora que tem grande potencial para auxiliar na segmentação de mercado, desenvolvimento e melhorias do produto.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001; do Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG.

## REFERÊNCIAS

1. Saldaña E, Martins MM, Behrens JH, Valentin D, Selani MM, Contreras-Castillo CJ. Looking at non-sensory factors underlying consumers' perception of smoked bacon. Meat Science. 2020;163:108072.

2. Minim VPR. Análise sensorial: estudos com consumidores. 4ª ed. Viçosa, MG: Ed. UFV; 2018.

3. Bishop CM. Model-based machine learning. Philosophical transactions Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences. 2013;371.

4. Jena M, Dehuri S. DecisionTree for Classification and Regression: A State-of-the Art Review. Informatica (Slovenia). 2020;44.

5. Syed AN. An overview of supervised machine learning. International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science. 2024;06(03).

6. Costa AASX. “EMOCOFFEE”: um novo instrumento para avaliação da resposta emocional e afetiva do consumidor ao café. [Doutorado]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2024.

7. Trivedi UB, Bhatt MB, Srivastava P. Prevent Overfitting Problem in Machine Learning: A Case Focus on Linear Regression and Logistics Regression. Innovations in Information and Communication Technologies (IICT-2020); 2021.

8. Vukasović T. Understanding the Consumers' Personal Characteristics as the Starting Point for Targeted Marketing. Management Science. 2020;15:29-41.

9. Tugba A. Food Product Development: From the Consumers Aspect. E3S Web of Conferences. 2021.

10. Nair D, Shahabuddin Shaikh T. Attitude and Perception towards Coffee Consumption Effects: Insights from College Students in Mumbai. Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal). 2023.

11. Lei Z, Yin D, Mitra S, Zhang H. Swayed by the reviews: Disentangling the effects of average ratings and individual reviews in online word-of-mouth. Production and Operations Management. 2022;31:2393-2411.

12. Gupta B, Rawat A, Jain A, Arora A, Dhami N. Analysis of Various Decision Tree Algorithms for Classification in Data Mining. International Journal of Computer Applications. 2017;163:15-9.

13. Zighed DA, Ritschard G, Marcellin S. Asymmetric and Sample Size Sensitive Entropy Measures for Supervised Learning. Advances in Intelligent Information Systems. 2010.

14. Singh A, Singh P, Singh DK. Application of decision tree for data mining in sales prediction: A case study. International Journal of Computer Applications. 2018;183:1-5.

15. Abu Zohair LM. Prediction of Student's performance by modelling small dataset size. International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2019;16.

16. Saputri AE. Analysis of Decision Tree Algorithm to Predict Heart Disease. Journal of Physics: Conference Series. 2023.

17. Kazemitabar SJ, Amini AA, Bloniarz A, Talwalkar A, editors. Variable Importance Using Decision Trees. Neural Information Processing Systems; 2017.

**Capítulo 57**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-57**

# AVALIAÇÃO DAS EMOÇÕES GERADAS PELO CONSUMO DE ALIMENTOS EM CRIANÇAS, UTILIZANDO EMOJIS, PALAVRAS E UMA ABORDAGEM QUALITATIVA

**Háquila Andrea Martins da Silva*; Liana Cleide Flor de Lima Velho ; Paulo Henrique Machado de Sousa; Conceição de Maria Coelho de Carvalho; Sandra dos Santos Silva ; Sansão Lopes de Moraes Neto; Tereza Carlas da Nóbrega Araújo Garcez**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: haquilamartins@ufc.edu.br*

**Resumo:** Entender a importância das experiências alimentares e as emoções relacionadas aos alimentos pode auxiliar na previsão do comportamento alimentar de crianças. Para isso, diferentes métodos têm sido utilizados, tais como o uso de palavras e emojis. O presente estudo visa avaliar as respostas emocionais das crianças associadas ao consumo de alimentos a partir de palavras e de emojis e da análise do discurso. Para isso, optou-se por utilizar o método de grupo focal, além do uso de palavras e emojis. Realizou-se três grupos focais com crianças de duas escolas de Fortaleza - CE. A análise do discurso foi realizada pelo software Iramuteq, por meio da nuvem de palavras. As palavras mais relevantes no discurso dos participantes foram “não”, “gosto”, “mingau”, “bom” e “omelete”. As crianças escolheram uma média de 3,8 (DP = 1,19) palavras e de 4,0 (DP = 0,99) emojis por produto. Iogurte de morango, omelete e biscoito recheado foram mais associados a emoções positivas pelos três métodos, enquanto o mingau de aveia teve predominância de emoções negativas. Os resultados demonstram que crianças conseguem discriminar as emoções relacionadas aos alimentos por meio de palavras e de emojis.

**Palavras–chave:** análise sensorial; consumidores; crianças; emoções

## INTRODUÇÃO

A compreensão acerca do comportamento do consumidor em relação à escolha dos alimentos é um processo complexo, pois envolve tanto aspectos intrínsecos ao produto, como extrínsecos, tais como o contexto alimentar, os fatores psicológicos e os socioculturais (1,2). No caso das crianças, isso é ainda mais relevante, pois os hábitos alimentares das crianças tendem a perdurar até a vida adulta (3,4,5). Além disso, sabe-se que, ao longo dos anos, tem ocorrido uma modificação na dinâmica do processo de decisão de compra de alimentos, em que os pais não só envolvem seus filhos na escolha, como também fornecem dinheiro para a aquisição (6).

Assim, dada a complexidade do comportamento alimentar de crianças, sabe-se que as experiências alimentares e as emoções relacionadas ao consumo podem ser não só um fator impulsionador na escolha de compra, como também na lealdade e fidelização de produtos (1,7,8,9). Por essa razão, diversos estudos nos campos da análise sensorial e da ciência do consumidor têm buscado identificar as emoções evocadas pelos alimentos em crianças (10-12).

Diferentes métodos têm sido utilizados para medir as emoções evocadas pelos alimentos, tais como a técnica de análise das expressões faciais por meio de softwares específicos e a técnica de questionário, também conhecida como auto-relato, sendo essa última a mais utilizada em razão do baixo custo e do fácil entendimento (7). Os questionários podem lançar mão da escala Likert e da metodologia Check-all-that-apply (CATA) para escolha das emoções pelos participantes. No entanto, as técnicas verbais de autorrelato apresentam limitações relacionadas à variação do léxico cultural entre culturas e línguas diferentes e a necessidade de capacidade leitora (13). Portanto, no caso de crianças, os métodos verbais são aplicáveis ao grupo de crianças mais velhas.

Logo, em face a essa limitação, pesquisadores têm buscado e obtido êxito na avaliação de emoções não verbais em crianças por meio da utilização de emojis. Os emojis são figuras pictóricas coloridas amplamente difundidas na comunicação digital entre usuários de *smartphones* e mídias sociais (14). Os estudos demonstram que essa é uma técnica simples, compreensível e mais envolvente para as crianças (10). Outra vantagem no uso de ferramentas gráficas, como os emojis, é que são intuitivos, podendo melhor representar o estado afetivo, além de possibilitar medir emoções mistas, que são mais complexas e difíceis de avaliar por métodos verbais (15).

Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar as respostas emocionais das crianças associadas ao consumo de alimentos a partir de palavras e de emojis, além de examinar se há consonância entre estas e as emoções verbalmente expressas a partir da análise do discurso.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Grupo Focal

Para avaliar as emoções relacionadas aos alimentos pelas crianças e suas relações com as características sensoriais, optou-se por utilizar o método de grupo focal, além do uso de palavras e emojis. O uso de palavras e emojis tem sido utilizado em pesquisas com crianças para avaliar as emoções evocadas pelo consumo de alimentos diversos, mostrando-se uma estratégia adequada a esse objetivo, além de fornecer insights acerca do comportamento de consumo desse grupo etário (8,10,11,16). Por sua vez, o grupo focal é uma metodologia que permite a discussão aberta das ideias e possibilita aprofundar o significado dos termos e emojis para as crianças (10,17).

Assim, como o foco do trabalho eram as emoções das crianças ao consumir alimentos a partir da análise do discurso e de palavras e emojis e não uma avaliação sensorial do alimento em si, optou-se por utilizar quatro produtos alimentícios possivelmente familiares às crianças. Também buscou-se incluir dentre os critérios de seleção, alimentos com diferentes níveis de aceitação nesse grupo. Dessa forma, foram selecionados para a intervenção alimentar o biscoito recheado de chocolate, o iogurte de morango, o mingau de aveia e a omelete de cebolinha.

Os alimentos prontos para o consumo e os ingredientes para o mingau de aveia e para a omelete foram adquiridos em um supermercado local. Em relação ao modo de preparo, o mingau de aveia foi preparado conforme instruções do fabricante e a omelete

de cebolinha, conforme receita disponível em https://www.embrapa.br/hortalica-nao-e-so-salada/eceitas/omelete-de-cebolinha (18).

Participaram dos grupos focais crianças regularmente matriculadas em duas escolas da cidade de Fortaleza - CE e foram realizadas três sessões, das quais uma ocorreu na escola pública e duas, na escola privada. A quantidade de grupos focais foi determinada pela quantidade de crianças interessadas e cujos pais autorizaram a participação. Assim, participaram 20 crianças de 7 a 10 anos de idade, das quais seis eram da escola pública e 14, da escola privada. Foram excluídas crianças com alergia alimentar a algum dos alimentos trabalhados no grupo focal. O projeto desta pesquisa foi encaminhado ao Comitê de Ética e Pesquisa em Humanos da Universidade Federal do Ceará e recebeu autorização sob o parecer Nº 4.729.905. Os pais ou responsáveis legais das crianças autorizaram a participação delas mediante preenchimento de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Cada grupo focal foi conduzido em três etapas, com duração total de aproximadamente 60 minutos. Na primeira etapa, realizou-se a apresentação inicial do moderador e forneceu-se as orientações básicas acerca do método. A segunda etapa consistiu de uma atividade de aquecimento do grupo, em que as crianças informaram o que comeram no lanche da escola e, em seguida, falaram sobre o alimento que mais gostava e o que menos gostava, descrevendo com características e emoções.

Na terceira etapa, realizou-se a intervenção alimentar propriamente dita, em que as crianças foram convidadas a falar sobre a identificação e familiaridade dos quatro alimentos selecionados e discutirem acerca das emoções antes e depois de prová-los. Em seguida, foram incentivadas a marcar em formulário elaborado as palavras e emojis que representavam como elas se sentiram após o consumo. No formulário, foram fornecidas palavras e emojis de emoções relacionados à comida, selecionados pelos pesquisadores com base em estudos semelhantes e traduzidas para o português (10,19). Ao final, as crianças também foram estimuladas a sugerirem outras palavras e emojis diferentes dos fornecidos no formulário. Para a sugestão de emojis, havia um campo com espaço próprio para a representação.

Para auxiliar na análise dos conteúdos das falas das crianças nos grupos focais, realizou-se a transcrição e posterior análise pelo software Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires (Iramuteq), versão 0.7 Alfa 2, por meio da técnica Nuvem de Palavras. A Nuvem de Palavras organiza os termos graficamente em razão de sua frequência, de modo que quanto maior for a palavra, maior a sua frequência e importância (20).

**Lista de palavras e emojis do grupo focal**

A lista de palavras fornecidas às crianças era composta por 54 palavras, levantadas a partir da literatura e traduzidas para o português (10,19). A lista de emojis trouxe 45 imagens diferentes, obtidas de Emoji One, versão JoyPixels 7.0 Premium (21). Esse é um conjunto de emojis disponível sob uma licença Creative Commons, que adere ao mesmo padrão Unicode que as imagens da Apple. Para formar a lista, apenas imagens de rosto foram mantidas. Além disso, eliminaram-se os emojis considerados irrelevantes ou que não se aplicavam a avaliação das emoções evocadas pelos alimentos, como por exemplo emojis com óculos escuros, ou com frio ou sono.

O conjunto das palavras e emojis utilizados no grupo focal encontra-se na Tabela 1 e 2, respectivamente. Classificaram-se as palavras e os emojis em positivos, neutros e negativos, a fim de avaliar o tipo de emoção relacionada aos alimentos. As palavras foram classificadas como neutras quando possuíam esse sentido, como por exemplo o termo "estável" ou quando pudessem ser usadas tanto para expressar emoções positivas quanto negativas, como a palavra "infantil".

Tabela 1. Lista de palavras de emoções para o grupo focal conforme o tipo de emoção evocada. Fortaleza - CE. 2024

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Positivo** | Aconchegante | Calmo | Excitado | Pacífico |
| | Alegre | Caloroso | Feliz | Poderoso |
| | Amistoso | Compreensivo | Grato | Prazeroso |
| | Amoroso | Confortável | Pleno | Satisfeito |
| | Ativo | Desejoso | Interessado | Seguro |
| | Audaz | Divertido | Legal | Suave |
| | Aventureiro | Energético | Livre | Surpreso |
| | Bem | Esperançoso | Orgulhoso | Tranquilo |
| **Neutro** | Aliviado | Estável | Selvagem | Quieto |
| | Ansioso | Infantil | | |
| **Negativo** | Assustado | Desagradável | Feio | Nervoso |
| | Chateado | Enojado | Insatisfeito | Preocupado |
| | Culpado | Entediado | Mau | Raiva |
| | Decepcionado | Espantado | Medo | Triste |

Tabela 2. Lista de emojis para o grupo focal conforme o tipo de emoção evocada. Fortaleza - CE. 2024

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Positivo** | 😃😍😜 | 😆🥰🤪 | 😂😘😉 | 🤣😌😚 | 😊😋🤩 | 🙂😆😌 |
| **Neutro** | 🙃🙄 | 🤨 | 😏 | 😳 | 🤔 | 😐 |
| **Negativo** | 😔😢😱🤢 | 😟😭😥😫 | ☹️😤😓 | 😣😕😵 | 😖😡🤯 | 😩🤯😓 |

Fonte: http://emojione.com

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização dos participantes e de suas preferências de consumo

A idade média das crianças era de 8,8 anos (DP = 0,894) e 60% eram do sexo feminino. Quando questionados acerca dos alimentos favoritos, foram citados uma diversidade deles, tais como: sushi, pizza, açaí, sorvete, hambúrguer, macarrão, churros, maçã e pêra. A palavra feliz foi a mais utilizada para expressar a emoção relacionada ao consumo desses alimentos. Observou-se uma predominância de alimentos ultraprocessados dentre os citados como preferidos pelas crianças. Já dentre os alimentos rejeitados, foram referidos peixe, feijão, sushi, batata doce, beterraba, brócolis, abacate, jujuba, dentre outros. As palavras nojo e suas variações, ânsia de vômito, horrível e ruim foram utilizadas para descrever as emoções relacionadas aos alimentos rejeitados.

Esses achados se coadunam com a alta aceitação de alimentos processados e ultraprocessados e maior rejeição à FLV observados em diversos estudos de consumo

alimentar envolvendo crianças (22,23,24). A maior aceitação de produtos ultraprocessados pelas crianças tem relação com os ingredientes e as estratégias de comercialização utilizados, a fim de tornar esses alimentos atrativos e hiperpalatáveis (25). Esse fato já é percebido pelas crianças, como pode se observar no trecho de fala de um participante ao descrever os seus alimentos preferidos.

> Um hamburgão, com catchup, bota umas batatas com um sundae ou um McColosso®. Pronto. É porque, provavelmente é industrializado, que deixa o ser humano gostando disso. Faz um hambúrguer muito bom. E as batatas tudo em conjunto faz ser bom. (Participante 10)

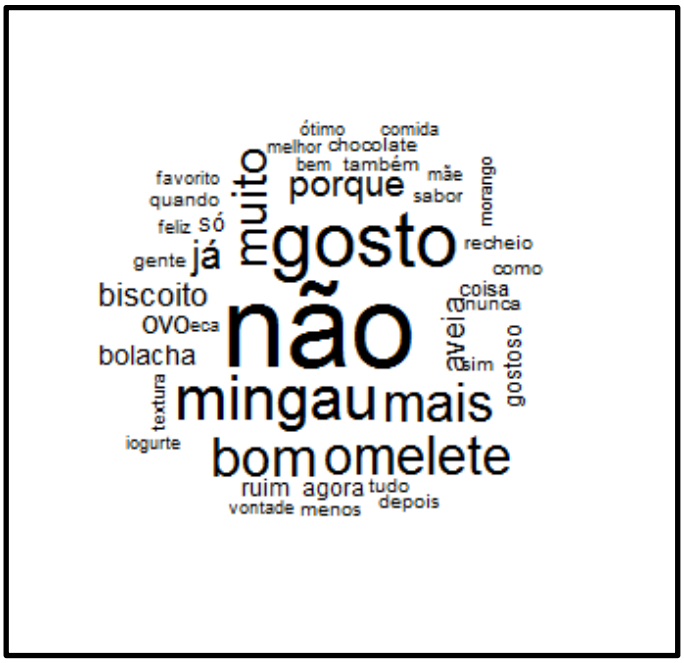
As crianças apresentam como razões para suas preferências e rejeições, principalmente os aspectos relativos ao sabor do produto, mas também apontam características relacionadas à textura e à aparência. Entretanto, em relação aos aspectos de textura e aparência, observou-se certa dificuldade das crianças em expressar com palavras os termos relativos a esses atributos, como pode ser observado nesse trecho: “Brócolis eu não gosto porque não entrou. Não consegui. Não desceu na minha garganta. Tem um gosto ruim. A consistência meio estranha. Eu como tudo, mas brócolis não desce” (Participante 16).

Resultado semelhante foi encontrado em estudo com crianças entre 8 a 11 anos que buscou compreender por meio de grupo focal as emoções relacionadas ao consumo de alimentos. Os autores observaram que as crianças foram capazes de descrever e explicar suas preferências alimentares por meio das características dos produtos, tais como sabor, textura, aroma, aparência, temperatura e temperos (10).

**Intervenção alimentar e emoções relacionadas**

As crianças demonstraram maior familiaridade com o biscoito recheado e o iogurte de morango e menor, com o mingau de aveia e a omelete de cebolinha. As falas dos participantes foram transcritas e analisadas pelo software Iramuteq, que contabilizou 1125 palavras, formas ou vocábulos, com 104 palavras aparecendo uma única vez. A nuvem de palavras mostrou graficamente as mais relevantes no discurso dos participantes (Fig. 1), que foram “não”, “gosto”, “mingau”, “bom” e “omelete”, aparecendo 50, 31, 24, 20 e 19 vezes, respectivamente. Assim, observou-se que os alimentos que mais engajaram a participação das crianças nas discussões foram o mingau e a omelete, sendo aquele com predominância de emoções negativas e de rejeição e este, suscitando tanto emoções positivas, como o desejo por mais, quanto negativas. É provável que a pouca relevância da bolacha recheada e do iogurte de morango nos discursos dos participantes esteja associada à alta familiaridade e aceitação desses alimentos pelas crianças.

Figura 2 - Nuvem de palavras das experiências alimentares.




Fonte: Software Iramuteq. Dados da pesquisa (2022).

Quanto à avaliação das emoções, as crianças escolheram uma média de 3,8 (DP = 1,19) palavras para cada produto. A tabela 3 apresenta as frequências das palavras por alimento. Os termos mais utilizados para o biscoito recheado foram “alegre” (11,4%), “bem” (8,6%) e “feliz” (8,6%). Semelhantemente, essas palavras foram as mais utilizadas para a omelete de cebolinha, com as seguintes proporções: “alegre” (12,0%), “bem” (9,0%) e “feliz” (7,0%). Para o iogurte de morango, “alegre” (12,4%), “feliz” (9,3%) e “legal” (9,3%) foram as emoções mais escolhidas pelas crianças. Já o mingau de aveia teve como termos mais utilizados “desagradável” (8,9%), “triste” (8,9%) e “mal” (8,9%). Da lista, oito palavras não foram selecionadas por nenhum dos participantes, que foram: “amistoso”, “assustado”, “aventureiro”, “decepcionado”, "entediado", “excitado”, “preocupado” e “selvagem”. Isso pode estar relacionado ao repertório léxico mais limitado das crianças ou ainda por não considerarem aplicáveis ao contexto alimentar (10).

Tabela 3. Frequência de palavras quanto à classificação da emoção e alimento. Fortaleza - CE. 2022.

| Palavras | Alimentos | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Biscoito | Omelete | Iogurte de Morango | Mingau |
| Aconchegante | - | 3 (3,0%) | 1 (1,0%) | - |
| Alegre | 8 (11,4%) | 11 (12,0%) | 12 (12,4%) | 2 (4,4%) |
| Aliviado | 3 (4,3%) | 2 (2,0%) | 4 (4,1%) | 1 (2,2%) |
| Amoroso | 4 (5,7%) | 3 (3,0%) | 5 (5,2%) | 2 (4,4%) |
| Ansioso | 2 (2,9%) | 3 (3,0%) | 2 (2,1%) | 1 (2,2%) |
| Ativo | 1 (1,4%) | 4 (4,0%) | 2 (2,1%) | 1 (2,2%) |
| Audaz | - | - | - | 1 (2,2%) |
| Bem | 6 (8,6%) | 8 (9,0%) | 7 (7,2%) | 1 (2,2%) |
| Calmo | 4 (5,7%) | 3 (3,0%) | 2 (2,1%) | 1 (2,2%) |
| Caloroso | - | 1 (1,0%) | 1 (1,0%) | 1 (2,2%) |
| Chateado | - | 1 (1,0%) | - | 2 (4,4%) |
| Compreensivo | - | 2 (2,0%) | - | - |
| Confortável | 1 (1,4%) | 1 (1,0%) | 2 (2,1%) | 1 (2,2%) |
| Culpado | - | - | - | 1 (2,2%) |
| Desejoso | 3 (4,3%) | 2 (2,0%) | 2 (2,1%) | - |
| Desagradável | - | 3 (3,0%) | 1 (1,0%) | 4 (8,9%) |
| Divertido | 4 (5,7%) | 5 (5,0%) | 4 (4,1%) | - |
| Energético | 1 (1,4%) | 2 (2,0%) | 2 (2,1%) | - |
| Enojado | - | 2 (2,0%) | - | 3 (6,7%) |
| Estável | - | 3 (3,0%) | 1 (1,0%) | 1 (2,2%) |
| Espantado | - | - | 1 (1,0%) | - |
| Esperançoso | 1 (1,4%) | - | - | - |
| Feio | 1 (1,4%) | 1 (1,0%) | - | - |
| Feliz | 6 (8,6%) | 6 (7,0%) | 9 (9,3%) | 1 (2,2%) |
| Grato | 1 (1,4%) | 1 (1,0%) | 2 (2,1%) | - |
| Infantil | 1 (1,4%) | 1 (1,0%) | - | - |
| Pleno | 2 (2,9%) | 2 (2,0%) | 3 (3,1%) | - |
| Interessado | 1 (1,4%) | - | 2 (2,1%) | - |
| Insatisfeito | - | - | - | 1 (2,2%) |
| Legal | 5 (7,1%) | 4 (4,0%) | 9 (9,3%) | 1 (2,2%) |
| Livre | 1 (1,4%) | 2 (2,0%) | 3 (3,1%) | - |
| Mal | - | 1 (1,0%) | - | 4 (8,9%) |
| Medo | - | - | - | 2 (4,4%) |
| Nervoso | - | - | - | 2 (4,4%) |
| Orgulhoso | 3 (4,3%) | 1 (1,0%) | 2 (2,1%) | 1 (2,2%) |
| Pacífico | 2 (2,9%) | 1 (1,0%) | 2 (2,1%) | 1 (2,2%) |
| Poderoso | - | 3 (3,0%) | 4 (4,1%) | 3 (6,7%) |
| Prazeroso | 2 (2,9%) | 2 (2,0%) | 2 (2,1%) | - |
| Quieto | - | - | - | 1 (2,2%) |
| Raiva | - | 1 (1,0%) | - | - |
| Satisfeito | 1 (1,4%) | 1 (1,0%) | 4 (4,1%) | - |
| Seguro | - | 1 (1,0%) | - | - |
| Suave | 3 (4,3%) | 1 (1,0%) | 4 (4,1%) | 1 (2,2%) |
| Surpreso | 2 (2,9%) | 1 (1,0%) | - | - |
| Tranquilo | 1 (1,4%) | 1 (1,0%) | 2 (2,1%) | - |
| Triste | - | 2 (2,0%) | - | 4 (8,9%) |
| **Total** | **70 (100,0%)** | **92 (100,0%)** | **97 (100,0%)** | **45 (100,0%)** |

Em relação aos emojis, as crianças escolheram, em média, 4,0 (DP = 0,99) por produto. Essa quantidade de emojis é superior ao encontrado nos estudos de Jaeger et al. (26), Vidal et al. (27) e Santos *et al.* (28), que observaram uso médio de 1 a pouco mais de 2 emojis para expressar seus sentimentos em relação à comida e inferior ao de Sick et al. (12), com uma média de 4,4 em crianças mais velhas e 6,9 nos participantes mais jovens. A tabela 4 apresenta a frequência de uso dos emojis para cada alimento experimentado. Para o biscoito recheado, os mais frequentes foram 😋 (10,6%), 🙂

(10,6%) e 😃 (9,1%). Os emojis mais utilizados para a omelete de cebolinha foram 😍 (8,3%), 🥰 (8,3%), 😊(7,3%), 🙂 (7,3%), 😃 (7,3%) e 🤩 (7,3%). Para o iogurte de morango, os emojis mais escolhidos pelas crianças foram 😍 (13,1%), 😊 (10,1%) e 🥰 (9,1%). Para o mingau de aveia, os emojis que foram mais frequentemente selecionados foram 🤢 (11,5%), 🤮 (11,5%), 😆 (4,9%), 🥰 (4,9%), 🤩 (4,9%) e 😭 (4,9%). Dos 45 emojis, quatro não foram escolhidos por nenhum dos participantes, que foram: 😖, 😩, 🥺 e 😤. Isso pode ser resultado da existência de emojis similares ou redundantes.

Tabela 4. Frequência de emojis quanto à classificação da emoção e alimento. Fortaleza - CE. 2022.

| Emojis | Alimentos | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Biscoito** | **Omelete** | **Iogurte de Morango** | **Mingau de Aveia** |
| 😃 | 6 (9,1%) | 7 (7,3%) | 7 (7,1%) | 2 (3,3%) |
| 😆 | 4 (6,1%) | 2 (2,1%) | 5 (5,1%) | 3 (4,9%) |
| 😂 | 1 (1,5%) | - | - | 1 (1,6%) |
| 🤣 | 1 (1,5%) | 1 (1,0%) | - | - |
| 😊 | 5 (7,6%) | (7,3%) | 7 (7,1%) | 1 (1,6%) |
| 🙂 | 7 (10,6%) | 7 (7,3%) | 6 (6,1%) | 2 (3,3%) |
| 🙃 | 2 (3,0%) | 1 (1,0%) | 2 (2,0%) | 1 (1,6%) |
| 😍 | 3 (4,5%) | 8 (8,3%) | 13 (13,1%) | 2 (3,3%) |
| 🥰 | 2 (3,0%) | 8 (8,3%) | 9 (9,1%) | 3 (4,9%) |
| 😘 | 2 (3,0%) | 5 (5,2%) | 5 (5,1%) | 1 (1,6%) |
| 😚 | 4 (6,1%) | 3 (3,1%) | 6 (6,1%) | 1 (1,6%) |
| 😊 | 7 (10,6%) | 6 (6,3%) | 10 (10,1%) | - |
| 😝 | 1 (1,5%) | 4 (4,2%) | 5 (5,1%) | 1 (1,6%) |
| 😜 | 1 (1,5%) | 3 (3,1%) | 3 (3,0%) | - |
| 🤪 | 2 (3,0%) | 1 (1,0%) | 1 (1,0%) | - |
| 😉 | 2 (3,0%) | 4 (4,2%) | 2 (2,0%) | 1 (1,6%) |
| 😗 | - | 2 (2,1%) | - | - |
| 😌 | 2 (3,0%) | 2 (2,1%) | 3 (3,0%) | 1 (1,6%) |
| 🤩 | 2 (3,0%) | 7 (7,3%) | 7 (7,1%) | 3 (4,9%) |
| 😏 | 2 (3,0%) | 2 (2,1%) | 1 (1,0%) | 1 (1,6%) |
| 😔 | - | - | - | 1 (1,6%) |
| 😟 | - | - | - | 1 (1,6%) |
| ☹️ | - | - | - | 1 (1,6%) |
| 😖 | 1 (1,5%) | 1 (1,0%) | - | 2 (3,3%) |
| 😭 | - | - | - | 3 (4,9%) |
| 😦 | - | - | - | 1 (1,6%) |
| 😡 | - | - | - | 2 (3,3%) |
| 🤯 | - | - | - | 1 (1,6%) |
| 😳 | - | 1 (1,0%) | - | 1 (1,6%) |
| 😱 | - | - | - | 1 (1,6%) |
| 😥 | - | - | - | 2 (3,3%) |

| Emojis | Alimentos | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Biscoito | Omelete | Iogurte de Morango | Mingau de Aveia |
| 😓 | - | - | - | 1 (1,6%) |
| 🤔 | - | 1 (1,0%) | - | 1 (1,6%) |
| 😐 | 1 (1,5%) | 3 (3,1%) | - | 1 (1,6%) |
| 🙄 | - | - | 1 (1,0%) | 1 (1,6%) |
| 😳 | 1 (1,5%) | - | - | - |
| 😋 | 3 (4,5%) | 4 (4,2%) | 3 (3,0%) | - |
| 🤢 | - | - | - | 1 (1,6%) |
| 🙄 | 2 (3,0%) | 2 (2,1%) | 3 (3,0%) | 2 (3,3%) |
| 🤢 | 1 (1,5%) | 3 (3,1%) | - | 7 (11,5%) |
| 😫 | 1 (1,5%) | 1 (1,0%) | - | 7 (11,5%) |
| **Total** | **66 (100%)** | **96 (100,0%)** | **99 (100,0%)** | **61 (100%)** |

Também se avaliou a proporção entre emoções positivas, neutras e negativas nas quatro preparações (Tabela 5). Assim, por meio da análise das frequências das palavras e emojis escolhidos pelas crianças, foi possível perceber que iogurte de morango, omelete e biscoito recheado foram mais associados a emoções positivas, enquanto o mingau de aveia teve predominância de emoções negativas. O biscoito recheado, apesar de ter mais frequência de palavras e emojis positivos, foi o que teve menor frequência de uso quando comparado com a omelete de cebolinha e o iogurte. Isso pode estar mais relacionado à ordem de apresentação dos alimentos no grupo focal e ao processo de adaptação e entendimento do instrumento do que às emoções evocadas, pois nos grupos focais realizados o biscoito recheado foi sempre o primeiro avaliado.

Tabela 5. Frequência de palavras e emojis quanto à classificação da emoção. Fortaleza - CE. 2022

| Alimento | Emoções | Palavras n(%) | Emojis n(%) |
|---|---|---|---|
| Biscoito Recheado | Positivas | 45 (64,3%) | 55 (83,3%) |
| | Neutras | 13 (18,6%) | 5 (7,6%) |
| | Negativas | 12 (17,1%) | 6 (9,1%) |
| Omelete de Cebolinha | Positivas | 72 (78,3%) | 79 (82,3%) |
| | Neutras | 9 (9,8%) | 10 (10,4%) |
| | Negativas | 11 (12,0%) | 7 (7,3%) |
| Iogurte de Morango | Positivas | 88 (90,7%) | 92 (93,0%) |
| | Neutras | 7 (7,2%) | 4 (4,0%) |
| | Negativas | 2 (2,1%) | 3 (3,0%) |
| Mingau de Aveia | Positivas | 18 (40,0%) | 22 (36,1%) |
| | Neutras | 4 (8,9%) | 6 (9,8%) |
| | Negativas | 23 (51,1%) | 33 (54,1%) |

Resultado semelhante foi encontrado por Gallo; Swaney-Stueve; Chambers (10) em relação ao mingau de aveia, que foi mais frequentemente associada a emoções negativas, com uso de termos como “desapontado”, “raiva” “e entediado” e emojis com rosto desapontado, fazendo careta ou se sentindo doente. Já em relação ao iogurte, Lima et al. (29) encontraram que crianças avaliaram esse alimento com emojis positivos, porém em menor frequência de uso quando comparados com outros alimentos familiares e de boa aceitação entre crianças, como salgadinhos de milho e achocolatado.

A predominância de emoções negativas para o mingau de aveia e positivas para os demais alimentos está em conformidade com as informações geradas a partir da análise da transcrição das falas no grupo focal, sendo uma evidência da capacidade das crianças de discriminar corretamente as emoções por meio de palavras e emojis. Além disso, auxilia na interpretação do real significado dos emojis para as crianças. Sick et al. (12) observaram que crianças conseguiram separar e classificar os emojis em termos de valência (positivo vs. negativo), entretanto emojis negativos tiveram significados mais distintos que os emojis positivos.

O mingau de aveia foi a preparação com menor frequência total de palavras e emojis, sendo de 45 e 61, respectivamente. Já o iogurte de morango teve maior frequência de palavras e emojis, sendo de 97 e 99, respectivamente. Importante frisar que a análise da nuvem de palavras obtida a partir da análise dos discursos das crianças pelo software Iramuteq não evidenciou relevância para bolacha recheada e iogurte. Isso pode indicar que a avaliação emocional de alimentos familiares e de boa aceitação por meio da utilização de emojis e de palavras é mais envolvente e atrativo para as crianças. Ainda, o baixo uso de emojis e palavras em alimentos de pouca aceitação e o alto uso em alimentos com boa aceitação sugerem uma certa influência do gosto e das preferências sobre o envolvimento dos participantes na avaliação emocional.

Uma limitação relacionada à lista de sugestão de palavras e emojis está no desequilíbrio entre os termos e figuras de valências positivas e negativas, em que a lista de sugestão apresentada às crianças continham mais palavras de valência positiva (32) que negativas (16), podendo implicar viés de seleção pelos participantes da categoria mais prevalente. Em relação aos emojis, havia predominância de figuras com valência negativa (20) em relação às positivas (18), porém sem grande diferença. Nesse estudo, não ficou clara essa influência já que se observou tanto uma maior média de utilização de palavras positivas quanto emojis positivos nos alimentos de maior aceitação e um menor uso tanto de palavras quanto de emojis no alimento de menor aceitação.

## CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que as crianças fundamentam suas escolhas alimentares principalmente em aspectos relativos ao sabor. Os aspectos de textura e aparência também são considerados, porém são abordados de forma superficial e com certo grau de imprecisão. A partir da análise dos discursos das crianças, foi possível perceber que as experiências alimentares mais relevantes foram o consumo de iogurte de morango, da omelete e do mingau de aveia, sendo os dois primeiros relacionados com emoções positivas e o último, com emoções negativas.

A análise das emoções utilizando emojis e palavras corrobora com o encontrado na análise do discurso, em que tanto a frequência quanto o tipo de palavra e de emoji utilizados confirmam que o iogurte de morango, a omelete e o biscoito recheado foram mais associados a emoções positivas e o mingau de aveia, a emoções negativas. Assim, esses resultados demonstram que crianças são capazes de discriminar corretamente as emoções relacionadas aos alimentos por meio de palavras e emojis, como demonstrado em outros estudos.

## REFERÊNCIAS

1. Dalenberg JR, Gutjar S, ter Horst GJ, de Graaf K, Renken RJ, Jager G. Evoked Emotions Predict Food Choice. Friese M, editor. PLoS ONE. 2014 Dec 18;9(12):e115388.

2. Köster EP. Diversity in the determinants of food choice: A psychological perspective. Food Quality and Preference. 2009 Mar;20(2):70–82.

3. Farrow C, Blissett J. Stability and continuity of parentally reported child eating behaviours and feeding practices from 2 to 5 years of age. Appetite. 2012 Feb;58(1):151–6.

4. Mahmood L, Flores-Barrantes P, Moreno LA, Manios Y, Gonzalez-Gil EM. The Influence of Parental Dietary Behaviors and Practices on Children's Eating Habits. Nutrients. 2021 Mar 30;13(4):1138.

5. Totland TH, Gebremariam MK, Lien N, Bjelland M, Grydeland M, Bergh IH, et al. Does tracking of dietary behaviours differ by parental education in children during the transition into adolescence? Public Health Nutrition. 2012 Jul 9;16(4):673–82.

6. Turner JJ, Kelly J, McKenna K. Food for thought: parents' perspectives of child influence. British Food Journal. 2006 Mar;108(3):181–91.

7. Kenney E, Adhikari K. Recent developments in identifying and quantifying emotions during food consumption. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2016 Apr 20;96(11):3627–30.

8. Schouteten JJ, Verwaeren J, Lagast S, Gellynck X, De Steur H. Emoji as a tool for measuring children's emotions when tasting food. Food Quality and Preference. 2018 Sep;68:322–31.

9. Stone RA, Blissett J, Haycraft E, Farrow C. Predicting preschool children's emotional eating: The role of parents' emotional eating, feeding practices and child temperament. Maternal & Child Nutrition. 2022 Feb 27;18(3).

10. Gallo KE, Swaney-Stueve M, Chambers DH. A focus group approach to understanding food-related emotions with children using words and emojis.

Journal of Sensory Studies. 2017 Jun;32(3):e12264.

11. Galler M, Grendstad ÅR, Ares G, Varela P. Capturing food-elicited emotions: Facial decoding of children's implicit and explicit responses to tasted samples. Food Quality and Preference. 2022 Jul;99:104551.

12. Sick J, Spinelli S, Dinnella C, Monteleone E. Children's selection of emojis to express food-elicited emotions in varied eating contexts. Food Quality and Preference. 2020 Oct;85:103953.

13. Gutjar S, de Graaf C, Kooijman V, de Wijk RA, Nys A, ter Horst GJ, et al. The role of emotions in food choice and liking. Food Research International. 2015 Oct;76:216–23.

14. Kaye LK, Malone SA, Wall HJ. Emojis: Insights, Affordances, and Possibilities for Psychological Science. Trends in Cognitive Sciences. 2017 Feb;21(2):66–8.

15. Elder AM. What Words Can't Say. Journal of Information, Communication and Ethics in Society. 2018 Mar 12;16(1):2–15.

16. Jervis MG, Jervis SM, Guthrie B, Drake MA. Determining Children's Perceptions, Opinions and Attitudes for Sliced Sandwich Breads. Journal of Sensory Studies. 2014 Sep 24;29(5):351–61.

17. Gill P, Stewart K, Treasure E, Chadwick B. Methods of data collection in qualitative research: Interviews and focus groups. British Dental Journal [Internet]. 2008 Mar 22;204(6):291–5. Available from: https://www.nature.com/articles/bdj.2008.192

18. EMBRAPA. Omelete de cebolinha - Portal Embrapa Hortaliças [Internet]. www.embrapa.br. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa); [cited 2024 Jun 4]. Available from: https://www.embrapa.br/hortalica-nao-e-so-salada/receitas/omelete-de-cebolinha

19. Gallo KE, Swaney-Stueve M, Chambers DH. Comparing visual food images versus actual food when measuring emotional response of children. Journal of Sensory Studies. 2017 Jun;32(3):e12267.

20. Camargo BV, Justo AM. IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. Temas em Psicologia [Internet]. 2013 May 2;21(2). Available from: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X2013000200016

21. JoyPixels Artwork. JoyPixels 7.0 [Internet]. JoyPixels Inc. 2022 [cited 2022 Aug 10]. Available from: https://joypixels.com/emoji/v7

22. Sha An Ali M, Mohd Nazir NA, Abdul Manaf Z. Preference, Attitude, Recognition and Knowledge of Fruits and Vegetables Intake Among Malay Children. Malaysian Journal of Medical Sciences. 2020;27(2):101–11.

23. Fonseca PC de A, Ribeiro SAV, Andreoli CS, de Carvalho CA, Pessoa MC, de Novaes JF, et al. Association of exclusive breastfeeding duration with consumption of ultra-processed foods, fruit and vegetables in Brazilian children. European Journal of Nutrition. 2018 Oct 6;58(7):2887–94.

24. Louzada ML da C, Cruz GL da, Silva KAAN, Grassi AGF, Andrade GC, Rauber F, et al. Consumo de alimentos ultraprocessados no Brasil: distribuição e evolução temporal 2008–2018. Revista de Saúde Pública [Internet]. 2023 Mar 15;57(1):12–2. Available from: https://www.revistas.usp.br/rsp/article/view/209656/192621

25. Monteiro CA. Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. Public health nutrition [Internet]. 2019 Feb 12;22(5):936–41. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30744710

26. Jaeger SR, Ares G. Dominant meanings of facial emoji: Insights from Chinese consumers and comparison with meanings from internet resources. Food Quality and Preference. 2017 Dec;62:275–83.

27. Vidal L, Ares G, Jaeger SR. Use of emoticon and emoji in tweets for food-related emotional expression. Food Quality and Preference. 2016 Apr;49:119–28.

28. Santos L, Alencar N, Rodrigues J, Gonçalves A, Trombete F. Proposal of two facial scales using emojis as tools to understand emotions in research with Brazilian consumers. Acta Scientiarum Technology. 2022 Jan 12;44:e56610.

29. Lima M, de Alcantara M, Martins IBA, Ares G, Deliza R. Can front-of-pack nutrition labeling influence children's emotional associations with unhealthy food products? An experiment using emoji. Food Research International. 2019 Jun;120:217–25.

**Capítulo 58**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-58**

# AVALIAÇÃO SENSORIAL DE OVOS SUBMETIDOS A COBERTURA DE CASCA COM EXTRATO DE PRÓPOLIS

**Emily Silva Silveira*; Daniela Aguiar Penha Brito*; Emanóele Victória Pereira França; Wandersson Freitas Rodrigues da Costa; Juliana de Carvalho Guimarães; Láyna Karine Pereira Launé; Franky Soedirlan Resosemito**
**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:danielabrito@ifma.edu.br*

**Resumo:** Os ovos são uma importante fonte de proteína, rica em nutrientes e de baixo custo. Sua casca protege contra microrganismos, mas pode se tornar vulnerável após a postura, permitindo contaminação. Estudos demonstraram que a utilização de biofilmes naturais, como a própolis, pode atuar fortalecendo essa barreira, prolongando a vida útil dos ovos e reduzindo o risco de contaminação. Deste modo, este estudo avaliou os efeitos do revestimento de casca de ovos com extratos de própolis marrom e verde nas características sensoriais deste alimento. O objetivo foi investigar como esses revestimentos influenciam no aroma, sabor, gosto residual e aceitabilidade geral dos ovos. O experimento foi conduzido utilizando ovos frescos de casca vermelha, pesando entre 50 e 55 gramas. Três tratamentos foram realizados: controle (sem revestimento), ovos imersos em extrato de própolis marrom (30%) e ovos imersos em extrato de própolis verde (70%). Após a imersão, os ovos foram secos e armazenados por 7 dias antes da análise sensorial. Cinquenta degustadores voluntários participaram da análise sensorial. Os resultados mostraram que os ovos sem revestimento foram mais bem aceitos, apresentando índices de aceitabilidade acima de 70%. Os ovos revestidos com própolis verde tiveram menor aceitação significativa para a aparência e o aroma. Desde modo, o uso da própolis mostra-se uma alternativa viável na conservação de ovos.
**Palavras–chave:** análise sensorial; ovos; revestimento; própolis

## INTRODUÇÃO

Ovos comerciais fazem parte importante da dieta humana moderna, sendo consumidos em todo o mundo (1). Dentre seus vários benefícios, os ovos são uma fonte de proteína completa e de baixo custo, rico em vitaminas e minerais e de fácil preparo doméstico (2). Os ovos em natureza apresentam estruturas de proteção natural contra agentes deteriorantes, permitindo uma vida de prateleira mais longa que as demais proteínas de origem animal, quando em ambientes não refrigerados (3).

A casca do ovo é uma estrutura de proteção natural dos ovos contra a invasão por microrganismos, sendo recoberta externamente por uma cutícula e internamente por uma dupla membrana da casca (3). No entanto, após a postura, essas barreiras de proteção fragilizam-se, facilitando a contaminação por meio dos poros da casca por microrganismos deteriorantes e até patogênicos (1). A cobertura da casca do ovo com biofilmes naturais e antimicrobianos é uma técnica capaz de proteger temporariamente os poros dos ovos, sendo capaz de estender a qualidade e vida útil do alimento e reduzir riscos de desenvolvimento de microrganismos (4).

Em ovos de consumo, os estudos têm evidenciado que a cobertura de casca com extrato de própolis é capaz de impedir o desenvolvimento de coliformes, *Salmonella* e bolores (5,4,6). Além da ação desinfetante, a aplicação do extrato de própolis na superfície dos ovos possui efeito de manutenção da qualidade interna e estende a vida de prateleira, por reduzir as trocas gasosas pelos poros da casca (7,8).

A própolis destaca-se como uma substância resinosa de composição complexa e com amplo espectro de propriedades, incluindo antimicrobiana. É elaborada pelas abelhas a partir de resinas coletadas de partes das plantas que se misturam com suas próprias enzimas salivares e cera (9). O Brasil destaca-se como um grande produtor e exportador mundial de própolis, visto que tem uma vasta vegetação e expressiva produção apícola (6). As ceras, os ácidos fenólicos, flavonoides e os terpenoides são compostos presentes na própolis com alta capacidade de afetar a membrana celular dos diversos microrganismos, causando sua morte (10). Por ter atividade antimicrobiana comprovada, o extrato de própolis tem sido estudado em diversas aplicações medicinais e na conservação de alimentos (10).

O uso da própolis bruta é feita a partir do tratamento com solventes extratores como etanol, produzindo extratos contendo em média 70% de concentração de própolis (11). Esses extratos de própolis possuem características sensoriais marcantes quanto a cor, o odor e o sabor, que poderiam afetar a viabilidade de aplicações em alimentos. A cor do extrato de própolis é resultante da região produtora da própolis. A própolis verde é produzida por abelhas Apis mellifera, cujas resinas provêm da planta nativa, *Baccharis dracunculifolia*, conhecida popularmente como alecrim-do-campo. A própolis marrom brasileira costuma ter diferentes origens e não se trata de um tipo específico de resina, mas, sim, de um grupo de própolis de propriedades semelhantes, que pode ser originária de regiões de araucárias (*Araucaria angustifolia*), mata atlântica a até do eucalipto (*Eucalyptus botryoides*) (12).

Em ovos, os revestimentos em ovos poderiam influenciar nas características sensoriais do conteúdo interno, visto que a casca é porosa. Atributos sensoriais como aroma, sabor, gosto residual e aceitabilidade geral de ovos são muito importantes para os consumidores, sendo fundamentais para a escolha do produto. Em relação a análise sensorial de ovos submetidos a tratamentos de casca com aplicações de própolis, as pesquisas são limitadas, sendo necessários estudos dessa natureza para fundamentar a viabilidade dessa tecnologia. Assim, este trabalho objetivou avaliar os efeitos da cobertura casca de ovos com extrato de própolis marrom e verde comerciais sob as características sensoriais perceptíveis dos consumidores.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório do Laboratório de Qualidade e Tecnologia de ovos do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Maranhão. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, CAEE 56255921.9.0000.5085. Foram colhidos os ovos frescos de casca vermelha do setor de avicultura de postura, no período da manhã, e transportados para o laboratório, onde foram pesados e avaliados quanto a qualidade de casca, utilizando um ovoscópio. Foram usados para o experimento, ovos com peso entre 50 e 55 gramas, com casca íntegra, límpida, lisa e sem deformações.

Um total de 90 ovos foram distribuídos em quatro três tratamentos de casca de ovos, contendo 30 ovos cada, sendo:

- Tratamento controle: ovos sem revestimento;
- Tratamento 1: ovos lavados seguidos de imersão em extrato de própolis marrom comercial (30%);
- Tratamento 2: ovos lavados seguidos de imersão em extrato de própolis verde comercial (70%);

Os ovos dos tratamentos para cobertura de casca foram primeiramente lavados com água corrente potável, à 25ºC, com uso de escovas de cerdas macias. Os ovos foram secos naturalmente em bandeja de inox por 2 horas. Então, foi feita a imersão individual dos ovos em os extratos de própolis de uma marca comercial de maneira homogênea por toda a superfície do ovo utilizando a solução em um becker estéril. Após a imersão, os ovos permaneceram em suportes para a secagem em temperatura ambiente por um período de 24 horas, realizando a viragem dos ovos a cada duas horas. Após secagem da casca os ovos foram mantidos em estufa BOD à 26°C e uma umidade relativa do ar média de 75% por 7 dias.

Foi realizada as análises sensoriais com 50 degustadores voluntários, não treinados. Os ovos de cada tratamento foram cozidos de 1 a 2 horas antes do consumo, em água fervente por 12 minutos, resfriados em água contendo gelo e então descascados. Os ovos foram divididos em quartos (1/4 ovo), de forma asséptica, armazenados em copos plásticos até o momento da análise.

Antes da análise sensorial, os participantes tiveram acesso o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e concordância para participação com a pesquisa. Então, foram conduzidos para a análise sensorial realizada em cabines individualizadas, organizadas com divisórias contendo folhas de isopor e uma cadeira. As amostras de ovos de cada tratamento foram oferecidas em copos plásticos codificadas com número de três dígitos, em ordem aleatória, de forma casualizada e balanceada, acompanhadas de um copo de água e biscoito tipo água e sal, para ser utilizado pelo provador entre as amostras, para limpeza das papilas gustativas.

A análise sensorial foi pelo método sensorial afetivo, com utilização da ficha de caracterização do participante e escala hedônica de 9 pontos, com os extremos marcados com os termos "gostei muitíssimo" (9) e "desgostei muitíssimo" (1) e teste de preferência para avaliar o aroma, aparência, o sabor, textura e o gosto residual (MEILGARD et al., 1991). Foi avaliado o Índice de Aceitabilidade do produto, sendo adotada a expressão: IA (%) = A x 100 / B, em que, A= nota média obtida para o produto e B= nota máxima dada ao produto. O IA com boa repercussão têm sido considerados > 70% (13).

Foi realizada a estatística descritiva dos resultados (média, desvio padrão e valores máximos e mínimos) das notas atribuídas pelos provadores foram representadas na forma de gráficos, utilizando o programa Microsoft Excel 2007.

com boa repercussão têm sido considerados > 70%.Os resultados da escala afetiva para atributos sensoriais específicos foram analisados por meio de ANOVA e teste de Tukey com nível de significância de $p<0,05$, utilizando o programa estatístico GraphPad Prism Software.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As notas dadas pelos 50 provadores para as características sensoriais dos ovos estão descritas na Tabela 1. Os resultados mostraram que as médias dos componentes

sensoriais foram maiores para ovos sem cobertura de casca em relação aos com cobertura de própolis marrom e verde. As diferenças foram significativas somente para as características de aparência e aroma dos ovos controle em relação aos ovos com cobertura de própolis que apresentaram índices menores de aceitação.

Tabela 1. Pontos das características sensoriais de ovos sem e com cobertura de casca contendo extrato de própolis

| Característica sensorial | Cobertura de casca | | |
|---|---|---|---|
| | Sem cobertura | Própolis marrom | Própolis verde |
| Aparência | 6,6±1,6 $^{A}$ | 6,3±1,3 $^{AB}$ | 5,5±2,1 $^{B}$ |
| Aroma | 6,6±1,6 $^{A}$ | 6,3±1,6 $^{AB}$ | 5,5±1,8 $^{B}$ |
| Sabor | 6,4±1,7 $^{A}$ | 5,8±1,7 $^{A}$ | 5,5±2,0 $^{A}$ |
| Textura | 6,2±1,6 $^{A}$ | 5,8±1,7 $^{A}$ | 5,6±2,1 $^{A}$ |
| Gosto residual | 6,3±1,6 $^{A}$ | 5,4±2,0 $^{A}$ | 5,4±1,9 $^{A}$ |

Letras diferentes dentro da mesma linha indicam diferenças significativas (Tukey-Kramer comparação média de pares, P <0,05). Dados expressos como valor médio ± desvio padrão.

De modo geral, o índice de aceitabilidade dos ovos para a cobertura contendo própolis foram abaixo de 70% (Tabela 2), indicando resultados inferiores aos ovos sem cobertura. Os índices de aceitabilidade indicaram que os ovos sem cobertura foram mais bem aceitos em todas as características sensoriais avaliadas, com índices de aceitabilidade (IA) acima de 70% na maioria dos aspectos. No entanto, os ovos com cobertura de própolis, especialmente os revestidos com própolis verde, apresentaram índices de aceitabilidade menores.

Tabela 2. Índice de aceitabilidade (IA) dos ovos sem e com cobertura de casca contendo extratos de própolis.

| Característica sensorial | Cobertura de casca | | |
|---|---|---|---|
| | Sem cobertura | Própolis marrom | Própolis verde |
| Aparência | 73,% | 70% | 61% |
| Aroma | 74% | 70% | 62% |
| Sabor | 72% | 65% | 61% |
| Textura | 69% | 64% | 62% |
| Gosto residual | 70% | 60% | 60% |

Esses resultados sugerem uma preferência dos consumidores por ovos sem revestimento, possivelmente devido a uma aversão ao sabor ou aroma que os revestimentos atribuíram ao ovo. A própolis verde, por sua vez, parece ter um impacto negativo mais acentuado nas percepções sensoriais o que pode indicar que ela altera o sabor dos ovos de maneira mais perceptível (Tabela 2).

As concentrações do extrato de própolis utilizadas neste estudo foram de 30% para própolis marrom e 70% para própolis verde, o que pode ter resultado em maiores

alterações sensoriais perceptíveis pelos provadores dos ovos. Em estudos com menores concentrações como de Gniewosz et al. (4) não observaram mudanças estatisticamente significativas em parâmetros de cor ou características sensoriais após o tratamento de cascas dos ovos com 10% de extrato de própolis. No entanto, foi relatada uma leve presença de aroma de própolis nas cascas dos ovos.

Estudos anteriores mostraram que o revestimento com própolis em frutas como mamão e banana não resultou em alterações sensoriais significativas em comparação com frutas sem revestimento (14, 15). Esses achados refletem os resultados observados em ovos revestidos com própolis, onde não foram notadas diferenças significativas na aceitabilidade sensorial.

A própolis apresenta diversas propriedades de interesse para uso como revestimento de alimentos. Além da propriedade antimicrobiana, os componentes resinosos da própolis possuem a propriedade protetora como barreira física, impedindo a invasão de bactérias especialmente na casca do ovo (16). Diante disso, a proposta de uso da própolis como revestimento de ovos para estender a "shelf life" dos ovos mantidos em temperaturas ambientais tem sido investigada. Soares et al. (17) verificaram que tratamentos de casca com extrato de própolis foi efetivo para manter a alta qualidade para UH dos ovos até 21 dias de armazenamento a 25°C e foi eficaz contra contaminação microbiológica de todos os grupos bacterianos avaliados, sendo sugerido como um produto alternativo aos sanitizantes químicos.

Torna-se importante ressaltar que apesar do potencial da própolis como revestimento de alimentos, há escassez de estudos específicos sobre seus efeitos nos atributos sensoriais de ovos. Poucos trabalhos investigaram como os revestimentos pode influenciar a aceitabilidade sensorial dos alimentos, indicando a necessidade de mais pesquisas nessa área. O uso da própolis em menores concentrações em revestimentos podem ser sugeridas como forma de melhor aproveitamento de suas propriedades como revestimento de ovos.

## CONCLUSÕES

Os ovos revestidos com própolis verde e marrom tiveram boa aceitação, indicando que as características sensoriais não afetaram significativamente a qualidade do produto, embora ovos sem revestimento ter sido mais aceito entre os participantes. Desde modo, o uso da própolis mostra-se uma alternativa viável na conservação de ovos.

Sugere-se a realização de outros estudos que explorem diferentes concentrações e outros conservantes naturais semelhantes, avaliando sua influência nas características sensoriais e aceitabilidade dos consumidores

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) pelo financiamento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

1. Chousalkar KK, Khan S, McWhorter AR. Microbial quality, safety and storage of eggs. Current Opinion in Food Science [Internet]. 2021 [acesso em 12 Jul 2024];38:91–5. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214799320301120?via%3Dihub

2. Puglisi MJ, Fernandez M.L. The Health Benefits of Egg Protein. Nutrients [Internet]. 2022 [acesso em 12 Jul 2024];14(14):2904. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9316657/

3. Oliveira, B. L.; Oliveira, D. D. Qualidade e tecnologia de ovos. Lavras: UFLA, 2013. 223 p

4. Gniewosz Małgorzata , Katarzyna Pobiega, Olbryś N, Karolina Kraśniewska, Synowiec A. The Effect of Ethanol Propolis Extracts on Inhibition of Growth of Fusarium solani on Hen Eggs. Applied sciences [Internet]. 2022 [acesso em 12 Jul 2024];13(1):315–5. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-3417/13/1/315

5. Carvalho JX., Suárez RO, Mendes FQ, Fernandes RV de B, Cunha MC da, Carvalho AMX de. Extensão da vida de prateleira de ovos pela cobertura com própolis. Semina: Ciências Agrárias [Internet]. 2013 Oct 17 [acesso em 12 Jul 2024];34(5):2287. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744135022.pdf

6. Maia, M.L. Potencial antimicrobiano da própolis verde sobre *Salmonella enterica* subsp. Enterica. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal de Goías, Goiânia, 2022, 60p.

7. Lima, La dos A. Resíduo de própolis vermelha: uma alternativa para a conservação de ovos de poedeiras comerciais. 2021. 41f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2019.

8. Soares ACB, Brito DAP, Soares SCP, Gomes KS, Saldanha GKMS, Soares V da S. Maintenance of quality of eggs submitted to treatment with propolis extract and sanitizers. Acta Sci, Anim Sci [Internet]. 2022 [acesso em 12 Jul 2024];44:e53584. Disponível: https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v44i1.53584

9. Przybyłek I, Karpiński TM. Antibacterial Properties of Propolis. Molecules [Internet]. 2019 [acesso em 12 Jul 2024];24(11):2047. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6600457/

10.Pamplona-Zomenhan LC, Pamplona BC, Silva CB da, Marcucci MC, Mimica LMJ. Evaluation of the in vitro antimicrobial activity of an ethanol extract of Brazilian classified propolis on strains of Staphylococcus aureus. Brazilian Journal of Microbiology [Internet]. 2011 [acesso em 12 Jul 2024];42(4):1259–64. Disponível em: https://www.scielo.br/j/bjm/a/KqCQLrJ3wkBQr67bcGLVPxB/abstract/?lang=en

11. Miguel MG, Nunes S, Dandlen SA, Cavaco AM, Antunes MD. Phenols and antioxidant activity of hydro-alcoholic extracts of propolis from Algarve, South of Portugal. Food and Chemical Toxicology. 2010 Dec;48(12):3418–23.

12. Reis, T.C., Emiliano, S.A., Costa, F.E.C, Marcucci, M.C. Atividade antimicrobiana de própolis de diferentes origens, Brazilian Journal of Natural Sciences 4(1):630-645, 2021.

13. Faria, EV, Yotsuyanagi K. Técnica de análise sensorial. 51693/2010 ed. Campinas: ITAL; 2008.

14. Passos FR, Mendes FQ, Pinto M de CE, Araújo EA, Carvalho AMX de. Propolis extract in postharvest conservation Solo papaya cv. “Golden.” Semina: Ciências Agrárias [Internet]. 2016 [acesso em 12 Jul 2024];37(6):4039. Disponível em: https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/download/23426/20057

15. Passos FR, Mendes FQ, Pinto M de CE, Araújo EA, Carvalho AMX de. Extrato de própolis na conservação pós-colheita de mamão Solo cv. ‘Golden’. Sem. Ci. Agr. [Internet]. 2016 [acesso em 12º de julho de 2024];37(6):4039-50. Disponível em: https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/23426

16. Suryani Y, Kinasih I, Julita U, Cahyanto T, Putra RE, Ramdhani MA, Purwati FE e Parwati K. Effect of Propolis Coating on the Quality of Eggs: Microbial Contamination and Haugh Unit. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 8(2), 1776-84, 2017.

17. Soares ACB, Brito DAP, Soares SCP, Gomes KS, Saldanha GKMS e Soares V. da S.. Maintenance of quality of eggs submitted to treatment with propolis extract and sanitizers. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 44(1), e53584, 2021.

**Capítulo 59**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-59**

# METANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE AFLATOXINA (M1) EM AMOSTRAS DE LEITES E DERIVADOS E SEUS EFEITOS PARA A SAÚDE HUMANA: REVISÃO DE LITERATURA

**Tharlyson Sousa Mendes*; Ana Patrícia Fontes da Silva ; Alexsandra Iarlen Cabral Cruz; Jaqueline da Silva Rumão; Natasha Cunha; Samíria de Jesus Lopes Santos-Sodré; Rayone Wesly Santos de Oliveira***

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: rayone.santos.rs@gmail.com*

**Afiliações:**
IEMA – Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão.
IFMA – Instituto Federal do Maranhão.
ITEC-UFPA – Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Pará
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

**Resumo:** A aflatoxina (AFM1) é um metabólito secundário produzido principalmente por Aspergillus flavus e Aspergillus parasiticus. Pode gerar substância tóxica e carcinogênica potente de ocorrência natural causando cerca de 28% do carcinoma hepatocelular (CHC). A contaminação do leite e derivados por AFM1 pode causar enormes perdas econômicas e efeito na saúde, como a redução da qualidade nutritiva, levando à rejeição e destruição dos lotes afetados, decréscimo na produção animal, aumento dos custos de tratamento médico de pacientes que sofrerão com efeitos adversos induzidos por micotoxinas. O objetivo deste estudo foi relatar a concentração de aflatoxina (M1) em amostras de leites e derivados e seus efeitos para a saúde humana. O presente estudo utilizou-se da metodologia exploratória, através de busca em base de dados com os descritores “Aflatoxin”, “M1”, “2012-2022”, “Brazil”, “Milk”. Como procedimento usou-se plataformas de dados para fazer levantamentos de artigos científicos em periódicos. Conclui-se que existe a necessidade de desenvolvimento de compostos que possam ser incluídos na dieta para minimizar os efeitos das aflatoxinas M1, ou mesmo reduzir ou combater os efeitos dessa micotoxina.

**Palavras–chave:** Fungos, toxinas, laticínios, padrão de qualidade.

## INTRODUÇÃO

Os fungos considerados biodegradadores naturais são de suma importância para a humanidade já que eles também contribuem com a indústria alimentícia e farmacêutica há muitos anos, mas, em contrapartida, os fungos estão ligados à perda econômica, uma vez que podem acometer alimentos e também causar doenças tanto no ser humano como nos animais (1). Micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos filamentosos ou bolores que causam respostas tóxicas quando ingeridas por humanos ou animais. Espécies de Fusarium, Aspergillus e Penicillium são os mais abundantes fungos

que contaminam os alimentos e produzem micotoxinas antes, durante e após a colheita favorecido pelo armazenamento inadequado dos alimentos (2).

Atualmente, mais de 400 micotoxinas foram identificadas e podem contaminar uma grande variedade de alimentos e rações. As toxinas mais prevalentes na cadeia alimentar moderna são: aflatoxinas (AFs), ocratoxina A (OTA), patulina, fumonisinas, citrinina, alcalóides do ergot, tricotecenos como desoxinivalenol (DON) e toxina T-2 (T-2) e zearalenona (ZEN) (3). Aflatoxinas (AFB1, AFB2, AFG1, AFG2, AFM1, AFM2), um grupo de compostos carcinogênicos e teratogênicos potentes, são produtos metabólicos secundários de alguns Aspergillus spp.: Aspergillus flavus, Aspergillus parasiticus e Aspergillus nomius, contêm um núcleo cumarínico fundido a um bifurano e uma pentanona (AFB1, AFB2) ou uma lactona de seis membros (AFG1, AFG2). AFB1 apresenta o maior grau de toxicidade para animais, seguido pelas aflatoxinas M1 (AFM1), AFG1, AFB2 e AFG2. Quando o AFB1, principal membro tóxico do grupo, contamina a ração do animal em lactação, o leite desses animais conterá aflatoxina M1 (AFM1), principal metabólito decorrente da biotransformação do AFB1(4).

A contaminação por AFM1 levam à diminuição do apetite do animal, do peso e consequentemente da produção de leite, bem como aumenta a sensibilidade do gado a doenças infecciosas (5). Além de afetar a produção de leite, a presença de AFM1 no leite pode ser uma ameaça potencial à saúde dos consumidores de produtos lácteos. O leite bovino é um fluído composto por uma série de nutrientes sintetizados na glândula mamária, dentre eles água, carboidratos (basicamente lactose), gordura, proteína (principalmente caseína e albumina), vitaminas e sais minerais. Dessa forma, constitui-se em um alimento de extremo valor na dieta humana, além de excelente substrato para o crescimento de grande diversidade de microrganismos (6).

A contaminação do leite por AFM1 pode causar enormes perdas econômicas e efeito na saúde, como a redução da qualidade nutritiva, levando à rejeição e destruição dos lotes afetados, aumento dos custos de tratamento médico de pacientes que sofrerão com efeitos adversos induzidos por micotoxinas. Assim o conhecimento dos níveis de aflatoxinas no leite e derivados, já identificados em estudos contribuirá para advertências e subsídios para medidas protetivas contra a proliferação da micotoxina. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi relatar a concentração de aflatoxina (M1) em amostras de leites e derivados e seus efeitos para a saúde humana.

## METODOLOGIA

A revisão bibliográfica consistiu na pesquisa exploratória dos temas relacionados a aflatoxina em leite no Brasil, utilizando as seguintes bases de dados: “ScienceDirect”, “Periódicos CAPES”, “SciElo” e “DOAJ”. Os critérios de inclusão para seleção dos artigos foram (a) Artigos publicados 2012 a 2022; (b) artigos originais e revisões relacionadas analise de Aflatoxina M1 no leite, realizados no Brasil. Foram excluídos artigos não relacionados ao tema. As buscas nas bases de dados foram realizadas utilizando os descritores: “Aflatoxin”; “Aflatoxin + M1”; “Aflatoxin + M1 + 2012-2022”; “Aflatoxin + M1 + 2012-2022 + Brazil”; “Aflatoxin + M1 + 2012-2022 + Brazil + Milk” em todas as bases de dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a busca bibliográfica nas plataformas no período de 2012 a 2022 usado palavras-chaves (Aflatoxin; Aflatoxin + M1; Aflatoxin + M1 + 2012-2022; Aflatoxin +

M1 + 2012-2022 + Brazil; Aflatoxin + M1 + 2012-2022 + Brazil + Milk) teve-se um quantitativo de artigos científicos como demostrados na tabela 01.

**Tabela 01** - Quantitativo de artigos científicos encontrados em plataformas de buscas no período de 2012 a 2022.

| Plataforma de Busca | Palavra-chave e/ou Descritores | Quantitativo de Artigos |
|---|---|---|
| **ScienceDirect** | Aflatoxin | 31.931 |
| | Aflatoxin + M1 | 2.627 |
| | Aflatoxin + M1 + 2012-2022 | 1.407 |
| | Aflatoxin + M1 + 2012-2022 + Brazil | 278 |
| | Aflatoxin + M1 + 2012-2022 + Brazil + Milk | 248 |
| **Periódicos CAPES** | Aflatoxin | 42.071 |
| | Aflatoxin + M1 | 3.158 |
| | Aflatoxin + M1 + 2012-2022 | 1.762 |
| | Aflatoxin + M1 + 2012-2022 + Brazil | 139 |
| | Aflatoxin + M1 + 2012-2022 + Brazil + Milk | 121 |
| **SciElo** | Aflatoxin | 235 |
| | Aflatoxin + M1 | 32 |
| | Aflatoxin + M1 + 2012-2022 | 19 |
| | Aflatoxin + M1 + 2012-2022 + Brazil | 3 |
| | Aflatoxin + M1 + 2012-2022 + Brazil + Milk | 1 |
| **DOAJ** | Aflatoxin | 2.517 |
| | Aflatoxin + M1 | 336 |
| | Aflatoxin + M1 + 2012-2022 | 292 |
| | Aflatoxin + M1 + 2012-2022 + Brazil | 9 |
| | Aflatoxin + M1 + 2012-2022 + Brazil + Milk | 5 |

Fonte: Próprios autores.

De acordo com a tabela 01, observa-se que há um decréscimo acentuado do número de artigos quando o filtro associa aos buscadores “Aflatoxina”, “ M1”, “2012 - 2022” “Brasil”, os resultados correspondem a menos de 1% do quantitativo inicial, Quando associado ao buscador “Milk” esse número decai mais ainda. Apesar de haver um grande número de estudos relacionados a AFM1, é possível afirmar há uma baixa produção de pesquisas realizadas em leite no Brasil. A partir da aplicação dos filtros, os artigos foram lidos e catalogados individualmente. A tabela 2 litas os principais estudos de identificação da concentração de AFM1 em leite e derivados.

**Tabela 02 -** Identificação da concentração de aflatoxina em amostras de leites e derivados consumidos no Brasil.

| Material | Localidade | Amostra (N) | Concentração | Téc. de detecção | Ref. |
|---|---|---|---|---|---|
| Leite cru | Campinas – SP, Brasil | 75 | 0.03 ~ 0.16 µg/L | HPLC | (7) |
| Leite cru | Concórdia - SC, Brasil | 21/52 | 0.1 ~ 0.73 µg/L | UHPLC-FL | (8) |
| Leite em pó infantil | Sul do Brasil | 07/16 | 0.034 ~ 0.046 µg/kg | HPLC-FD | (9) |
| Queijo Artesanal Serrano | Santa Catarina, Brasil | 04/80 | 0.093 ~ 1.03 µg/kg | HPLC-FLD | (10) |
| Leite cru | Minas Gerais, Brasil | 129 | 0.06 ~ 0.5 µg/L | HPLC-FD | (11) |
| Leite cru | Paraná, Brasil | 04/95 | 0.0100 ~ 1.237 | ELISA | (12) |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Queijo parmesão ralado | Rio de Janeiro, Brasil | 18/30 | µg/L 0.16 µg/kg | HPLC-FLD | (13) |

De acordo com a tabela 02, é possível observar a prevalência de estudos com AFM1 nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, indicando uma carência nas demais regiões. O limite máximo de AFM1 permitido em alimentos variam de acordo com as normas vigentes de cada país, no Brasil, a regulamentação é feita pela ANVISA. Segundo a Resolução RDC N° 07 (14), regulamenta o limites máximos admissíveis de concentração de aflatoxinas em 0.5µg/l para leite fluido, 5µg/kg para leite em pó e 2,5µg/kg para queijos. Dentre os resultados coletados nesses estudos, das amostras em base úmida, apenas a amostra de leite cru analisado por Frizzarin et al. (7) e Picinin et al. (11) encontran-se dentro do limite estabelecido pela RDC nº 274. O leite em pó e os produtos lácteos apresentaram aflatoxinas abaixo do limite estabelecido.

A aflatoxina é um metabólito secundário produzido pelos fungos *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, que quando submetidos a condições ambientais adversas, como temperatura e umidade, produzem substâncias tóxicas (15). Entre as micotoxinas, a aflatoxina tem o maior poder de contaminação de produtos agrícolas do que outras toxinas. A contaminação por esta micotoxina ocorre em uma ampla gama de produtos alimentícios e rações, incluindo trigo, milho, amendoim, arroz, óleo de amendoim, caroço de algodão, leite, nozes e produtos lácteos. Portanto, a aflatoxina não apenas representa uma séria ameaça à saúde humana e animal, mas também causa enormes perdas econômicas (5).

Embora haja regulamentação quanto ao teor de AFM1 em produtos lácteos, existe a carência de normas mais especificas para fórmulas infantis, pois é um público que está mais susceptível à contaminação por micotoxinas em relação aos adultos. No estudo realizado por Ishikawa *et al.*(9) foi possível identificaram AFM1 em 07 amostras de leite em pó de consumo infantil do total de 16 analisadas contendo concentrações em média de 0,046 (µg/kg). Apesar de estar dentro da regulamentação vigente, é importante traçar estudos relacionado a dosagem máxima permitido em alimentos infantis.

A AFM1 é descrita como sendo cristalina, amarelo-claro ou incolor, mostra-se levemente solúvel em água (10-20 µg m) e em solventes como clorofórmio, dimetil sulfóxido e/ou metanol. Além disso, é termoestável, ou seja, resistente a elevadas temperaturas como podemos observar em estudos relatados na tabela 02 onde encontra-se leite cru (7,8,11,12) com teor de AFM1 e a mesma reporta concentrações em alimentos após passar por tratamento térmicos ainda se faz presente a micotoxina, representando uma barreira para sua degradação nos alimentos por tratamento térmico. Seu ponto de fusão é de 299 ºC. Também é caracterizada por seu baixo peso molecular (AFM1:328 g mol- 1). É facilmente absorvida após ingestão por possuir estruturas lipofílicas (16,17).

A intoxicação por aflatoxinas é denominada de “aflatoxicose”, podendo ser denominada como aflatoxicose aguda ou crônica. Na fase aguda seus sintomas podem iniciar-se após um período de 6 horas após a ingestão de altas quantidades de aflatoxinas, enquanto a crônica uma exposição prolongada resulta em alterações patológicas (18). Tais exposições podem ocorrer pela ingestão de alimentos contaminados, absorção pela pele ou inalação das substâncias suspensas no ar, entretanto a maioria das aflatoxicoses estão relacionadas ao consumo de alimentos contaminados (19,20).

A gravidade da intoxicação está diretamente vinculada ao nível de exposição do indivíduo. A aflatoxicose aguda em humanos pode manifestar-se com sintomas como: tremores musculares, sangue nas fezes, depressão e hipertermia, acompanhados de

complicações clínicas, podem levar à morte. Na aflatoxicose crônica, os seus principais efeitos descritos são: teratogênico, carcinogênico, mutagênico e hepatotóxico (18,21). Já em crianças, a exposição de aflatoxinas em doses altas e/ou prolongadas vem sendo vinculada a hepatomegalia crônica (22).

O consumo de produtos contaminado com aflatoxinas pode induzir várias complicações de saúde, incluindo carcinogênese, malformações e imunossupressão. O processo carcinogênico afeta cerca de 28% do carcinoma hepatocelular (CHC), dos quais os Indivíduos com lesão hepática devido à infecção pelo vírus da hepatite B (HBV) são particularmente vulneráveis à invasão de aflatoxina. Além disso, a aflatoxina pode levar à disfunção do sistema imunológico, displasia em crianças e até morte por intoxicação aguda (23). As aflatoxinas podem causar diversas enfermidades tanto em humanos como animais, portanto as legislações são importantes, a fim de regularizar os níveis de micotoxinas presentes nos alimentos.

A ocorrência da AFM1 na cadeia alimentar torna-se preocupante pois como observa-se diversos efeitos para a saúde, principalmente para o público de risco como crianças, gestantes e imunocomprometidos, trazendo consequências negativas para economia de um país.

## CONCLUSÕES

O acompanhamento dos índices de aflatoxina no leite e seus derivados se faz necessário, inúmeros casos de doenças em humanos podem estar diretamente relacionados à presença de aflatoxina nos alimentos e na dieta alimentar. A melhor forma de prevenir a contaminação de alimentos são as boas práticas agrícolas, transporte e armazenamento, e legislação que garanta a qualidade dos produtos vegetais e animais. Novas pesquisas já estão em andamento, mas ainda há muito trabalho a ser feito no desenvolvimento de compostos que possam ser incluídos na dieta para minimizar os efeitos das aflatoxinas M1, ou mesmo reduzir ou combater os efeitos dessa micotoxina.

## REFERÊNCIAS

1. Arruda AD, Beretta ALRZ. Micotoxinas e seus efeitos à saúde humana: revisão de literatura. Rev Bras Análises Clínicas. 2020;51(4).

2. Iglesias C, Navas FJ, Ciani E, Arando A, González A, Marín C, et al. Caracterización zoométrica y evaluación de la condición corporal en la raza camellar canaria. Arch Zootec. 2020 Jan 15;69(265):14–21.

3. Jin J, Beekmann K, Ringø E, Rietjens IMCM, Xing F. Interaction between food-borne mycotoxins and gut microbiota: A review. Food Control. 2021 Aug;126:107998.

4. Martins HM, Guerra MMM, Bernardo FMD. Presencia de aflatoxina B1 en piensos para ganado lechero en Portugal durante el periodo 1995-2004. Rev Iberoam Micol. 2007 Mar;24(1):69–71.

5. Mazaheri Y, Shavali-gilani P, Shariatifar N, Bakhtiyari A, Hadian Z, Akbari N, et al. Effectiveness of various methods to reduce aflatoxin M1 levels in milk, a systematic review. Food Chem X. 2024 Aug;101737.

6. Carvalho ASS, Serra JL, Rodrigues L da C, Rodrigues Junior L de S, Mouchrek AN, Ferreira EM. Susceptibility of Staphylococcus aureus isolated from raw milk to commercial antibiotics. Ciência Anim Bras. 2018 Oct 18;19.

7. Frizzarin A, Motta TP, Martins T, Castelani L, De Azevedo HS, Pozzi CR. Occurrence of B1 Aflatoxin in diet and M1 Aflatoxin in bovine milk. Bol Indústria Anim. 2012;69:44–44.

8. GONÇALVES L, DALLA ROSA A, GONZALES SL, FELTES MMC, BADIALE-FURLONG E, DORS GC. Incidence of aflatoxin M1 in fresh milk from small farms. Food Sci Technol. 2017 Dec;37(spe):11–5.

9. Ishikawa A, Takabayashi-Yamashita C, Ono E, Bagatin A, Rigobello F, Kawamura O, et al. Exposure Assessment of Infants to Aflatoxin M1 through Consumption of Breast Milk and Infant Powdered Milk in Brazil. Toxins (Basel). 2016 Aug 31;8(9):246.

10. Pereira M, Fernandes Freire ÍS, Colletti Escatolin L, Da Silva JR, Caon S. Qualidade do queijo artesanal serrano catarinense quanto à contagem fúngica, aflatoxina M1 e sujidades. Pubvet. 2018 Jul 1;12(07).

11. Picinin LCA, Cerqueira MMOP, Vargas EA, Lana ÂMQ, Toaldo IM, Bordignon-Luiz MT. Influence of climate conditions on aflatoxin M1 contamination in raw milk from Minas Gerais State, Brazil. Food Control. 2013 Jun;31(2):419–24.

12. Ramos CEC de O, Damasceno JC, Kazama R, Vieira TSWJ, Zambom MA, Ferreira FG, et al. Seasonal milk contamination by aflatoxin m1, organophosphates and carbamates in Paraná – Brazil. Semin Ciências Agrárias. 2016 Aug 30;37(4):2145.

13. Trombete FM, Castro IM de, Teixeira A da S, Saldanha T, Fraga ME. Aflatoxin M1 contamination in grated parmesan cheese marketed in Rio de Janeiro - Brazil. Brazilian Arch Biol Technol. 2013 Nov 26;57(2):269–73.

14. ANVISA. Resolução-RDC Nº 07, de 18 de fevereiro de 2011. Brasil; 2011.

15. Onesmo AR, Frida AN, Alex NW. Assessment of aflatoxins awareness in animal feeds and fresh milk among smallholder dairy farmers in Kondoa district, Dodoma Tanzania. J Agric Food Res. 2024 Jun;16:101051.

16. Cruz JV da S. Ocorrência de aflatoxinas e fumonisinas em produtos à base de milho e milho utilizado como ingrediente de ração para animais de companhia, comercializados na região de Pirassununga, Estado de São Paulo. Pirassununga: Universidade de São Paulo; 2010.

17. Kolarič L, Minarovičová L, Lauková M, Kohajdová Z, Šimko P. Elimination of aflatoxin M1 from milk: Current status, and potential outline of applicable mitigation procedures. Trends Food Sci Technol. 2024 Aug;150:104603.

18. Pereira KC, Santos CF dos, Santos CF dos. Micotoxinas e seu potencial carcinogênico. Ensaios e Ciência Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde.

2011;15(4).

19. de Oliveira Moreira F. DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. Rev Científica Sem Acadêmica. 2022 Oct 24;10(226):1–12.

20. Savi GD, Zenaide F dos S. Micotoxinas: riscos à saúde humana pela ingestão diária de alimentos contaminados e sua ocorrência em amostras clínicas. Res Soc Dev. 2020 Mar 11;9(4):e24942482.

21. Pereira V. Diversidade, riqueza e composição dos gêneros Aspergillus e Penicillium de solos do quadrilátero Ferrífero. 2016.

22. Gong YY, Wilson S, Mwatha JK, Routledge MN, Castelino JM, Zhao B, et al. Aflatoxin Exposure May Contribute to Chronic Hepatomegaly in Kenyan School Children. Environ Health Perspect. 2012 Jun;120(6):893–6.

23. Guan X, Zhao Y, Liu X, Shang B, Xing F, Zhou L, et al. The bZIP transcription factor Afap1 mediates the oxidative stress response and aflatoxin biosynthesis in Aspergillus flavus. Rev Argent Microbiol. 2019 Oct;51(4):292–301.

**Capítulo 60**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-60**

# DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE SENSORIAL DE BISCOITO DE CHOCOLATE TIPO COOKIE ACRESCIDO COM FARINHA DA FOLHA DE VINAGREIRA (*Hibiscus Sabdariffa* L.)

**Thaís Silva da Rocha*; Márcia de Sousa Gaioso ;Robson Alves da Silva**
**Thaís Silva da Rocha – Email: thais.rocha@ifma.edu.br*

## RESUMO

A vinagreira (*Hibiscus sabdariffa*. L) possui várias terminologias, se encontra totalmente adaptada às condições climáticas do Brasil, além de possuir baixo custo e fácil acesso. É uma planta regional bastante consumida e apreciada pela população maranhense, além de possuir alto valor nutritivo e presença de compostos antioxidantes, o que faz dela uma boa alternativa pra ser utilizada em produtos de panificação, como na elaboração de biscoitos. Com isso, o objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de biscoitos de chocolate tipo cookies acrescidos com a farinha da vinagreira e avaliar a aceitabilidade destes. Para a elaboração dos biscoitos, foram formulados 04 tipos de biscoitos: a formulação padrão (FP) com 100% de farinha de trigo e 03 formulações substituindo parcialmente a farinha de trigo pela farinha da folha de vinagreira F2 (2%), F4 (4%) e F6(6%). Os biscoitos foram submetidos à análise sensorial de teste de aceitação e intenção de compra dos biscoitos e à análises microbiológicas de Coliformes termotolerantes, Estafilococos coagulase positiva e *Salmonella* sp. Para as análises microbiológicas, os resultados das amostras encontravam-se de acordo com os padrões legais vigentes. Para o teste de aceitação e intenção de compra, as formulações F2 e F4 foram mais bem aceitas quando comparadas à FP (padrão) nos atributos de cor, aroma e sabor. A F2 não alterou a característica sensorial de textura do biscoito em relação à padrão, podendo ser utilizada sem alterar a textura do biscoito. A FP e a F2 obtiveram as melhores notas em todos os atributos.

**Palavras-chave:** Biscoitos; Farinha; Vinagreira

## 1 INTRODUÇÃO

O *Hibiscus sabdariffa*. L possui várias terminologias como hibisco, hibiscus, rosele(a), groselha, papoula, flor da jamaica, azedinha, quiabo azedo, caruru-azedo, caruru-da-guiné, quiabo-de-angola e vinagreira (10). A planta possui origem africana, mas se encontra totalmente adaptada às condições climáticas do estado do Maranhão, além de possuir baixo custo e fácil acesso. No Maranhão as folhas são consumidas na forma cozida podendo ser adicionadas em carnes e também no arroz que constitui um prato típico da região (7).

As folhas, caules, raízes, frutos, sementes e os cálices são utilizados em diversas preparações por sua importância sensorial e nutritiva. Em relação à composição das folhas elas possuem vitaminas A, B1 e C, sais minerais e aminoácidos, podendo ser consumidas cruas em saladas ou como ingrediente para o preparo de cozidos, sopas, feijão e arroz (10; 7). Pesquisas têm demonstrado a presença de compostos antioxidantes na vinagreira e que

o consumo dessas substâncias associado a uma alimentação equilibrada têm mostrado relação inversa com a incidência de doenças crônico não-transmissíveis (DCNT), como câncer e doenças cardiovasculares (1;5;6).

Levando em consideração a composição nutricional da vinagreira, produtos desenvolvidos que a levam em sua formulação podem ser considerados alimentos funcionais, pois podem fornecer benefícios à saúde dos consumidores. No entanto pesquisas utilizando a vinagreira como matéria-prima no processamento de produtos alimentícios, principalmente em massas e produtos de panificação, ainda são poucas.

Dentre os produtos de panificação os biscoitos possuem grande aceitação pela população em geral, por suas características sensoriais agradáveis, praticidade e conveniência. Biscoitos são os produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e/ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não, podendo apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (4). Assim, torna-se uma alternativa nutritiva, funcional e de baixo custo para a população a elaboração de biscoitos com farinha da folha de vinagreira. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi elaborar biscoitos de chocolate tipo cookies acrescidos com a farinha da folha de vinagreira e avaliar a aceitabilidade destes.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Obtenção das matérias-primas

As folhas de vinagreira foram coletadas no período de fevereiro a abril de 2019 em uma comunidade rural do município de Bacabal-MA, e foram transportadas em recipientes plásticos ao laboratório de Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Maranhão- IFMA Campus Bacabal-MA.

Os demais ingredientes para elaboração do biscoito foram adquiridos no comércio local. São eles: farinha de trigo, margarina, açúcar cristal, açúcar mascavo, chocolate em pó, ovos e fermento químico em pó.

### 2.2 Processamento da farinha da folha de vinagreira

As folhas de vinagreira foram selecionadas retirando aquelas que apresentavam qualquer sinal de deterioração. Em seguida foram higienizadas com uma solução de hipoclorito de sódio a 20ppm por 15 minutos. Após a higienização, as folhas foram desidratadas em estufa a 60 °C por 24h. As folhas secas foram trituradas em processador e peneiradas em peneiras para obtenção do produto final que foi armazenado em recipientes de vidro, identificados e armazenados à temperatura ambiente até o momento da elaboração dos biscoitos.

### 2.3 Formulação dos biscoitos e processamento

Os biscoitos acrescidos com a farinha da folha de vinagreira foram elaborados no Laboratório de Alimentos do IFMA – Campus Bacabal.

Foram formulados 04 tipos de biscoitos (tabela 1): a formulação padrão (FP) com 100% de farinha de trigo e 03 formulações substituindo parcialmente a farinha de trigo pela farinha da folha de vinagreira (formulação F2 com 2%, formulação F4 com 4% e formulação F6 com 6% de farinha da folha de vinagreira).

Tabela 1: Balanceamento das matérias-primas utilizadas nas formulações dos biscoitos de chocolate tipo cookies elaborados com a farinha da folha de vinagreira.

| Ingredientes | FORMULAÇÕES | | | |
|---|---|---|---|---|
| | FP (padrão) | F2 (2%*) | F4 (4%*) | F6 (6%*) |
| **Farinha de trigo (g)** | 180 | 176,4 | 172,8 | 169,2 |
| **Farinha da folha (g)** | - | 3,6 | 7,2 | 10,8 |
| **Margarina (g)** | 125 | 125 | 125 | 125 |
| **Açúcar cristal (g)** | 139 | 139 | 139 | 139 |
| **Açúcar mascavo (g)** | 68,05 | 68,05 | 68,05 | 68,05 |
| **Chocolate em pó (g)** | 23,15 | 23,15 | 23,15 | 23,15 |
| **Ovos (g)** | 58,75 | 59,81 | 60,8 | 55,35 |
| **Fermento químico (g)** | 5 | 5 | 5 | 5 |

*Farinha da folha de vinagreira

Para a elaboração dos biscoitos inicialmente foram misturados à farinha de trigo, a margarina derretida, o açúcar cristal, o açúcar mascavo, o chocolate em pó e o ovo para formação de uma mistura homogênea, seguida da adição do fermento químico em pó. Logo após a massa foi moldada na forma de bolinhas para adquirir o formato de biscoito e assado em temperatura de 220 °C por 25 a 30 minutos. A elaboração dos biscoitos das formulações F2, F4 e F6 seguiu o mesmo procedimento anterior substituindo a farinha de trigo pelas respectivas porcentagens de farinha da folha de vinagreira.

### 2.4 Análises microbiológicas

Análises microbiológicas dos biscoitos foram realizadas no Núcleo de Estudos, Pesquisas e Processamento de Alimentos – NUEPPA que fica localizado na Universidade Federal do Piauí (UFPI). De acordo com a RDC Nº 12, de 2 de janeiro de 2001 da ANVISA**,** foram realizadas análises de Coliformes a 45 °C/g, Estafilococos coagulase positiva/g e *Salmonella* sp/25g descritas para cookies. Para Coliformes a 45 ºC utilizou-se o método NMP (Número Mais Provável) com uso de tubos múltiplos de acordo com os métodos indicados por (1); para Estafilococos coagulase positiva e *Salmonella* spp o método de pesquisas em placas estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

### 2.5 Análise sensorial

Participaram da análise sensorial 100 assessores não treinados, constituídos por discentes, docentes, técnico-administrativos e demais servidores do IFMA Campus Bacabal-MA consumidores potenciais do produto, todos com idade maior de 18 anos, onde 55% foram do sexo feminino e 45% do sexo masculino; e faixa etária de 63% entre 18-25 anos, 24% entre 25-35 anos, 9% entre 35-45 anos, e 4% acima de 45 anos.

Realizou-se um teste afetivo com escala hedônica de 09 pontos para avaliar atributos de cor, aroma, sabor, textura e aceitação global, a nota 01 correspondia a "desgostei mutitíssimo" e a nota 09 a "gostei muitíssimo" indicando a intensidade da preferência. Foi realizado um teste de aceitabilidade e intenção de compra utilizando uma escala de 05 pontos, onde a nota 05 correspondia a "certamente compraria" e a nota 01 a "certamente não compraria". Os resultados foram expressos em média e desvio-padrão.

Cada provador recebeu as quatro amostras dos biscoitos servidas em copos de café descartáveis brancos, codificados com números de três dígitos ao acaso, dispostos em bandejas descartáveis e acompanhadas de um copo de água para fazer a degustação entre uma amostra e outra.

Os participantes da análise sensorial assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), aprovado pelo Comitê de Ética.

O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética sob o número 3.891.296.

### 2.6 Análise estatística

Os dados da análise sensorial foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, a nível de 95% de confiança, utilizando o programa Statistica10.0.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises microbiológicas dos biscoitos elaborados com a farinha da folha da vinagreira se encontram na tabela 02.

Tabela 2: Resultado das análises microbiológicas dos biscoitos de chocolate tipo cookies elaborados com a farinha da folha da vinagreira.

| Microrganismo | Biscoito | Padrões* |
|---|---|---|
| **Coliformes a 45º (NMP/g)** | < 3,0 | 10 (NMP/g) |
| **Estafilococos coagulase positiva/g** | $< 1 \times 10^1$ (UFC/g) | $5 \times 10^2$ (UFC/g) |
| ***Salmonella* sp. (Ausência/25g)** | Ausência | Ausência. em 25g |

*Resolução RDC - MS nº. 12, de 02 de janeiro de 2001.

Conforme a RDC nº. 12, de 02 de janeiro de 2001 - regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, do ministério da saúde (7), é obrigatório a pesquisa de coliformes a 45 °C, estafilococos coagulase positiva e *Salmonella* sp em cookies. De acordo com o estabelecido pela resolução, os biscoitos estão dentro dos padrões.

Ausência de coliformes, assim como a ausência de *Salmonella* nos biscoitos, indica que, de acordo com a literatura, houve higiene dos manipuladores, dos equipamentos, utensílios e ambiente, assim como, a eficiência do tratamento térmico aplicado e ausência de recontaminação após processamento (7).

A presença de estafilococos coagulase positiva é importante indicador das condições higiênico-sanitárias da produção e conservação de alimentos, sendo sua enumeração, um padrão microbiológico de segurança em alimentos, em relação às condições higiênico-sanitárias dos alimentos, o principal reservatório natural de *Staphylococcus aureus* é o ser humano, portanto o mesmo, é um indicador de contaminação por manipuladores (9). Assim, no que diz respeito às condições higiênico-sanitárias e conservação dos biscoitos, o resultado obtido de estafilococos coagulase positiva, é satisfatório, encontrando-se abaixo dos padrões exigidos na legislação brasileira.

Na tabela 3, encontram-se as médias do teste de aceitação e do teste de intenção de compra dos biscoitos formulados com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo pela farinha da folha de vinagreira.

Tabela 3: Aceitação e intenção de compra dos biscoitos de chocolate tipo cookies formulados com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo pela farinha da folha de vinagreira.

| Atributos | FORMULAÇÕES | | | |
|---|---|---|---|---|
| | FP (padrão) | F2 (2%) | F4 (4%) | F6 (6%) |
| **Cor** | 7,62 [a] | 7,32 [b] | 7,15 [b] | 6,92 [c] |
| **Aroma** | 7,57 [a] | 6,94 [b] | 6,73 [b] | 6,56 [c] |
| **Sabor** | 7,77 [a] | 6,56 [b] | 6,41 [b] | 5,92 [c] |
| **Textura** | 7,06 [a] | 6,87 [ab] | 6,77 [bc] | 6,61 [c] |
| **Aceitação Global** | 7,79 [a] | 6,95 [b] | 6,53 [c] | 6,33 [c] |
| **Intenção de Compra** | 4,31[a] | 3,76[b] | 3,36[c] | 3,08[d] |

*Letras iguais na mesma linha não diferem estatistícamente entre sí, a nível de 95% de confiança, teste de Tukey.

De acordo com os resultados, com relação aos atributos de cor, aroma e sabor, a formulação FP com 100% de farinha de trigo diferiu estatisticamente das demais formulações F2, F4 e F6 com substituição parcial de 2, 4 e 6% da farinha de trigo pela farinha da folha de vinagreira, respectivamente. As formulações F2 e F4 não diferiram estatisticamente entre si em cor, aroma e sabor, indicando que entre formulações com 2 e 4% de farinha de folha de vinagreira, não houve diferenças nestas características sensoriais dos biscoitos, sendo que, tanto a F2 como a F4, obtiveram nota de "gostei moderadamente" no atributo cor, e nota "gostei ligeiramente" nos atributos aroma e sabor, demonstrando que os biscoitos F2 e F4 tiveram boa aceitação por parte dos provadores. No estudo de (2) onde foram elaborados biscoitos do tipo *cookie* com substituição parcial da farinha de trigo pelo pó da folha de *Moringa oleífera*, concluiu-se que as formulações dos biscoitos em questão, foram aceitas sensorialmente nos atributos em que foram avaliados (sabor e textura), não havendo diferença significativa entre as formulações. As mesmas tiveram porcentagens de pó da folha de *Moringa oleífera* em substituição parcial da farinha de trigo maiores (máximo de 9,09%) do que as de farinha de folha de vinagreira presente neste trabalho.

No atributo textura, as formulações com maiores percentuais de farinha da folha de vinagreira F4 e F6, diferiram estatisticamente da formulação FP (padrão). Porém, a formulação F2 não diferiu estatisticamente da formulação FP, indicando que a adição de 2% de farinha de folha de vinagreira não foi capaz de provocar diferenças na textura quando comparado com o biscoito padrão, obtendo a mesma, nota "gostei ligeiramente", tendo portanto, boa aceitabilidade. (2) também verificou que, nas formulações avaliadas de biscoitos do tipo *cookie* com substituição parcial da farinha de trigo pelo pó da folha de *Moringa oleífera*, a textura não foi alterada, não havendo diferença significativa entre elas, e portanto, tiveram boa aceitabilidade da textura, obtendo-se boas notas para o atributo.

Em relação à aceitação global, FP, F2, e F4 diferiram estatisticamente entre si. A formulação F4 e F6 não diferiram estatisticamente entre si em relação à aceitação global, obtendo nota "gostei ligeiramente", mas, entre as formulações com adição de farinha da folha de vinagreira, a F2 foi mais bem aceita com nota "gostei ligeiramente".

Sobre a intenção de compra, todas as formulações diferiram estatisticamente entre si. Em relação às três formulações F2, F4 e F6 com adição de farinha da folha de

vinagreira, as médias dos resultados indicaram “não sei se compraria ou não”, entre elas, a F2 obteve maior média.

## 4 CONCLUSÕES

Entre as amostras de biscoitos acrescidas com a farinha da folha de vinagreira, as formulações F2 e F4 obtiveram melhor aceitabilidade. A formulação F2 melhor se destacou em textura. A FP e a F2 obtiveram as melhores notas em todos os atributos em relação à aceitação e intenção de compra. Os resultados indicam que estes percentuais podem ser utilizados como base para o desenvolvimento de novas formulações de biscoitos de chocolate tipo cookies acrescidos de farinha da folha de vinagreira.

## REFERÊNCIAS

1 Ali, BH; AL, Wabel; Blunden, G. Phytochemical, pharmacological and toxicological aspects of Hibiscus sabdariffa L.: a review. PhytotRes. 2005; 19:369-375.

2 Baptista, A. T. A.; Silva, M. O.; Bergamasco, R.; Vieira, A. M. S. Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo *cookies* elaborados com folha de *Moringa oleífera.* BoldoCentdePesqeProcdeAlim. 2012; 30: 65-74.

3 Brasil. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC ANVISA/MS nº. 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial da União. 2021 jan 10; 48 (seção 10): 1-48.

4 BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução n° 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 22 set. 2005.

5 Faller, A. L. K.; Fialho, E. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. RevSaúPúbl. 2009; 43: 211-218.

6 Haida, K. S; Silva, F. J. da; Coelho, S. R.M. et al. Caracterização físico-química e atividade antioxidante de amoreira preta (*Morus Nigra* L.). RevBrasdeCiêndaSaú. 2014; 12.

7 Menezes Júnior, J. B. Desenvolvimento de géleia e doce de corte a partir do processamento das folhas de vinagreira (*Hibiscus sabidariffa*. L). (dissertação). Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro Instituto De Tecnologia; 2012. 77p.

8 Silva, Neusely et al. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 5° ed. São Paulo: Blucher, 2017. 560p.

9 Tondo, E. C.; Bartz, S. Microbiologia e Sistemas de Gestão da Segurança de Alimentos. Porto Alegre: Sulina, 2012. 263 p.

10 Vizzotto, m.; Pereira, m.C. Hibisco: do uso ornamental ao medicinal. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/hibisco/index.htm>. Acesso em: 15/07/2024.

**Capítulo 61**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-61**

# TREINAMENTO DE EQUIPES PARA ANÁLISE SENSORIAL NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: REVISÃO DE LITERATURA

**Brunna Fernanda Zahlouth Ferreira; Gabriel Henrique da Silva Lira ; Luciana Pereira Damasceno; Cristian Henrique de Lima Machado; Fagner Sousa de Aguiar; Sabrina Alves da Silva ***

**Autor correspondente – Email: sabrina.silva@ufra.edu.br*

**Resumo:** A análise sensorial é um importante setor da indústria de alimentos que vem sendo implementado cada vez mais. A formação de uma equipe sensorial capacitada e treinada pode gerar resultados significativos para a competitividade e evolução de uma indústria no mercado. A capacidade de atuar como provador treinado não se restringe apenas a sensibilidade da percepção sensorial do indivíduo, por isso é necessário realizar etapas de seleção e treinamento quando se objetiva formar uma equipe sensorial. Os cincos sentidos sensoriais – audição, olfato, paladar, tato e visão devem ser finamente trabalhados para que a percepção global, e direcionada, do alimento seja feita durante a análise pelo provador. O recrutamento e seleção de provadores deve ser realizado por meio de testes sensoriais e levando em consideração as habilidades sensoriais do indivíduo, aspectos comportamentais, físicos e seu comprometimento para com o projeto. O treinamento da equipe sensorial deve ser direcionado para o tipo de análise que se pretende realizar – testes descritivos e/ ou discriminativos. O levantamento de atributos sensoriais que caracterizam o alimento alvo e seus limiares devem ser estabelecidos e discutidos coerentemente com a equipe em treinamento. Calibrações periódicas devem ser realizadas com a equipe para averiguar a equidade dos resultados e a análise estatística de dados será suporte para tomada de decisões quanto a eficiência da seleção e treinamento da equipe.

**Palavras–chave:** atributos sensoriais de alimentos; testes descritivos e discriminativos; sentidos sensoriais

## INTRODUÇÃO

A análise sensorial é um ramo dentro da Ciência de Alimentos que vem sendo cada vez mais explorada e aplicada na indústria. A possibilidade de identificar e quantificar atributos sensoriais dos alimentos mediante variadas metodologias e utilizando o homem como meio analítico despertou o interesse do setor de qualidade e P&D – pesquisa e desenvolvimento de indústrias para a formação de equipes sensoriais dentro da indústria alimentícia (1, 2). Café, cachaça e chocolate/ cacau são os alimentos mais sensorialmente avaliados no Brasil, com muitas variações de sabores, aromas, acidez, corpo e finalização que contribuem para a diferenciação dos produtos e agregação de valor (3). Provadores treinados conseguem diferenciar sabores e nuances em cafés, chocolates, cachaças, cervejas e vinhos fazendo com que esses produtos tenham uma entrada no mercado consumidor diferenciada, como é o caso dos cafés especiais e chocolates finos e *bean-to-bar*. Com a crescente exigência e interesse dos consumidores

para a qualidade dos alimentos, uma equipe sensorial bem treinada, capacitada, equiparada e motivada pode fornecer dados importantes para o avanço e destaque das indústrias no mercado (4). A possibilidade de incluir os próprios funcionários da indústria na equipe sensorial é ainda mais vantajosa no que se refere a logística da análise sensorial, rapidez na obtenção dos dados, controle das condições de análise sensorial e na facilidade no treinamento da equipe. O processo de seleção e treinamento de equipes sensoriais envolve diversas etapas que não se limitam apenas a habilidades sensoriais. A disponibilidade de tempo, interesse para com o tema, entendimento sobre os sentidos sensoriais, correta execução da técnica (metodologia de análise) utilizada e a capacidade de reprodutibilidade influenciam muito nos resultados obtidos (1,4). Por isso, a seleção e o treinamento de equipes sensoriais envolvem vários procedimentos subsequentes que visam escolher os indivíduos mais aptos para a obtenção de dados confiáveis e precisos (5, 4). Durante a execução das etapas de seleção e treinamento, a ciência de análise de dados – estatística, se torna imprescindível para a interpretação dos resultados e tomada de decisão quanto a seleção ou não de indivíduos para compor a equipe e para a averiguação da equidade da equipe quanto aos atributos sensoriais treinados (4). Este trabalho visa expor um compilado de informações que possam auxiliar profissionais da indústria alimentícia na execução de atividades de mensuração da qualidade sensorial de alimentos. Inicialmente apresenta-se uma breve descrição sobre os cinco sentidos sensoriais e como eles se relacionam com atributos específicos de qualidade de alimentos. Em seguida, serão abordados os temas sobre seleção e treinamento de equipes sensoriais.

## TÓPICOS

**1)** Análise sensorial: visão, tato, olfato, audição e paladar

A percepção sensorial dos alimentos está relacionada com os cinco sentidos básicos: visão, tato, olfato, audição e paladar. A relação entre um estímulo físico e a resposta fisiológica/ sensorial ainda é um assunto de investigação do âmbito da psicofísica e neurociência (6). As informações provenientes dos cinco sentidos sensoriais são detectadas no cérebro simultaneamente e apresentam interações e associações psicológicas. Existem diferenças na sensibilidade individual para gostos, formas, luzes, cores, odores, de modo que cada indivíduo é apresentado como um quadro global único no mundo. Essa variabilidade é reforçada também por fatores externos como educação, nível social, estrutura cultural, personalidade e outros (1).

Visão: os seres humanos têm globos oculares que são consideravelmente pequenos. Cada olho é cercado por músculos extraoculares, uma glândula lacrimal, um sistema vascular e tecido conjuntivo que, normalmente, apresentam também algumas células adiposas. Células denominadas bastonetes e cones, localizadas na retina, que são, na verdade neurônios modificados, são as responsáveis por captar a luminosidade e reconhecer as cores (7). A cor é um dos parâmetros mais importante na determinação da qualidade e na aceitação dos alimentos. A cor não característica ou não aceitável de um alimento pode ser responsável pela rejeição imediata do mesmo sem que o alimento tenha sido degustado pelo consumidor. Os consumidores, naturalmente, fazem a correlações mentais de cor do alimento com o sabor que o mesmo deve apresentar, sendo as cores em desacordo com os desejado ou esperado capazes causar um efeito negativo no processo de aceitação (2). A percepção das cores também pode variar de indivíduo para indivíduo, podendo haver variações bruscas de percepções das cores quando se faz comparações

dentro de um grupo de pessoas. A visão não é responsável apenas pelo atributo cor do alimento, mas também de características como brilho, aparência, integridade e formato (Fig. 1). Todas essas características avaliadas simultaneamente num instante de segundo, fornecem para o avaliador informações importantes sobre a qualidade do alimento e o desejo de consumi-lo ou não.

Tato: O sentido tátil e os alimentos relacionam-se quando são considerados os parâmetros de qualidade como textura, temperatura, peso e forma. Esse sentido é principalmente percebido nos processos de manuseio do alimento através das mãos e durante a mastigação (8). O manuseio dos alimentos pode auxiliar na determinação do ponto de maturação de uma fruta ou hortaliça, pode indicar se o alimento está em uma temperatura suportável pelo organismo ou, ainda, revelar se um pão está com a maciez e crocância desejada. Já no processo de mastigação, receptores táteis localizados na língua, palato e parte interna das bochechas são capazes de fornecer informações sobre presença de grânulos no alimento, viscosidade, consistência e dureza do alimento e temperatura (Fig. 1) (2).

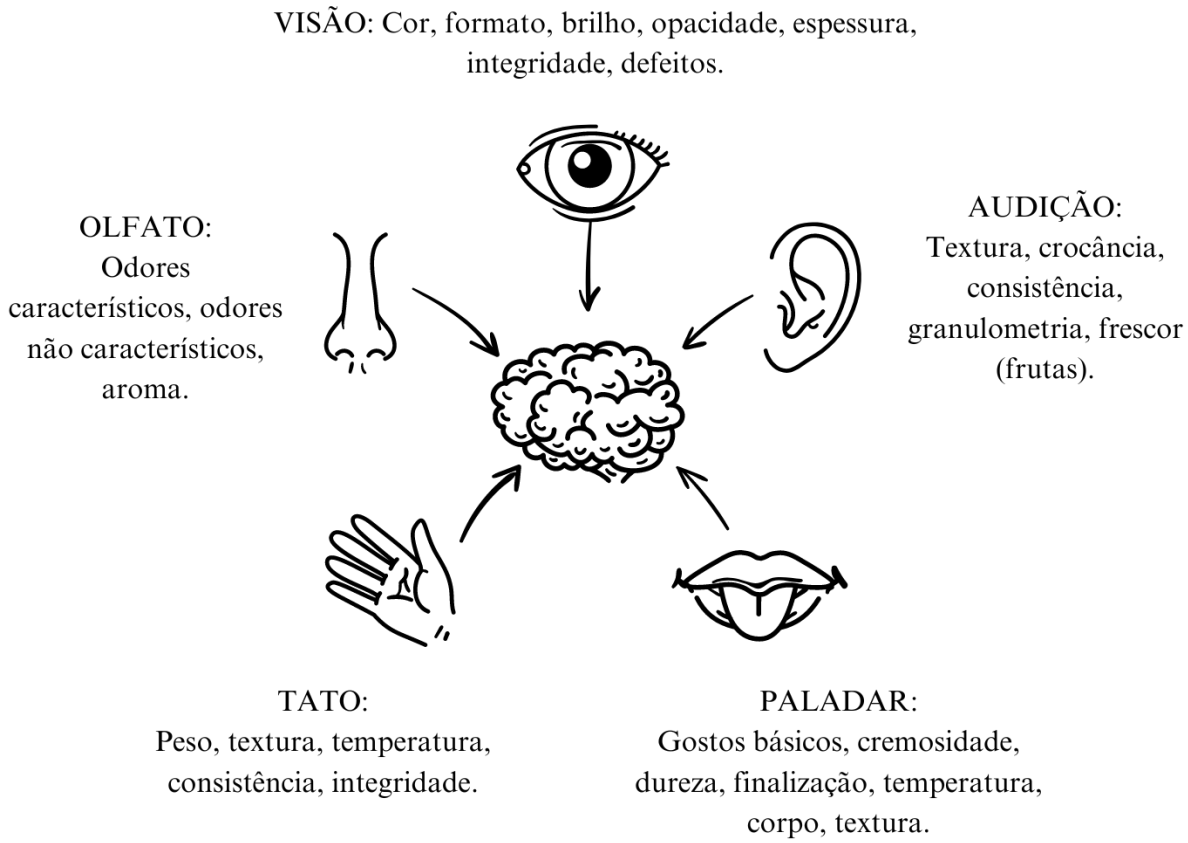
Olfato: Compostos voláteis dos alimentos podem ser percebidos por receptores nasais e retro nasais e inferir sobre a qualidade de um alimento e desejo para o consumo. Durante a mastigação, a quebra das partículas que constitui o alimento faz com que seus aromas (compostos voláteis) característicos sejam liberados e enviados às narinas pelo sistema retro nasal. Esses aromas podem ser responsáveis pela criação da imagem olfativa ou memória olfativa pelos seres humanos. Essa memória olfativa é particularmente importante pois relaciona a memória do indivíduo com a satisfação de sentir o aroma de um determinado alimento, como o café sendo preparado ou um pãozinho sendo assado (2). Quimicamente, os compostos voláteis são percebidos por células receptoras olfativas distribuídas no epitélio olfativo. Um conjunto de genes codifica as proteínas associadas aos cerca de 1.300 tipos de receptores de odores específicos. Infelizmente, algumas pessoas sofrem de anosmia: cegueira olfativa ou incapacidade de detectar cheiros (6).

Audição: A audição está diretamente relacionada à textura dos alimentos e aos sons que eles costumam produzir durante o ato da mastigação. Os sons produzidos no processo de preparo do alimento (como cortar ou fatiar) e na mastigação influenciam na avaliação sensorial dos alimentos (2). O ouvido é o órgão responsável pela recepção nesse sentido, o qual é constituído por três regiões: ouvido interno, médio e externo. O ouvido externo é responsável pela função protetora e lubrificante do sistema auricular, além de possuir três pequenos ossículos que apresentam a função de amplificadores das vibrações. Já o ouvido médio é responsável pela pressão interna auricular e a pressão atmosférica. O ouvido interno (labirinto) possui as funções de manutenção do equilíbrio e captação das ondas sonoras por meio das estruturas caracol e tuba auditiva. As vibrações captadas pelo ouvido interno passam por uma série de estruturas auriculares até a sua chegada ao cérebro pelo sistema nervoso central (8). Para certos tipos de alimentos, a audição é particularmente importante pois define padrões de qualidade, especialmente para alimentos sólidos e consistentes, como biscoitos tipo “água e sal” e “wafer”, cookies e algumas frutas como maçã (Fig. 1).

Paladar: É o sentido responsável pela percepção dos gostos dos alimentos, fisicamente percebido nos sistemas sensoriais químicos distribuídos em toda a boca, principalmente na língua. A língua apresenta uma grande quantidade de papilas, que são estruturas especializadas, e parcialmente específicas, para reconhecimento químico dos gostos. Essas estruturas são compostas por botões gustativos, que são responsáveis pelo reconhecimento do gosto através de mudança bioquímica ocasionada por um composto química, que pode ser um ácido (gosto ácido), um sal (gosto salgado), doce, amargo e/ou

umami. A percepção do gosto por esses botões ocorrerá na presença da saliva, que será responsável pela dissolução das substâncias químicas responsáveis pelo gosto. A quantidade de botões gustativos varia de indivíduo a indivíduo, e o número de botões tende a diminuir com a idade, diminuindo a percepção dos gostos (8). Os diferentes compostos químicos interagem com proteínas transmembranas ou com canais iônicos dando origem a potenciais de ação transmitidos por via nervosa até o cérebro. O paladar pode se relacionar ao sentido do olfato, gerando a sensação chamada de sabor ou *flavor*. Logo o sabor relaciona o gosto percebido pelo paladar com os aromas liberados pelo alimento. O sabor, tipicamente apresentado por um alimento é devido essa relação entre os sentidos olfato e paladar (8).

Figura 1 - Os cinco sentidos na percepção dos atributos sensoriais dos alimentos.




Fonte: Os autores.

2) Seleção de provadores

A qualidade de um alimento envolve não apenas fatores inerentes aos atributos químicos e microbiológicos, mas também fatores sensoriais que agradam o consumidor e são essenciais para cativar o público-alvo. Essa qualidade sensorial é verificada e quantificada através de metodologias de análise sensorial, e é uma ferramenta imprescindível na indústria de alimentos. A aplicabilidade da análise sensorial não se limita apenas ao produto final que será destinado ao mercado. Ela também pode ser aplicada durante o preparo, durante as fases de produção do alimento e durante a vida de

prateleira do alimento. Através da análise sensorial pode-se avaliar atributos específicos da matéria-prima; o efeito do processamento, efeito do armazenamento e da embalagem nas características sensoriais; a qualidade organoléptica de um alimento frente a mudanças de ingredientes; e as reações do consumidor para alimentos novos no mercado (9).

Os provadores são um grupo de pessoas cujo número, características e funcionamento devem contribuir para a validação dos resultados da análise sensorial. Pode-se considerar vários tipos de provadores nas técnicas de análise sensorial, de acordo com a norma ISO 5492:2008/Amd 1:2016 (10). Para que as análises sensoriais aconteçam de forma efetiva, os provadores que compõem a equipe sensorial da indústria precisam ter seu resultado aprovado nas subsequentes etapas de seleção e treinamento (11).

As metodologias de análises sensoriais que objetivam assegurar a qualidade do produto podem ser divididas em três grupos principais: afetivas, discriminativas e descritivas (12). O processo de seleção de provadores pode ser dividido em duas fases: recrutamento e seleção final. A primeira fase objetiva avaliar a acuidade sensorial, a sensibilidade sensorial, o poder discriminante e a capacidade de memorização. Para isso utilizam-se testes sensoriais como: detecção de gostos básicos, testes de ordenação, testes de diferenças, testes de reconhecimento e teste limiares de detecção. Todos os ensaios devem ser precedidos de ensaios de familiarização para com o alimento alvo e devem ser realizados em condições reais de avaliação de alimentos (10).

O recrutamento de indivíduos para compor a equipe deve ser iniciado com um número de candidatos cerca de três vezes superior ao desejado (12). Os possíveis provadores sensoriais devem ser selecionados, primeiramente, por uma entrevista ou ficha convite. Nessa entrevista ou ficha deve constar informações básicas que serão suporte para tomadas de decisões, como: sexo, idade, saúde, doenças, hábitos (fumantes, consumidores de bebidas alcoólicas) e dificuldades físicas (como baixa visão ou perda auditiva). Diante das informações básicas, deve-se proceder uma pré-seleção de candidatos aptos para a etapa subsequente que pode ser um reconhecimento de gostos e aromas básicos e/ou teste de capacidade discriminativa entre amostras (13, 14). Nesta fase, pretende-se fornecer aos provadores conhecimentos sobre análise sensorial e as técnicas utilizadas em análise sensorial, de forma a desenvolver a capacidade do indivíduo para detectar, reconhecer e descrever os estímulos sensoriais percebidos.

O treinamento dos candidatos é necessário em quase todos os métodos de análise sensorial (exceto em testes de aceitabilidade pelo consumidor), mas o grau de treinamento depende da dificuldade e complexidade da análise e do alimento alvo. (10). Os resultados obtidos da etapa de reconhecimento de gostos e aromas e no teste de capacidade discriminativa são validados estatisticamente e são analisados quanto a repetibilidade, ao grau de discriminação das amostras e ao consenso entre os provadores (12). É importante salientar que a repetição de testes pode ser importante quando se deseja avaliar o quanto cada indivíduo da equipe é capaz de reproduzir resultados com precisão e confiabilidade.

De acordo com a NP ISO 8586:2012, a fase de recrutamento tem o objetivo de adquirir candidatos e escolher os que são mais aptos a serem treinados para se tornarem provadores qualificados (15). Os indivíduos recrutados devem estar cientes do seu papel na avaliação e do que se espera deles durante o estudo. O especialista sensorial (moderador e responsável pela equipe) deve fornecer o máximo de informações sobre o projeto, sobre o compromisso de tempo e sobre a responsabilidade do indivíduo e categorias de produtos que serão avaliados. O candidato deve estar ciente de todas essas informações antes de se comprometer efetivamente com sua participação no projeto (16).

Dependendo do tipo de avaliação sensorial é necessário um treinamento aprofundado, como para os testes descritivos que são mais detalhados e exploratórios, enquanto apenas um treinamento mais suscinto é necessário para testes de discriminação (16). A seleção para compor uma equipe treinada pode ser feita através de testes discriminativos, como o teste Triangular, Duo-trio e Comparação pareada. Normalmente faz-se análises sequenciais de testes discriminativos e posteriormente analisa-se os dados para poder tomar a decisão de aceitar ou rejeitar um candidato. Esses testes discriminativos podem ser direcionados para uma determinada característica do alimento ou no aspecto global.

Para ser selecionado o candidato é avaliado quanto ao número de respostas corretas e a capacidade da reprodutibilidade dos resultados. (13). Na validação estatística da equipe de avaliadores, é recomendada a avaliação do poder de discriminação das amostras, do grau de repetibilidade dos resultados e da concordância com a equipe (14). O tempo necessário para realizar essa etapa de seleção de equipe é variável e dependente do grau de dificuldade sensorial que o alimento alvo apresenta (alimentos sensorialmente simples ou complexos). No decorrer da etapa de seleção, os candidatos vão se familiarizar com os testes, com as fichas sensoriais, com as escalas, quantidade de amostra, maneira como estas devem ser avaliadas, atributos e terminologias utilizadas. Através da repetição dos testes e oferta de amostras padrão ou amostras de referências é possível aumentar a sensibilidade de percepção dos avaliadores e garantir que suas respostas sejam eficientes e confiáveis. (13).

A seleção final da equipe sensorial deve levar em consideração as informações básicas do indivíduo, a sensibilidade sensorial, a equidade com os demais membros da equipe, capacidade de reprodutibilidade e trabalho em equipe, capacidade de verbalizar as sensações percebidas e comprometimento com o projeto. Essas informações devem ser adquiridas mediante dados (resultados da análise estatística) e observação do especialista sensorial (responsável/ moderador do projeto).

3) Treinamento da equipe sensorial.

Um painel de análise sensorial é como um instrumento de medição, contudo, nem todos os indivíduos têm aptidão para a realização de uma análise sensorial de imediato. Para que possam integrar um equipe de provadores é necessária uma seleção preliminar que ocorre na fase de recrutamento, seguindo de uma etapa de treinamento que varia conforme as funções que a equipe sensorial virá a desempenhar e o tipo de alimento a ser avaliado (17). Uma equipe treinada para conseguir detectar semelhanças e/ou diferenças entre amostras de alimentos frente a um conjunto vasto de atributos sensoriais requer a prévia familiarização e a padronização dos atributos que serão avaliados, sendo esses para testes descritivos e/ou discriminativos (18).

Os métodos descritivos permitem um mapeamento geral do alimento sob avaliação, indicando de forma completa e detalhada quais são os atributos que descrevem ou diferenciam as amostras, ou que precisam ser melhorados para satisfazer as necessidades dos consumidores (19). Atualmente os testes descritivos são os testes sensoriais mais aplicados por requerer pequenas equipes de provadores treinados, constituindo-se como uma ferramenta de grande valia dentro de indústrias de alimentos (5). Além disso, são métodos abrangentes, flexíveis e relativamente rápidos na obtenção de resultados quando a equipe já está devidamente treinada.

Uma etapa importante para a realização de testes descritivos é a elaboração de uma lista de termos descritivos sobre os atributos alvos do estudo (sabor, textura, aparência, cor, brilho, aroma característico etc.). Por meio de um consenso entre os

provadores, os termos descritivos são levantados mediante uma análise em grupo do alimento alvo moderada pelo especialista sensorial, que preferencialmente não componha a equipe sensorial. Cada termo descritivo deve ser detalhadamente apresentado e explicado para cada membro da equipe em treinamento e limiares de cada termo devem ser estabelecidos (19). Por exemplo, se está se avaliando a aparência de cookies sabor chocolate, marrom pode ser um termo descritivo estabelecido e, nesse caso, a equipe sensorial deve ser treinada para o reconhecimento da cor marrom bem como o reconhecimento de suas variações (limiares), como marrom claro e marrom escuro por exemplo. Após o treinamento, pode ser aplicado uma ficha de avaliação contendo, por exemplo, uma escala não estruturada com nove centímetros de comprimento, para averiguação da equidade da equipe quanto aos limiares dos termos descritivos levantados (20). Novamente a análise estatística se torna uma ferramenta importante para averiguar *outliers* dentro da equipe. Após o treinamento, a equipe passa a ser "instrumento calibrado" para pontuar a intensidade de atributos sensoriais (21).

Outro grupo de testes muito utilizados nas análises sensoriais são os testes discriminativos, que têm como objetivo detectar a presença ou ausência de diferenças sensoriais entre dois ou mais produtos. Assim, o objetivo desses testes é estabelecer se entre duas ou mais amostras existem ou não diferenças, em um atributo específico ou no aspecto global do alimento (4). Os testes discriminativos são muito importantes e aplicáveis na indústria alimentícia pois pode-se fazer comparações rápidas e direcionadas de alimentos frente a marcas concorrentes, gerando informações importantes para a indústria alimentícia sobre como seu produto é visto no mercado quando comparado a outros produtos similares. Esses testes podem também ser aplicados a equipe sensorial durante o treinamento da equipe ou em etapas de calibragem da equipe (10).

Após a condução das etapas de treinamento, é necessário que haja verificação do desempenho assegurando que este será uniforme e consistente para que os resultados estejam confiáveis. Tais parâmetros serão avaliados de acordo com critérios de precisão, credibilidade e exatidão, que por sua vez podem ser mensurados por técnicas sensoriais como testes de ordenação, escala hedônica, escala do ideal e outros (4). A longo prazo, é fundamental que a capacidade sensorial e acuidade dos provadores sejam analisadas de forma periódica sabendo que os indivíduos podem ter oscilações no decorrer do tempo (22).

## CONCLUSÕES

A indústria alimentícia tem se desenvolvido e aprimorado, ano após ano, para acompanhar os avanços da tecnologia e a exigência do mercado. No que se refere a tecnologia e instrumentação, cada vez mais as indústrias estão inserindo na linha de produção equipamentos e utensílios altamente tecnológicos e com baixo consumo de energia não renovável. Logo essas modificações nas instalações industriais podem causar mudanças sensoriais nos alimentos.

O mercado consumidor também tem pressionado a indústria alimentícia em muitos sentidos, especialmente no que se refere à qualidade e segurança de consumo. Legislações estão cada vez mais rigorosas e sendo revisadas periodicamente para autorização ou não do uso de aditivos alimentares, como corantes, conservantes, acidulantes e outros. Mudanças na legislação forçam a indústria a procurar substitutos químicos que promovam a ação desejada e essas modificações na formulação dos alimentos podem causar mudanças sensoriais.

Os consumidores estão mais exigentes e atentos para questões relacionadas a alimentos e alimentação. A demanda por novos produtos está altíssima e alimentos com apelo funcional, com teor reduzido em gordura, açúcar e sódio, alimentos para nutrição esportiva, e alimentos pré-preparados possuem um nicho de mercado em expansão. Novamente a análise sensorial é uma etapa essencial para averiguação da qualidade de novos produtos e seu direcionamento dentro do mercado consumidor.

A importância da análise sensorial para a indústria alimentícia não remete o que realmente está implementado na atualidade. As indústrias estão atrasadas e poucas possuem equipes capacitadas e treinadas para avaliações sensoriais, especialmente as pequenas indústrias. Com poucos profissionais habilitados e preparados para atuar na Análise Sensorial, faz-se necessário uma ação rápida e eficiente da indústria alimentícia para capacitar colaboradores e adequar, fisicamente, a indústria para a condução de testes sensoriais.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal Rural da Amazônia por todo apoio dedicado ao curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

## REFERÊNCIAS

1. Dutcosky SD. Análise sensorial de alimentos. 5. ed. Curitiba: PUCPRESS; 2019.

2. Dutcosky SD. Análise sensorial de alimentos. 4. ed. Curitiba: Champagnat; 2015.

3. Lucas, BN, Nora, FND. Análise Sensorial de Alimentos – aplicações recentes. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/351864808_Analise_Sensorial_De_Alimentos_Aplicacoes_Recentes Acesso em 13 de agosto de 2024.

4. Minim VPR. Análise sensorial: estudo com consumidores. 2ª ed. Editora UFV; 2010.

5. Lucas B, Dalla Nora F. Análise Sensorial De Alimentos: Aplicações Recentes. 2021.

6. Esteves E. Introdução à análise sensorial. Faro: Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve; 2014.

7. Alamar PD. Análise sensorial. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A.; 2019

8. Palermo JR. Análise sensorial: fundamentos e métodos. 1. ed. Rio de Janeiro: Atheneu; 2015.

9. Cano PW. Avaliação da vida de prateleira de molhos industrializados para massas oferecidos em serviços de alimentação [Monografia]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2014.

10. Conceicao C, Garrido A. Análise sensorial de alimentos: Fundamentos e Aplicações Curso II; 2020.

11. Lima MDF. Análise de controle de qualidade de uma indústria alimentícia; 2018.

12. Macedo VPE, et al. Princípios Básicos de Análise Sensorial em Alimentos - Revisão de literatura. Rev Med Vet UNIFESO. 2021;2(1):128-35.

13. Pereira AM, et al. Descomplicando a Análise Sensorial: Grãos e Derivados.

14. Lucas B, Dalla Nora F. Análise Sensorial De Alimentos: Aplicações Recentes. 2021.

15. Ribeiro MPA. Implementação de um Painel de Provadores na empresa Condi Alimentar, SA; 2018.

16. Medoro C, et al. Sensory profile of Italian craft beers, beer taster expert versus sensory methods: A comparative study. Food Nutr Sci. 2016;7(6):454.

17. ISO 6658:2005. Sensory analysis- Methodology – General guidance. 2ª ed. Suiça; 2005.

18. Carmo JL. Manual de Boas Práticas Em Análise Sensorial. Lucas & Nora; 2021.

19. Minim VPR. Análise sensorial descritiva. 2ª ed. Editora UFV; 2023.

20. Poiani MR, Montanuci FD. Caracterizações físicas e tecnológicas e perfil de textura de cookies de farinha de uva e linhaça. Braz J Food Technol. 2019;22(1):1-14.

21. Ribeiro BB, Mendonça LMVL, Assis GA, Mendonça JMA, Malta MR, Montanari FF. Avaliação química e sensorial de blends de *Coffea canephora* Pierre e *Coffea arabica* L. Coffee Sci. 2014; 9:178-86.

22. Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. Sensory Evaluation Techniques. 5ª ed. CRC Press; 2016.

**Capítulo 62**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-62**

# ANÁLISE, QUANTIFICAÇÃO E CONFORMIDADE DO TEOR DE SÓDIO EM PRODUTOS CÁRNEOS EMULSIONADOS

**Jadielson Francisco Silva de Melo*; Raimundo Bernadino Filho ;Karina Barbosa dos Santos; Larissa Mylena Mendes Dias; Aline Samara Moraes Silva; José Fernando da Silva**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:jadielsonmelloo@gmail.com*

**Resumo:** Os produtos cárneos vem sendo cada vez mais consumido pela polução, tanto pelos seus preços, praticidade e sabor. A respectiva pesquisa teve como objetivo analisar o teor total de sódio em amostras de mortadelas, presunto cozidos e salsichas comercializadas na cidade de Garanhuns-PE e verificar a conformidade com os valores informados nas embalagens e com os valores diários (%VD) de recomendação em uma dieta baseada em 2.000 Kcal. Foram selecionadas três marcas distintas de mortadelas mistas, salsichas mistas e presunto cozido comercializados na cidade de Garanhuns. A metodologia utilizada foi de acordo com a AOAC, 1997. As marcas analisadas apresentaram valores acima ao informado em seus rótulos, onde das 9 amostras, 6 ultrapassaram a variação de 20% permitido pela RDC 429, das três marcas de mortadelas, todas estiveram em desacordo com a legislação, das salsichas apenas uma e as do presunto cozido duas marcas. Todas as marcas analisadas, com exceção da PC2, continham valores de sódio acima de 50% do recomendado pela OMS, sendo 2.000 mg de sódio diários. Nesta pesquisa foi possível verificar que das três marcas de mortadelas analisadas, todas ficaram acima do acordo de redução de sódio proposto em 2011 pelo Ministério da saúde, já salsicha, a marca S1 obteve valor abaixo do acordo estipulado para 2017, enquanto as demais obtiveram valores acima, como também, verificou-se que algumas marcas ultrapassaram a variação permitida pela RDC 429, evidenciando a importância do compromisso dos órgãos governamentais em melhor monitorar e estabelecer limites ao teor de sódio desta categoria de alimentos.

**Palavras–chave:** mortadela, rótulo, salsicha, verificação

## INTRODUÇÃO

O mercado de produtos cárneos tem apresentado grande expansão e alta competitividade nos últimos anos se tornado cada vez mais presente no hábito alimentar da população brasileira, sendo vastamente conhecidos e consumidos por todas as faixas etárias da população tanto no ambiente doméstico como fora deste (1).

Produtos cárneos são definidos como aqueles em que as propriedades originais da carne fresca foram modificadas por meio de tratamento físico, químico ou biológico, ou ainda através da combinação destes métodos, visando a oferta de produtos com qualidade definida e prolongar a vida comercial, por meio da anulação ou atenuação da ação de micro-organismos ou enzimas. Nesta categoria, estão incluídas as salsichas e mortadelas, as quais são caracterizados por apresentarem um dos mais altos teores de sal dentre todos

os tipos de produtos cárneos, sendo significativas fontes alimentares de sódio que pode representar até 6% de sua composição (1).

O sal é composto por 60 % de cloreto e 40 % de sódio, sendo utilizado em produtos cárneos principalmente para conferir sabor, textura e extensão da vida útil. O cloreto de sódio tem um importante papel na textura de muitos produtos cárneos em função da extração das proteínas miofibrilares e a incorporação de água ao produto através da formação de géis estáveis após cozimento, já o efeito preservativo é devido à habilidade em diminuir a atividade de água do produto. Além do sal podem ser utilizadas outras fontes de sódio nestes alimentos como aditivos alimentares, nesta classe encontramos os conservantes, estabilizantes e realçadores de sabor (2)

A principal fonte de sódio dos produtos cárneos é proveniente da adição de cloreto de sódio durante a elaboração dos produtos. Outros ingredientes também causam efeitos no teor de sódio, o tripolifosfato de sódio contém 31,2% de sódio, nitrato de sódio (27,1%), ascorbato ou eritorbato de sódio (11,6%), nitrito de sódio (33,2%), glutamato monossódico (13,6%), porém são utilizados em pequenas quantidades (3). De acordo com Breidenstein (4), num produto cárneo com 2% de sal o cloreto de sódio adicionado contribui com 79% do sódio do produto final.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a recomendação diária máxima de sódio por pessoa é de 2.000 mg, ou seja, 5 g de sal diárias. De acordo com um levantamento realizado pela Fiocruz, os brasileiros consomem, em média, 9,34 gramas de sal por dia, quase o dobro do recomendado pela OMS (5).

Percebendo os riscos da ingestão de sódio pelos brasileiros através do consumo de alimentos industrializados, o governo federal, através do Ministério da Saúde em parceria com a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA) desenvolveram o Plano Nacional da Redução do Sódio em Alimentos Processados, que teve como objetivo atingir o patamar de consumo de sódio indicado pela OMS, através da retirada gradativa de sódio em 12 categorias prioritárias de alimentos mais consumidos pela população brasileira, dentre eles alguns produtos cárneos. Para isso, entre 2011 e 2020 as reduções nos alimentos industrializados deveriam chegar a 50%.

Diante deste cenário, faz-se necessário uma análise para se ter uma noção das conformidades das informações contidas na rotulagem nutricional dos produtos cárneos com a quantidade real presente em cada amostra analisada, a fim de confrontar essas informações e verificar se as indústrias estão atendendo o Plano Nacional da Redução do Sódio em Alimentos Processados estabelecido pelo governo brasileiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nas dependências do Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados, Laboratório de Análise de Alimentos e no Laboratório de Química Agrícola e Ambiental da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE). As amostras foram adquiridas em supermercados na cidade de Garanhuns e transportadas em recipientes isotérmicos aos laboratórios onde foram realizadas as análises.

Foram realizadas análises em triplicata em três marcas nacionais de cada produto cárneo (salsicha, mortadela e presunto cozido) de uma mesma classificação de acordo com os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de cada produto selecionado.

Para a seleção das amostras foi feita uma pesquisa nos principais mercados situados na cidade de Garanhuns, após o levantamento das marcas mais comercializadas, foram selecionadas as três marcas de mortadela mista, salsicha mista e presunto cozido. A codificação das marcas foi feita da seguinte maneira, para amostras de mortadela:

Amostra M1, Amostra M2 e Amostra M3. Para a salsicha, foi identificado como sendo: Amostra S1, Amostra S2 e Amostra S3, e para o presunto cozido Amostra PC1, Amostra PC2 e Amostra PC3.

As amostras foram trituradas utilizando multiprocessador, da marca Arno, por 30 segundos, em seguida foi realizada a obtenção, onde pesou-se 5 gramas de cada amostra em cadinhos de porcelana utilizando balança analítica.

As amostras devidamente pesadas foram transferidas para forno mufla e incineradas até eliminação total da matéria orgânica, onde permaneceram em temperatura à 550 °C (6).

As cinzas obtidas foram diluídas com água destilada e transferidas para balão volumétrico com auxílio de um funil, até completar volume de 100mL. O balão foi agitado manualmente para homogeneização. Desse volume foi tomada uma alíquota de 2mL e transferida para um balão de 100mL e seu volume foi completado com água destilada (Figura 1). Antes das respectivas leituras o fotômetro de chama (Figura 2) foi zerado com água destilada (branco) e calibrado com padrão de sódio para gerar a respectiva curva de calibração (6).



Figura 1: Amostra diluída



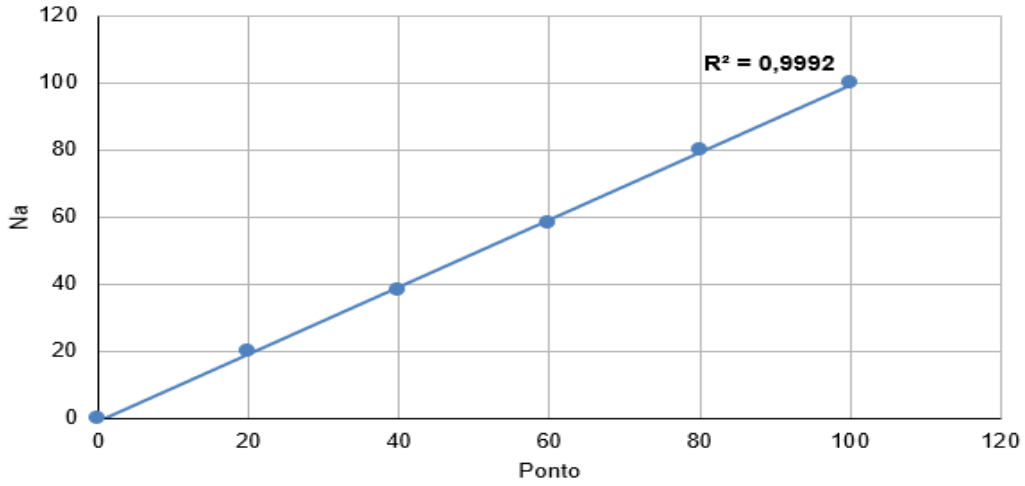

Figura 2: Fotômetro de chama

Com a aferição do padrão de sódio, utilizando concentrações de 0 %, 20%, 40%, 60%, 80% e 100%, foi gerado uma curva de calibração (Figura 3), resultando na equação 1. Esta equação foi utilizada para se obter a quantidade de sódio presente nas amostras analisadas, onde o valor era gerado em mg/L e em seguida convertido para mg/100g.

$$y = x - 0{,}6667 \quad (1)$$

Onde: y = Valor em absorbância dada no fotômetro de chama x = valor de sódio em mg/L

Figura 3: Curva de calibração obtida através do padrão de sódio




## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises estão apresentados na Tabela 1 juntamente com o desvio padrão de cada média, como também os valores presentes na tabela nutricional de cada produto.

Tabela 1: Valores de sódio em mg/100g e %VD encontrados nas análises, valores informados no rótulo

| Mortadela | Teor de sódio (mg/100g) | Teor de sódio informado no rótulo (mg/100g) | *VD% | *VD% (rótulo) |
|---|---|---|---|---|
| M1 | 1.749 ± 0,58 | 1.350 | 87,5 | 67,5 |
| M2 | 1.783 ± 1,15 | 1.405 | 89,2 | 70,3 |
| M3 | 1.759 ± 0,00 | 1.365 | 88,0 | 68,3 |
| **Salsicha** | | | | |
| S1 | 1.269 ± 0,00 | 1.120 | 63,5 | 56,0 |
| S2 | 1.011 ± 0,58 | 850 | 50,6 | 42,5 |
| S3 | 1.274 ± 0,00 | 1.010 | 63,7 | 50,5 |
| **Presunto Cozido** | | | | |
| PC1 | 1.130 ± 0,00 | 1.160 | 56,5 | 58,0 |
| PC2 | 799 ± 0,58 | 590 | 40,0 | 29,5 |
| PC3 | 1.398 ± 0,00 | 1.060 | 69,9 | 53,0 |

*Valor de referência com base em uma dieta diária de 2.000 Kcal

No que diz respeito à análise de conformidade da rotulagem em relação à legislação, todos as amostras avaliadas apresentaram a declaração obrigatória dos nutrientes e o percentual do valor diário (Tabela 1), entretanto todas as marcas de mortadelas, a marca S3 e as marcas PC2 e PC3 apresentaram desacordos em relação às

referências estabelecidas, ultrapassando a variação de 20% para mais ou para menos conforme a RDC 429.

Na tabela de informação nutricional da amostra M2 consta 1.405mg de sódio por porção e 70,3% do valor diário, porém, considerando como referência o valor de 1.783mg de sódio, este teor corresponde a 89,2% do valor diário recomendado, que é 2.000 mg de sódio com base em uma dieta de 2.000 Kcal (7). Conforme a Tabela 1, é possível observar que todas as marcas analisadas, com exceção da marca PC2, em uma porção de 100g, já ultrapassam a metade do valor diário recomendado pela Organização Mundial da Saúde, tal informação vem com um tom alarmante pelo fato de ser uma alta quantidade de sódio, o que pode contribuir para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

Quando se comparados os valores encontrados nas análises aos reportados nos rótulos, verifica-se que todas as amostras de mortadelas analisadas apresentaram valores acima do informado, levando dessa forma o consumidor ao engano.

A variação de sódio encontrado entre diferentes fabricantes, pode ser compreendida por alguns fatores, tais como a quantidade e tipo de ingredientes utilizados, forma de processamento, como também o meio em que o produto foi armazenado (1). Freitas (8) realizou análise de sódio, potássio e cálcio em frios e embutidos, onde para a mortadela ela encontrou valor de 1685,94 mg/100g de sódio, tal valor ficou abaixo aos encontrados nesta pesquisa.

Os valores apresentados na Tabela 1, estão abaixo aos encontrados por Ribeiro (9), onde o mesmo avaliou o teor de sódio em alimentos processados para crianças e adolescentes, e para a mortadela ele encontrou valor de 2.009,75 mg/100g, valor acima aos reportados nesta pesquisa.

Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (10), para 100 gramas de mortadela, apresenta-se um valor de 1.212 mg/100g de sódio, onde das três marcas analisadas nesta pesquisa, todas apresentaram valores superiores, ficando acima de 1700 mg/100g de sódio.

Os valores de sódio nas amostras de salsichas variaram em 1.011 mg/100g a 1.274 mg/100g, onde a marca S2 apresentou o menor valor e a marca S3 a maior quantidade de sódio. Ao correlacionar aos dados das análises com os respectivos rótulos, todas as três marcas analisadas apresentaram valores acima aos informados na tabela nutricional, onde as marcas S1 e S3 apresentaram valores próximos, enquanto a marca S2 resultou em um valor mais distante das demais.

Ribeiro (9) realizou análise de sódio em salsicha, onde encontrou valores que variam de 1.553,69 a 1.685,28 mg/100g, tais valores estão acima dos encontrados nas três marcas analisadas nesta pesquisa. Enquanto Freitas (8) encontrou em salsicha tradicional 1.175,76 mg/100g de sódio, tal valor está bem próximo aos encontrados nas marcas de salsichas estudadas neste trabalho.

De acordo com a Tabela 1, as amostras de presunto cozido apresentaram valores variando de 799 mg/100g a 1.398 mg/100g, sendo a marca PC2 o menor valor e a marca PC3 o maior. Conforme os demais produtos analisados, os dados reportados nos presuntos cozidos também obtiveram quantidades acima aos que estavam informados nos rótulos pelos respectivos fabricantes.

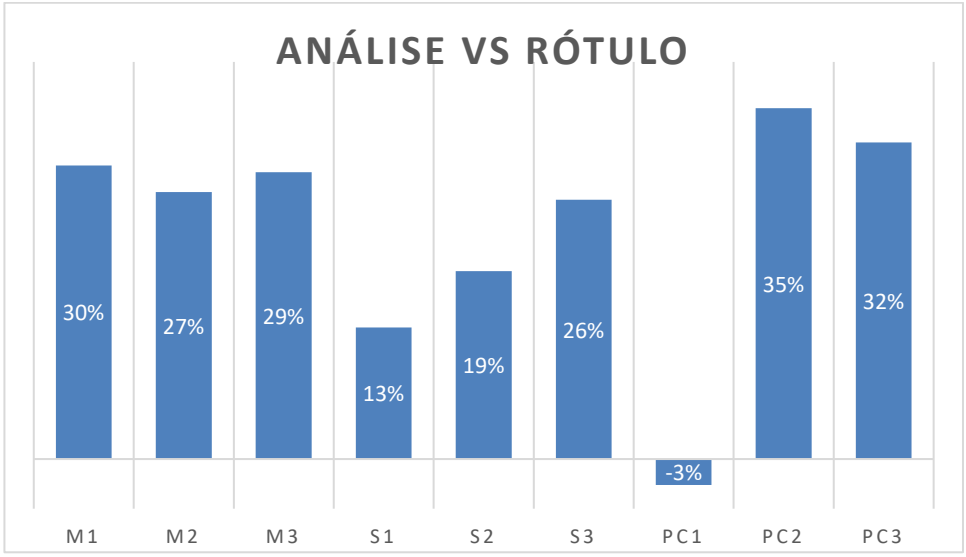
Freitas (8) identificou valor de sódio em presunto cozido no valor de 448,36 mg/100g, tal resultado está abaixo aos identificados nesta pesquisa, onde a marca que mais se aproxima é da PC2, cujo valor foi de 799 mg/100g.

Santos *et. al.*, (11) encontrou valores de sódio que variaram em 668 a 1.140 mg/100g, ficando dentro desse intervalo as marcas PC1 e PC2 do respectivo trabalho.

A Figura 4 apresenta a diferença dos valores encontrados nas análises com os valores informados nas tabelas nutricionais. Observa-se que nas marcas de mortadelas, de salsichas e nas PC2 e PC3 houve uma diferença a mais do valor da análise com o do rótulo, enquanto a PC1 obteve valor a baixo, sendo assim, nas 8 marcas, os valores encontrados foram superiores ao informado na tabela nutricional de cada produto.

A RDC Nº 429, de 8 de outubro de 2020 (7), diz que valores declarados nos rótulos nutricionais de alimentos quando comparados aos resultados laboratoriais, podem apresentar uma variação de 20% para mais ou para menos. Com base nesta RDC, todas as marcas de mortadelas ultrapassaram essa variação de 20%. Já para as três marcas de salsichas, a S1 (13%) e a S2 (19%) apresentaram valores inferiores a 20%, ocasionando na conformidade das respectivas marcas. E para o presunto cozido, apenas a marca PC1 não ultrapassou essa variação, demostrando uma ótima padronização de seu produto, resultando na menor variação dentre as nove marcas analisadas.

Figura 4: Diferença dos valores encontrados nas análises em relação aos informados nos rótulos pelos fabricantes




Como os dados nutricionais informados pela indústria alimentícia podem ser obtidos tanto por meio de análises físico-químicas quanto por cálculos teóricos baseados na formulação do produto, é possível a divergência entre teores dos nutrientes. Os diferentes métodos empregados podem justificar, parcialmente, a discrepância entre os valores declarados na rotulagem e os detectados neste estudo, entretanto essa diferença não deveria ultrapassar 20%.

Segundo a RDC Nº 429, de 8 de outubro de 2020 (7), todo alimento que contenha valores igual ou superior a 600 mg de sódio por 100g do alimento, deve-se apresentar em sua embalagem o símbolo especificando que o produto é alto em sódio. De acordo com análises realizadas e os resultados obtidos, todas as 9 marcas devem conter em suas embalagens a lupa informando o alto teor em sódio no produto. Todas as marcas de salsicha e mortadela analisadas apresentam em suas embalagens o símbolo de alto teor em sódio, enquanto no presunto cozido a marca PC2 não apresentava a lupa em sua embalagem, visto na tabela nutricional o valor informado é inferior a 600mg/100g,

porém, no respectivo trabalho o valor encontrado (799 mg/100g) foi superior ao da embalagem. Tal informação é extremamente necessária, pois ajuda o consumidor na escolha do produto, visto que a mortadela, salsicha e o presunto cozido são produtos que apresentam um alto teor de sódio que pode acarretar em problemas como hipertensão arterial sistêmica, cálculos renais, doenças cardiovasculares e obesidade (1).

Em relação às metas estabelecidas pelo Plano Nacional de Redução de Sódio em Alimentos Processados (12), onde no ano de 2017 para mortadelas armazenadas em temperatura ambiente, estimava-se uma redução de 26,1 %, saindo de 1.638 mg/100g no ano de 2012, para 1.180 mg/100g em 2017, ou seja, com base nas mortadelas analisadas nesta pesquisa, nas três marcas, obteve-se valores acima aos encontrados já no ano de 2012, onde o menor valor foi 1.749 mg/100g, estando acima de 1.638 mg/100g. Já para as amostras de salsichas, no ano de 2012 o valor máximo encontrado foi de 1.596 mg/100g, onde se objetivou uma redução para 1.180 mg/100g no ano de 2017, obtendo uma redução de 28,8% de sódio na salsicha entre esses 5 anos. Com base nesse acordo, apenas a marca S2 (1.011 mg/100g) esteve abaixo do valor estimado para 2017, enquanto as demais marcas ficaram abaixo do valor máximo encontrado no ano de 2012. Já para o presunto cozido, estimava-se uma redução para 1.160 mg/100g, onde as marcas PC1 e PC2 obtiveram valores abaixo da meta estabelecida, indicando a conformidade em relação a meta estabelecida para redução de sódio, enquanto a marca PC3 ficou acima ao indicado para o ano de 2017.

## CONCLUSÕES

A pesquisa possibilitou a identificação da quantidade de sódio em marcas de mortadelas mista, salsichas mistas e de presunto cozido, onde foi possível verificar que as marcas de mortadelas não estão seguindo o acordo de redução de sódio proposto pelo Ministério da Saúde em parceria com a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA), além de não apresentar conformidade dos valores das análises com dos rótulos, juntamente com as marcas S3, PC2 e PC3, ultrapassando o valor de 20% estabelecido pela RDC Nº 429, de 8 de outubro de 2020.

As análises das amostras de salsichas apresentaram valores convincentes quando comparado ao acordo de redução de sódio, onde a marca S2 apresentou valor abaixo do esperado para 2017, enquanto a S1 e S3 obtiveram valores acima, porém ficaram abaixo aos encontrados no ano de 2012. Já para o presunto cozido as marcas PC1 e PC2 estiveram abaixo das metas estabelecidas para o ano de 2017, enquanto a PC3 ficou um pouco acima.

Diante dos resultados observa-se que todas as amostras analisadas possuem teores elevados de sódio. Isto provavelmente contribuirá a médio e longo prazo para o desenvolvimento de menor sensibilidade ao gosto salgado e a problemas de saúde da população. Faz-se então necessário o compromisso governamental em melhor monitorar e estabelecer limites ao teor de sódio desta categoria de alimentos.

## REFERÊNCIAS

57. SILVESTRE, F. K; SANTOS E. F; BENNEMANN G. D; NOVELLO D. Análise do Teor de Sódio em Rótulos de Mortadelas Comercializadas no Brasil. Rev. Inst. Adolfo Lutz, v. 74, n. 3, p. 239-246, Guarapuava - PR, 2015.
58. BANNWART, G. C. M. C.; SILVA, M. E. M. P.; VIDAL, G. Redução de sódio

em alimentos: panorama atual e impactos tecnológicos, sensoriais e de saúde pública. Nutrire, v. 39, n. 3, p. 348-365, 2014.
59. MAURER A.J. (1983) Reduced sodium usage in poultry muscle foods. Food Technology, v.37, n.7, p. 60-65.
60. BREIDENSTEIN, BC. Produtos bovinos de valor intermediário: produtos bovinos reestruturados. 1982.
61. KRAPP J. Brasileiros consomem quase o dobro de sal sugerido pela OMS. Agência Fiocruz de Notícias. Rio de Janeiro, 26 de novembro de 2019. Disponível em:https://agencia.fiocruz.br/brasileiros-consomem-quase-o-dobro-de-sal sugerido-pela-oms . Acesso em 06 de janeiro de 2024.
62. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHAMISTS. Official methods of Analysis of AOAC international. 16ª ed., 3ª rev. Gaitherburg: Published by AOAC International, 1997. v.2, cap. 32.
63. BRASIL. Ministério da Saúde. IN N° 75, de 08 de outubro de 2020. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Diário Oficial da União. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br . Acesso em 26 de março de 2023.
64. FREITAS, M. R. Teor de sódio e potássio em frios e embutidos. TCC. Universidade de Brasília. 2016.
65. RIBEIRO, F. R. Alimentos processados para crianças e adolescentes: Concentração de sódio e conformidade da rotulagem. Dissertação. Universidade Federal de Pernambuco – Programa de pós graduação em nutrição. 2011.
66. TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. 4ª edição revisada e ampliada. Campinas – SP. 2011. Disponível em: https://www.cfn.org.br/wpcontent/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_ revisada.pdf Acesso em: 21 de mar de 2024.
67. SANTOS, F. A. G. M.; SANTOS, M.; MORAIS, N.N.G.; POLLONIO, M.A.R. Panorama do teor de sódio em produtos cárneos por meio da avaliação de rótulos. 2021.
**68.** BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Monitoramento dos Teores de Sódio e Açúcares em Alimentos Industrializados. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/fiscalizacao-e-monitoramento/programas-nacionais-de-monitoramento-de-alimentos/teores-de-sodio-e-acucares-em-alimentos-industrializados Acesso em: 27 de maio de 2024.

**Capítulo 63**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-63**

# ÓLEOS ESSENCIAIS COMO AGENTES ANTIFÚNGICOS EM ALIMENTOS: REVISÃO DE LITERATURA

**Vanessa Caroline de Oliveira*; Monique Lara de Paula Armond ;Anders Teixeira Gomes; Breno Padovani Marcolino ; Mirielle Teixeira Lourenço ; Fabrícia Queiroz Mendes ; Érica Nascif Rufino Vieira**

*Vanessa Caroline de Oliveira – Email: vanessa.c.oliveira@ufv.br*

**Resumo:** Os fungos, pertencentes ao reino Fungi, são essenciais para a decomposição da matéria orgânica e influenciam várias interações ecológicas e industriais. No entanto, muitas espécies fúngicas são responsáveis pela deterioração de alimentos, especialmente em regiões tropicais e úmidas, onde a contaminação de grãos e frutas é uma preocupação significativa. Nesse contexto, os óleos essenciais se destacam como uma solução promissora devido às suas propriedades antifúngicas, antimicrobianas e antioxidantes. Extraídos de plantas, os óleos essenciais são eficazes na preservação de frutas e vegetais, ajudando a prolongar a vida útil dos produtos após a colheita. Técnicas como encapsulamento e embalagens ativas aprimoram a aplicação desses compostos em alimentos, superando desafios como volatilidade e odor forte. O interesse por óleos essenciais está crescendo, impulsionado pela demanda por práticas agrícolas mais sustentáveis e por alimentos sem aditivos químicos. Dessa forma, a presente revisão tem como objetivo explorar as propriedades dos óleos essenciais e os métodos e aplicação dos mesmos para controle de microrganismos em alimentos.

**Palavras–chave:** Conservação; compostos naturais; segurança dos alimentos; indústria alimentícia;

## Introdução:

Os óleos essenciais (OEs) são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, odoríferas e líquidas que podem ser encontradas em todos os órgãos das plantas, principalmente em folhas, sementes e flores. O local escolhido para extração varia de acordo com a proposta de utilização para o composto e o método e tendo a composição química, as características físicas e químicas e os odores do óleo essencial variando de acordo com a localização na planta (1).

Para melhorar a solubilidade aquosa e a biodisponibilidade, bem como proteger compostos bioativos de fatores extrínsecos e intrínsecos, além de eliminar odores e sabores indesejáveis, a aplicação de OEs no sistema alimentar pode ser otimizada. Para esse propósito, técnicas inovadoras como encapsulamento, revestimento comestível e embalagens ativas podem ser empregadas (2).

Os OEs possuem propriedades antioxidantes, antimicrobianas e antifúngicas, podendo ser utilizados em cosméticos, medicamentos e em produtos farmacêuticos. Na indústria alimentícia, é utilizado em revestimentos de frutas e vegetais para controlar a

ocorrência de infecções causadas por diferentes tipos de microrganismos, aumentando a vida útil dos alimentos, podendo ainda ser utilizados em embalagens ativas, revestimentos comestíveis, dentre outras aplicações (3)(4).

Diante desse contexto, esta revisão visa analisar a importância dos OEs como agentes antifúngicos em alimentos a fim de compreender minuciosamente os efeitos que tais substâncias podem ocasionar aos alimentos e assegurar a qualidade dos produtos alimentícios.

**Ação antifúngica dos óleos essenciais em frutos e vegetais**

Os fungos são organismos eucarióticos pertencentes ao reino Fungi, que abrangem uma ampla variedade de formas de vida, incluindo leveduras, mofos e cogumelos. Eles são caracterizados por possuírem a parede celular composta de quitina e, desempenham papéis importantes na decomposição de matéria orgânica, bem como em várias interações ecológicas, patológicas e industriais (5).

Algumas espécies de fungos podem produzir micotoxinas que afetam diretamente a qualidade e quantidade de diferentes tipos de produtos alimentares em múltiplos níveis, sendo eles um dos principais responsáveis pela deterioração dos alimentos (5)(6).

Em regiões de clima tropical e úmido, especialmente nos países em desenvolvimento, a contaminação fúngica de sementes e grãos armazenados é um problema recorrente e grave (5).

Em se tratando de frutas e vegetais, estes estão entre os mais suscetíveis a sofrerem deterioração pela ação de fungos. Muitas frutas frescas, provenientes de diversas plantas, estão frequentemente vulneráveis às infecções causadas por diversos fungos patogênicos, principalmente após a colheita (7).

Essas infecções são frequentemente mais difíceis de serem identificadas em comparação com as infecções bacterianas, e a escolha de um tratamento adequado pode ser complexo (5).

Os fungicidas sintéticos são frequentemente utilizados no combate a infecções em vegetais e frutas devido à sua alta eficácia. Segundo Elshafie et al. (7), os fungicidas desempenham um papel muito importante na proteção das plantas contra diversas doenças causadas por fungos, garantindo assim uma colheita saudável e de boa qualidade.

Embora esses tratamentos se mostrem eficazes no combate a infecções fúngicas, podem surgir cepas resistentes, além de espécies intrinsecamente resistentes. A manifestação e a gravidade das infecções fúngicas dependem da quantidade de inóculo, do estado imunológico do hospedeiro e da resistência (5).

Algumas substâncias derivadas de plantas, como extratos hidroalcóolicos e OEs, têm emergido como uma alternativa promissora no combate aos fitopatógenos na agricultura e podem desempenhar um papel fundamental nesse combate (5).

Esses compostos naturais apresentam potencial não só pela sua eficácia, mas também por serem uma alternativa sustentável e menos prejudicial ao meio ambiente em comparação aos fungicidas sintéticos. Os OEs têm demonstrado grande potencial no combate a doenças fúngicas em frutas e vegetais, e são considerados seguros para uso alimentar (8).

Os OEs são obtidos de diferentes partes das plantas, em especial das ervas e especiarias podendo ser extraídos por diferentes métodos como destilação com água ou vapor, processamento mecânico ou destilação a seco de materiais naturais, resultando em misturas líquidas, voláteis, límpidas e coloridas (5). Essas misturas complexas são

compostas principalmente por constituintes aromáticos e alifáticos, caracterizados por seu baixo peso molecular (6).

Há um crescente interesse entre pesquisadores pelos óleos essenciais (OEs) devido à presença de compostos naturais como flavonoides, alcaloides e polissacarídeos. Esses compostos são amplamente reconhecidos por suas propriedades antimicrobianas, antitumorais e anti-inflamatórias. Além disso, os OEs apresentam atividades herbicidas, inseticidas, antioxidantes e fungicidas, tornando-os uma opção promissora para diversas aplicações (6). Esses múltiplos benefícios tornam os OEs uma alternativa valiosa na agricultura e em outras áreas em busca de soluções naturais e eficazes.

Para as frutas e vegetais, as doenças pós-colheita causadas por fungos representam um problema significativo, podendo resultar em perdas de até 50% da produtividade se não forem controladas. Dentre os principais causadores dessas perdas estão os fungos do gênero *Colletotrichum*, pertencentes ao filo Ascomycota. Esses fungos são responsáveis pela antracnose, uma doença que afeta frutas e vegetais em regiões de clima temperado, subtropical e tropical em todo o mundo. Devido à diversidade de espécies já descritas e novas espécies ainda sendo identificadas, *Colletotrichum* spp. é considerado um dos gêneros mais economicamente relevantes para a produção de frutas e vegetais (8).

Para resolver esse problema, é comum o uso de fungicidas sintéticos, que são tradicionalmente usados na prevenção da deterioração pós-colheita de frutas. Mas o uso excessivo desses tipos de substâncias levanta preocupações. Por isso, a busca por novas alternativas para o manejo de doenças pré e pós-colheita tem sido recomendadas (8).

Para exemplificar o uso de OEs na prevenção da deterioração pós-colheita, apresentamos aqui um estudo que foi conduzido por Elshafie et al. (7), onde os autores buscaram avaliar a atividade fungicida dos óleos essenciais de tomilho (*Thymus vulgaris*) e verbena (*Verbena officinalis*) contra *Monilinia laxa*, *Monilinia fructigena* e *Monilinia fructicola* em diferentes concentrações em frutos de pêssego pós-colheita. O óleo de tomilho, composto principalmente por o-cimeno (56,2%), e o óleo de verbena, com predominância de citral (44,5%) e formato de isobornila (45,4%), mostraram redução significativa no diâmetro das lesões de podridão parda em concentrações mais altas (verbena: 1000 ppm, tomilho: 500 ppm). Concentrações mais baixas (verbena: 500 ppm, tomilho: 250 ppm) resultaram em menor eficácia contra os fungos estudados. Eles associaram a atividade antifúngica dos OEs pesquisados às altas porcentagens de monoterpenos e compostos fenólicos.

Destarte, como existe um aumento da demanda por alimentos mais saudáveis e sem aditivos químicos, aliado à necessidade de minimizar os efeitos adversos dos pesticidas, o desenvolvimento de soluções seguras e sustentáveis tem ganhado destaque. Essa abordagem pode ajudar a equilibrar a oferta e a demanda de alimentos, reduzir o desperdício e aliviar a pressão sobre a produção alimentar (8).

**Mecanismo de ação antifúngica dos óleos essenciais**

A ação dos OEs contra bactérias e fungos é bastante semelhante, mas os mecanismos exatos ainda não são totalmente compreendidos. A quitina, presente na parede celular dos fungos, é o principal alvo dos agentes antifúngicos seletivos (5).

A ação antifúngica dos OEs inclui a degradação da parede celular, interferência na síntese da membrana citoplasmática e lipídica, e a subsequente lise e morte celular, comprometendo a integridade da parede celular e do sistema endomembranar (8). A figura 01 mostra os alvos de óleos essenciais em células fúngicas, mostrando diferentes mecanismos de atividade antifúngica.

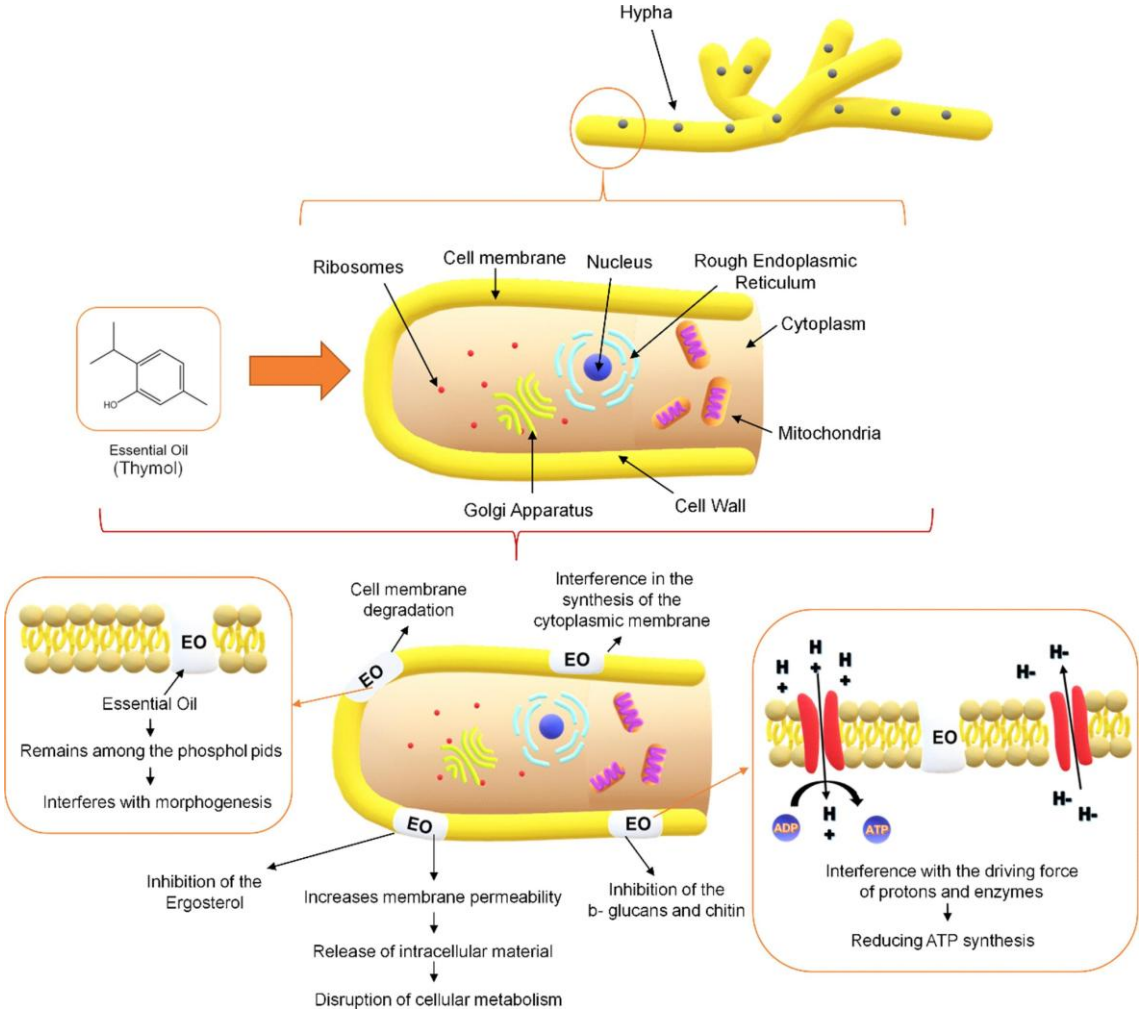



Figura 01: Alvos de óleos essenciais em células fúngicas, mostrando diferentes mecanismos de atividade antifúngica. Fonte: (Gonçalves et al., 2021).

Como os óleos essenciais são compostos lipofílicos, eles perturbam membranas celulares ao atravessá-las, causando danos em polissacarídeos, ácidos graxos e fosfolipídios. Isso afeta a homeostase celular, desregulando o metabolismo e atividades enzimáticas. Um outro mecanismo é a inibição da respiração celular e a fosforilação oxidativa, levando à morte celular por apoptose ou necrose (6).

Os óleos essenciais oferecem uma alternativa promissora e sustentável no combate a doenças fúngicas em frutos e vegetais em relação aos fungicidas sintéticos. Com o aumento da demanda por alimentos sem aditivos químicos e a necessidade de práticas sustentáveis, os OEs podem ajudar a reduzir perdas pós-colheita e contribuir para uma produção alimentar mais segura e sustentável.

**Métodos de aplicação de óleos essenciais como agentes antifúngicos em alimentos**

Em razão das capacidades antifúngicas dos EOs, a demanda da indústria alimentícia para a utilização de tais substâncias para o controle microbiológico a fim de aumentar a vida útil do produto, todavia, em razão do cheiro forte, da instabilidade, da hidrofobicidade e da característica volátil dos EOs o emprego dos mesmos em alimentos

são restritos. Entretanto, métodos como encapsulamento, revestimento comestível e embalagem ativa podem ser empregadas podem melhorar a biodisponibilidade e a solubilidade dos óleos em água e proteger os compostos bioativos de fatores extrínsecos e intrínsecos, ajudando a superar os desafios apresentados e eliminando tanto odores quanto sabores indesejáveis para o sistema alimentar (2).

O encapsulamento dos óleos essenciais pode protegê-los da degradação decorrente de diversas circunstâncias como a exposição à luz solar, ao oxigênio e ao calor, além de melhorar significativamente a vida útil dos EOs, permitindo que a liberação ocorra de maneira controlada ao alimento. Um dos métodos mais eficazes de encapsulação é a gelificação ionotrópica, que proporciona uma estabilidade significativa, durabilidade prolongada, alta capacidade de carga, excelente dispersibilidade em água e uma liberação controlada de compostos bioativos encapsulados. Hadidi et al. (9) demonstrou a eficácia da encapsulamento de EOs através da gelificação ionotrópica, realizando uma emulsificação do óleo utilizado em água, antes da aplicação do método, comprovando que os atributos dos EOs se aprimoram significativamente (9).

Outros métodos de encapsulamento altamente utilizados são extrusão, liofilização, e *spray dryer,* para estes métodos a escolha de um material de parede que apresente características diferentes do agente ativo utilizado é essencial pois, dessa forma, é possível aperfeiçoar as propriedades dos EOs, possibilitando também o retardamento da oxidação, a extensão da vida útil e a melhoria das características físicas e químicas dos óleos. Ademais, alguns métodos químicos de encapsulação podem ser empregados para que a indústria de alimentos consiga utilizar os óleos essenciais como agentes antifúngicos, tendo como exemplo a tecnologia por lipossomas, coacervação, gelatinização iônica e a polimerização em miniemulsão (10).

A técnica de revestimento pode ser utilizada para controle microbiológico em frutas, se tratando de uma fina camada aplicada a partir da imersão dos frutos, este método permite ainda um retardamento do amadurecimento dos alimentos, pois reduz a taxa de liberação de etileno e a taxa de respiração dos frutos. Oliveira et al. (11) constatou que a aplicação de OEs em abacates ocasionou a contenção da atividade microbiana dos frutos analisados e aumentou a vida de prateleira dos mesmos (11).

Uma nova tendência na indústria de alimentos é o uso de embalagens ativas, a embalagem em um alimento atua como uma barreira passiva que protege os produtos de fatores ambientais, como luz ultravioleta, oxigênio, vapor de água, pressão e calor. Outrossim, ela prolonga a vida útil dos alimentos, protegendo-os de contaminantes químicos e microbiológicos, assegurando ainda o transporte e armazenamento seguros. As embalagens ativas possibilitam a interação entre o ambiente externo e os alimentos, resultando em uma maior durabilidade. A embalagem quimioativa, por sua vez, impacta a composição química dos alimentos. A adição de aditivos naturais, como óleos essenciais, em embalagens ativas pode ser feita na forma de filmes ou revestimentos e demonstram ser eficazes na manutenção da temperatura, controle da umidade e preservação microbiológica e da qualidade dos alimentos.Em decorrência da fragrância emitida pelos EOs, a utilização em embalagens ativas têm limitações, todavia, pode-se incorporar os óleos escolhidos na matriz do material da embalagem dos alimentos, dessa forma acontecerá uma interação entre os EOs e o polímero do filme, fazendo com que as atividades dos agentes microbianos dos alimentos sejam diminuídas, atribuindo assim característica antifúngica à embalagem ativa, todavia a transferência dos compostos antimicrobianos das embalagens para os alimentos dependem de outros fatores como a osmose, as interações eletrostáticas entre o agente antimicrobiano e a matriz do polímero e as condições ambientais (12).

Uma técnica eficaz e inovadora que vem sido utilizada em pequena escala nos últimos anos é a fixação por emulsão de princípios bioativos, que utiliza a emulsificação em embalagens ativas de alimentos a partir do encapsulamento. Este método facilita a dispersão dos EOs e dificulta a degradação dos alimentos, uma vez que aumenta a estabilidade, a funcionalidade e a vida útil dos compostos. Cumpre-se uma emulsão utilizando pelo menos 2 compostos que podem ser divididos em duas fases: a fase contínua e a fase dispersa, onde o líquido que compõe a primeira inclui uma dispersão de gotículas do outro líquido, que está presente na segunda fase. Para que a emulsão não se desestabilize, pode-se utilizar um surfactante, que possua em sua estrutura partes apolares e polares, tendo assim afinidade tanto pela fase aquosa quanto pela fase lipofílica garantindo assim uma minimização da tensão interfacial que poderia acontecer entre elas. As emulsões podem ser utilizadas nas embalagens de alimentos com a finalidade de carregar materiais ativos por filmes, cápsulas ou revestimentos, dessa forma, as propriedades bioativas das embalagens podem ser liberadas controladamente (13).

Visando utilizar seus produtos para o encapsulamento de óleos essenciais para as embalagens alimentícias, a eletrofiação é uma técnica de processamento não mecânico que emprega um campo eletrostático de alta voltagem para esticar eletro-hidrodinamicamente gotículas de derretimentos e, principalmente, de soluções, gerando um jato contínuo e ultrafino, com diâmetro que varia de nanômetros a micrômetros, que se solidifica em fios automontáveis, formando esteiras não tecidas compostas por fibras longas e entrelaçadas. Se trata de um método simples e de baixo custo, que permite que as propriedades dos EOs sejam eficazes. Todavia, o uso da eletrofiação é limitado, devido a necessidade de uso de polímeros que possuam a qualidade alimentar aprovada, além disso, uma gama de polímeros não são indicados para a eletrofiação, dificultando ainda mais o emprego em larga escala da técnica citada, em razão disso, para que seja utilizada de forma eficiente, gerando capacidade antimicrobiana, as características dos polímeros e dos óleos essenciais utilizados devem ser estudadas e compreendidas (13).

Em geral, percebe-se que, apesar das características desfavoráveis dos EOs, utilizando uma tecnologia eficiente, que conserve as propriedades dos óleos e proporcione uma melhora na estabilidade dos mesmos, os alimentos podem ter uma vida útil prolongada já que, a partir das técnicas convencionais ou inovadoras, a capacidade antifúngica dos EOs é altamente eficiente, possibilitando ainda uma melhora em diversos aspectos dos alimentos.

**Estudo de caso: exemplos de estudos de caso que demonstram a efetividade dos óleos essenciais como agentes antifúngicos em alimentos**

O uso de óleos essenciais (OE) como agentes antimicrobianos é considerado uma técnica pouco agressiva para os alimentos e mais sustentável. Isso se deve tanto à substituição de produtos tóxicos quanto ao aproveitamento de resíduos para extração de óleo, gerando um amplo interesse em pesquisas nessa área (14). Muitos estudos têm avaliado a aplicação de OEs em alimentos, dos quais muitos enfatizam a utilização em frutos pós colheita, mas também incluem produtos cárneos, panificados, laticínios e outros. A tabela a seguir apresenta estudos sobre o uso de óleos essenciais como antifúngicos em alimentos.

Tabela 1: Pesquisas com aplicação de diferentes óleos essenciais em alimentos

| Óleo Essencial | Alimento | Fungo(s) Presente(s) | Principais Resultados | Referência |
|---|---|---|---|---|
| Capim limão, Tomilho, Canela e Citronela | Abacate (*Persea americana* Mill. cv Hass) | *Colletotrichum gloeosporioides; Cercospora purperea* | - Os revestimentos adicionados de óleos essenciais reduziram a proliferação microbiana, prolongando a vida útil dos frutos.<br>- O tratamento com revestimento adicionado de OE de Tomilho e o Controle apresentaram as maiores diferenças totais de cor em relação aos demais;<br>- Além do Controle, apenas o tratamento com revestimento adicionado de OE de Capim-limão apresentou incidência de doença aos 29 dias de armazenamento. | Oliveira, 2022 |
| Tomilho | Queijos | *Penicillium crustosum; Aspergillus flavus; Fusarium oxysporum.* | - O OE de tomilho apresentou atividade antifúngica contra todos os fungos isolados testados;<br>- Houve diminuição da efetividade do OE contra o isolado de *Penicillium crustosum*, entre o primeiro e o segundo dia;<br>- A ação do OE frente ao isolado de *Aspergillus flavus* demonstrou-se mais estável em relação às demais. | Siqueira, 2021 |
| Canela, Cravo e Louro | Pão de Forma Integral | *Penicillium ssp.; Rhizopus ssp.; Aspergillus ssp.* | - O melhor efeito antifúngico foi obtido com o OE de cravo, seguido pela canela;<br>- O OE de louro isoladamente não apresenta efeito favorável;<br>- O uso do OE de louro combinado com OE de cravo mostra-se vantajoso. | Silveira, 2019 |

O estudo de Oliveira et al. (11) avaliou a aplicação de revestimentos a base de PVOH adicionados de OEs em abacates (*Persea americana* Mill. cv Hass) sob refrigeração. Os OEs utilizados foram o de capim-limão (*Cymbopogon citratus*), que tem o citral como composto principal (15), tomilho (*Thymus vulgaris* L.), que tem o timol como composto majoritário (16), canela (*Cinamomum zeylanicum*), no qual predomina o cinamaldeído (17) e o OE de citronela (*Cymbopoggon nardus*), que tem o citronelal como composto principal (18). Os frutos foram submetidos a 6 revestimentos e 5 tratamentos: PVOH (2%)/amido (3%) na proporção de 75% e 25% de amido, sem óleo essencial; PVOH (2%)/amido (3%) na proporção de 75% e 25% de amido acrescido de óleos essenciais 0,1%, avaliados em 0, 7, 14, 21 e 29 dias de armazenamento, simulando o tempo das diversas fases da comercialização. A avaliação da efetividade dos revestimentos com e sem adição de OE foi feita através das seguintes análises físico-químicas: perda de massa, firmeza, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, ratio, taxa de respiração, cor e análise de lesões por fungos. Vale destacar os resultados obtidos para a análise de cor, na qual a diferença total de cor nos tratamentos Controle e PVOH/A + Tomilho foram maiores quando comparada aos demais, e os resultados da análise de lesões por fungos, que mostrou que, aos 21 dias de armazenamento, apenas o tratamento Controle apresentou infecções enquanto que aos 29 dias de armazenamento, os tratamentos controle e PVOH/A + Capim-limão apresentaram incidência da doença. Os demais tratamentos não demonstraram ocorrência de infecção fúngica. Dessa forma, conclui-se que os revestimentos adicionados de OEs contribuíram para o aumento da vida útil dos frutos, contendo a degradação microbiana.

O estudo realizado por Siqueira (19) utilizou o OE de Tomilho, que apresenta cerca de 50% de timol em sua composição, para combater fungos isolados de queijos. Avaliou-se a atividade antifúngica através de difusão em ágar, na qual foram feitos poços no centro das placas de petri contendo BDA, espalhando-se os inóculos previamente padronizados nas superfícies de ágar. Adicionou-se 50 µL do OE de tomilho em cada poço e então as placas foram incubadas a 25 ºC. Realizou-se as leituras nos 3 primeiros dias de incubação. Utilizou-se, como controle, solução salina esterilizada. Esta análise demonstrou que o OE de tomilho possui atividade antifúngica contra todos os isolados testados. Observou-se que o OE de tomilho possui atividade antifúngica mais estável contra o isolado de *Aspergillus flavus*, que não apresentou alteração das zonas de inibição ao longo do período de análise. Houve diminuição da zona de inibição do isolado *Penicillium crustosum* do primeiro para o segundo dia de análise. No primeiro dia foi identificada uma diferença significativa na inibição do crescimento de *Penicillium crustosum* e *Aspergillus flavus*. No segundo dia de análise, houve diferença significativa na inibição do crescimento de *Penicillium crustosum* e os demais. Já no terceiro dia de leitura, a inibição do crescimento micelial dos isolados *Penicillium crustosum* e *Fusarium oxysporum* apresentou diferença significativa entre os demais. Apesar das diferenças na inibição do crescimento entre os fungos durante o período da análise, o estudo concluiu que o OE de tomilho exerceu atividade antifúngica frente a todos os isolados.

O OE de cravo (*Eugenia caryophyllus*) tem como composto predominante o eugenol, enquanto o cinamaldeído é o principal composto presente no OE de canela (*Cinamomum cassia*), e o 1,8-cineol no OE de louro (*Laurus nobilis*) (17). Silveira et al. (17) avaliou a efetividade destes OEs como agentes antifúngicos em pão de forma integral, de onde foram isolados bolores de *Penicillium ssp., Rhizopus ssp. e Aspergillus ssp.* A efetividade dos OEs foram avaliados pelo método de disco-difusão por poço ao longo de 8 dias, testando-se diversas concentrações de OE. Entre os resultados observados, destacam-se: a melhor efetividade do OE de cravo, acentuada após o dia 5;

o efeito antagônico das interações entre os OEs de canela e cravo; a ineficácia do OE de louro isoladamente; o efeito sinérgico entre os OEs de cravo e louro e canela e louro até o dia 6 e no dia 8. Não houve grandes variações nos efeitos observados ao longo dos 8 dias. A Concentração Inibitória Mínima (CIM) e a Concentração Inibitória Letal (CML) foi de µL de mistura de OEs por mL de inóculo (1,9 x 106 UFC/ g) para o inóculo das colônias totais desenvolvidas nos pães. Para Aspergillus, Penicillium e Rhizopus isolados obteve-se CIM de 5, 10 e 5 µL/mL, respectivamente, enquanto a CML foi de 10, 20 e 10 µL de mistura de OEs por mL de inóculo, respectivamente, indicando que os fungos do gênero Penicillium apresentam maior resistência à mistura de OEs quando comparado aos demais fungos identificados nos pães. Dessa forma, conclui-se que a interação entre os componentes dos OEs na mistura pode ter afetado sua forma de ação individual, devido ao sinergismo ou antagonismo verificado entre eles.

## CONCLUSÕES

Diante das discussões feitas ao longo desta revisão conclui-se que os óleos essenciais podem trazer benefícios aos alimentos, visto que possuem capacidades antioxidantes e antimicrobianas, possibilitando a inibição de fungos e bactérias ao serem aplicados, de acordo com o método adequado escolhido, em alimentos. Neste viés, a eficiência dos óleos essenciais têm atraído a indústria alimentícia, tornando-os assim cada vez mais pesquisados e utilizados.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), sob o código de financiamento 001 e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). Os autores também agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que forneceu uma bolsa de estudos que contribuiu significativamente para a conclusão deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

(1) Bhavaniramya S, Vishnupriya S, Al-Aboody M, Vijayakumar R, Baskaran D, et al. Role of essential oils in food safety: antimicrobial and antioxidant applications. Grain & Oil Science And Technology [Internet]. 2019 [acesso em 11 Jul. 24];2:49-55. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S259025981930007X.

(2) Mutlu-ingok A, Devecioglu D, Dikmetas D, Karbancioglu-guler F, Capanoglu E, et al. Antibacterial, Antifungal, Antimycotoxigenic, and Antioxidant Activities of Essential Oils: an updated review. Molecules [Internet]. 2020 [acesso em 11 Jul. 24];25:4711. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/25/20/4711.

(3) Oliveira V, et al. Métodos químicos de microencapsulação de óleos essenciais para adição em revestimentos em frutas e vegetais: revisão de literatura. Pesquisa e Avanços em Segurança de Alimentos [Internet]. 2023 [acesso em: 09 Jul. 24.];1:63-82. Disponível em: https://agronfoodacademy.com/pesquisas-e-avancos-em-seguranca-de-alimentos/.

(4) Almeida-Couto J, Ressutte J Cardozo-filho L, Cabral V, et al. Current extraction methods and potential use of essential oils for quality and safety assurance of foods. Anais da Academia Brasileira de Ciências [Internet]. 2022 [acesso em: 09 Jul 24];94. Disponível em: https://www.scielo.br/j/aabc/a/x9Y74GcRLJkLpyGTqpqdNQN/?lang=en.

(5) Nazzaro F, Fratianni F, Coppola R, Feo V, et al.(2017). Essential Oils and Antifungal Activity.Pharmaceuticals [Internet]. 2017 [acesso em 19 Jul 24];10:86. Disponível em: https://www.mdpi.com/1424-8247/10/4/86.

(6) Tang X, Shao Y, Tang Y, Zhou W, et al. Antifungal Activity of Essential Oil Compounds (Geraniol and Citral) and Inhibitory Mechanisms on Grain Pathogens (*Aspergillus flavus* and *Aspergillus ochraceus*). Molecules [Internet]. 2018 [acesso em 20 Jul 24];23:2108. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/23/9/2108.

(7) Elshafie H, Mancini E, Camele I, Martino L, De Feo V, et al.In vivo antifungal activity of two essential oils from Mediterranean plants against postharvest brown rot disease of peach fruit. Industrial Crops and Products [Internet]. 2015 [acesso em 20 Jul. 24]; *66*:11–15. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669014007961?via%3Dihub.

(8) Gonçalves D, Ribeiro W, Gonçalves D, Menini L, Costa H. Recent advances and future perspective of essential oils in control Colletotrichum spp.: A sustainable alternative in postharvest treatment of fruits. Food Research International [Internet]. 2021 [acesso em 19 Jul 24];150:110758. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096399692100658X?via%3Dihub.

(9) Hadidi Milad, Pouramin S, Adinepour F, Haghani S, Jafari S, et al.. Chitosan nanoparticles loaded with clove essential oil: characterization, antioxidant and antibacterial activities. Carbohydrate Polymers [Internet]. 2020 [acesso em 13 Jul 24];236:116075.Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861720302496.

(10) Oliveira V, Paiva M, Lourenço M, Maia N, Vieira E, et al. Microencapsulação de óleos essencias para aplicação em alimentos. Blog Agron Food Academy [Internet]. 2023 [acesso em 13 Jul 24]. Disponível em: https://blog.agronfoodacademy.com/microencapsulacao-de-oleos-essenciais-para-aplicacao-em-alimentos/.

(11) Oliveira VA. Aplicação de revestimento a base de PVOH adicionados de óleos essenciais em frutos de abacate (Persea americana Mill. cv Hass) sob refrigeração. Rio Paranaíba. Dissertação [Mestrado em Agronomia] – Universidade Federal de Viçosa; 2022.

(12) Sharma S, Barkauskaite S, Jaiswal A, Jaiswal S, et al. Essential oils as additives in active food packaging. Food Chemistry [Internet]. 2021 [acesso em

21 Jul 24];343:128403. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814620322652?via%3Dihub.

(13) Stoleru E, Brebu Mihai, et al. Stabilization Techniques of Essential Oils by Incorporation into Biodegradable Polymeric Materials for Food Packaging. Molecules [Internet].2021 [acesso em 21 Jul 24];26:6307. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/26/20/6307.

(14) Santos LS. Potencial fungicida do óleo essencial da casca de laranja (Citros): Revisão de literatura. Rio Verde. Trabalho de Conclusão de Curso [Bacharelado em Engenharia Ambiental] – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano; 2024.

(15) David AM. Microencapsulação do óleo essencial de capim-limão: Uma revisão da literatura. Florianópolis. Trabalho de Conclusão de Curso [Bacharelado em Farmácia] – Universidade Federal de Santa Catarina; 2022.

(16) Silva CR da. Bioatividade do óleo essencial de tomilho e do timol como fumigante no controle de Aspergillus flavus CCUB1405 in vitro e em castanha-do-Brasil (Bertholletia excelsa H. B. K.) durante o armazenamento. Brasília. Dissertação [Mestrado em Agronomia] – Universidade de Brasília; 2021.

(17) Silveira MPD. Desempenho antifúngico de óleos essenciais de canela, cravo e louro em bolores de pães de forma integrais. Diamantina. Dissertação [Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos] – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; 2019.

(18) Clevelares VT, Grip RGO, Pontini JPP, Rocha DR, Silva LG da. Ação do óleo essencial de citronela (Cymbopoggon winterianus) no controle in vitro e in vivo de Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici. Rev. Foco [Internet]. 2024 Jun. 17 [acesso em 22 de julho de]; 17(6):e5062. Disponível em: https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/5062

(19) Siqueira MFF. Óleo essencial de tomilho (Thymus vulgaris): Atividade antimicrobiana contra fungos isolados de alimentos e aplicação como componente ativo em filme de acetato de celulose. Pelotas. Dissertação [Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos] – Universidade Federal de Pelotas; 2021.

**Capítulo 64**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-64**

# MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS *IN NATURA* OU MINIMAMENTE PROCESSADOS: UMA PERSPECTIVA ATUAL

**Nagylla Maria Alves Canuto*; Larissa Rebeca Chagas de Jesus ; Dalylla Bruno Libório Dourado; Maria Christina Sanches Muratori**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: nagylla.canuto@ufpi.edu.br*

**RESUMO:** Os alimentos são provenientes de fontes tanto vegetais quanto animal, e podem ser consumidos crus ou após serem preparados de alguma forma. Para garantir a qualidade dos alimentos, é essencial a correta conservação dos alimentos *in natura* e ligeiramente processados, incluindo implementação de medidas de controle e conservação. Assim sendo, é crucial manter a integridade dos alimentos, preservando sua aparência, textura, valor nutricional e garantindo a ausência e controle de micro-organismos prejudiciais. Entretanto, existe um baixo nível de elucidação perante a literatura sobre quais parâmetros devem servir como ponto de partida para a conversação dos alimentos. Dessa forma, objetivou-se comparar os métodos conversação de conservação de alimentos e minimamente processados descritos na literatura. O estudo trata-se de uma revisão sistemática e a pesquisa dos artigos foi realizada de julho a agosto de 2024, nas bases de dados PubMed, Science Direct e Web of Science, utilizando os operadores booleanos AND e OR e os termos descritores "Conservação de Alimentos" AND "Minimamente Processados "e "Conservação de alimentos" OR "Qualidade de alimentos". Os alimentos minimamente processados, são aqueles que passam por processos mínimos de conservação, necessitando, portanto, de meios de que viabilizem aumentar a vida de prateleira. Os tratamentos combinados apresentam maior eficácia na conservação de alimentos in natura e minimamente processados, como por exemplo pasteurização e micro-ondas, calor suave e revestimento de alginato. Fazendo assim, necessário uma otimização dos processos por parte da indústria buscando métodos mais assertivos e que permitam reduzir atividade enzimática e microbiana.
**Palavras-chave:** qualidade de alimentos; segurança alimentar; tecnologia de alimentos

## INTRODUÇÃO

Os alimentos são produtos oriundos tanto de origem vegetal quanto animal, em relação a isso, o consumo dos alimentos podem acontecer em sua forma natural (*in natura*), ou em composições preparadas. O que compete aos critérios de preparação, podemos assim citar os métodos de processamento doméstico (convencionais) ou métodos industriais, onde permitem melhorar a conservação, vida útil e manter a integridade física do alimento (1)

No que se refere, a conservação de alimentos *in natura* e minimamente processados, ações de controle e conservação são necessárias para assegurar a qualidade dos alimentos. Portanto, a preservação da sua aparência, textura, valor nutricional e ausência e controle de micro-organismos patogênicos, são primordiais para manter a integridade do alimento (2).

Para que haja a manutenção dos aspectos físicos, químicos, sensoriais e microbiológicos dos alimentos, faz se necessário a utilização de métodos de conservação. Dentre os métodos podemos citar: a refrigeração e congelamento; embalagem a vácuo e microfiltração; salga moderada e acidificação leve, utilização de conservantes naturais, óleos essenciais e extratos naturais, é valido ainda mencionar os métodos convencionais como: pasteurização, branqueamento, esterilização e desidratação, conservação a frio, modificação atmosférica (3).

Além dos métodos citados acima, existe também os métodos de tratamento térmico, processos estes que demonstram serem mais efetivos, onde através da transferência de calor durante o tratamento térmico, resultam em melhores características sensoriais e nutricionais e menor custo de processo, principalmente redução de energia (4).

O método de irradiação também é considerado eficaz no controle da qualidade dos alimentos, por tratar-se de um processo básico, pós- colheita comparável ao método convencional de pasteurização térmica, congelamento ou enlatamento, que garante a interrupção dos processos orgânicos que levam o fruto a rápida senescência, também podemos citar o método de tecnologia de alta pressão que permite utilizar pressões térmicas elevadas para inativar microrganismos vivo, além desses testes podemos citar ainda o método de conservação de plasma frio, uma tecnologia inovadora que utiliza plasma de baixa temperatura para eliminar microrganismo (5).

No entanto, a escolha do tratamento correto para a conservação de alimentos *in natura* e minimamente processados, deve ser realizada com base nas propriedades das amostras e nos parâmetros alcançados em cada teste (6). Entretanto ainda, existe um baixo nível de elucidação perante a literatura sobre quais parâmetros devem servir como ponto de partida para a conversação dos alimentos. Partindo deste pressuposto, objetivou-se comparar os métodos de conservação de alimentos *in natura* e minimamente processados descritos na literatura científica.

## METODOLOGIA

O presente trabalho apresenta uma revisão que segue protocolo da metodologia aplicada em revisões sistemáticas. No entanto, por não envolver ensaios clínicos, não foi possível aplicar o protocolo Prisma em sua totalidade e nem foi realizada análise qualitativa dos artigos selecionados. Ressalta-se que os artigos selecionados foram publicados em revistas com bom fator de impacto.

A pesquisa dos artigos foi realizada nos meses de julho e agosto de 2024, nas bases de dados PubMed, Science Direct e Web of Science, utilizando os operadores booleanos AND e OR e os termos descritores "Conservação de Alimentos" AND "Minimamente Processados", OR “Qualidade de alimentos”. O protocolo do trabalho foi registrado na plataforma Open Science Framework (OSF).

Para a seleção e elegibilidade dos estudos, foram adotados critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão foram: ano de publicação entre 2019 e 2024, idioma inglês, português e disponibilidade do texto completo. Os critérios de exclusão foram artigos de revisão, fora do recorte temporal estabelecido e estudos duplicados. A segunda etapa de seleção foi a leitura de resumo e texto completo, com foco na metodologia e os resultados obtidos foram tabulados em planilha do Excel. A figura 1 traz a seleção dos artigos.

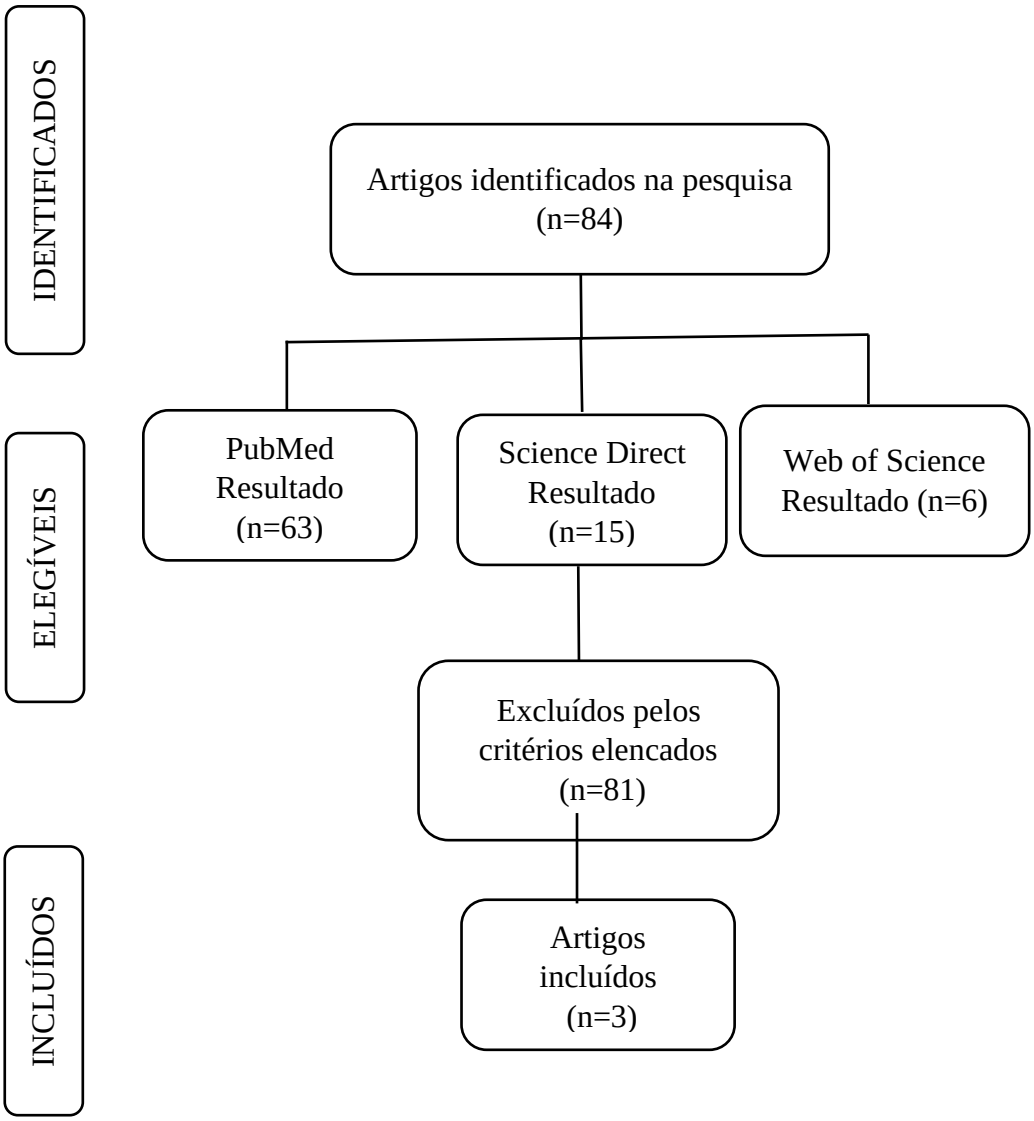



Figura 1 – Fluxograma de seleção de artigos.

**RESULTADOS**

Os dados obtidos dos artigos selecionados estão descritos na tabela 01, abaixo:

Tabela 01 - Resultados dos estudos incluídos na revisão

| Autor e ano | Tipo de estudo | Objetivo | Principais resultados |
|---|---|---|---|
| Montero *et al*., 2020 | Original | Avaliar o efeito do processamento por pasteurização em comparação ao congelamento simples nas características sensoriais, físico-químicas e alterações microbiológicas no arroz cozido. | O arroz pasteurizado apresentou vida útil de 42 dias quando armazenado em 2º C, enquanto o congelamento simples na mesma temperatura apresentou vida útil apenas de 24 dias. A textura e dureza é afetada após o processo de congelamento e descongelamento independentemente do método utilizado. |
| Saebi *et al*., 2023 | Original | Investigar o potencial do tratamento com ultrassom em estender a vida útil e manter as características físico-químicas dos frutos de bérberis frescos sem sementes. | O ultrassom tem potencial para ser usado como tratamento ecológico pós-colheita para preservação da qualidade. Além disso, ao aumentar a temperatura do tratamento US a acidez titulável e atividade antioxidante aumentaram significativamente e a deterioração da fruta e a carga |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | microbiana reduziram. |
| Medina-Jaramillo *et al*., 2022 | Original | Avaliar o efeito do tratamento de calor suave (55ºC por 60 segundos), revestimento de alginato e sua combinação na preservação da qualidade de cebolinhas verdes minimamente processadas armazenadas a 4ºC por 15 dias. | Os tratamentos com revestimento de alginato sozinho ou aplicado após tratamento com calor suave foram mais eficazes para reduzir a taxa de respiração e retardar a deterioração por micro-organismos. |

**DISCUSSÃO**

Mediante análise dos resultados explanados em tabela, pode se perceber alguns tipos de tratamentos que podem ser utilizados para auxiliar no processo de conservação dos alimentos, além dos métodos mencionados podemos assim, citar métodos convencionais como: refrigeração, congelamento, branqueamento, pasteurização, esterilização, desidratação e conservantes que são bastante utilizados no setor alimentício (7).

Diante das tendências atuais, tem se buscado cada vez mais, melhorar a otimização de processos utilizados para a comercialização e conservação de alimentos. Perante contexto, a otimização de tais métodos fazem se necessárias, uma vez que, os alimentos são constituídos em sua maioria por tecidos vivos, onde após colheita continuam seus processos químicos e biológicos o que pode resultar em possíveis perdas, além desse fator, é válido mencionar os fatores de desperdício e o não aproveitamento do alimentos como um todo, tem fortemente impulsionando a indústria em traçar estratégias para fornecer alimentos minimamente processados a população e que preserve suas propriedades nutricionais (4).

Os alimentos minimamente processados, são aqueles que passam por processos mínimos de conservação, necessitando, portanto, de métodos que visem aumentar a vida de prateleira do alimento e maior tempo útil de consumo. Em vista disso, o estudo desenvolvido por Montero *et al.*, 2020 (8) teve como objetivo melhorar o tempo de conservação do arroz, onde em seus resultados o arroz que passou pelo processo de pasteurização teve aumento de 5 dias úteis em um intervalo de 6 semanas e redução no crescimento microbiano após o tratamento, uma vez que, tal tratamento busca destruir as células vegetativas de micro-organismos.

No referido estudo, pode ser observado maior tempo de conservação nas amostras que passaram por tratamento de pasteurização, resultados estes que se assemelham com os resultados de Sugai, 2002 (9)que desenvolveu um estudo com sucos de laranja natural e modificados sensorialmente, que passaram por processos de pasteurização, em seus achados obteve-se que o parâmetro de pasteurização mais apropriado para o suco de laranja foi de 87ºC, com redução de carga microbiana e aumento de vida de prateleira de até 15 dias úteis.

Em um outro delineamento de estudo realizado com mini cenoura, minimamente processadas, teve-se como objetivo investigar a quantidade de açúcares totais e redutores após o processo de processo de pasteurização em polpas de mini cenouras, em seus

achados pode concluir que, houve uma redução dos açúcares totais e redutores após o processo quando submetidos altas concentrações de temperatura e redução na carga microbiana do produto (10).

Ainda nesse contexto, nota-se que a presença e escolha correta de tais tratamentos tornam-se eficazes não somente para aumento de vida útil de prateleira, como também no combate de características microbianas, que podem acabar comprometendo os aspectos fisiológicos e funcionais do alimento. Pois logo, sabe-se que tradicionalmente, tratamentos térmicos de pasteurização e esterilização são métodos utilizados para destruir micro-organismos e enzimas nos alimentos.

Por seguinte, a tabela de resultados vem mencionar o estudo desenvolvido por Saebi *et al*., 2023 (11) desenvolvido com frutos Bérberis e a verificação de novos métodos de tratamento como o de ultrassom, método estes, que exclui a utilização de calor por métodos convencionais. Uma vez que, o método de ultrassom faz a utilização de fenômenos químicos e físicos que se diferem dos métodos de extração convencional, o que o torna um método inovador dentro das tecnologias emergentes.

O método de ultrassom de alta intensidade permite verificar no processamento de alimentos: alteração de viscosidade, geração de emulsão, ruptura celular, dispersão de agregados, polimerização, desgaseificação de alimentos líquidos, extração de enzimas e proteínas, inativação de microrganismos, corte, melhora do congelamento e descongelamento, cristalização, filtração, pasteurização e esterilização, tornando-o assim, um método eficiente e inovador para a indústria (12).

Por se tratar de um método com grande eficácia e precisão de resultados. Estudos desenvolvidos com frutas e hortaliças, em que fora utilizado o método de ultrassom trata-se de uma tecnologia de processamento que busca a cavitação acústica, que envolve o crescimento e colapso de bolhas durante períodos de rarefação e compressão, causando alterações químicas, físicas e mecânicas no alimento. Essas alterações estão relacionadas à inativação de micro-organismos e de enzimas, à remoção de resíduos e às melhorias na qualidade físico-química, e à acessibilidade de compostos bioativos (13)

Em estudo desenvolvido com flores comestíveis, onde buscou-se investigar a realização de testes convencionais e o teste de ultrassom e suas respectivas diferenças. Na explanação dos resultados obteve-se que as amostras que foram submetidas aos testes de ultrassom em uma temperatura de 20ºC, o método se mostrou mais eficiente em termos leituras dos compostos antioxidantes e controle microbiológico em comparação aos métodos convencionais (14).

A tabela de resultados ainda demonstra, os resultados de Medina- Jaramillo *et al*., 2022 (15) no qual, em seus achados investigou os métodos de tratamento com calor suave em temperatura de 55ºC, em cebolinhas verdes minimamente processadas que busque preservar suas características organolépticas e físicas, tais métodos de tratamentos permitem não agredir ou comprometer a integridade dos alimentos, visto que são alimentos de fácil deterioração.

No estudo de Sarkis, 2011 (16) feito com mirtilo, uma fruta com grande sensibilidade a tratamento térmico, buscou- se avaliar suas características antioxidantes, compostos bioativos, por meio de um aparelho de aquecimento ôhmico (tratamento mais sútil e que garante a integridade do alimento), que consiste na pesagem da corrente elétrica de forma alternada através de um alimento, transformando energia elétrica em energia térmica promovendo aumento de temperatura em seu interior com inativação de antocianinas e preservando suas características físicas, equipamento este que possui funcionalidades semelhantes às atribuídas ao teste desenvolvido por Medina-Jaramillo *et al*., 2022(15).

Entretanto, podemos assim dizer, que os métodos de tratamento térmicos, são métodos convencionais efetivos e que mediante controle de temperatura garante a redução da taxa microbiana do alimento, porém podem comprometer a qualidade física do alimento. Fazendo assim, necessário uma otimização dos processos e fazendo a indústria buscar métodos mais assertivos e que permitam reduzir atividade enzimática, microbiana, aumento da vida útil de prateleira e conservação da qualidade física do alimento.

## CONCLUSÃO

A utilização de métodos de conservação em alimentos minimamente processados é uma etapa primordial para o controle da taxa microbiana, verificação da capacidade antioxidante e bioativas dos alimentos e melhora da vida útil dos alimentos.

Além da verificação das características mencionadas acima, é importante ser levado em consideração o não comprometimento da capacidade física do alimento, em vista disso, faz se necessário a melhora da otimização dos processos que deverão ser utilizados para cada tipo de alimento.

Diante disso, conclui-se, que os métodos de tratamento térmico, tem evoluído significativamente, acompanhando as demandas de consumidores por produtos mais saudáveis. Pois, à medida que novas pesquisas e tecnologias surgem espera-se que o campo de conservação de alimentos se torne mais avançado. Contudo, diante dos resultados expostos no referente trabalho, o método com ultrassom tem seu destaque no campo de conversação dos alimentos por apresentar maior capacidade da integridade física do alimento, e uma maior eficácia nos resultados das análises.

## REFERÊNCIAS

69. Silva SJ, Oliveira MBPPO. Revisão: alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada. Brazilian Journal of Food Technology. 2012; 15: 1-14.
70. Rajendrachari S, Basavegowda N, Adimule VM, Avar B, Somu P, Kumar RS, et al. Assessing the Food Quality Using Carbon Nanomaterial Based Electrodes by Voltammetric Techniques. Biosensors. 2022; 12: 1173.
71. Suwardi AB, Navia ZI, Harmawan T, Syamsuard S, Mukhtar E. Ethnobotany and conservation of indigenous edible fruit plants in South Aceh, Indonesia. Biodiversitas Journal of Biological Diversity. 2020; 21: 1850-1860.
72. Augusto PED. Modelamento matemático da transferência de calor durante o tratamento térmico de alimentos líquidos embalados[dissertação]. Campinas: Faculdade de engenharia de alimentos; 2009.
73. Mendonça VZ. Métodos Físicos de conservação de Caqui CV. Kioto In natura e minimamente processado[tese]. Botucatu: Faculdade de ciências agronômicas; 2016.
74. Meena VS, Gora JS, Singh A, Ram C, Kumar N, Youssef R, et al. Underutilized fruit crops of Indian arid and semi-arid regions: Importance, conservation and utilization strategies. Horticulturae. 2022; 8: 171-185.
75. Sgarbieri VC. Processamento de alimentos e nutrição. Revista de Nutrição. 1993; 6: 97-114.
76. Montero ML, Sabiani S, Tang J, Ross CF. Caracterização da qualidade sensorial, química e microbiana do arroz cozido pasteurizado termicamente assistido por micro-ondas durante o armazenamento. Revista de ciência alimentar. 2020; 00: 34-41.

77. Sugai AY, Shigeoka DS, Badolato GG, Tadini CC. Análise físico-química e microbiológica de suco de laranja minimamente processado. Food Science and Tecnology. 2022; 22: 105-122.
78. Sousa RMD, Machado CMM, Moretti CL. Determinação dos teores de açúcares totais e redutores durante o processo de pasteurização de resíduos do processamento mínimo de mini cenouras em diferentes binômios tempo - temperatura. In: Congresso Brasileiro de Olericultura. 2008. [Acesso em 2024 Ago 06]. Disponível em www.abhorticultura.com.br.
79. Saebi MR, Moradinezhad F, Ansarifar E. Quality preservation and decay reduction of minimally processed seedless barberry fruit via postharvest ultrasonic treatment. Food Science & nutrition.2023; 11:7816–7825.
80. Veruck S.; Prudencio ES. Ultrassom na indústria de alimentos: aplicações no processo e conservação. 1. ed. Atena; 2018.
81. Alvarenga PDL, Cavatti LS, Valiati BS, Machado BG, Capucho LC, Monclozo MD, et al. Application of ultrasound in fruits and vegetables processing. Brazilian journal of food technology. 2021; 24:1-17.
82. Frazen FL, Fries LLM, Lovatto MT, Granela V. Capacidade antioxidante e antimicrobiana in vitro de extratos de flores comestíveis obtidos pelo método convencional e ultrassom[dissertação]. Santa Maria: Universidade de Santa Maria; 2017.
83. Medina-Jaramillo C, Usgame-Fagua K, Franco-González N, Cordoba AL. Single and combined effect of mild-heat treatment and alginate coatings on quality preservation of minimally processed bunching green onions. Foods. 2022; 11:641-653.
84. Sarkis JR. Construção de um sistema de aquecimento ôhimico e sua aplicação no tratamento térmico de polpa de mirtilo[dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio grande do Sul; 2011.

.

**Capítulo 65**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-65**

# REVISÃO SISTEMÁTICA: BEBIDAS HIBRIDAS À BASE DE LEITE, POTENCIAL NUTRICIONAL E TECNOLÓGICO

**Igor Souza de Brito*; Carolina Pinto de Carvalho Martins ;Mônica Marques Pagani; Eliane Teixeira Mársico; Elson Rogério Tavares Filho; Wanessa Pires da Silva; Erick Almeida Esmerino**
**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: igor_brito@id.uff.br*

**Resumo:** As bebidas híbridas à base de leite são misturas de leite e ingredientes vegetais que podem preencher a lacuna para os consumidores que desejam reduzir o consumo de leite, sem sacrificar o sabor, a conveniência e a familiaridade dos produtos tradicionais de leite e seus derivados. Esses produtos não apenas oferecem uma alternativa nutritiva, mas também abordam preocupações ambientais e de saúde associadas ao consumo excessivo de produtos de origem animal. Pretende-se investigar as evidências científicas que apoiam o consumo, o potencial nutricional e tecnológico dessas bebidas e os desafios a serem superados no desenvolvimento desse produto. Para a compilação deste estudo, foi realizada uma revisão abrangente de mais de 114 artigos, extraídos de diversas fontes como *Google Scholar, Science Direct, Web of Science e PubMed*, usando as seguintes palavras-chave: "alternativas ao leite", "à base de leite e vegetais", "bebidas híbridas à base de leite", "leite ou bebidas à base de vegetais", "bebidas alternativas ao leite" e "leites e vegetais". No contexto atual, a concepção de alimentos mistos alternativos de origem animal/vegetal poderia abrir perspectivas para inovações que atendam a esta dupla demanda da sociedade: reduzir a pegada ambiental dos alimentos, oferecendo ao mesmo tempo, produtos convenientes, saudáveis e saborosos com uma boa relação custo-benefício. Contudo, para satisfazer a crescente procura de substitutos de bebidas vegetais, a manutenção da estabilidade físico-química e sensorial do produto é um dos desafios do setor. Nesse âmbito, sugere-se a aplicação de tecnologias não convencionais de processamento como o ultrassom

**Palavras–chave:** Bebidas híbridas; análogos ao leite; extratos vegetais.

## INTRODUÇÃO

Durante muitos anos, o leite bovino serviu como um componente fundamental da nutrição humana. Todo e qualquer componente do leite bovino tem potencial para se transformar em um produto de valor agregado, sendo considerado imperativo para a saúde e um elemento-chave nas recomendações dietéticas em vários países. Embora minerais, vitaminas e biomoléculas específicas, como ferro e ácido fólico, possam ser relativamente escassas neste leite, ele continua a ser uma fonte significativa de nutrientes essenciais (1). Um desafio primordial associado ao consumo de leite animal é a intolerância à lactose ou a alergia às proteínas do leite. Na Europa, América do Sul, África Ocidental e Oriental, e no Oriente Médio, a intolerância à lactose é considerada moderada, contrastando com países asiáticos como China, Tailândia e Sudeste Asiático, onde atinge níveis substancialmente mais elevados, variando de 95 a 98% (2,3).

Diversas organizações ao redor do mundo fornecem evidências científicas e recomendam uma dieta baseada em plantas, que inclui frutas, vegetais, grãos integrais e

proteínas vegetais adequadas, enquanto limitam o consumo de carne, laticínios e alimentos ricos em açúcar, sal e gorduras saturadas (4)

Como resultado, os consumidores exigem alternativas ao leite de vaca, e a demanda por bebidas não lácteas aumentou significativamente nos últimos anos. Além disso, novos estilos de vida, incluindo dietas vegetarianas e veganas, bem como questões ambientais e considerações éticas, contribuem para a procura de alternativas ao leite à base de extratos de plantas. As bebidas vegetais e o leite apresentam variações em suas características funcionais, incluindo capacidade de formação de espuma durante o cozimento e estabilidade em bebidas quentes. Eles também divergem em termos de biodisponibilidade nutricional e qualidade relacionadas a sabores estranhos e prazo de validade (5).

O leite possui quantidades significativamente maiores de todos os nove aminoácidos essenciais, seguido pela bebida de soja. Já os extratos vegetais de aveia e de amêndoa apresentam composição quase semelhante em relação aos aminoácidos que são limitantes. A bebida vegetal pode não conter os mesmos níveis de macronutrientes e micronutrientes biodisponíveis; muitas vezes, é fortificado para fornecer valor nutricional semelhante. Entretanto, compostos bioativos únicos que oferecem benefícios adicionais à saúde podem estar presentes (6).

O surgimento do mercado alternativo a bebida vegetal pode ser atribuída a uma variedade de motivos, como intolerância à lactose, alergias à proteína do leite e escolhas dietéticas baseadas em razões culturais ou éticas (como veganismo, flexitarianismo, ovolactovegetarianismo). No entanto, o aumento dessas alternativas e o declínio no consumo de leite bovino levantam preocupações de saúde pública. Isso ocorre porque algumas pessoas podem estar substituindo o leite bovino por alternativas vegetais sem realizar outras modificações em suas dietas para compensar deficiências nutricionais (7).

As bebidas híbridas à base de leite são misturas de leite e ingredientes vegetais que podem preencher a lacuna para os consumidores que desejam reduzir o consumo de leite, sem sacrificar o sabor, a conveniência e a familiaridade dos produtos tradicionais de leite e seus derivados. Esses produtos não apenas oferecem uma alternativa nutritiva, mas também abordam preocupações ambientais e de saúde associadas ao consumo excessivo de produtos de origem animal (8).

Solicitar informações dos consumidores no início do processo de desenvolvimento de novos alimentos é fundamental para alcançar a aceitabilidade desejada (9). Em particular, o sabor tem sido destacado como uma área-chave para influenciar a percepção de produtos híbridos (10), e por isso é essencial captar os sabores preferidos para dar aos fabricantes a confiança de que estão cumprindo o esperado (11).

O objetivo desta revisão foi realizar um estudo sistemático para investigar o potencial nutricional e tecnológico de bebidas híbridas à base de leite, analisando a combinação de ingredientes de origem vegetal e animal, bem como seus efeitos sobre o perfil nutricional, a estabilidade física, sensorial e a viabilidade de produção.

## METODOLOGIA

Para a compilação deste estudo, foi realizada uma revisão abrangente de mais de 114 artigos, extraídos de diversas fontes como: *Google Scholar*, *Science Direct*, *web of Science e PubMed*, usando as seguintes palavras-chave “alternativas ao leite”, “à base de leite e vegetais”, “bebidas híbridas à base de leite” “leite ou bebidas à base de vegetais” “bebidas alternativas ao leite”, “leites e vegetais”. Cada artigo foi rigorosamente analisado em relação às descobertas relatadas e visões críticas. Posteriormente, esses estudos foram sistematicamente organizados pelo programa *Assitat*, levando a uma

conclusão criteriosa. Os critérios de inclusão abrangeram artigos publicados nos últimos 10 anos, escritos em inglês, com o título e resumo claramente configurados sobre leite e seus derivados, extratos vegetais, e alegações nutricionais, funcionais ou tecnológicas, e seguiram as fases de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dispostas no fluxograma abaixo (Figura 1).

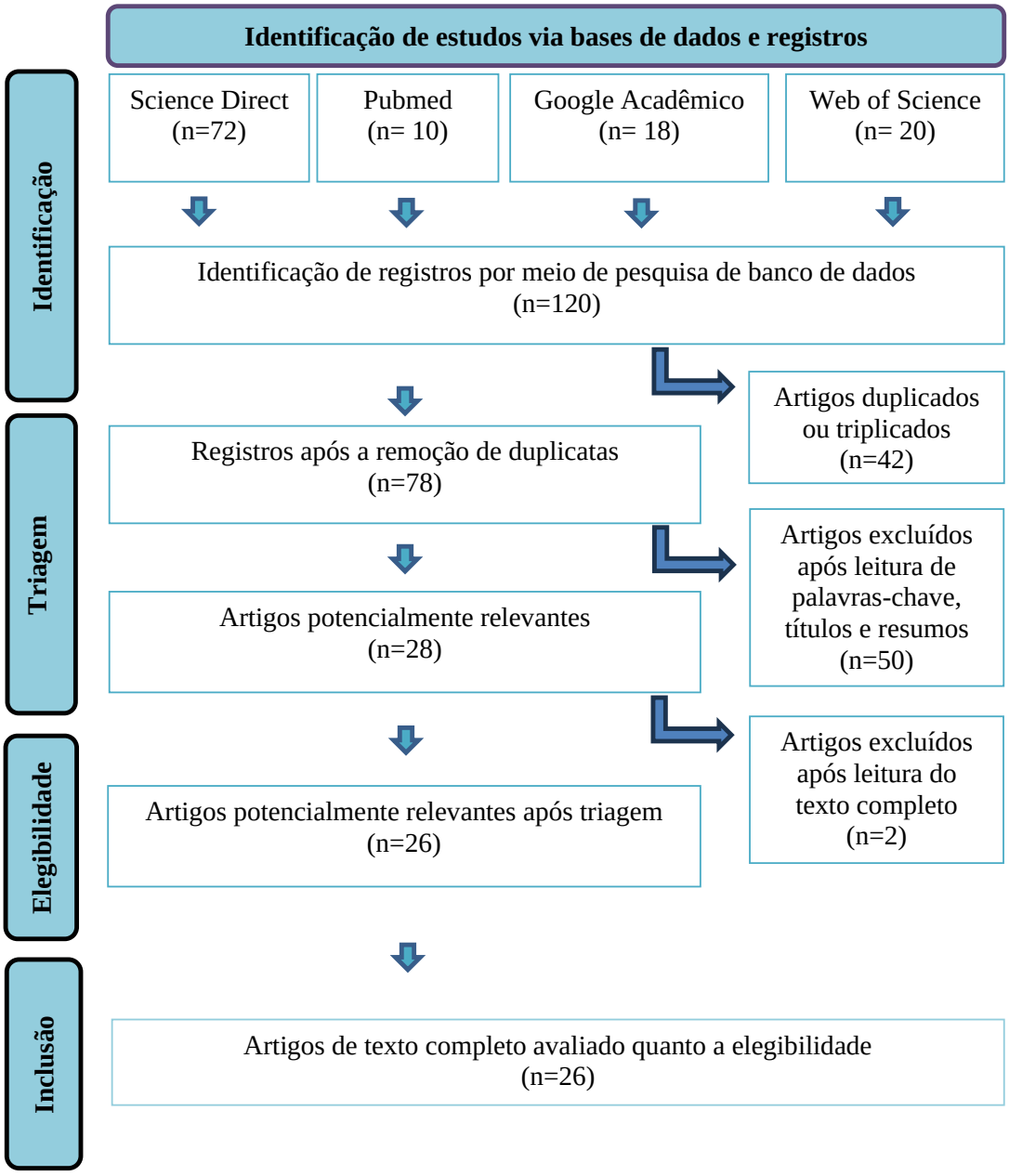



**Figura 1.** Fluxograma PRISMA - Resultados da busca sistemática entre 2014 e 2024.
**Fonte:** Elaboração própria

## LEITE E DERIVADOS

Dentre os segmentos do mercado alimentício brasileiro, o setor lácteo ocupa posição de destaque há décadas devido à sua importância para a economia nacional. Além de ser um grande produtor, o Brasil é o quinto maior consumidor de leite do mundo, atrás

da Índia, União Europeia, Estados Unidos e China. O leite é um dos 13 produtos que compõem a cesta básica brasileira e pode ser encontrado em 91,6% dos domicílios. Além disso, leite, queijo, leite fermentado, leite condensado e creme de leite são produtos lácteos com elevados índices de consumo (12,13).

O papel do leite e dos produtos lácteos na nutrição humana é muito elevado. Em termos de valor nutricional, o leite serve como fonte de nutrientes essenciais ao desenvolvimento humano, por conter proteínas de fácil digestão e balanceadas, além de gorduras, carboidratos e cálcio natural. Por esta razão, os produtos lácteos não são apenas uma parte obrigatória da dieta alimentar, mas também são utilizados como agentes preventivos e terapêuticos para diversas doenças (14).

O principal problema com o consumo de leite animal é a intolerância à lactose ou alergia às proteínas do leite. A intolerância à lactose na Europa, África Ocidental e Oriental e no Oriente Médio é moderada, enquanto países asiáticos como China, Tailândia e Sudeste Asiático têm um nível muito elevado (95-98%) (15,16). Entretanto, apenas 1–5% da população das nações ocidentais segue uma dieta vegana e evita consumir produtos lácteos (17).

Embora o leite bovino proporcione benefícios significativos à saúde e seja o leite mais consumido no mundo, nas últimas décadas houve uma redução no seu consumo atribuída ao aumento nos casos de alergia às proteínas lácteas. Essas alergias são respostas imunológicas que podem causar sintomas que vão desde uma leva irritação da pele até anafilaxia com risco de morte (18). Outro motivo é a inadequação do seu consumo entre a população com intolerância à lactose, condição em que o corpo não consegue digerir a lactose, o que pode causar problemas digestivos como inchaço, gases e diarreia (19, 20, 21).

Várias organizações em todo o mundo fornecem evidências científicas e recomendam uma dieta baseada em plantas que inclua frutas, vegetais, grãos integrais e proteínas vegetais adequadas, limitando alimentos de origem animal, ricos em açúcar, sal e ácidos graxos saturados (22), pois, um dos principais fatores que contribuem para os efeitos adversos da dieta moderna na saúde individual e global é o aumento do consumo de produtos de origem animal, especialmente carne bovina e leite (23).

Nos últimos anos, uma tendência mundial em direção a dietas mais saudáveis e sustentáveis despertou um fascínio crescente por substitutos vegetais para produtos derivados do leite bovino (24). Este aumento de interesse e a adoção generalizada de dietas à base de plantas resultaram numa notável proliferação de alternativas ao leite não lácteo. Na liderança desta revolução vegetal estão os extratos de amêndoa, soja e aveia, apresentando um leque variado de opções (25, 26, 27). Embora reconheçam as vantagens nutricionais do leite bovino, os consumidores estão explorando ativamente substitutos, contribuindo para um aumento crescente nas vendas ao longo dos anos (28).

## BEBIDAS VEGETAIS

Cada vez mais os consumidores tendem a uma dieta baseada em plantas por razões que variam entre a aversão à crueldade contra os animais, desejo de um estilo de vida saudável e consciência ambiental. O veganismo, o vegetarianismo, o lactovegetarianismo e o ovolactovegetarianismo surgiram destas tendências. O veganismo é definido como a prática de não consumir carne, peixe, frango, porco, leite ou derivados, ovos, mel ou qualquer produto que contenha qualquer quantidade desses alimentos. Os análogos ao leite, à base de extratos de plantas, são alimentos insubstituíveis na indústria alimentar vegana, por serem utilizados como ingredientes em muitos produtos veganos, como iogurte à base de plantas, queijo, kefir, manteiga e sorvete (27,28) .

Os análogos ao leite à base de extratos de plantas também são necessários para consumidores que têm intolerância à lactose ou alergia ao leite de vaca. Segundo a Biblioteca Nacional de Medicina dos EUA, houve uma redução na digestão da lactose em 65% da população mundial. No leste da Ásia, 70–100% das pessoas sofrem de intolerância à lactose. Esta condição também ocorre nas populações da África Ocidental, árabe-judaica, grega e italiana.

A biodisponibilidade de diversos compostos bioativos (isoflavonas e compostos fenólicos) na matéria-prima pode ser melhorada por fermentação natural ou induzida. Por exemplo, a fermentação de curta duração (28 h) da soja aumentou o conteúdo fenólico total do seu extrato em 28,5% quando comparado com a soja não fermentada, e após 72h após de fermentação houve um aumento significativo de 78%. Portanto, esses compostos bioativos biodisponíveis estão presentes nas alternativas aos extratos à base de plantas (29)

As pessoas também escolhem substitutos do leite à base de plantas por vários motivos relacionados à saúde. Além do papel da dieta vegetal na diminuição de doenças cardiovasculares, observa-se que uma dieta rica em alimentos vegetais, incluindo soja e nozes, reduz o risco de doenças neurodegenerativas, como o Alzheimer. Neste contexto, os substitutos do leite à base de oleaginosas e nozes: amêndoa (*Prunus dulcis*), caju (*Anacardium occidentale*), coco (*Cocos nucifera*), avelã (*Corylus*), amendoim (*Arachis hypogaea*), gergelim (*Sesamum indicum*), soja (*Glycine* max), noz-tigre (*Cyperus esculentus*), aveia (*Avena sativa*), arroz (*Oryza sativa*), cânhamo (*Cannabis sativa*) e noz, são uma escolha saudável (22).

Os substitutos do leite à base de extrato de plantas têm efeitos positivos devido à rica atividade antioxidante e a ácidos graxos que reduzem o risco de doenças cardiovasculares, câncer, aterosclerose e diabetes (31). No entanto, esses produtos também podem apresentar efeitos negativos para a saúde, incluindo falta de proteínas de alto valor nutricional e baixa biodisponibilidade de minerais e vitaminas. A baixa biodisponibilidade de vitaminas e minerais pode ser melhorada pela (15,11,18).

O aumento das vendas dos análogos ao leite à base de extratos de plantas depende de tendências populares como o veganismo e do aumento das preocupações éticas sobre o bem-estar animal e a poluição global, sendo aspectos importantes da propagação do veganismo. Uma dieta que contém mais alimentos vegetais proporciona menor ingestão de calorias e causa menos efeitos negativos ao meio ambiente (25).

## PRODUTOS HÍBRIDOS

Diversas estratégias de substituição estão disponíveis para consumidores que buscam adotar uma dieta baseada em produtos vegetais e de origem animal. Neste contexto, a concepção de alimentos mistos alternativos de origem animal/vegetal poderia abrir perspectivas para inovações que atendam esta dupla demanda da sociedade: reduzir a pegada ambiental dos alimentos, oferecendo ao mesmo tempo, produtos convenientes, saudáveis e saborosos que oferecem uma boa relação custo-benefício (8).

Além dos benefícios em relação ao meio ambiente, à saúde pública e à alimentação de uma população global crescente, existem várias outras vantagens na dieta flexitariana (semi-vegetariana ou redutora de lácteos). Ela permite variedade e não requer necessariamente produtos substitutos de leite, aversivos para alguns consumidores (12,13). Não exige que o consumidor renuncie totalmente ao leite, sendo uma opção para aqueles que têm maior apego ao leite e não estão satisfeitos com as propriedades sensoriais dos alimentos à base de plantas ou substitutos do leite (8,20).

Essa abordagem permite aos consumidores mudanças menos drásticas em sua dieta enquanto ainda desfrutam de ingredientes de origem animal (figura 2). Essa estratégia faz parte de várias abordagens de saúde furtiva, projetadas para incentivar os consumidores a adotarem uma alimentação saudável e sustentável (14, 17, 21).




**Figura 2.** Bebidas híbridas a base de leite.
**Fonte:** Elaboração própria

Para consumidores que desejam migrar para uma dieta baseada em plantas, várias estratégias de substituição estão disponíveis. Uma abordagem é equilibrar a proteína substituindo leite por leguminosas. No entanto, isso pode ser desafiador para aqueles com conhecimento nutricional limitado. Estudos mostram que, frequentemente, alimentos de origem animal e vegetal são percebidos como pertencentes a categorias distintas, com propriedades não compartilhadas, sugerindo que alimentos proteicos de origem animal e vegetal podem ser considerados insubstituíveis pelos consumidores (7).

Visando unir vegetais e lácteos, os produtos híbridos têm surgido, nos quais apenas uma fração dos ingredientes de origem animal é substituída por ingredientes vegetais em produtos familiares. Esta estratégia de transição progressiva permite que os consumidores se familiarizem com os produtos à base de plantas e suas características sensoriais, incluindo-os gradualmente em sua dieta (23).

Os componentes vegetais nesses produtos híbridos favorecem sua percepção como sendo mais saudáveis e melhores para o meio ambiente do que produtos completamente à base de leite, enquanto o teor de leite ajuda a preservar as características sensoriais às quais os consumidores estão familiarizados (2). Entretanto, o desenvolvimento de produtos que misturam ingredientes lácteos e vegetais é recente e ainda desafiador em termos do apelo nutricional e sensorial (12, 22, 11).

Existem preocupações sobre como o público ou as autoridades poderão classificar os alimentos híbridos no que diz respeito à avaliação da “naturalidade” ou do “ultraprocessamento” e à legislação sobre “novos alimentos”. Considerando que as motivações para reduzir o consumo de proteína animal estão cada vez mais ligadas às preocupações ambientais, esses aspectos podem tornar-se críticos para os inovadores. No

entanto, atingir as metas nutricionais e ambientais com leite ou alternativas à base de plantas exige compromissos e desafios a serem superados (19).

A estratégia de combinar proteínas animais de rápida digestão com proteínas vegetais de digestão mais lenta foi identificada como uma abordagem promissora para combater a desnutrição e promover o aumento da massa muscular e outras limitações que possam surgir. Com isso, é possível encontrar alguns produtos híbridos no mercado: queijo, iogurte, bebidas, sobremesas lácteas, definidos como produtos feitos a partir de leite e ingredientes vegetais em diversas concentrações (16).

Estudos concluíram que bebidas hibridas fermentadas de leite e soja apresentam maiores teores de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados, o que pode justificar a combinação devido a potenciais efeitos positivos na saúde humana (8,12). As bebidas hibridas podem melhorar as propriedades sensoriais dos produtos à base de soja, principalmente odor, sabor e cor. Em geral, as proporções de bebidas fermentadas de soja de até 50% são ideais para a produção em escala industrial de bebidas funcionais com características sensoriais aceitáveis contendo proteínas e bactérias probióticas importantes (27, 25).

## CONCLUSÕES

Nota-se que a produção e o consumo de bebidas híbridas à base de leite apresentam vantagens como o desenvolvimento de produtos com perfis nutricionais aprimorados, combinando diferentes fontes alimentares para oferecer ao consumidor opções mais saudáveis e funcionais. Além disso, essas bebidas podem atrair públicos diversificados, incluindo aqueles com restrições dietéticas ou preferências por alternativas vegetais, promovendo a inovação no setor alimentício.

Contudo, para satisfazer a crescente procura por substitutos do leite à base de bebidas vegetais, entre os desafios estão o desenvolvimento de formulações que garantam a estabilidade físico-química e sensorial do produto, principalmente através da melhoria da estabilidade da emulsão. Embora uma das soluções para este problema seja a utilização de aditivos que não são facilmente aceitos pelo consumidor, a outra solução é a aplicação de tecnologias não convencionais de processamento como o ultrassom de alta intensidade. Além disso, questões relacionadas ao custo de produção e à necessidade de inovação tecnológica também são barreiras que precisam ser superadas para que essas bebidas se tornem viáveis em larga escala e economicamente competitivas no mercado.

Sugere-se ainda que novas tecnologias como ultrassom de alta intensidade ôhmico, sejam aplicadas em bebidas híbridas alternativas ao leite para investigar os efeitos do processamento em compostos bioativos e para responder às preferências dos consumidores. Os substitutos do leite à base de bebidas vegetais devem ser enriquecidos com proteínas e, ao mesmo tempo, alcançar um sabor agradável com a redução do açúcar adicionado. Além disso, a biodisponibilidade de minerais, vitaminas e polifenóis deve ser investigada detalhadamente.

Para uma maior aceitação comercial também é importante que os rótulos dos produtos sejam fáceis de serem compreendidos e relacionados com temas como a pegada de carbono mínima, emissões de gases com efeito de estufa e bem-estar animal.

## REFERÊNCIAS

1. Haas, Rainer et al. Cow milk versus plant-based milk substitutes: A comparison of product image and motivational structure of consumption. Sustainability.2019:11:18 :5046.

2. Drewnowski, Adam. Perspective: identifying ultra-processed plant-based milk alternatives in the USDA branded food products database. Advances in Nutrition.2021: 12: 6:2068-2075.

3. Silanikove, Nissim; Leitner, Gabriel; Merin, Uzi. The interrelationships between lactose intolerance and the modern dairy industry: global perspectives in evolutional and historical backgrounds. Nutrients. 2015:7; 9:7312-7331.

4. Hu, F. et al. Healthy Living Guide. A Digest on Healthy Eating and Healthy Living, 2020.

5. Mcclements, David Julian. Development of next-generation nutritionally fortified plant-based milk substitutes: Structural design principles. Foods,2020:9: 4: 421.

6. Aydar, Elif feyza; Tutuncu, sena; Ozcelik, beraat. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. Journal of Functional Foods. 2020:70:103975.

7. Jeske, Stephanie; Zannini, Emanuele; Arendt, Elke K. Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. Plant Foods for Human Nutrition. 2017: 72: 26-33.

8. Grasso, Simona; Asioli, Daniele; Smith, Rachel. Consumer co-creation of hybrid meat products: A cross-country European survey. Food Quality and Preference.2022:100:104586.

9. Filieri, Raffaele. Consumer co-creation and new product development: a case study in the food industry. Marketing Intelligence & Planning.2013:31:1: 40-53.

10. Shan, Liran Christine et al. Consumer preferences towards healthier reformulation of a range of processed meat products: A qualitative exploratory study. British Food Journal. 2017:119:9:2013-2026.

11. Dijksterhuis, Garmt. New product failure: five potential sources discussed. Trends in food science & technology.2016:50:243-248.

12. Dewiasty, Esthika et al. Prevalence of lactose intolerance and nutrients intake in an older population regarded as lactase non-persistent. Clinical Nutrition ESPEN.2021:43:317-321.

13. Spencer, M., Rowe, S., Bonnell, C., & Dalton, P. Consumer acceptance of plant-forward recipes in a natural consumption setting. Food Quality and Preference.2021: *88*:104080. 14. Saint-eve, Anne et al. Consumer preferences for new fermented food products that mix animal and plant protein sources. Food Quality and Preference.2021:90:104117.

15. Rosado, Jorge L. et al. The addition of milk or yogurt to a plant-based diet increases zinc bioavailability but does not affect iron bioavailability in women. The journal of nutrition.2005:135:3:465-468.

16. Reyes-Jurado, F. et al. Plant-based milk alternatives: Types, processes, benefits, and characteristics. Food Reviews International.2023: 39:4:2320-2351.

17. Rabiei, S., Zahedi, M., Abtahi, M., Doustmohammadian, A., Dadkhah, M., ZoghI, T., & Hajigholam-Saryazdi, M. Consumption of milk and dairy products in Iranian population; barriers and facilitators. Clinical Nutrition Open Science. 2021:*38*:1-23.

18. Profeta, Adriano et al. Discrete choice analysis of consumer preferences for meathybrids—findings from Germany and Belgium. Foods.2020: v:10:1:71.

19. Pocol, Cristina Bianca et al. Sustainable vs. Unsustainable Food Consumption Behaviour: A Study among Students from Romania, Bulgaria and Moldova. Sustainability.2020:12:11:4699.

20. Pistollato, Francesca et al. Plant-based and plant-rich diet patterns during gestation: beneficial effects and possible shortcomings. Advances in Nutrition.2015:6:5:581-591.

21. Moore, Lynn L. et al. Effects of average childhood dairy intake on adolescent bone health. The Journal of pediatrics.2008:153:5: 667-673.

22. Kris-Etherton, Penny M. et al. Milk products, dietary patterns and blood pressure management. Journal of the American College of Nutrition. 2009:28: 103S-119S.

23. Zujko, Malgorzata E.; WITKOWSKA, Anna M. Antioxidant potential and polyphenol content of beverages, chocolates, nuts, and seeds. International Journal of Food Properties.2014:17:1:86-92.

24. Spencer, M., Rowe, S., Bonnell, C., & Dalton, P. Consumer acceptance of plant-forward recipes in a natural consumption setting. Food Quality and Preference.2021:*88*: 104080.

25. Shan, Liran Christine et al. Consumer preferences towards healthier reformulation of a range of processed meat products: A qualitative exploratory study. British Food Journal.2017:119:9:2013-2026.

26. Grasberger, Katherine Findlay et al. Plant-dairy protein blends: Gelation behaviour in a filled particle matrix. Food Structure.2021: 29:100198.

27. Guyomarc'h, Fanny et al. Mixing milk, egg and plant resources to obtain safe and tasty foods with environmental and health benefits. Trends in Food Science & Technology.2021: 108:119-132.

28. Garcia-fontanals, Laura et al. Hybrid Spreadable Cheese Analogues with Faba Bean and Mealworm (*Tenebrio molitor*) Flours: Optimisation Using Desirability-Based Mixture Design. Foods.2023:12:7:1522.

29- PAUL, A. A., KUMAR, S., KUMAR, V., & SHARMA, R. MILK ANALOG: Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2020;60;18;.3005-3023. DOI: 10.1080/10408398.2019.1674243.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

**Capítulo 66**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-66**

# PERFIL DA ESTRUTURA FÍSICA E FUNCIONAL DE UMA UAN HOSPITALAR EM TERESINA-PI

**Crislane de Moura Costa[1]; Rayane Carvalho de Moura[1]; Leandra Caline dos Santos[1], Michelly da Silva Pinheiro[1], Sérgio Antonio Leite Matos De Lemos[3], Paulo Victor de Lima Sousa[3], Marcos Antonio Pereira dos Santos[2].**

[1] Pós-graduanda em Alimentos e Nutrição pela Universidade Federal do Piauí - UFPI;
[1,2]Doutorado em Biotecnologia pela Universidade Federal do Piauí-UFPI.
[3] Centro Universitário FacidWyden

* *Email: crislane.mc@gmail.com*

**Introdução:** O planejamento físico de uma Unidade de Alimentação e Nutrição é fator de suma importância, pois visa à obtenção de condições higiênico-sanitárias apropriadas para a oferta de refeições. Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar a estrutura física e funcional de uma Unidade de Alimentação hospitalar do município de Teresina-PI. **Metodologia:** Trata-se de uma pesquisa de campo de corte transversal, exploratória, descritiva e qualitativa, com coleta de dados realizada em 15 de julho de 2023. Para a avaliação das condições físico-estruturais e higiênico-sanitárias foi utilizado o checklist adaptado da Resolução da Diretoria Colegiada n.º 275/2002, que conta com 148 itens de verificação distribuídos em 7 blocos distintos: edificação e instalações; equipamentos, móveis e utensílios; manipuladores; matérias-primas, ingredientes e embalagens; preparação do alimento; exposição ao consumo do alimento preparado; documentação e registro. Os itens foram avaliados e classificados em "bom" (76 a 100% de adequação), "regular" (51 a 75% de adequação) e "deficiente" (0 a 50% de adequação). Utilizou-se o programa Microsoft Excel versão 2007 para a tabulação e análise dos dados, com posterior apresentação dos resultados em tabelas e figuras. **Resultados**: Verificou-se que 61,71% do total de itens avaliados estavam em conformidade. Dentre os blocos avaliados, destacaram-se equipamentos, móveis e utensílios (86,66%) e manipuladores (72,72%) com elevado percentual de conformidade. Porém, o bloco de matérias-primas, ingredientes e embalagens apresentou o menor percentual de conformidade (30,00%). Com isso, a Unidade de Alimentação foi classificada como regular, para a estrutura física e funcional.

**Palavras-chave:** Alimentação coletiva. Segurança alimentar e sanitária. Checklist.

## INTRODUÇÃO

O serviço de alimentação coletiva fomenta um mercado em constante crescimento no Brasil, tendo em vista que somente em 2022 registrou-se o fornecimento de 35,5 milhões refeições por dia, alcançando o faturamento aproximado de 30,5 bilhões de reais (1). Portanto, o panorama supramencionado evidencia a importância da denominada Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN), compreendida como o conjunto de áreas destinadas a operacionalizar o provimento nutricional de coletividades (2).

A Emenda Constitucional n.º 64, de 04 de fevereiro de 2010, alterou a redação do art. 6º da Constituição Federal para, especificamente, incluir a alimentação no rol dos direitos sociais (3). Diante de tal status, as refeições ofertadas pelas UAN devem ser elaboradas obedecendo a padrões dietéticos e higiênicos, de modo a atender às necessidades nutricionais dos comensais (2).

Nesse sentido, o planejamento físico das unidades de alimentação é fator de suma importância para a adequação das respectivas instalações aos objetivos propostos, visando à obtenção das apropriadas condições higiênico-sanitárias dos alimentos (4).

Segundo Rebouças et al. (5), o referido planejamento possibilita a análise das necessidades específicas de cada unidade, para que todos os procedimentos se desenvolvam adequadamente na busca de um produto final de qualidade. No que se refere especificamente às condições higiênico-sanitárias dos alimentos, algumas resoluções normativas assumem especial relevância, a exemplo da RDC n.º 216 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, a qual dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação (6).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a estrutura física e funcional de uma Unidade de Alimentação e Nutrição hospitalar do município de Teresina-PI.

## MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa de campo de corte transversal, exploratória, descritiva e quantitativa que foi realizada em uma UAN pública hospitalar do município de Teresina-PI. Para a avaliação das condições higiênico-sanitárias e físico-estruturais da UAN, foi utilizado o checklist adaptado da RDC n.º 275/2002 (APÊNDICE A) que trata do Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados Aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos (7), que tem como parâmetro a RDC n.º 216/2004 da ANVISA (6), que dispõe sobre o regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação.

O checklist possuía 148 (cento e quarenta e oito) itens de verificação distribuídos em 7 (sete) blocos distintos: I – edificação e instalações; II – equipamentos, móveis e utensílios; III – manipuladores; IV – matérias-primas, ingredientes e embalagens; V – preparação do alimento; VI – exposição ao consumo do alimento preparado; VII – documentação e registro. Os itens foram avaliados e classificados como “adequado” (AD), caso se apresente em conformidade com a RDC n.º 216/2004, “inadequado” (IN) caso não esteja em conformidade 8 e “não aplicável” (NA), quando não se amolda à realidade ou dinâmica do local. Todos os itens classificados como “não aplicável” foram desconsiderados no cálculo da porcentagem de adequação, que tomou por base a fórmula:

$$\% \text{ Adequação} = \frac{100 \cdot (\text{itens adequados})}{(\text{itens avaliados} - \text{itens não aplicáveis})}$$

Após a obtenção dos percentuais de adequação, a UAN foi classificada conforme os critérios de pontuação estabelecidos pela RDC n.º 275/2002, sendo o Grupo 1 (76 a 100% de adequação), Grupo 2 (51 a 75% de adequação) e Grupo 3 (0 a 50% de adequação). Para a análise e tabulação dos dados utilizou-se o programa Microsoft Excel versão 2007, com a posterior apresentação dos resultados em tabelas e figuras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta o percentual de conformidades do total de itens avaliados pela aplicação do checklist. Verificou que que 61,71% da totalidade dos itens estavam conforme o que classifica a UAN no Grupo 2.

Figura 1 - Percentual de adequação dos itens verificados com a apli uma UAN hospitalar da cidade de Teresina




Fonte: Dados de pesquisa, 2023.

O percentual de cada bloco, isoladamente considerado, está demonstrado na Tabela 3.

**Tabela 3** - Percentual de conformidade de acordo com os itens avaliados pelo checklist em uma UAN hospitalar da cidade de Teresina-PI.

| **Itens Avaliados** | **Conformidade (%)** |
|---|---|
| Edificações e Instalações | 57,69 |
| Equipamentos, Móveis e utensílios | 86,66 |
| Manipuladores | 72,72 |
| Matérias- primas, ingredientes e embalagens | 30,00 |
| Preparação dos alimentos | 47,61 |
| Exposição ao consumo do alimento preparado | 71,42 |
| Documentação e registro | 83,33 |

Fonte: Dados de pesquisa, 2023.

O bloco Edificação e Instalações apresentou 57,69% de adequação, obtendo a classificação “regular”. Tal resultado foi inferior ao obtido no estudo de Silva et al. (8), que registrou 79,74% de itens adequados em uma UAN da cidade de Picos - PI. Dentre as inconformidades observadas, o piso apresentava algumas rachaduras e o teto encontrava-se mal conservado, com infiltrações e descascamentos, as portas não eram dotadas de fechamento automático e uma delas, que dava acesso à área de recepção, ficava sempre aberta, o que poderia favorecer a entrada de contaminantes.

Verificou-se também a presença de animais, como gatos, nas proximidades da área de recepção, o que pode favorecer a contaminação nas preparações ofertadas na UAN. Além disso, havia somente um lavatório exclusivo para a higiene das mãos, que não dispunha de reservatório de sabonete líquido e de papel toalha.

Conforme Ponath et al. (9), o manipulador é um fator determinante para a qualidade do alimento preparado, tendo em vista que é considerado como a fonte mais frequente de contaminação, sendo necessária a UAN dispor de locais apropriados para a higienização das mãos, bem como materiais suficientes para esta conduta. Dentre os pontos positivos para este bloco, registrou-se a adequada higienização das instalações, com operações rotineiras de limpeza, as quais eram sempre registradas com o preenchimento de checklist.

O bloco de Equipamentos, Móveis e Utensílios obteve o maior percentual de conformidade (86,66%), posto que os móveis e utensílios eram de material adequado, estavam em bom estado de conservação e eram constantemente higienizados. As inadequações observadas restringiram-se à ausência de manutenção programada e periódica dos equipamentos e utensílios e a ausência de calibração dos instrumentos de medição. O percentual de adequação deste bloco foi superior ao observado por São José, Coelho e Ferreira (10), que registraram 76% de adequação em uma UAN institucional.

As inadequações verificadas no referido estudo envolveram a higienização e manutenção de equipamentos e utensílios. O bloco relativo aos Manipuladores obteve 72,72% de adequação. Apesar da existência de supervisão e da capacitação periódica, os manipuladores usavam adornos (brincos e anéis), conversavam frequentemente e manipulavam aparelhos celulares dentro da cozinha, ações que podem favorecer a contaminação dos alimentos segundo a RDC 216/2004 (6). Todos os manipuladores sempre usavam toucas, o que se apresentou como ponto positivo.

De acordo com Tiburcio et al. (11), os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) destinam-se à proteção de possíveis riscos à segurança e saúde no trabalho, além de contribuírem para a produção de um alimento com as condições higiênico-sanitárias exigidas. Rebouças et al. (5) analisaram 7 (sete) UAN localizadas nos municípios de Floriano-PI, Parnaíba-PI, Picos-PI e Teresina-PI, e somente em uma delas obtiveram resultado similar no quesito manipuladores (72,7%). Nas demais UAN, os percentuais de adequação foram superiores ao do presente estudo, que variaram de 81,1% a 100%.

Matérias-primas, ingredientes e embalagens obtiveram o percentual de adequação de 30,00%, o mais baixo de todos os itens analisados. Resultado similar ao verificado por Vasques e Madrona (12), os quais obtiveram 33% de adequação na primeira avaliação realizada. Após a implantação do Manual de Boas Práticas, foi registrado o aumento da adequação para 86% na segunda avaliação, demonstrando a importância da aplicação das boas práticas de manipulação pelos colaboradores da UAN.

Na UAN em estudo, verificou-se o não atendimento a diversos critérios estipulados pela RDC 2016/2004 (6), tais como: área de recepção sem a devida proteção e com higienização deficiente, ausência de aferição da temperatura das matérias-primas, local de armazenamento sem a organização necessária, estantes e caixas de plástico posicionadas sem o espaçamento mínimo necessário.

Quanto à preparação do alimento, a UAN apresentou o percentual de 47,61% de conformidade, resultado este inferior ao obtido por Amorim et al. (13), os quais obtiveram 86% dos itens em conformidade na avaliação de uma UAN hospitalar da rede estadual do Rio de Janeiro-RJ. Dentre as inadequações do presente estudo, observou-se o quantitativo de utensílios insuficiente para o volume das preparações, a ausência de informações nas embalagens dos ingredientes não utilizados em sua totalidade e a ausência do registro da temperatura de armazenamento da conservação a frio.

O armazenamento a quente da UAN analisada também se demonstrou inadequado, tendo em vista a inexistência de equipamentos que pudessem monitorar a temperatura do alimento preparado. Na conservação à quente, os alimentos devem ser

mantidos em temperatura superior a 60ºC por, no máximo, 6 (seis) horas, visando garantir a oferta de preparações seguras sem risco de contaminação microbiana (6; 5). Além disso, os recipientes para coleta de resíduos não eram dotados de tampas com acionamento sem contato manual e o descongelamento de carnes era feito em temperatura ambiente, posto que a UAN não dispunha de espaço e equipamentos suficientes.

As carnes devem ser descongeladas sob refrigeração, em temperatura de até 4ºC, como forma de evitar a multiplicação de microrganismos (14). Em relação aos itens adequados neste bloco, destacou-se a utilização de matérias primas e ingredientes em condições higiênico-sanitárias adequadas e a adoção de medidas com o intuito de minimizar o risco de contaminação cruzada. Observou-se também a higienização adequada dos alimentos consumidos crus. Santos et al. (15) pontuaram sobre a importância da correta higienização de frutas e hortaliças, tendo em vista que a presença de parasitas e bactérias nesses alimentos representam risco à saúde dos comensais.

O bloco de exposição ao consumo do alimento preparado obteve 71,42% de adequação, sendo uma porcentagem inferior à obtida no estudo de Amorim et al. (13), que registraram 86% de conformidade. Em relação aos itens avaliados positivamente, para este bloco, destacaram-se: áreas de exposição do alimento preparado organizadas e em adequadas condições higiênico-sanitárias, equipamentos e móveis em número suficiente e em bom estado de conservação e adoção de procedimentos que minimizem o risco de contaminação dos alimentos.

Por sua vez, as inadequações consistiram especificamente na ausência do controle de temperatura dos equipamentos utilizados. O bloco de documentação e registro obteve 83,33% de conformidade, resultado superior ao encontrado no estudo realizado por Santos et al. (16), que obtiveram 25% de adequação no mesmo quesito. A não conformidade observada na presente pesquisa foi o não cumprimento dos Procedimentos Operacionais Padronizados (POP) relativos à higienização das instalações, equipamentos e móveis e à higiene e saúde dos manipuladores. A efetiva aplicação dos POP contribui para a garantia das condições higiênico-sanitárias necessárias ao processamento de alimentos (10). Além disso, dispor de um Manual de Boas Práticas é de suma importância, considerando que perfaz o documento que descreve todos os processos e rotinas da Unidade de Alimentação, o que garantirá a qualidade higiênico-sanitária das preparações servidas (13).

## CONCLUSÕES

No que tange às condições higiênico-sanitárias e físico-estruturais a UAN foi enquadrada no Grupo 2 (regular). Dentre os blocos verificados que devem ser melhorados, destacaram-se “edificação e instalações”, “matérias-primas, ingredientes e embalagens” e “preparação do alimento”.

Portanto, a UAN hospitalar necessita realizar adequações na estrutura física e funcional, visando à oferta de preparações seguras de acordo com os aspectos higiênico-sanitários.

## REFERÊNCIAS

1. Aberc - Associação Brasileira das Empresas de Refeição Coletiva. Mercado Real. 2020.

2. Abreu E, Spinelli M, Pinto AM. Gestão de Unidades de Alimentação e Nutrição: um modo de fazer. 7. ed. São Paulo: Editora Metha; 2019.

adminaberc. “Home.” ABERC - Associação Brasileira Das Empresas de Refeições Coletivas, www.aberc.com.br/.

3. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 63, de 22 de outubro de 2010. Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/ industrializadores de alimentos. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 2002.

4. Teixeira SG, Milet Z, Josedira C, Biscontini TM. Administração aplicada às Unidades de Alimentação e Nutrição. São Paulo: Atheneu, 2007.

5. Rebuças KCFA. Jorge MMO, Silva EA da, Santos BCF dos, Lopes CRL, Santos GM dos, et al. Avaliação das Condições Higiênico-Sanitárias e Físico-Estruturais em Unidades de Alimentação e Nutrição de um Estado do Nordeste Brasileiro. Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde. 2021; 25:66- 71.

6. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 2004.

7. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 275, de 22 de outubro de 2002. Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/ industrializadores de alimentos. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 2002.

8. Da Silva, EA et al. Análise da estrutura física de uma unidade de alimentação e nutrição em Picos, Piauí. Research, Society and Development. 2023; 11.

9. Ponath, FS et al. Avaliação da higienização das mãos de manipuladores de alimentos do Município de Ji-Paraná, Estado de Rondônia, Brasil. Revista Pan-Amazônica de Saúde. 2016; 7, 7-7.

10. São José, JFB de. Avaliação Das Boas Práticas Em Unidade de Alimentação E Nutrição No Município de Contagem-MG. 2011.

11. Tiburcio, RG. Uso de equipamentos de proteção individual por manipuladores de alimentos em uma unidade de alimentação e nutrição. ResearchGate. 2020; 46(4):1-8.

12. Vasques, CT; Madrona, GS. Aplicação de checklist para avaliação da implantação das boas práticas em uma unidade de alimentação e nutrição. Higiene alimentar, 2016; 30(252/253), 54-58.

13. Amorim BS et al. Adequação às normas da RDC nº 216 em uma unidade de alimentação e nutrição hospitalar da rede estadual do Rio de Janeiro. Intercontinental Journal on Physical Education. 2020; 2.

14. Ricardo, FO. Controle de tempo e temperatura na produção de refeições de restaurantes comerciais na cidade de Goiânia-Goiás. Demetra, 2012.

15. Santos, MCA dos; Scheffer, PA; Cardoso, FR. Avaliação da Higienização de Vegetais Folhosos em Serviços de Alimentação. Research, Society and Development, 2021; 10(7), 1-10.

16.Santos, RMS, et al. Avaliação de Restaurante Universitário Por Meio Do Regulamento Técnico de Boas Práticas Para Serviços de Alimentação. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. 2025; 10(2), 18-26.

**Capítulo 67**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-67**

# ANÁLISE SENSORIAL DE PREPARAÇÕES ELABORADAS COM REAPROVEITAMENTO DE ALIMENTOS

**Andrea Christina Gomes de Azevedo-Cutrim*; Emily Dayanne Oliveira Lindoso; Fabiane de Carvalho Sousa; Carmozene Maria Silva Santos; Franky Soedirlan Resosemito**

**Andrea Christina Gomes de Azevedo-Cutrim*
*Professora do Departamento de Biologia, Universidade Estadual do Maranhão.*
*Estudante de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Maracanã – Maranhão - Brasil,*
*andreacgazevedo@uol.com.br*

**Resumo:** O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente estima que cerca de 931 milhões de toneladas de desperdício alimentar foram produzidas em 2019 e isto sugere que 17% da produção global total de alimentos pode ser desperdiçada, por outro lado, a fome no mundo aumentou, afetando 9,8% da população global. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo a elaboração de preparações alimentares utilizando o reaproveitamento de cascas, talos e entrecasca de vegetais com a realização de análise sensorial para avaliar a aceitação, preferência e intenção de compra dos alimentos produzidos. Foram elaboradas três preparações: a torta de vegetais com uso de talos e cascas, geleia com a entrecasca do maracujá e o refrigerante natural utilizando integralmente a cenoura, suco de laranja e limão. Os alimentos feitos com reaproveitamento foram oferecidos a 33 provadores não-treinados, dentre estudantes, professores e servidores do IFMA Maracanã, São Luís – MA, com idade entre 18 e 48 anos, utilizando atributos como aparência, cor, textura e sabor, com escala hedônica de 0 a 9 e aceitação global com escala de 0 a 5. Na análise sensorial em 75% das avaliações dos três alimentos foi superior a 8, indicando que gostaram muito de todas as preparações. Quanto à aceitação global a torta e a geleia obtiveram avaliação superior a 8 (gostaram muito) e o refrigerante natural obteve média superior a 7 (gostaram moderadamente). Na aceitação na análise sensorial, avaliando o somatório das notas 8 (gostei muito) e 9 (gostei muitíssimo), constataram-se variações de 50% (sabor do refrigerante) a 87,88% (cor da torta). Para a intenção de compra, somando os que "certamente comprariam as amostras" e os que "provavelmente comprariam as amostras", a torta somou 98,26%, a geleia totalizou 81,26% e o refrigerante perfez total de 75%. Assim, os dados obtidos neste estudo indicam a viabilidade da utilização do reaproveitamento agregando maior valor nutritivo às refeições e diminuindo o desperdício nos domicílios residenciais, bem como oferta de alternativa para aqueles que se encontram em situação de vulnerabilidade alimentar.

**Palavras–chave:** aceitação global; alternativa alimentar; avaliação sensorial; redução da fome.

## INTRODUÇÃO

No Relatório da situação da população mundial (1), publicado em novembro de 2022, o mundo atingiu a marca de 8 milhões de pessoas e a mais recente projeção das Nações Unidas sugere que a população mundial poderá crescer para cerca de 8,5 bilhões em 2030 e 9,7 bilhões em 2050, projeta-se ainda que atinja um pico de cerca de 10,4 bilhões de pessoas durante a década de 2080 (2).

Seguindo a tendência de crescimento, o Brasil atingiu a marca de 203,1 milhões de pessoas em 2022, conforme dados apresentados pelo Censo do mesmo ano, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, com aumento de 6,5% frente ao censo demográfico anterior, realizado em 2010, representando um acréscimo de 12,3 milhões de pessoas no referente período (3).

Esse aumento expressivo do quantitativo de seres humanos no planeta e as consequências de suas ações antrópicas são questões amplamente discutidas nos dias presentes, tendo em vista que todo este adensamento global necessita de água e alimento para manutenção da vida do homem, demandado o uso de fontes de energia e insumos. E como consequência desta exploração da natureza, têm-se os mais graves efeitos, dentre alguns deles estão a diminuição de recursos não renováveis, a perda da biodiversidade e o desperdício de alimentos, com geração de montantes de resíduos (4).

O Relatório do Índice de Desperdício de Alimentos 2021, do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (5) estima que cerca de 931 milhões de toneladas de desperdício alimentar foram produzidas em 2019. Isto sugere que 17% da produção global total de alimentos pode ser desperdiçada. E a maior parte disso ocorre nas residências familiares, que descartam 11% do total de alimentos disponíveis para consumo, frente a 5% nos serviços alimentares e 2% nos estabelecimentos de varejo. Em nível global *per capita*, 121 quilos de alimentos são desperdiçados por consumidores a cada ano. Deste total, 74 quilos são descartados no ambiente doméstico. Considerando os agregados familiares, os brasileiros desperdiçam 60kg/*per capita*.

Por outro lado, a fome no mundo aumentou em 2021, afetando 9,8% da população global. Na América Latina, atingiu a maior prevalência desde 2006, 8,6% pessoas padecendo de fome, e entre 2015 e 2021, aumentou mais do que no resto do mundo. Em decorrência de fatores como o aumento da taxa de pobreza, no contexto da pandemia de *Covid-19*, o alto nível de desigualdade de renda, o aumento de preço dos alimentos, o número de pessoas que vivem a insegurança alimentar moderada ou grave na América Latina e no Caribe aumentou de 205,2 milhões em 2019 para 267,7 milhões em 2021 (6).

O Mapa da fome, divulgado anualmente pela FAO desde os anos 1990 que avalia e apresenta dados sobre a situação da segurança alimentar de inúmeros países, incluindo o Brasil. A comparação de informações e dados deste instrumento, independentemente das críticas e ajustes metodológicos que poderiam ser feitos, indica que alguns contextos no Mapa da Fome parecem atuais, como a manutenção de quadros de carências alimentares e a miséria mais frequente nas macrorregiões Norte e Nordeste (7).

Diante do exposto, uma alternativa, visando um consumo nutricionalmente mais adequado e consciente, e preocupando-se com a redução de impactos ambientais, como a diminuição da produção de lixo, pode ser o aproveitamento integral dos alimentos (8) no combate à insegurança alimentar e desperdícios de alimentos.

Portanto, este trabalho teve como objetivo a elaboração de preparações utilizando o reaproveitamento e realização de análise sensorial para avaliação da aceitação, preferência e intenção de compra das preparações produzidas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram produzidas três preparações com reutilização de alimentos: uma torta de vegetais com uso de talos e cascas, uma geleia com a entrecasca do maracujá e um refrigerante natural, utilizando integralmente a cenoura, o suco de laranja e de limão.

Tais alimentos foram oferecidos durante o Dia Internacional de Conscientização sobre Perdas e Desperdício de Alimentos, realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do – IFMA, Maracanã, em São Luís – MA, no ano de 2023. Na ocasião foi realizada uma análise sensorial envolvendo a participação de 33 adultos não-treinados, com idade entre 18 e 48 anos, representando a comunidade acadêmica, incluindo estudantes, professores e servidores, em que todos leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O principal intuito da análise sensorial foi avaliar as preferências dos provadores em relação a três amostras distintas. Os atributos aparência, cor, textura, sabor e aceitação global foram avaliados seguindo uma escala hedônica de 9 pontos, variando de uma extremidade à outra desde "gostei muitíssimo" com nota igual a 9 até "desgostei muitíssimo", com nota igual a 1. Além da atribuição de notas para cada amostra, os provadores responderam sobre a intenção de compra, em que se utilizou a escala estruturada de 5 pontos, onde 5 representava a nota máxima "certamente compraria" e 1 representado a nota mínima "certamente não compraria", empregando os procedimentos descritos para análise sensorial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da análise sensorial dos alimentos demonstram que 75% das avaliações dos três alimentos foi superior a 8, indicando que gostaram muito de todas as preparações. Com relação à aceitação global avaliada pelos provadores, a torta salgada e a geleia obtiveram avaliação superior a 8 (gostaram muito) e o refrigerante natural obteve média superior a 7 (gostaram moderadamente), como visto na Tabela 1.

Tabela 1 – Média e desvio padrão das notas da análise sensorial das amostras dos alimentos, referentes a cada atributo, com escala hedônica de 1 a 9

| PARÂMETROS | Nota atribuída para a torta salgada | Nota atribuída para a geleia de maracujá | Nota atribuída para o refrigerante natural |
|---|---|---|---|
| Aparência | 8,24 ± 1,06 | 8,41 ± 1,04 | 8,04 ± 1,67 |
| Cor | 8,30 ± 1,13 | 8,38 ± 0,94 | 8,04 ± 1,23 |
| Textura | 8,21 ± 0,82 | 8,06 ± 1,13 | 7,54 ± 1,48 |
| Sabor | 8,03 ± 1,26 | 7,94 ± 1,27 | 6,79 ± 2,28 |
| Aceitação Global | 8,34 ± 0,94 | 8,19 ± 1,06 | 7,11 ± 1,77 |

Quanto ao aproveitamento de folhas e talos de hortaliças, um estudo avaliou a aceitação de tortas salgadas elaboradas com e sem a sua utilização. As hortaliças selecionadas foram brócolis, beterraba e couve-flor. A análise sensorial não resultou em diferença estatística significativa entre as preparações, em nenhuma das categorias avaliadas (aparência, textura, cor, sabor, aroma e aceitação global), tornando viável a utilização dessas hortaliças integralmente (9).

Daniel e Ghisleni (10) desenvolveram e compararam a aceitação de duas geleias de frutas, uma com aproveitamento integral dos alimentos e a outra utilizando apenas as polpas, constatando-se também que não houve diferença significativa entre a

aceitabilidade de ambas, o que fortalece a possibilidade de se incrementar a utilização das frutas por completo no dia a dia.

Lamounier et al. (11) ao realizarem estudos de análise sensorial de refrigerantes enriquecidos com frutas vermelhas constataram-se notas de intenção de compra variando de 3,64 a 3,98, situando-se no atributo "talvez comprasse/talvez não comprasse", para a escala hedônica utilizada neste trabalho. Para os autores, tais resultados representam que os consumidores aceitaram os produtos, mas ainda não estão seguros quanto a compra dos mesmos. Um fato que poderia fortalecer a decisão na hora da compra era a conscientização da qualidade nutricional que eles podem oferecer, entretanto, seria necessário um maior investimento em campanhas governamentais, uma vez que a polidextrose é rica em fibras alimentares e poderia prevenir o surgimento de doenças, segundo pesquisas científicas.

Apesar das possíveis diferenças em termos de conhecimentos, observa-se que a prática do aproveitamento integral ainda é pouco frequente na população em geral. Essa diferença mostra que ainda é preciso mais estudos para um maior conhecimento e estímulo a essa alimentação. O incentivo ao aproveitamento integral pode trazer contribuições para diminuir os gastos com alimentação e melhorar a qualidade nutricional do cardápio, além de reduzir o desperdício de alimentos (12).

Em se tratando do percentual de aceitação na análise sensorial, avaliando o somatório das notas 7 (gostei moderadamente), 8 (gostei muito) e 9 (gostei muitíssimo), em todos os parâmetros avaliados (aparência, cor, textura e sabor) e nas três preparações, constatou-se valores variando de 60,7% (sabor do refrigerante) a 100% (textura da torta), conforme disposto na Tabela 2.

Tabela 2 – Percentual de aceitação na análise sensorial das amostras dos alimentos, referentes a cada atributo, com escala hedônica de 1 a 9

| | APARÊNCIA (%) | | | COR (%) | | | TEXTURA (%) | | | SABOR (%) | | | AC. GLOBAL (%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E | T | G | R | T | G | R | T | G | R | T | G | R | T | G | R |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 3,57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,57 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14,29 | 0 | 0 | 3,57 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 3,03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,57 | 3,03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,14 |
| 5 | 3,03 | 0 | 7,14 | 0 | 0 | 3,57 | 0 | 0 | 7,14 | 6,06 | 6,25 | 7,14 | 0 | 0 | 7,14 |
| 6 | 6,06 | 9,38 | 3,57 | 6,06 | 6,25 | 14,29 | 0 | 15,63 | 17,86 | 0 | 9,38 | 14,29 | 6,06 | 9,38 | 14,29 |
| 7 | 9,09 | 12,50 | 3,57 | 3,03 | 12,50 | 7,14 | 24,24 | 12,50 | 7,14 | 9,09 | 15,63 | 10,71 | 12,12 | 18,75 | 25,00 |
| 8 | 27,27 | 6,25 | 25,00 | 30,30 | 18,75 | 25,00 | 30,30 | 21,88 | 32,14 | 39,39 | 21,88 | 17,86 | 21,21 | 15,63 | 10,71 |
| 9 | 54,55 | 71,88 | 57,14 | 57,58 | 62,50 | 50,00 | 45,45 | 50,00 | 32,14 | 42,42 | 46,88 | 32,14 | 57,58 | 56,25 | 32,14 |

Legenda:
E. Escala; 1. Desgostei extremamente; 2. Desgostei muito; 3. Desgostei moderadamente; 4. Desgostei levemente; 5. Indiferente; 6. Gostei levemente; 7. Gostei moderadamente; 8. Gostei muito; 9. Gostei muitíssimo; T = Torta; G = Geleia; R = Refrigerante.

Com relação ao parâmetro que mais agradou, destacou-se a cor dos alimentos ofertados, obtendo-se 81,4% de avaliações positivas, correspondendo aos valores 8 e 9 da escala hedônica, apontadas pelos provadores. Estes dados coincidem com os observados no trabalho realizado por Miranda et al. (13), que realizaram análise sensorial com alimentos similares, observando que 87,5% dos provadores aprovaram a torta, enquanto o suco foi aprovado por 43,8%.

O aproveitamento integral de alimentos pode enriquecer a alimentação diária, com inúmeros benefícios, além de reduzir o desperdício e proporcionar maior diversidade de nutrientes na dieta. O estudo da utilização integral de hortaliças, verduras e frutas no uso

doméstico, considerando a importância econômica e nutricional do aproveitamento das partes usualmente desprezadas, bem como sua incorporação na elaboração de produtos industrializados, pode contribuir para aumentar a disponibilidade de nutrientes, sendo fonte de proteínas, fibras, vitaminas e minerais (14) (15).

Quanto à intenção de compra obtiveram-se resultados satisfatórios, com mais de 50% para o item em que os provadores "certamente comprariam as amostras", em todas as preparações. Avaliando o somatório daqueles que "certamente comprariam as amostras" e os que "provavelmente comprariam as amostras", a torta salgada somou 87,88%, a geleia com o mesocarpo de maracujá totalizou 81,26% e o refrigerante natural perfez total de 75% (Figura 1).

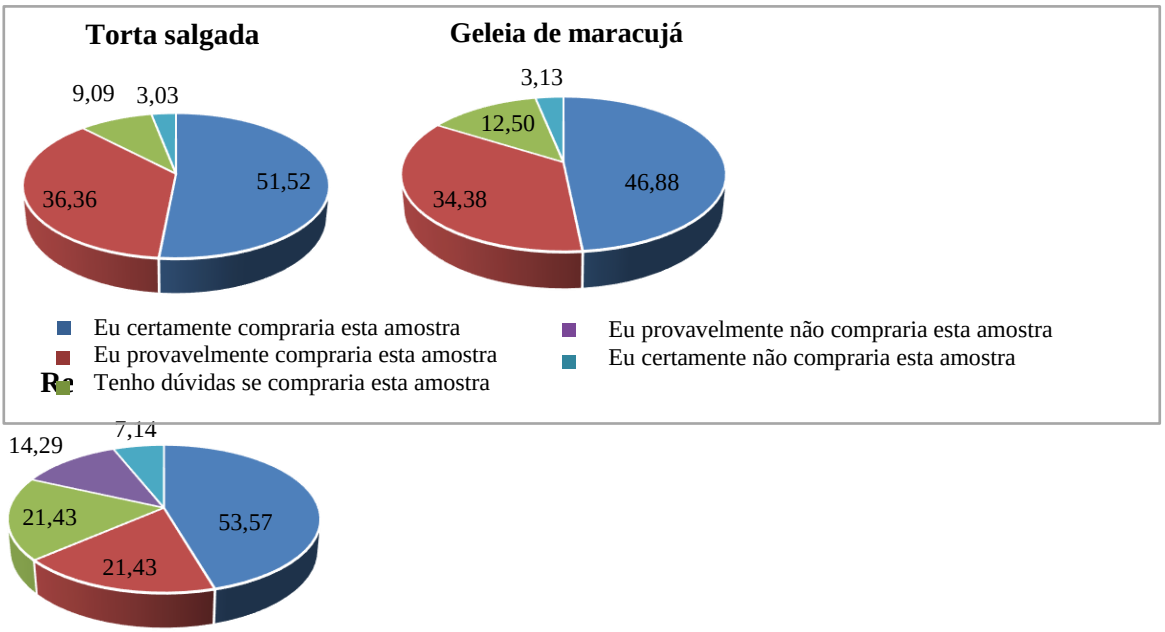



Figura 1 – Intenção de compra das preparações produzidas com reaproveitamento de alimentos

Luiz et al. (16) reforçam que o uso dos alimentos em sua totalidade é uma alternativa à redução do desperdício alimentar e enriquecimento nutricional das preparações, devido ao acréscimo dos nutrientes presentes nas cascas e talos. Essa prática pode ser incluída no dia a dia da população, independente das características socioeconômicas, tendo em vista os diversos benefícios apresentados neste trabalho.

Para tanto, o Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (17) ressalta que a alimentação constitui um dos direitos humanos básicos, representando um requisito para a corroboração de todos os outros direitos inerentes ao próprio conceito e exercício de cidadania. Abrange aspectos que não se limitam apenas ao acesso aos alimentos em si, mas ao próprio contexto em que pessoas e comunidades estão inseridas, cabendo ao Estado a fomentação e garantia de sua observação, de modo a configurar uma prerrogativa essencial de todo cidadão de não sentir receio de viver sob a ameaça de fome.

Portanto, com o objetivo de garantir uma alimentação saudável e adequada a todos, o Brasil faz uso de instrumentos que estão inseridos na Política Nacional de Promoção da Saúde através de atividades que envolvem a alimentação saudável e promoção da saúde

e a SAN, apoiando ações e metas para a diminuição da pobreza, maior abrangência social e implementação do direito humano à alimentação adequada (18).

## CONCLUSÕES

Portanto, os alimentos elaborados com partes não convencionais - cascas, talos e sementes, sendo a torta salgada de casca de abóbora com recheio de talos, a geleia com mesocarpo do maracujá e o refrigerante natural, demonstraram uma boa aceitabilidade por parte dos provadores. Assim, os dados obtidos neste estudo indicam a viabilidade da utilização do reaproveitamento agregando maior valor nutritivo às refeições, diminuindo o desperdício nos domicílios residenciais, bem como oferta de alternativa para àqueles que se encontram em situação de vulnerabilidade alimentar.

## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Maracanã pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

(1) United Nations. State of world population. 2023. Billion Lives, infinite possibilities the case for rights and choices. New York: UNFPA, 2023. 188 p.

(2) United Nations. Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospects 2022: Summary of Results. July, 2022.

(3) IBGE. Censo demográfico 2022: população por idade e sexo- resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

(4) Santos KF, et al. Perdas e desperdícios de alimentos: reflexões sobre o atual cenário brasileiro. Braz. J. Food Technol., Campinas, v. 23, 2020.

(5) PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Ambiente. Food Waste Index Report 2021 (Relatório do Índice de Desperdício Alimentar 2021). Nairobi, 2021.

(6) FAO. Panorama regional de la seguridad alimentaria y nutricional - América Latina y el Caribe 2022: hacia una mejor asequibilidad de las dietas saludables. Santiago de Chile, 2023. https://doi.org/10.4060/cc3859es.

(7) Salles-Costa R, Ferreira AA, Castro Junior P, Burlandy L. Sistemas alimentares, fome e insegurança alimentar e nutricional no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2022.

(8) Ferraz D, Lima AB. Ciência nas refeições-reaproveitamento dos alimentos. Atas de Ciências da Saúde, São Paulo, v.10, pág. 158-165, Nov. 2020.

(9) Garcia AI, Fajardo S, Fachinello LC, Candido CJ, Santos EF, Novello D. Adição de talos e folhas de vegetais em torta salgada integral: composição físico-química e aceitação sensorial entre crianças. Rev. UNIABEU. 2015 set/dez; 8(20): 269-281.

(10) Daniel BI, Ghisleni CP. Desenvolvimento de um produto alimentício com aproveitamento integral do alimento. RASBRAN - Revista da Associação Brasileira de Nutrição. 2016 jul/dez; 7(2):43-49.

(11) Lamounier ML, Silva RL, Cardoso MRV, Magalhães ML. Refrigerante de frutas vermelhas: desenvolvimento, teste físico-químico, microbiológico e sensorial. HOLOS, Ano 35, v.2, 2019.

(12) Ferreira TA, Rodrigues RC, Freitas RF, Dias ACP, Lessa AC. Uso integral e reaproveitamento de alimentos: conhecendo as práticas de Diamantina, Minas Gerais, Brasil. Research, Society and Development, v. 9, n. 7, e201973757, 2020.

(13) Miranda MC, Corrêa DN, Verneque LG, Rocha LM. Análise sensorial de alimentos elaborados para crianças em idade escolar. Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT. n. 2, novembro, 2019.

(14) Pereira GIS, Pereira RGFA, Barcelos MFP, Morais AR. Avaliação química da folha de cenoura visando ao seu aproveitamento na alimentação humana. Ciênc. Agrotec. 27 (4):852-857, 2003.

(15) Storck CR, Nunes GL, Oliveira BB, Basso C. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. Ciência Rural. 43(3): 537-543, 2013.

(16) Luiz AAO, Santos MB, Azeredo EMC. Elaboração e análise de aceitação de preparações para escolares com aproveitamento integral de alimentos RASBRAN - Revista da Associação Brasileira de Nutrição. São Paulo, SP, Ano 10, n. 2, p. 52-58, Jul-Dez. 2019-ISSN 2357-7894 (online).

(17) Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Princípios e diretrizes para uma política nacional de segurança alimentar. Brasília: CONSEA; 2004. 13.

(18) Ministério da Saúde do Brasil. Secretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde. Política Nacional de Promoção da Saúde: PNPS: Anexo I da Portaria de Consolidação nº 2, de 28 de setembro de 2017, que consolida as normas sobre as políticas nacionais de saúde do SUS/Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2018.

**Capítulo 68**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-68**

# REVISÃO DE LITERATURA
# CONTROLE BIOLÓGICO: UMA ESTRATÉGIA SUSTENTÁVEL PARA GARANTIR SEGURANÇA ALIMENTAR E AMBIENTAL NA PRODUÇÃO DE AÇÚCAR

**Adriana Barboza Alves*; Eduardo da Silva Martins ; Osania Emerenciano Ferreira; Arthur César Monico; Renata Campolim Camargo**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: adriana.alves@uemg.br*

**Resumo**

A crescente preocupação com a segurança alimentar e impactos ambientais, associados ao uso de agroquímicos, tem impulsionado a busca por práticas agrícolas sustentáveis. Este estudo investiga a utilização de microrganismos entomopatogênicos, como *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e vírus patógenos de insetos, como alternativas viáveis ao controle da praga *Diatraea saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar, uma das principais *commodities* agrícolas do Brasil. A pesquisa destaca a importância da agroecologia na promoção de sistemas de produção que não apenas visam a produtividade, mas também a saúde do ecossistema e do consumidor. A Revolução Verde, embora tenha introduzido avanços tecnológicos significativos, resultou em degradação ambiental e comprometimento da qualidade de vida rural, evidenciando a necessidade de transição para práticas que respeitem os limites ecológicos. Pesquisas sobre o controle de resíduos de agrotóxicos no Brasil evidenciam um grave desafio de saúde pública, refletindo as dinâmicas sociais, políticas e econômicas do país. O Brasil ocupa a liderança global no consumo de agrotóxicos, com uma média anual de 7 kg/habitante. Isso resulta em uma preocupação significativa, pois uma parte considerável das amostras de alimentos apresenta níveis de resíduos que excedem os limites aceitáveis. A revisão da literatura revela que o controle biológico, por meio de microrganismos, não apenas reduz a dependência de insumos químicos, mas também contribui para a produção de alimentos mais seguros e saudáveis. Este trabalho propõe que a adoção de estratégias agroecológicas pode ser um caminho promissor para garantir a segurança alimentar, promovendo a saúde pública e a sustentabilidade ambiental.

**Palavras-chave:** agrotóxicos; alimentos; microrganismos; sustentabilidade

## INTRODUÇÃO

A segurança alimentar surge como uma questão de grande relevância no contexto do Estado de Direito Socioambiental. Neste cenário, o Estado assume a responsabilidade de supervisionar a produção, comercialização e uso de técnicas, métodos e substâncias que possam representar riscos à vida, à qualidade de vida e ao meio ambiente, conforme estabelecido pelo artigo 225, § 1º, inciso V, da Constituição Federal de 1988. O direito à segurança alimentar é explicitamente consagrado na Lei Federal nº 11.346/2006, que

instituiu o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN) no Brasil, como parte das estratégias para assegurar o direito humano à alimentação adequada. Desde a Declaração Universal dos Direitos Humanos de 1948 (artigo 25), esse direito é reconhecido como fundamental, sendo intrinsecamente ligado à dignidade da pessoa humana e à justiça social. A ausência de uma alimentação adequada compromete gravemente a possibilidade de usufruir dos demais direitos estabelecidos na Declaração Universal dos Direitos Humanos (1).

O uso de agrotóxicos na agricultura moderna e sua interface com os direitos humanos e ambientais emergem como um tema de crescente importância e complexidade. Embora esses compostos químicos sejam amplamente promovidos por sua eficácia no incremento da produtividade agrícola, as preocupações sobre seus efeitos adversos na saúde humana e no meio ambiente têm suscitado questões jurídicas e éticas substanciais. Este debate envolve desde o direito individual à saúde até as implicações mais amplas para os direitos das comunidades e a sustentabilidade ambiental. Ele nos desafia a equilibrar a segurança alimentar com a preservação ecológica em um contexto global cada vez mais regulamentado e consciente dos riscos ambientais (2).

O avanço tecnológico e científico impulsionado pela Revolução Verde, que começou a se intensificar a partir do meio do século XIX e ao longo do século XX, trouxe aumento significativos na produtividade agrícola e ganhos econômicos para a humanidade. No entanto, essa revolução também gerou consequências negativas ao meio ambiente, como a degradação do solo, uso excessivo de água, poluição ambiental, dependência de insumos químicos e perda de diversidade genética (3). De acordo com Caporal (2009) (4), os efeitos adversos desses métodos tradicionais indicam que é necessário reinventar as bases ecológicas da produção agrícola, transitando para práticas agroecológicas que integram aspectos sociais e ambientais.

Os agrotóxicos, amplamente utilizados na agricultura convencional, afetam negativamente as atividades biológicas dos organismos não-alvo, incluindo seres humanos. Esses produtos químicos, além de acarretarem altos custos, têm contribuído para o aumento da resistência das pragas, poluição do meio ambiente e problemas de saúde para os trabalhadores expostos (5). A falta de sustentabilidade associada ao uso desses produtos ameaça a qualidade e a segurança alimentar, levantando preocupações sobre a saúde pública e a integridade dos alimentos consumidos (6).

A busca por alternativas ao uso de agroquímicos tem impulsionado o desenvolvimento de práticas agroecológicas, como o controle biológico de pragas. Este método se apresenta como uma solução eficaz e ambientalmente amigável, oferecendo uma alternativa viável para a gestão de pragas como a *Diatraea saccharalis*, conhecida como a broca da cana-de-açúcar (7). O controle biológico, ao utilizar agentes naturais como parasitas e predadores, reduz a necessidade de inseticidas químicos e diminui os impactos ambientais negativos associados à sua aplicação (8). A importância do controle biológico é evidente na produção de cana-de-açúcar, uma cultura crucial para o Brasil, tanto para a produção de alimentos (açúcar e derivados), quanto para a produção de etanol e bioenergia (9). Embora o controle químico ainda seja amplamente utilizado, a integração de métodos biológicos pode oferecer um caminho para uma agricultura mais equilibrada e segura, atendendo tanto às necessidades econômicas quanto ambientais (8).

Neste contexto, este trabalho visa explorar o papel do controle biológico como uma alternativa sustentável para o manejo da *Diatraea saccharalis*, destacando suas contribuições para a produção agrícola e sua importância na promoção da segurança alimentar e da saúde ambiental.

## METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado por meio de revisão da literatura, que visa assuntos abordados sobre o controle biológico e sua importância social, econômica e ambiental em tempos modernos, com enfoque na segurança alimentar. Foram consultados artigos em periódicos, monografias, dissertações, teses, sites e livros. A busca pela bibliografia consultada foi realizada por meio do Google Acadêmico e do site dos Periódicos da Capes, com a utilização de palavras chaves tais como: segurança alimentar, práticas agroecológicas, controle biológico, broca da cana-de-açúcar, microrganismos entomopatogênicos e agrotóxicos.

A revisão sobre os conceitos e evolução do controle biológico fez com que fossem avaliados artigos com mais de 15 anos, uma vez que eles relatam os fatos históricos do assunto de interesse.

A atual perspectiva econômica, social e ambiental da cana-de-açúcar na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba foi um fator preponderante quanto à necessidade da busca de novas práticas de manejo culturais, para que esse trabalho venha no futuro orientar os produtores de cana-de-açúcar da região, rumo à sustentabilidade e segurança alimentar.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A crescente busca por produtividades antes inatingíveis, seja pelo intuito de alimentar o demasiado crescimento populacional do planeta ou por interesses econômicos cada vez mais lucrativos, trouxeram consigo uma grande ameaça à agrobiodiversidade, de maneira que a ciência e a tecnologia não conseguem mitigar os impactos causados ao meio ambiente e à saúde populacional (10). Altieri (2008) (11) associa essas ameaças à disparidade na distribuição da terra, em que os agricultores abastados controlam o capital e as terras férteis e os desfavorecidos ficam com os menores recursos, resultando um grande revés do paradigma do desenvolvimento.

A agricultura convencional tem como rotina a utilização de insumos químicos, como fertilizantes e agrotóxicos, sendo os primeiros utilizados conforme necessidade de nutrientes detectados em análises de solos e os agrotóxicos por incidência de pragas em culturas diversas (10). Os sistemas de monocultura, somados ao uso intensivo de agroquímicos, trouxeram novos problemas sanitários, referentes a doenças e plantas invasoras; problemas esses que a indústria química se encarregou de resolver, por suas inovações e descobertas ainda mais abrangentes e específicas, que seriam os adubos, inseticidas, fungicidas e herbicidas, fazendo assim com que a agricultura ficasse completamente dependente da mesma (12).

O declínio da qualidade de vida rural e a degradação dos meios naturais gerados pela agricultura convencional, impulsionam o modelo de sustentabilidade, à qual reintegra ajustes ecologicamente favoráveis ao modelo da agricultura atual, tornando-a mais ecológica, social e segura no âmbito alimentar (11). Esses sistemas

possuem como característica a valorização da matéria orgânica, assim como dos processos biológicos (10). Assim, amadurece o termo agricultura sustentável, com a expectativa de conciliação de alimento e ambiente sadios (12).

Para Caporal (2009) (4), as estratégias de desenvolvimento devem estar relativamente ligadas à produção de alimento seguro. Em seu trabalho ele aponta o contexto proposto pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), o conceito de segurança alimentar, que se baseia na seguridade ao acesso e qualidade de alimentos, que possam garantir vida saudável e ativa aos consumidores. A importância da agricultura fica evidenciada aí, já que cabem a ela o abastecimento quanti e qualitativo aos cidadãos, dispondo de alimentos biologicamente adequados e livres de contaminantes, além de ser imprescindível a garantia do uso dos recursos naturais que assegurem a produção continuada de alimentos para as gerações vindouras.

**O controle biológico**

O Brasil é um país essencialmente agrícola. E se destaca como um dos maiores produtores de alimentos do mundo (13). Paralelamente a essa expansão de áreas cultivadas e a intensa exploração agrícola, cresce também os índices de contaminantes e pragas nas lavouras. O controle biológico assume grande importância no Manejo Integrado de Pragas (MIP), principalmente levando em consideração o rumo de uma agricultura sustentável (14). Este pode ser definido como sendo a ação de inimigos naturais que resultam em uma posição geral de equilíbrio (PGE) inferior da espécie alvo (praga), quando comparado ao que predominaria na ausência do inimigo atuante (15).

O conceito de praga se relaciona com a densidade populacional acima do nível de dano econômico (16). A nível mundial, os prejuízos gerados por perdas ocasionadas por pragas em culturas são elevados, podendo atingir a ordem de 38% (7). Para Grigolli (2018) (17), muitas pragas nem sempre foram pragas. Elas sempre estiveram presentes, porém em níveis tão baixos que passavam despercebidas. No entanto, deficiências de práticas agrícolas adotadas tornaram-nas notáveis. O autor cita a busca por produtividades cada vez maiores como um dos grandes responsáveis por esse crescimento populacional de pragas, pois muitas vezes as condições edáficas, climáticas e ecológicas deixam de ser avaliadas na decisão da produção de determinada cultura, causando menores tolerâncias nas plantas, já que crescerão em condições de estresse contínuo. Além disso, podem-se citar os aditivos químicos como os responsáveis pelo crescimento demasiado da planta, criando de início substrato perfeito para o desenvolvimento de uma série de organismos, como fungos, insetos e ácaros (18).

Os organismos atuantes no controle biológico designam os grupos de inimigos naturais, formados por parasitoides e predadores, que são os agentes entomófagos, e os patógenos (agentes entomopatogênicos). Os parasitoides podem ser menores ou do mesmo tamanho do hospedeiro, podendo haver um ou mais indivíduos parasitando-os. Já os predadores, possuem vida livre e matam sua presa para seu próprio alimento; requer mais de um indivíduo, até que se complete seu ciclo de desenvolvimento. Os patógenos ou agentes entomopatogênicos vivem e se alimentam sobre ou dentro de um hospedeiro. Como exemplos desses tipos de organismos, estão os nematoides e os microrganismos (vírus, bactérias, fungos e protozoários) (14).

A pressão crescente da sociedade por alimentos mais saudáveis, a conscientização do setor agropecuário brasileiro quanto à redução do uso de

agrotóxicos, a inclusão do controle de manejo sobre a resistência dos insetos praga e, finalmente, a legislação que determina restrições cada vez maiores ao uso de agroquímicos, resultarão na demanda continuada pela busca de meios biológicos alternativos que atendam às necessidades descritas (19).

**Aspectos biológicos e comportamento reprodutivo da *Diatraea saccharalis***

O adulto da broca- da-cana é uma mariposa, com asas anteriores e posteriores. O primeiro par de asas possui cores amarelo-parda, já as posteriores são esbranquiçadas e envergadas (7). Após acasalamento, as fêmeas ovopositam na parte dorsal das folhas, e o número de ovos de cada postura variam entre 200 a 400 unidades, sendo essa postura imbricada, assemelhando-se a couro de cobra ou escamas de peixe. Dentro de 4 a 9 dias ocorre a eclosão dos ovos e as lagartas recém-nascidas alimentam-se primeiramente do parênquima das folhas, indo em seguida para a bainha e após a primeira ecdise penetram no colmo pela parte mais mole próximo à base do entrenó, abrindo galerias de baixo para cima (20) (Figura 1). Aproximadamente após 40 dias, as lagartas atingem seu desenvolvimento e medem em torno de 22 a 25 mm de comprimento; nesse tempo, fazem um orifício para o exterior e empupam, ficando nesse estágio cerca de 9 a 14 dias, quando emerge o adulto, pelo orifício criado enquanto ainda lagarta (7). O ciclo completo do inseto pode durar de 53 a 60 dias (20; 7) ou até 70 dias (21); o adulto vive em torno de 5 dias e as fêmeas põe, em média, 300 ovos.



**Figura 1 –** Fases do ciclo da *Diatraea sacharallis* – Fase adulta, ovos, pupa e larva, em folhas e colmos de cana-de-açúcar.
Fonte: Garcia (2013) (22).

De acordo com Gallo *et al*., (2002) (7), a *Diatraea saccharalis* pode dar até quatro gerações no ano, que se distribuem da seguinte maneira: em outubro e novembro, os emergentes adultos procuram canas-de-açúcar recém-nascidas e ovopositam dando a primeira geração. A segunda geração ocorre entre dezembro e fevereiro; a terceira fica entre os meses de fevereiro a abril; maio e junho estabelece a quarta geração, tendo durabilidade de 5 meses, quando ocorre um alongamento do ciclo e a lagarta permanece todo esse período dentro dos colmos.

**Danos e importância econômica**

A broca-da-cana é considerada uma das pragas mais importantes da cultura de cana-de-açúcar, e seu ataque em áreas de expansão têm intensificado, levando à perda de produtividade e problemas na fabricação de açúcar e etanol (23). As lagartas da *Diatraea saccharalis* causam prejuízos diretos e indiretos em lavouras de cana-de-açúcar (7). Os prejuízos diretos estão relacionados com as aberturas das galerias que ocasionam na redução do peso da cana-de-açúcar, no tombamento da cana gerando enraizamento aéreo, morte das gemas causando falha na germinação e secamento nos ponteiros ocasionados em canas mais novas. Os prejuízos indiretos são bastante consideráveis e estão relacionados aos orifícios gerados pelas lagartas, que deixam a

planta suscetível ao ataque de fungos principalmente (*Fusarium moniliforme* e/ou *Colletotrichum falcatum)* que causam a podridão vermelha dos colmos, invertendo a sacarose e diminuindo o rendimento em açúcar e álcool.

O controle químico ainda é a forma mais utilizada para o combate e a prevenção de doenças na atividade rural e no controle de vetores de transmissão de doenças antrópicas (24). A legislação brasileira define esses produtos como:

> "Agrotóxicos e afins - produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento" (BRASIL, 2002) (25).

Conforme Weber, Ribeiro e Nunes (2023) (1), os inseticidas são classificados em quatro categorias principais: organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretrinas. Destaca-se que os organoclorados têm a capacidade de persistir no ambiente por até 30 anos e podem ser absorvidos por humanos por meio de ingestão, inalação e contato dérmico. Estes compostos têm a potencialidade de afetar o sistema nervoso central e periférico e estão associados ao risco de câncer. A Lei nº 7.802/89, no artigo 20, prevê a reavaliação imediata do registro de produtos que contenham organoclorados. Os inseticidas registrados para o controle de *D. saccharalis* na cultura da cana no Brasil são: Triflumuron®, Carbofurano®, Novaluron® e Fipronil® (MAPA, 2003). Segundo Mena (2010) (26), o inseticida Triflumuron® é um regulador de crescimento e atua na inibição de biossíntese de quitina dos lepidópteros. O Fipronil® atua como adversário dos canais de cloro e o autor cita ainda o Carbofuran®, pertencente ao grupo dos carbamatos. Organofosforados e carbamatos, absorvidos pelas mesmas vias, afetam os músculos do cérebro e as glândulas. Agrotóxicos organofosforados, como o Tamaron, estão associados a diversas sequelas neurológicas, incluindo polineuropatia retardada, síndrome intermediária e alterações comportamentais. Esses efeitos podem manifestar-se como fraqueza progressiva, paralisia, diarreia intensa e, em casos extremos, risco de morte devido à depressão respiratória. No caso de inalação por vapores no ambiente, os primeiros sintomas começam em minutos (27).

Rodrigues (2006) (28) cita a classificação dos agrotóxicos (Tabela 1) quanto ao grau de toxidade estabelecidos pela portaria nº 03/MS/Snvs, de 16 de janeiro de 1992 da ANVISA (Agência de Vigilância Sanitária), 2005.

**Tabela 1 -** Classificação quanto à toxicidade

| **Classificação quanto à toxicidade** | |
|---|---|
| I | Extremamente tóxico |
| II | Altamente tóxico |
| III | Medianamente tóxico |

| | |
|---|---|
| IV | Pouco tóxico |

Fonte: Portaria nº 03/MS/Snvs, de 16 de janeiro de 1992 da ANVISA, 2005 (BRASIL, 2002) (29).

A busca pela toxicidade dos quatro inseticidas registrados para o controle da *D. saccharalis* foi realizada em bulas de produtos comerciais, disponíveis aos consumidores usuários de agrotóxicos (Tabela 2).

**Tabela 2 -** Classificação tóxica relativa à classificação e Precauções de Uso e proteção ao meio ambiente dos agrotóxicos registrados para cultura de cana-de-açúcar.

| Inseticida | Classe toxicológica | Precauções de uso e proteção ao meio ambiente |
|---|---|---|
| Fipronil® | II | II – Muito perigoso ao meio ambiente |
| Carbofuran® | I | II – Muito perigoso ao meio ambiente |
| Novaluron® | II | II – Muito perigoso ao meio ambiente |
| Triflumuron® | III | III – Perigoso ao meio ambiente |

Fonte: Dados obtidos pelo autor a partir das bulas dos produtos

De acordo com o trabalho de Soares e Porto (2007) (30), a política de modernização da agricultura que creditou a implantação dos agrotóxicos no Brasil, não avaliou as carências estruturais do país tais como a inaptidão da mão-de-obra, a proteção ambiental e a saúde dos trabalhadores e consumidores dos produtos, em prol de novos pacotes tecnológicos de difícil execução. Para os autores, a competição global entre agentes econômicos está muito longe da otimização econômica, ao contrário, pode ser tornar um dos maiores entraves para a política do desenvolvimento sustentável e segurança alimentar, já que mascara os custos sociais, ambientais e sanitários, os quais permanecem ocultos nos custos das mercadorias. Numa tomada de decisão quanto ao uso ou não de um determinado agroquímico, o produtor avalia apenas o custo do produto a ser empregado frente à produtividade que almeja atingir; entretanto, seus resultados são impactantes na sociedade e mesmo individual a longo prazo, uma vez que os custos referentes aos danos à fauna e flora, água e solo e à saúde humana deixaram de ser considerados.

**A segurança alimentar na agricultura**

Estudos sobre o controle de resíduos de agrotóxicos no Brasil destacam um grave problema de saúde pública, refletindo os contextos social, político e econômico do país. Desde 2008, o Brasil lidera o consumo global de agrotóxicos, com uma média de 7 kg per capita anualmente (31). Esse consumo excessivo está associado a impactos negativos significativos na saúde, afetando consumidores, trabalhadores e lactentes expostos através do leite materno. Dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) indicam que as intoxicações por agrotóxicos são a segunda causa de intoxicações exógenas e a principal em letalidade. O papel regulador do Estado, particularmente da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), é crucial para proteger a saúde pública. O Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) é um importante instrumento de monitoramento, mas enfrenta

limitações, incluindo a avaliação restrita de substâncias e a análise de efeitos agudos. O artigo de Lopes & Albuquerque evidencia que uma parcela significativa das amostras de alimentos apresenta níveis de resíduos acima dos limites aceitáveis. A publicação de estudos científicos é fundamental para promover a conscientização e fomentar o debate sobre o uso abusivo de agrotóxicos, contribuindo para a formulação de políticas públicas que assegurem alimentos saudáveis e sustentáveis, alinhando-se aos princípios de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) e ao Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) (32).

**Utilização de microrganismos entomopatogênicos como ferramenta na substituição aos agrotóxicos**

Os microrganismos podem estar internos ou externamente ao corpo dos insetos, mantendo ou não relações com eles. Maior parte das interações ecológicas entre insetos e microrganismos é de caráter construtivo, resultando em benefícios para um dos dois lados ou para ambos (33).

**Bactérias entomopatogênicas**

Entre esses tipos de microrganismos, o destaque vai para a *Bacillus thuringiensis*, que é o microrganismo entomopatogênico mais utilizado comercialmente, apresentando-se há mais de 50 anos como um eficiente agente de controle microbiano para diversas pragas das lavouras. *Bacillus thuringiensis* é uma bactéria do solo, Gram positiva, aeróbia, da família *Bacillaceae*, com característica de produção de cristais inseticidas durante a esporulação. Esses cristais são inclusões proteicas muito tóxicas a uma variedade de insetos-praga, além de vários outros tipos de invertebrados (34; 35). Vários passos descrevem o mecanismo de ação desses microrganismos entomopatogênicos, tais como a solubilização do cristal, o processamento das toxinas (36), a união e interação com o receptor e a introdução da toxina gerada na parte intestinal do inseto. As toxinas ou proteínas Cry contidas nos cristais, ao serem ingeridas pelos insetos suscetíveis, se solubilizam e, ativadas no intestino, desestabilizam os gradientes osmótico e iônico, matando o inseto (37). Ao serem infectados, os insetos apresentam perda de apetite e abandonam o alimento, ficam lentos, com diarreia e perdem o brilho do tegumento. Quanto às larvas, são observados sintomas de flacidez e paralisia, não respondendo aos toques. A morte ocorre de 18 a 72 horas após a infecção e o inseto fica completamente melanizado (38).

Para o controle no campo, a pulverização direta de uma mistura de cristais e esporos tem sido a principal forma de aplicação. Porém, esse método apresenta custos elevados, quando comparado ao controle químico. Possui baixo residual de toxinas nas folhas, solo e água e não é absorvido pelas folhas das plantas (39).

**Vírus entomopatogênicos**

Os vírus são macromoléculas (nucleoproteínas), com apenas um tipo de ácido nucleico (ou DNA ou RNA), que contém todas as informações necessárias para sua replicação na célula do hospedeiro. Os vírus penetram no sistema digestivo dos insetos, pela ingestão do alimento contaminado e atinge o intestino médio da larva, o qual dissolve o alimento liberando partículas virais que iniciam sua infeção nas células epiteliais do intestino disseminando-se por todo o corpo do inseto. Dentre os sintomas da virose pode-se citar a imobilidade, a perda de apetite e da coloração da epiderme, liquefazendo as vísceras no interior do corpo do hospedeiro (40). Para o controle microbiano de insetos, os *Baculovirus* são os mais estudados; embora a ação dos

baculovírus seja mais lenta em comparação com inseticidas químicos, eles são considerados seguros e não causam efeitos adversos em organismos não-alvo, o que os torna uma opção viável para o manejo integrado de pragas (41).

Pauli (2009) (42) desenvolveu tratamentos de controle da *D. saccharalis* com o granulovírus DsGV isolado e associado aos fungos *M. anisopliae e B. bassiana*. No tratamento concomitante com a *B. bassiana*, os sintomas virais apresentaram em 59% contra 26% de lagartas com sintomas fúngicos. Em relação ao outro fungo associado, o percentual para sintomas virais e fúngicos se igualou, ou seja, metade das lagartas avaliadas foram contaminadas pelo fungo *M. anisopliae* e a outra parte desenvolveu infecção viral. Para os tratamentos isolados, a infecção pelos patógenos inoculados confirmaram 99, 100 e 97% para *M. anisopliae*, *B. bassiana* e DsGV, respectivamente.

**Fungos entomopatogênicos**

Os fungos entomopatogênicos vem sendo estudados no Brasil há mais de 60 anos e as espécies *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil., *Metharhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok são mundialmente conhecidos e utilizados como agentes controladores de várias pragas agrícolas (43). De acordo com o autor, o controle da cigarrinha da cana-de-açúcar *Mahanarva posticata* STAL, 1855 (Hemiptera: Cercopidae) feita pelo fungo *M. anisopliae,* é um dos programas mais antigos com organismos entomopatogênicos. Segundo Pauli (2009) (42), o *M. anisopliae* é aplicado no Brasil em pelo menos 600.000 hectares anuais, para o controle da cigarrinha da cana-de-açúcar, o que reduz nessas áreas os problemas com a *D saccharalis*, uma vez que o fungo também atua contra o desenvolvimento da broca.

As condições ambientais como a temperatura, luz, umidade, radiação ultravioleta são de extrema importância, assim como também as condições nutricionais e a grande suscetibilidade ao fungo. O hospedeiro é então infectado pelo tegumento, com a adesão do fungo, sucedida pela germinação e penetração dos conídios, através do rompimento do tegumento por força física e química, pela histólise dos tecidos da cutícula, devido à liberação de enzimas pelos fungos. A partir daí o fungo ramifica-se e coloniza o inseto-alvo (hospedeiro) desde os corpos gordurosos até o sistema nervoso. A morte do inseto é ocorrida devido à produção de micotoxinas e o esgotamento de nutrientes (40).

Esses organismos são patógenos de largo espectro e podem infectar diferentes fases de desenvolvimento dos hospedeiros, como ovos, larvas, pupas e adultos, constituindo uma característica muito desejável desse tipo de agente biológico. A característica que coloca os fungos frente aos outros microrganismos de controle é a sua penetração via tegumento, enquanto os demais só ocorrem por via oral (43;44). Além da mortalidade, os fungos entomopatogênicos podem agir sobre aspectos biológicos dos insetos alvo, como na interferência da postura de ovos, na fecundidade, em percentuais de viabilidade de ovos, em lagartas e pupas, ou seja, em fases essenciais do ciclo de vida da praga no campo (45).

Simi (2010) (43) avalia em seu trabalho a suscetibilidade de *Diatraea saccharalis* em fase de ovos e larva e também nas fases de pupa e adulto. As espécies de biocontrole avaliadas foram os fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana*, dispostos em concentrações de $10^6$, $10^7$ e $10^8$ conídeos·mL$^{-1}$. Os testes foram realizados em massas de ovos e lagartas do terceiro ínstar (15 dias de vida) apresentando resultados significativos de extrusão do fungo *M. anisopliae.* Apesar disso, o período larval e a viabilidade das lagartas eclodidas dos ovos pulverizados não foram afetados em nenhuma concentração de conídeos e por nenhum isolado avaliado.

Em relação à viabilidade da *D. saccharalis* em fase de pupa, ambos os controles mostraram eficiência significativa quando comparados à testemunha, evidenciando a ação patogênica dos fungos. Para as mariposas adultas, o *M. anisopliae* demonstrou maior índice de eficácia, apresentando 40% de taxa de mortalidade. Para o *B. bassiana*, os índices de mortalidade foram menores (43).

Wenzel *et. al*., (2006) (46) avaliou a patogenicidade do fungo *Beauveria bassiana* em lagartas de *D. saccharalis* nas mesmas condições laboratoriais de temperatura, porém com um período menor de avaliação dos ensaios do que Simi (2010) (43). Para Zappelini *et al.*, (2010) (47), as avaliações de patogenicidade de isolados do fungo *M. anisopliae* foram feitas diariamente durante 15 dias, nas mesmas condições de temperatura (25 ± 1ºC) e umidade (70 ± 10%) dos demais experimentos. Os autores avaliaram 5 tipos de concentrações de conídeos diferentes, em concordância com o experimento de Wenzel *et al*., (2006) (45), concluindo que as maiores concentrações geraram maiores mortalidades e definiram a concentração letal para posterior fase experimental com 27 isolados da mesma espécie.

Oliveira *et al.*, (2008) (48) avaliaram os efeitos dos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae*, em diferentes concentrações, sobre a mortalidade, duração e viabilidade das fases de larvas, pupas e ovos, além da avaliação da fecundidade e longevidade de adultos de *D. saccharalis* provindos de larvas com e sem tratamento. A temperatura após inóculo foi mantida a 26ºC e as concentrações utilizadas de isolados foram menores, correspondendo a $10^3$, $10^4$ e $10^5$ conídeos.mL$^{-1}$. Pauli (2009) (42) em seu trabalho de controle de lagartas de *D. saccharalis* terceiro instar, realizou diversificadas combinações entre os microrganismos avaliados, que foram os fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* e o vírus DsGV. Os tratamentos consistiram na aplicação de cinco concentrações do patógeno ($10^7$, 5 x $10^7$, $10^8$, 5 x $10^8$ e $10^9$ propágulos.mL$^{-1}$). Os resultados mostraram que para os tratamentos aplicados com microrganismos conjuntos, apenas um patógeno foi envolvido na infecção, ou seja, em nenhum caso dois patógenos infeccionaram o mesmo inseto. Não foi encontrado sinergismo em nenhum tratamento, mas sim o antagonismo entre *B. bassiana* e *DsGV*. A combinação entre os três microrganismos apresentou o melhor tratamento aplicado, resultando em quase 100% de eficiência.

Mediante conteúdo bibliográfico das obras estudadas, foi possível uma comparação (Tabela 3) quanto às possíveis vantagens do uso dos microrganismos entomopatogênicos utilizados para o controle biológico da *D. saccharalis.*

**Tabela 3 -** Comparativo de vantagens e desvantagens do uso de microrganismos entomopatogênicos.

| **Microrganismo** | Vantagem | Desvantagem |
|---|---|---|
| **Bactérias** | Segurança ambiental; Disponibilidade natural no solo, água e insetos; Alta especificidade | Estreita faixa de insetos hospedeiros; Ação restrita (somente por via oral) Alto custo por pulverização direta |
| **Vírus** | Alta toxicidade aos insetos-alvo Pode ser produzido pelo produtor reduzindo os custos de aplicação Oferece segurança a animais, plantas e outras espécies de insetos; Condições de armazenamento não são tão rigorosas | Contaminam o inseto apenas por via oral Ação lenta em relação aos inseticidas químicos Aplicações consecutivas por vários anos poderiam favorecer a mudança no genoma do vírus Falta de formulações adequadas |
| Fungos | Pode ser usado com equipamentos convencionais; Ataca a praga-alvo pelo tegumento ou via oral; não precisando ser ingerido para atuar; Responsáveis por cerca de 80% das doenças de insetos; Também podem ser isolados a partir de insetos contaminados. | Alta dependência de condições climáticas favoráveis; Menor seletividade que os demais microrganismos; Alta distinção característica de cada espécie, exigindo bom conhecimento da espécie estudada; Exigência no armazenamento (temperatura e umidade). |

Em relação à segurança no uso de fungos entomopatógenos, as preocupações são normais quanto aos possíveis problemas com esses produtos, uma vez que o ramo está em constante crescimento. Deve-se levar em consideração a probabilidade de o produto vir a afetar vertebrados, como humanos e outros organismos, além de um crescimento demográfico descontrolado. Quanto à primeira consideração, a segurança se embasa na grande diferença fisiológica existente entre vertebrados e invertebrados; para o crescimento descontrolado, suas próprias exigências nutricionais fazem com que eles não encontrem disponibilidade suficiente na natureza, além do seu inseto infectado. Apesar de tudo, testes de segurança são realizados, avaliando o patógeno, os produtos metabólicos e a sua formulação (49).

## CONCLUSÕES

A busca por alimentos mais saudáveis, a conscientização dos agricultores quanto à substituição dos agrotóxicos por medidas de controle de insetos-praga ambientalmente corretos, a legislação que restringe cada vez mais o emprego de produtos químicos na agricultura, a expansão econômica da agricultura orgânica e a contribuição teórica das práticas agroecológicas como meio de garantia de produtividade nos agroecossistemas, traduzir-se-ão num futuro bem próximo, ao aumento significativo da demanda por meios alternativos biologicamente favoráveis.

Vários microrganismos apresentaram resultados eficientes nos trabalhos referenciados, demonstrando seu alto poder atuante no controle de diversas pragas-alvo, em vários tipos de cultura existentes em todo o território brasileiro.

Como perspectiva futura a partir deste trabalho, pode ser feito um levantamento das propriedades com cultivo de cana-de-açúcar na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Pode-se avaliar as formas de controle de pragas, visando obter dados quantitativos e qualitativos dos produtos e/ou organismos utilizados, numa missão de contribuir com a sensibilização dos produtores, bem como das indústrias sucroenergéticas, em relação à substituição do uso de agrotóxicos nas lavouras, visando minimizar os impactos ambientais e de saúde pública.

**REFERÊNCIAS**

1. Weber C, Ribeiro CJ, Nunes TG. Da segurança alimentar ao Projeto de Lei nº 260/2020: problematizando a proposta do governo gaúcho que alterou a Lei Estadual de Agrotóxicos. Colóquio - Revista do desenvolvimento regional. 2023; 20(1):216-233.

2. Oliveira, AC. de. A legislação brasileira frente aos agrotóxicos: suas consequências [TCC]. Escola de Direito, Negociação e Comunicação, Curso de Direito, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC GOIÁS), 2024.

3. Feiden, A. Agroecologia: Introdução e Conceitos. In: Adriana Maria de Aquino; Renato Linhares de Assis. (Org.). Agroecologia: Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. 1 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, 2005.

4. Caporal FR, Costabeber JA, Paulus G. Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade. Brasília: Editora Paulus; 2009.

5. Lopes CVA, Albuquerque GSC de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. Saúde Debate. 2018; 42(117):518-534.

6. Andrade ELI de M. Compreensão do conceito *food defense* e sua aplicação no Brasil [tese]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro; 2024.

7. Gallo D, Nakano O, Neto SS, Carvalho RPL, Batista GC, Filho EB, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB, Vendramim JD, Marchini LC, Lopes JRS, Omoto C. Entomologia agrícola. Piracicaba: Fealq; 2002.

8. Fontes EMG, Valadares-Inglis MC. Controle biológico de pragas da agricultura. Brasília, DF: Embrapa; 2020.

9. Renzi A, Henz AP, Zidora CBM, Shikida PFA. Evolução do controle biológico de insetos e pragas no setor canavieiro: uma análise na perspectiva econômica. Revista Agro. Amb. 2019; 12(2):459-485.

10. Andrade PF de. Agroecologia e mudança climática global: reflexões ético-filosóficas [dissertação]. Laranjeiras do sul/PR: Universidade Federal da Fronteira Sul; 2023.

11. Altieri M, Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável – 5 ed. Porto

Alegre, RS: Editora da UFRGS; 2008.

12. Silva AFC da. Pragas, patógenos e plantas na história dos sistemas agroecológicos. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum. 2022; 17(1):1-31.

13. Navarro Z. O Brasil rural acabou? Revista de Política Agrícola. 2021. Ano XXX (1) – Jan/Fev/Mar: 142-148.

14. Parra JRP. Criação massal de inimigos naturais. In: Parra JRP, Botelho PSM, Ferreira BSC, Bento JMS. Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 1:143-164. 2002.

15. Macedo AO de O. Manejo integrado da lagarta do cartucho na cultura da soja [Tcc]. Rondonópolis/GO: Anhanguera; 2022.

16. Tinoco TJ, Silva PL da, Rocha APS da. Manejo integrado de pragas e doenças em sistemas agrícolas. Revista Contemporânea. 2023; 3(11): 22675-22697.

17. Grigolli MMK. Pragas da soja e seu controle. Produção & Tecnologia: Soja 2017/2018. Curitiba: Midiograf; 2018.

18. Vasconcellos MC, Corassa J de N, Pitta RM, Rolim GG. Estratégias de controle de pragas em soja e suas implicações na comunidade de artrópodes e na rentabilidade da cultura. Nativa. 2023;11(1):28-43.

19. Cunha GLR. Agrotóxicos: aplicabilidade, impactos e alternativas para redução na utilização [Tcc]. Ouro Preto/MG: Universidade Federal de Ouro Preto; 2023.

20. Sakuno CIR. Efeitos da movimentação de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (*Lepdoptera:Crambidae*) em sistemas compostos por cana-de-açúcar geneticamente modificada e refúgio [dissertação]. Piracicaba/SP: Universidade de São Paulo; 2021.

21. Macedo N, Macedo D. As pragas de maior incidência nos canaviais e seus controles. Visão agrícola. 2004; 1:38-40.

22. GARCIA, J. F. Manual de identificação de pragas da cana [internet]. Campinas; 2013 [acesso em 5 Jun 2024]. Disponível em: https://bio.ufpr.br/pragasplantas/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Jos%C3%A9-F.-Garcia.pdf

23. Santana LFFS, Xavier EG. Levantamento da intensidade de infestação de broca (*Diatraea saccharalis*) em diferentes variedades de cana-de-açúcar. Científic@ - Multidisciplinary journal. 2023; 9(2):1-9.

24. Silva BL. Vetores de doenças e pragas urbanas com ênfase em artrópodes-praga na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo: diagnóstico e enfrentamento [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo/Faculdade de Saúde Pública; 2021.

25. Brasil, Decreto n° 4074, de 04/01/2002. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o

destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União. 08 jan 2002; Seção 1:1.

26. Mena EFG. Toxicidade de inseticidas a *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Crambidae) e *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) [dissertação]. Piracicaba: Universidade de São Paulo; 2010.

27. Caldas LQ de A. Intoxicações exógenas agudas por carbamatos, organofosforados, compostos bipiridílicos e piretróides [internet]. Centro de Controle de Intoxicações – Niterói/RJ; 2000 [Acesso em 5 jun 2024]. Disponível em: https://cvs.saude.sp.gov.br/zip/intoxicacoes%20agudas%20%20carbamatos%20e%20organoclorados.pdf

28. Rodrigues FAC. Ecogenotoxicologia dos agrotóxicos: avaliação comparativa entre ecossistema agrícola e área de proteção ambiental [tese]**.** Brasília: Universidade de Brasília; 2006.

29. Brasil, Portaria nº 03/MS/Snvs, de 16/01/1992. Ratifica os termos das "Diretrizes e orientações referentes à autorização de registros, renovação de registro e extensão de uso de produtos agrotóxicos e afins - no 1, de 9 de dezembro de 1991", publicadas no D.O.U. em 13/12/91. Diário Oficial da União. 17 jan 1992; Seção 1:22.

30. Soares WL, Porto MF. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. 2007. Ciência & Saúde Coletiva; 12:131-143.

31. Associação Brasileira de Saúde Coletiva. Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde [internet]. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Saúde Coletiva; 2015 [Acesso em 9 jun 2024]. Disponível em: https://abrasco.org.br/download/dossie-abrasco-um-alerta-sobre-os-impactos-dos-agrotoxicos-na-saude/

32. Frota MTBA, Siqueira CE. Agrotóxicos: os venenos ocultos na nossa mesa. Cadernos de saúde pública. 2021; 37(2):1-5.

33. Canuto LS. Modelagem de interações inseto simbionte: efeito do controle químico na distribuição de simbiontes [dissertação]. Piracicaba/SP: Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; 2024.

34. Pohare MB, Wagh SG, Udayasuriyan V *Bacillus thuringiensis* as Potential Biocontrol Agent for Sustainable Agriculture, in: Yadav, A.N., Singh, J., Singh, C., Yadav, N. (Eds.), Current Trends in Microbial Biotechnology for Sustainable Agriculture. Singapore: Springer; 2021.

35. Hadi HW. Significance of plasmids in Bacillus cereus sensu lato group: a review. Plant Archives. 2020; 20(1):881-890.

36. Mendonza-Almanza G, Esparza-Ibarra EL, Ayala-Luján JL, Mercado-Reyes M, Godina-González S, Hernández-Barrales M, Olmos-Soto J. O espectro citocida das toxinas do Bacillus thuringiensis: dos insetos às células cancerígenas humanas. Toxins.

2020; 12(301):1-22.

37. Cícero, EAS. Caracterização molecular e seleção de isolados de *Bacillus thuringiensis* com potencial inseticida para *Sphenophorus levis.* [tese]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007.

38. Junior ME. Controle biológico de insetos praga. In: I Seminário Mosaico Ambiental: Olhares sobre o Ambiente, 2011, Campos dos Goytacazes, RJ. Anais do I Seminário Mosaico Ambiental. Campos dos Goytacazes: Editora Escrita. 2011; 1:1-15.

39. Gitahi P de M, Galvão PG, Simões Araújo JL, Baldani JI. Perspectivas biotecnológicas de Bacillus thuringiensis no controle biológico da broca da cana-de-açúcar Diatraea saccharalis. Seropédica/RJ:Embrapa-Agrobiologia, Documentos 214; 2006.

40. Silva CAD. Microorganismos entomopatogênicos associados a insetos e ácaros do algodoeiro. Embrapa Algodão. Campina Grande: Embrapa Algodão, Documentos 77; 2000.

41. Castro MEB de, Ribeiro BM, Craveiro SR, Inglis PW, Valicente FH. Controle de artrópodes-praga com vírus entomopatogênicos. In: In: Fontes EMG, Valadares-Inglis M C. (Ed.). Controle biológico de pragas da agricultura. Brasília, DF : Embrapa, 2020; 8:237-273.

42. Pauli G. Interação de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.), *Beauveria bassiana* (Bals.) e vírus da granulose, principais patógenos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Crambidae) [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo/Entomologia USP; 2009.

43. Simi LD. Susceptibilidade das fases do ciclo de vida de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) à ação de fungos entomopatogênicos [dissertação]. Jaboticabal/SP: Programa de Mestrado em Microbiologia Agricola. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias; 2010.

44. Veiga JE. Controle biológico de pragas agrícolas. Rio de Janeiro: Editora UFRJ; 2022.

45. Santos LC dos. Efeito de inseticidas químico e biológicos para *diatraea saccharalis* (fabricius, 1794) (lepidoptera: crambidae) e seletividade para *trichogramma galloi* zucchi, 1988 (hymenoptera: trichogrammatidae) [dissertação]. Jaboticabal/SP: Universidade Estadual Paulista UNESP; 2021.

46. Wenzel IM, Giometti FHC, Almeida JEM. Patogenicidade do isolado IBCB 66 de *Beauveria bassiana* à broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* em condições de laboratório. 2006. Arquivos do Instituto Biológico. São Paulo; 73(2):259-261.

47. Zappelini LO, Almeida JEM, Filho AB, Giometti FHC. Seleção de isolados do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* (metsch.) Sorok visando o controle da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (fabr. 1794). Arq. Inst. Biol. 2010; 77(1):75-82.

48. Oliveira MAP, Marques EJ, Wanderley-Teixeira V, Barros R. Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. sobre características

biológicas de *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae). Acta Scientiarum. Biological Sciences. 2008; 30(2):220-224.

49. Sousa JVP de, Júnior DCR, Friske E, De Oliveira RAP. Uso de fungos entomopatogênicos utilizados para controle biológico de insetos-pragas na agricultura. Facit Business and technology journal. 2023; Mês outubro; ed. 46; 2:343-357.

**Capítulo 69**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-69**

# AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE A UTILIZAÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

**Marina Cabral Rebouças*; Janaína Maria Martins Vieira**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: marina.reboucas@unilab.edu.br*

**RESUMO:** O consumo de cactos na alimentação humana não é uma prática comum no Brasil. Apesar disso, algumas cactáceas possui um grande potencial para esta utilização visto a sua adaptabilidade às condições de solo e clima, especialmente no Nordeste brasileiro, e a presença de nutrientes importantes à saúde humana como fibras, vitaminas e minerais, como é o caso da palma forrageira. Dentro deste contexto, objetivou-se avaliar o conhecimento dos consumidores sobre plantas alimentícias não convencionais e a utilização da palma forrageira na alimentação humana. Foi desenvolvido um questionário utilizando-se a plataforma *Google forms*, abordando questões envolvendo o perfil sóciodemográfico dos participantes, se estes conheciam a palma, se sabiam que o seu caule (raquetes) e fruto são comestíveis, se já os consumiram e de que forma, e se caso não tenham consumido, se comeriam e por qual razão, e se comprariam estes alimentos caso estivessem disponíveis no comércio. O formulário foi aplicado e respondido de forma *on-line*, obtendo um total de 93 respostas. Grande parte dos participantes declarou conhecer a palma forrageira (93,55%) e saber que seus frutos e caule podem ser utilizados na alimentação humana (67,82%). No entanto, poucos foram os que disseram ter consumido os frutos (27,96%) ou o seu caule (23,66%) *in natura* ou em alguma preparação. Grande parte dos participantes declarou saber que os frutos e o caule da palma são comestíveis, no entanto poucos foram os que já comeram. Apesar disso, a maioria se mostrou disposto a experimentar produtos elaborados com partes deste vegetal.

**Palavras-chave:** cactáceas; novos produtos; plantas alimentícias não convencionais.

## INTRODUÇÃO

As plantas alimentícias não convencionais (PANCs) possuem uma ou mais de suas partes comestíveis, podendo ser espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas, mas que, no entanto não fazem parte da alimentação cotidiana (1). Dentre as PANCs que fazem parte do bioma do Nordeste brasileiro estão algumas cactáceas, como a palma, da qual se pode aproveitar para a alimentação humana os frutos e as suas raquetes (cladódios) (2).

O consumo de cactos na alimentação humana não é uma prática comum no Brasil. Apesar disso, algumas cactáceas possui um grande potencial para esta utilização (2) visto a sua adaptabilidade às condições de solo e clima, especialmente no Nordeste brasileiro, e a presença de nutrientes importantes à saúde humana como fibras, vitaminas e minerais (3).

A palma pertence à família Cactaceae, gênero *Opuntia*, do qual duas espécies são mais cultivadas para utilização como forragem, a *Opuntia ficus – indica* Mill e a *Nopalea cochenillifera* Salm – Dyck (4). Esta cactácea se espalhou no Brasil, principalmente na região Nordeste, sendo utilizada principalmente como complemento na alimentação animal, sendo, por isso, chamada de palma forrageira (3). Apesar deste vegetal poder ser utilizado na elaboração de ensopados, doces, sucos, bebidas, dentre outros (5, 6), no Brasil, a produção destes tipos de produtos não ocorre a nível comercial e são poucos os estudos que avaliam a sua utilização no desenvolvimento de novos alimentos, bem como a aceitação sensoriais dos mesmos (7, 8, 9).

A composição química da palma varia de acordo com a espécie, idade do artículo, época do ano, espaçamento e adubação (4). A água é o principal componente químico presente nesta planta, atingindo, em geral, teores acima de 80%. Dos nutrientes que correspondem à matéria seca, os carboidratos são os principais constituintes, estando presentes em concentrações acima de 80% (3, 10). Dessimoni et al. (3) ao avaliarem a composição bromatológica da palma forrageira (*Opuntia fícus-indica*) encontraram os seguintes nutrientes expressos em base seca (9,22% de matéria seca): 83,23% de carboidratos, 12,70 de fibra bruta, 5,05% de proteínas, 1,30% de cinzas e 1,20% de lipídios. Em relação à concentração de micronutrientes a palma é fonte dos minerais cálcio, fósforo e ferro, e das vitaminas C, A e do complexo B (7).

A gastronomia brasileira, nos últimos anos, têm buscado formas de utilização da palma na alimentação humana, o que pode ser visto em algumas publicações científicas e de órgãos públicos (6, 7, 2). No entanto, a nível industrial, no Brasil, ainda não existem produtos que utilizem a palma na sua formulação e também são poucos os estudos destinados ao desenvolvimento de novos produtos e avaliação da sua aceitação.

Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o conhecimento dos consumidores sobre plantas alimentícias não convencionais e a utilização da palma forrageira na alimentação humana.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi desenvolvido um questionário, utilizando-se a plataforma *Google forms*, dividido em 3 partes abordando questões sobre o perfil sóciodemográfico dos participantes, o conhecimento sobre PANCS e palma. Inicialmente, fez-se perguntas a fim de se definir o perfil sócio-demográfico (gênero, idade, naturalidade e cidade de residência) dos participantes. A segunda parte consistiu de perguntas para avaliar o conhecimento dos respondentes sobre PANCs, se eles já tinham ouvido falar, se sabem o que são e se conhecem alguma PANC. Em seguida, indagou-se os participantes se estes conheciam a palma, sendo fornecida juntamente uma foto da planta para facilitar a sua identificação, se estes sabiam que o seu caule (cladódios) e fruto são comestíveis, se já os consumiram e de que forma, e se caso não tenham consumido, se comeriam e por qual razão, e se comprariam estes alimentos caso estivessem disponíveis no comércio.

Após divulgação nas redes sociais e demais meios digitais, o formulário ficou disponível para ser respondido de forma *on-line*, obtendo um total de 93 respostas.

Os dados obtidos foram analisados por meio de tabelas de frequência relativa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria dos participantes da pesquisa é do gênero feminino (52,69%), com idade entre 18 e 30 anos (56,99%), naturais (96,77%) e residentes (97,85%) no Nordeste brasileiro (Tabela 1).

A maior parte dos respondentes declarou já ter ouvido falar (66,67%) e disse saber (55,91%) o que são plantas alimentícias não convencionais. Com relação à pergunta sobre se conhecia alguma PANC, houve um maior equilíbrio entre a quantidade de indivíduos que afirmou conhecer (50,54%) e desconhecer (49,46%) estas plantas (Tabela 2).

Tabela 1 - Dados sóciodemográficos dos participantes da pesquisa (n= 93).

| Dados sóciodemográficos | % |
|---|---|
| **Gênero** | |
| Feminino | 52,69 |
| Masculino | 47,31 |
| **Idade** | |
| 18 - 30 | 56,99 |
| 31 - 40 | 36,56 |
| 41 - 50 | 2,15 |
| > 50 | 4,30 |
| **Naturalidade** | |
| Nordeste | 96,77 |
| Sudeste | 3,23 |
| **Região de residência** | |
| Nordeste | 97,85 |
| Sudeste | 2,15 |

Os resultados encontrados nesta pesquisa estão bastante acima dos relatados por Nunes *et al.* (11), onde 71,6% dos entrevistados não conheciam o termo "plantas alimentícias não convencionais", enquanto que Narcisa-Oliveira *et al.* (12) encontraram um valor inferior, 55%. Ferrarini *et al.* (13) relataram que em oficinas realizadas com a utilização de PANCs na elaboração de alimentos, 50% dos participantes relataram ter nenhum ou pouco conhecimento anterior sobre essas plantas, resultado este mais próximo do obtido neste trabalho.

Tabela 2 - Respostas dos participantes quanto ao conhecimento sobre plantas alimentícias não convencionais (n = 93).

| Perguntas | % |
|---|---|
| **Você já ouviu falar em plantas alimentícias não convencionais?** | |
| Sim | 66,67 |
| Não | 33,33 |
| **Você sabe o que são plantas alimentícias não convencionais?** | |
| Sim | 55,91 |
| Não | 44,09 |
| **Você conhece alguma planta alimentícia não convencional?** | |
| Sim | 50,54 |

| | |
|---|---|
| Não | 49,46 |

A tabela 3 mostra o nome de 50 plantas citadas como sendo PANCs pelos participantes. Cabe destacar que, o número de plantas citadas (50) foi bastante elevado e que, dos 93 respondentes, 47 citou algum nome (50,54%), o que mostra que a população estudada tinha um certo conhecimento sobre essas plantas. Pode-se observar também que algumas das plantas citadas pelos participantes como sendo PANCs, na realidade são utilizadas para fins medicinais, e não alimentícios, como o boldo e a melissa.

Tabela 3 - Plantas citadas pelos participantes como sendo PANCs (n = 47).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Algaroba | Bardana | Melissa | Palma | Buriti | Tamarindo |
| Folhas e Flores de abóbora | Bredo | Flor de malva | Beldroega | Flor de hibisco | Taioba |
| Boldo | Urtiga | Dente de leão | Canapum | Xique-xique | Moringa |
| Assa-peixe | Peixinho | Tansagem | Bertalha | Dente de leão | Maria pretinha |
| Amaranto | Cará moela | Tiriricão | Cambucá | Flamboyant | Maracujá do mato |
| Croatá | Trapia | Mangará | Azedinha | Coentrão | Vinagreira |
| Folhas de batata doce | Uvaia | Bardana | Araruta | Jambu | Jambo |
| Chanana | Erva da jabuti | Palmito de bananeira | Mandacaru | Quiabo de metro | Feijão gandu |
| Lanterna chinesa | Vitória régia | | | | |

É importante destacar que, de uma maneira geral, grande parte da população desconhece a utilização de PANCs na alimentação humana, sendo necessária uma maior divulgação desta informação e incentivo a pesquisadores e profissionais da área de alimentos a desenvolverem e divulgarem formas de aproveitamento destas matérias primas.

Quanto ao conhecimento sobre palma, a grande maioria dos participantes (93,55%) declarou conhecer esta planta, destes, grande parte (67,82%) disse saber que seus frutos e caule podem ser utilizados na alimentação humana (Tabela 4).

Tabela 4 - Respostas dos participantes quanto ao conhecimento sobre palma (n = 93).

| **Perguntas** | **%** |
|---|---|
| **Você conhece o cacto chamado palma forrageira?** | |
| Sim | 93,55 |
| Não | 6,45 |
| **Você sabia que o fruto e o caule da palma podem ser utilizados na alimentação humana?*** | |
| Sim | 67,82 |
| Não | 32,18 |

*Somente responderam essa perguntas os participantes que declararam conhecer a palma forrageira (n = 87).

A imensa maioria dos participantes declarou conhecer a palma, possivelmente pelo fato desta ser uma planta característica do Nordeste brasileiro, que faz parte do bioma da caatinga, sendo amplamente divulgada a sua utilização para alimentação de animais em zonas rurais. O percentual mais elevado de indivíduos que declarou saber que o caule e os frutos da palma podem ser utilizados na alimentação, possivelmente está relacionado

ao fato da população estudada ter maior conhecimento sobre a utilização de PANCs na alimentação humana.

Quando perguntados se já comeram o fruto da palma, 72,04% dos respondentes disse que nunca comeu. Dos que já experimentaram, a maioria comeu na forma suco (62,50%), mas também foi alto o consumo da fruta *in natura* (54,17%) (Tabela 5).

Tabela 5 - Respostas dos participantes quanto ao consumo de frutos da palma.

| Perguntas | % |
|---|---|
| **Você já consumiu os FRUTOS da palma?** | |
| Sim | 27,96 |
| Não | 72,04 |
| **De quais formas você já consumiu o fruto da palma?*** | |
| In natura | 54,17 |
| Doce | 16,67 |
| Suco | 62,50 |
| Sorvete | 2,13 |

*O participante poderia marcar mais de uma opção (n = 24).

Para os participantes que declararam não terem consumido o fruto, foi perguntado se estes desejariam consumi-lo (Tabela 6), e a maioria (60%) disse que sim, pois gostam de experimentar novos alimentos. Os que disseram que não, declararam não gostar de consumir este tipo de alimento (18,18%) ou que acham que este possui um gosto ruim (9,09%).

Tabela 6 - Resposta dos participantes quanto a se gostariam de consumir os frutos da palma.

| Respostas* | % |
|---|---|
| Sim, pois gosto de experimentar novos alimentos | 60 |
| Sim, pois acho que esse alimento possui bom sabor | 23,64 |
| Não, pois não gosto de consumir este tipo de alimento | 18,18 |
| Não, pois acho que esse alimento possui um gosto ruim | 9,09 |

*O participante poderia marcar mais de uma opção (n = 55).

Quando perguntados se comprariam os frutos da palma caso estivessem disponíveis para venda em supermercados e feiras, 41,18% dos participantes afirmaram que sim, pois gostam de experimentar novos alimentos. Houve também os que justificaram a possível compra por acharem que possui bom sabor ou que gostariam de utilizá-los em diferentes preparações culinárias. Entre os que afirmaram que não comprariam, a maioria (34,12%) argumentou que não saberia como prepara-lo (Tabela 7).

Com relação ao consumo do caule da palma (cladódios), 76,34% dos participantes afirmaram nunca terem consumido. Dos que já haviam comido, a maioria (61,90%) consumiu na forma de suco, sendo relatada a ingestão também na forma de doces, *in natura* e refogado (Tabela 8).

Tabela 7 - Resposta dos participantes quanto a se comprariam os frutos da palma caso estes estivessem disponíveis em feiras e supermercados (n = 93).

| Respostas* | % |
|---|---|
| Sim, pois gosto de experimentar novos alimentos | 41,18 |
| Sim, pois acho que esse alimento possui bom sabor | 14,18 |
| Sim, pois gostaria de utilizá-lo em algumas preparações (doces, sucos, licores, dentre outros) | 21,18 |
| Não, pois não gosto de consumir este tipo de alimento | 12,94 |
| Não, pois acho que esse alimento possui um gosto ruim | 1,18 |
| Não, pois não saberia o que fazer com eles, como prepara-los | 34,12 |

*O participante poderia marcar mais de uma opção.

Aos participantes que declararam não terem consumido o caule da palma, foi perguntado se eles teriam esse desejo (Tabela 9), onde a maioria afirmou que sim (77,19%), com a justificativa de que gostam de experimentar novos alimentos (56,14%).

Tabela 8 - Respostas dos participantes quanto ao consumo de caule da palma.

| Perguntas | % |
|---|---|
| **Você já consumiu o caule da palma?** | |
| Sim | 23,66 |
| Não | 76,34 |
| **De quais formas você já consumiu o fruto da palma?*** | |
| *In natura* | 14,29 |
| Refogado | 33,33 |
| Doce | 23,81 |
| Suco | 61,90 |

*O participante poderia marcar mais de uma opção (n = 21).

Uma maior quantidade de participantes, 62,37%, afirmou que comprariam o caule da palma caso estes estivessem disponíveis para venda em supermercados e feiras, destes, a maioria (34,41%) justificou a compra declarando que gosta de experimentar novos alimentos (Tabela 10).

Tabela 9 - Resposta dos participantes quanto a se gostariam de consumir o caule da palma (n = 57).

| Respostas | % |
|---|---|
| Sim, pois gosto de experimentar novos alimentos | 56,14 |
| Sim, pois acho que esse alimento possui bom sabor | 21,05 |
| Não, pois não gosto de consumir este tipo de alimento | 17,54 |
| Não, pois acho que esse alimento possui um gosto ruim | 8,77 |

*O participante poderia marcar mais de uma opção.

Percebe-se que apesar da grande maioria dos participantes nunca ter consumido o fruto ou o caule da palma, há uma desejo da maior parte deles em experimentá-los e compra-los, o que demonstra que existe potencial para o aproveitamento comercial destes alimentos. No entanto, ainda faz-se necessário uma maior divulgação destes, tendo em vista que grande parte da população, em geral, ainda não sabe que eles são comestíveis ou mesmo desconhecem a sua existência.

Tabela 10 - Resposta dos participantes quanto a se comprariam o caule (raquete) da palma caso este estivesse disponível em feiras e supermercados (n = 93).

| Respostas* | % |
|---|---|
| Sim, pois gosto de experimentar novos alimentos | 34,41 |
| Sim, pois acho que esse alimento possui bom sabor | 11,83 |
| Sim, pois gostaria de utilizá-lo em algumas preparações (doces, sucos, licores, dentre outros) | 16,13 |
| Não, pois não gosto de consumir este tipo de alimento | 11,83 |
| Não, pois acho que esse alimento possui um gosto ruim | 2,15 |
| Não, pois não saberia o que fazer com eles, como prepara-los | 23,66 |

*O participante poderia marcar mais de uma opção.

## CONCLUSÃO

Os participantes da pesquisa demonstraram ter conhecimento sobre plantas alimentícias não convencionais. Com relação à palma, observou-se que grande parte dos participantes sabe que os frutos e o caule desta cactácea são comestíveis, no entanto poucos foram os que já comeram estes alimentos. Apesar disso, a maioria se mostrou disposto a experimentar e comprar.

## REFERÊNCIAS

1. Kelen MEB, Van Nouhuys IS, Kirchheim LCK, Brack P, Silva DB. Plantas alimentícias não convencionais (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas. Editora UFRGS; 2015.
2. Kinupp VF, Lorenzi H. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil. Instituto Plantarum; 2014.
3. Dessimoni GV, Batista AG, Barbosa CD, Dessimoni-Pinto NAV. Composição bromatológica, mineral e fatores antinutricionais da palma forrageira. Tecnol. & Ciên. Agropec. 2014; 8:51-55.
4. Rocha JES. Palma Forrageira no Nordeste do Brasil: Estado da Arte. EMBRAPA Caprinos e Ovinos; 2012.
5. Fao. Food and Agriculture Organization of United Nation. Utilización agroindustrial del nopal. FAO, 2006.
6. Brasil. Ministério da Saúde. Alimentos Regionais Brasileiros. Ministério da Saúde; 2015.
7. Deus MVC, Paiva LG, Sousa PA. Processamento mínimo de brotos de palma (O*puntia ficus-indica M*ill.) para o consumo humano. I*n:* Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2, 2017, Campina Grande **Anais...** Campina Grande, 2017.
8. Batista RDSR, Silva RA, Brandão TM, Veloso TR, Neves JA, Santos DN. Bebida mista à base de goiaba *(Psidium guajava* L.*)* e palma forrageira (*Opuntia fícus-indica*): desenvolvimento e aceitabilidade. Arch Latinoamer. Nutr. 2010; 60: 285-290.
9. Galdino PO, Galdino PO, Fernandes TKS, Oliveira MRT, Rocha APT. Caracterização sensorial de iogurte enriquecido com polpa da palma forrageira (*Napolea cochenillifera*). Rev Verde. 2010; 5:53-60.
10. Silva APG, Souza CCE, Ribeiro JES, Santos MCG, Pontes ELS, Madruga MS. Características físicas, químicas e bromatológicas de palma gigante *(Opuntia ficus-*

*indica*) e miúda (*Nopalea cochenillifera*) oriundas do estado da Paraíba. Rev. Bras Tecnol. Agroind. 2015; 9:1810-1820.
11. Nunes LV, Giannoni JA, Costa AG, Ferreira AC, Rossi PHS, Favoni SPG. Avaliação do conhecimento sobre plantas alimentícias não convencionais (PANC) por meio de questionário da plataforma *google forms* aplicado à população. Revista Ibero-americana de Humanidades, Ciências e Educação. 2021; 7:250-261.
12. Narcisa-Oliveira JN, Santos JJL, Santos RN, Tiburtino SL, Ribeiro NP. Plantas alimentícias não convencionais (PANCs) no município de Campo Grande/MS: Conhecimento popular, consumo e comércio. In: Cadernos de agroecologia, 1, 2018, Campo Grande Anais... Campo Grande, 2018.
13. Ferrarini MEH, Ronchi HS, Meira JM, Menezes GB, Souza RC, Bonfim FPG. Popularizando as plantas alimentícias não convencionais em Botucatu-SP: Construção de saberes em busca da diversidade alimentar. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 11, 2020, São Cristóvão Anais... São Cristóvão, 2020.

**Capítulo 70**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-70**

# PERCEPÇÕES E PREFERÊNCIAS DO CONSUMIDOR: O USO DOS GRUPOS FOCAIS NO SEGMENTO DE ALIMENTOS

**Camile de Oliveira Luz Farias[1]; Bruna Boaretto Durço [1,2]; Elson Rogério Tavares Filho[1]; Gabrielle de Paiva Vieira[1]; Maria Carmela Kasnowski Holanda Duarte[1]; Erick Almeida Esmerino[1]**

*[1] Universidade Federal Fluminense;*
*[2] Centro Universitário de Valença;*

**Autor correspondente: camileluz@id.uff.br*

**RESUMO**
O uso de grupos focais é essencial na pesquisa científica para explorar fenômenos sociais complexos, como linguagem e identidade, que estão intimamente ligadas às relações sociais. Métodos qualitativos, como os grupos focais, são fundamentais para capturar as nuances das interações humanas, revelando percepções individuais e coletivas em um contexto social. Na indústria alimentícia, essa técnica se destaca por fornecer insights valiosos sobre as preferências dos consumidores, orientando a inovação de produtos e estratégias de marketing. Grupos focais diferem das entrevistas tradicionais ao permitir discussões mais interativas, oferecendo uma compreensão mais profunda das percepções e decisões coletivas. A metodologia requer um planejamento cuidadoso, incluindo a seleção de participantes e a condução das sessões, que podem ser realizadas de forma presencial ou remota. A análise dos dados, auxiliada por softwares específicos, é essencial para identificar padrões e tendências. Apesar de seus desafios, como a dominância de opiniões e a influência do moderador, os grupos focais são uma ferramenta poderosa para entender o comportamento do consumidor, especialmente no setor de alimentos. Esta revisão busca discutir a eficácia das entrevistas em grupo e grupos focais na pesquisa científica, analisando dados coletados entre 2010 e 2024, com o objetivo de preparar o leitor para conduzir entrevistas e grupos focais com sucesso.

**Palavras chave**: análise sensorial; estudos de consumidor; grupos focais; metodologia qualitativa

## INTRODUÇÃO

A utilização de grupos focais na pesquisa científica é essencial para explorar a complexidade de fenômenos sociais, como linguagem, identidade e significados, que são intrinsecamente ligados ao comportamento grupal. Investigar esses fenômenos é fundamental para compreender a natureza humana, que é fortemente influenciada pelo contexto social e pela interação com outros indivíduos (1).

Métodos qualitativos de pesquisa desempenham um papel crucial ao observar não apenas o comportamento humano, mas também ao capturar a riqueza das interações, as respostas emocionais complexas e os significados subjacentes. Ao analisar a dinâmica de grupos discutindo um tópico específico, é possível identificar percepções individuais,

desejos compartilhados, influências mútuas e decisões coletivas que emergem do contexto(1;2).

No segmento de alimentos, esses métodos são particularmente enriquecedores. Estudar a percepção dos consumidores permite uma compreensão mais profunda das preferências alimentares e dos padrões de consumo, além de abrir espaço para a inovação e adaptação do mercado. Isso beneficia tanto a comunidade acadêmica quanto o setor industrial, pois expõe os desejos e intenções dos consumidores, impactando a tomada de decisões (2).

O grupo focal é um método estruturado de coleta qualitativa de dados, que reúne de 5 a 12 participantes para discutir um tema específico sob a orientação de um moderador (3). Os participantes compartilham características comuns relevantes ao tópico, como pertencer ao mesmo nicho de mercado ou oferecer produtos similares, contudo, para ser eficaz, os participantes devem se sentir abertos e confortáveis para expressar suas opiniões. Um bom moderador e análises cuidadosas podem fazer dos grupos focais uma ferramenta poderosa para entender visões pessoais e coletivas sobre um tema. Diferente de formulários ou pesquisas individuais, os grupos focais permitem interação e debate, oferecendo insights profundos e interpretando a realidade estudada de maneira mais flexível (4;5).

Grupos focais diferem sutilmente das entrevistas em grupo, oferecendo discussões mais direcionadas e interativas, enquanto entrevistas tradicionais podem ser mais rígidas e influenciadas pelo entrevistador (6;7).

Neste contexto, este capítulo busca discutir a eficácia das entrevistas em grupo na pesquisa científica, com base em uma análise detalhada de dados coletados entre 2010 e 2024. A seleção criteriosa dos artigos, incluindo publicações em inglês e português, garante uma abordagem completa e aprofundada do tema, e objetiva-se em preparar o leitor para projetar e conduzir entrevistas e grupos focais com sucesso.

**Origem**

A técnica de grupos focais, amplamente empregada para compreender a percepção das pessoas, tem raízes profundas na sociologia. Surgiu na década de 1930, estruturada por Merton e Kendall (1940), e logo encontrou aplicação no meio acadêmico, expandindo-se para diversos campos de pesquisa. Inicialmente desenvolvida como um método de investigação social, os grupos focais ganharam destaque no marketing a partir da década de 1950, sendo utilizados em estudos comerciais e industriais (6). Na década de 1980, essa técnica foi adaptada para o setor de saúde, marcando sua expansão para além do marketing e da pesquisa social (8).

Atualmente, com o crescente interesse em dietas saudáveis e alimentos funcionais, pesquisas utilizam grupos focais para investigar a opinião dos consumidores, especialmente em temas relacionados à nutrição e tecnologia de alimentos (9). Esse histórico ilustra a evolução contínua e a adaptação dos grupos focais como uma técnica valiosa para compreender as opiniões, atitudes e percepções das pessoas em diversas áreas de estudo.

**Estrutura / Aplicabilidade**

Os grupos focais emergem como uma ferramenta vital tanto na pesquisa acadêmica quanto na indústria alimentícia, permitindo uma compreensão aprofundada dos consumidores. Atuam de forma essencial para compreender as intenções, experiências, pensamentos, valores e memórias de uma população específica com características comuns. No âmbito acadêmico, são empregados em pesquisas

exploratórias e investigativas, complementando outras técnicas de pesquisa. No contexto do marketing, essa abordagem é valiosa para o lançamento de novos produtos, resolução de problemas, design de atualizações e avaliação de mercado. Além disso, os grupos focais podem avaliar recursos e interações, identificar tendências e valorizar determinados meios, permitindo prever desenvolvimentos futuros e suas aplicações (10).

Já na indústria de alimentos, se destacam como a ferramenta qualitativa mais popular, impulsionando a inovação e o desenvolvimento de produtos.Ao reunir participantes representativos, proporcionam insights valiosos sobre temas como preferências de sabor, aceitação de novos ingredientes e embalagens, influenciando diretamente o desenvolvimento de estratégias de marketing e produtos (11). Por exemplo, estudos recentes demonstram como os grupos focais são essenciais para entender as percepções dos consumidores e orientar decisões comerciais(12). Assim, emergem como uma ferramenta indispensável para compreender as complexidades das escolhas alimentares e impulsionar a inovação na indústria de alimentos(13;4;14).

Existem quatro modelos principais para os objetivos dos grupos focais: análise competitiva, análise exploratória, priorização de recursos e explicação de tendências. A análise competitiva busca entender o valor de produtos concorrentes; a análise exploratória visa captar as impressões e condutas gerais das pessoas sobre um tema, sendo primariamente utilizada na pesquisa; a priorização de recursos identifica quais recursos atraem mais a população; e a explicação de tendências analisa os fatores que fomentam comportamentos emergentes (11).

Os grupos focais são uma alternativa mais eficiente em termos de tempo comparada às entrevistas individuais, permitindo coletar uma grande quantidade de informações profundas sobre as percepções dos consumidores (13). Diferentemente das entrevistas, que exigem tempo individual com muitos entrevistados, os grupos focais permitem coletar um maior número de ideias em um único encontro(15).

Para que os grupos focais sejam eficazes, é essencial que as reuniões sejam conduzidas de maneira a fazer os membros se sentirem confortáveis para compartilhar suas opiniões e perspectivas(16). Um moderador qualificado desempenha um papel crucial, orientando as discussões e garantindo que elas permaneçam alinhadas com os objetivos da pesquisa(17). Um moderador habilidoso estimula a interação entre os participantes e promove discussões ricas e produtivas.

O desenvolvimento de um grupo focal requer preparação cuidadosa. Os tópicos de discussão devem ser genuinamente interessantes para os participantes, promovendo engajamento e trocas significativas. O moderador deve estar preparado para direcionar o diálogo caso as conversas não fluam naturalmente, utilizando um conjunto de perguntas de sondagem previamente preparadas para estimular reflexões mais profundas sobre o tema(1;16).

Adicionalmente, para enriquecer a dinâmica do grupo, é possível utilizar materiais auxiliares, como desenhos e ilustrações em diferentes cenários, imagens e palavras de associação, questionários online e amostras de produtos alimentícios para degustação (18; 19;20). Esses materiais ajudam a visualizar conceitos abstratos e facilitam a expressão de ideias, proporcionando uma compreensão mais tangível e imersiva do assunto em discussão. Outros materiais, como exercícios criativos, mini-testes e prototipagem colaborativa, também podem ser empregados para explorar e analisar o tema de diferentes maneiras (11).

Salienta-se que os participantes devem ser informados com antecedência sobre o tema a ser discutido, recebendo orientações claras do pesquisador e fornecendo seu consentimento através de termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE), seguindo

princípios éticos aplicados a qualquer método de pesquisa. O pesquisador também pode solicitar que os participantes concordem com termos de confidencialidade, estabelecendo as regras a serem seguidas durante a dinâmica do grupo (6;13).

Essas práticas garantem que as sessões de grupos focais sejam produtivas, envolventes e proporcionem insights valiosos para a pesquisa, ajudando a compreender as opiniões, atitudes e percepções das pessoas em diversas áreas de estudo (21). O entendimento das escolhas alimentares vai além dos aspectos sensoriais básicos, envolvendo uma complexa interação entre experiências individuais e influências sociais, culturais, econômicas e ambientais (22).

**Planejamento e Estratégicas**

A presença de grupos altamente homogêneos pode levar a discussões redundantes, porém permite uma análise mais aprofundada de certos fenômenos. Por outro lado, grupos mais heterogêneos promovem uma maior diversidade de ideias durante o *brainstorming*, mas podem resultar em uma diversidade de informações pouco aprofundadas, dificultando o manejo do moderador. Guerrero e Xicola (6) recomendam que, ao selecionar os participantes, sejam escolhidos aqueles que melhor se alinhem com os objetivos da pesquisa.

Conforme descrito por Rosenthal (23), Kraaijeveld e Mulder (24) e Marques et al. (17), os encontros podem ser conduzidos de forma remota. Os organizadores do estudo têm a liberdade de decidir sobre a modalidade dos grupos focais, seja presencial ou por meio de outras plataformas de comunicação. Dentre os meios sugeridos por outros autores, destacam-se as sessões por telefone, *Skype*, *Microsoft Teams*, *Google Meet* ou *Hangouts*. Além de facilitar a participação de integrantes de diferentes localidades, essa abordagem é economicamente vantajosa e, ao utilizar vídeo-chamadas, garante que moderadores captem expressões não verbais dos participantes. Entretanto, é importante considerar que a condução das sessões pode ser afetada pela estabilidade da conexão à internet, o que poderia prejudicar as discussões, causando distrações.

As reuniões geralmente têm duração de cerca de uma hora e podem ser organizadas em subgrupos, dependendo dos resultados desejados e da estrutura da pesquisa. Um número de sessões entre três ou quatro pode ser adotado, conforme demonstrado por Spartano e Grasso (25), que conduziram três grupos focais com diferentes participantes, cada sessão com aproximadamente duas horas de duração. Este estudo foi dividido em cinco seções, organizando a dinâmica da seguinte forma: a primeira parte incluiu a introdução ao tema e recepção dos participantes; em seguida, foram utilizadas perguntas para guiar e encorajar respostas espontâneas. Já na terceira e quarta seções, foram fornecidas informações referentes ao tema, seguidas de perguntas que estimulassem a participação. Por fim, foi introduzido um último tópico e o agradecimento pela participação. Recomenda-se que os grupos focais sejam conduzidos até a saturação de respostas, onde nenhuma perspectiva inédita é apontada.

Seguir um roteiro pré-estabelecido é fundamental para auxiliar o moderador a organizar a dinâmica da reunião e garantir que todos os pontos relevantes sejam abordados. Nesse sentido, considera-se o preparo da reunião é a etapa mais importante da metodologia de pesquisa, pois é nesse momento que se estabelece o direcionamento e a estrutura para a coleta de dados (26). Além disso, é essencial definir claramente os objetivos da reunião. No grupo focal, a primeira tarefa do moderador é a sua própria apresentação e também uma rápida apresentação do tema que será debatido, alinhando as expectativas com os participantes e garantindo que todos estejam engajados com o propósito da pesquisa (21).

Ao utilizar roteiros e questionários, é importante assegurar que contenham informações essenciais para a condução da pesquisa, conforme destacado por Oliveira et al. (21). Isso inclui questões relevantes que possam direcionar a discussão de maneira produtiva e contribuir para a obtenção dos resultados desejados.As perguntas utilizadas devem ser abertas, como ressaltado por Guerrero e Xicola (6), para permitir que os participantes expressem suas opiniões e experiências de forma livre e espontânea. Isso proporciona uma maior riqueza de dados para análise posterior.

Portanto, ao preparar a reunião de grupo focal, é fundamental seguir um roteiro claro, definir objetivos precisos, garantir medidas éticas de sigilo e participação, e utilizar materiais que incentivem a participação ativa dos envolvidos.

**Registro e Análise de Dados**

Os dados coletados durante as sessões de grupo devem ser registrados de maneira meticulosa, seja por meio de anotações escritas, gravações de áudio ou vídeo, e resumidos após a conclusão de cada sessão (27;28). Estabelecer esse procedimento é fundamental para garantir que nenhum detalhe relevante seja perdido e facilitar a análise posterior dos dados. Além disso, é possível realizar comparações entre as sessões e fazer anotações sobre os pontos de destaque ou tendências observadas em cada uma delas. Isso permite identificar padrões emergentes, pontos de convergência e divergência, e áreas de interesse que podem ser exploradas com mais profundidade nas sessões subsequentes (10).

Durante a análise dos dados, os resultados podem ser tabulados e resumidos utilizando-se técnicas estatísticas descritivas, como frequências e porcentagens, para fornecer uma visão geral dos principais temas e padrões identificados. Esses dados tabulados podem ser úteis para visualizar as tendências de forma mais clara e objetiva(29).

É recomendável contar com a ajuda de um assistente durante a coleta de dados para auxiliar o moderador na observação de tendências, problemas e tópicos significativos (10;30). Esse assistente pode colaborar na identificação de pontos importantes e na organização eficiente dos dados, contribuindo para uma análise mais abrangente.

A evolução tecnológica trouxe significativas inovações para esta área, notadamente através de softwares especializados que automatizam partes desse processo. Ferramentas como NVivo, Atlas.ti e MAXQDA permitem a importação direta de áudios, que são então transcritos automaticamente, embora a revisão manual continue sendo essencial para garantir a precisão. Além disso, esses softwares facilitam a codificação dos dados e a identificação de padrões temáticos, proporcionando uma análise mais ágil e estruturada(31;12).

**Desafios**

Os grupos focais consistem em uma metodologia de obtenção de informações através da interação de um grupo específico. Embora seja uma ferramenta valiosa para a pesquisa qualitativa, apresentam desafios que devem considerados pelo pesquisador ao optar pelo método. A amostragem por conveniência, conhecida como amostragem acidental ou amostragem por oportunidade, e normalmenteselecionada pela maior facilidade operacional e baixo custo, pode comprometer a representatividade dos participantes, enquanto o viés de seleção pode distorcer a composição do grupo(32).

Recomenda-se ainda atenção à dominância de opiniões nos grupos, o que pode interferir nas perspectivas minoritárias levando a respostas superficiais, assim como a influência do moderador sobre as respostas dos participantes. Pontua-se que sua atuação deve ser a mais imparcial e inerte possível(13). Outro fator importante é a interpretação

subjetiva dos dados coletados, o que pode demandar complexidade ao ser interpretada. Reconhecer e abordar esses desafios são essenciais para garantir a qualidade e a confiabilidade das descobertas.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que a aplicação de grupos focais nas pesquisas sobre alimentos e comportamento do consumidor se mostra como uma ferramenta metodológica rica e versátil. Sua aplicação permite uma compreensão profunda das motivações, percepções e preferências dos consumidores, revelando nuances e *insights* que abordagens quantitativas muitas vezes não captam. A capacidade de captar interações dinâmicas e respostas emocionais complexas oferece insights valiosos tanto para a academia quanto para a indústria de alimentos, facilitando o desenvolvimento e reformulação de produtos alinhados com as expectativas do mercado.

Acredita-se que aspesquisas com grupos focais serão potencializadas com a integração de tecnologias digitais, ampliando o alcance e a eficácia das sessões, permitindo a participação de indivíduos de diferentes localidades, além de trazer celeridade ao complexo processo de análise de dados. Contudo, os desafios exigem uma abordagem cuidadosa dos pesquisadores. Por fim, pondera-se que com uma preparação meticulosa e execução precisa, os grupos focais continuarão sendo uma estratégia poderosa nos estudos de consumidores orientando diversas ações na indústria de alimentos.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Os autores agradecem ainda ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à FAPERJ – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro pelo apoio fornecido ao longo deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

1. Traynor M. Focus group research. *Nurs Stand*. 2015;29(37):44.

2. Sales Y. et al. Insights of Brazilian consumers' behavior for different coffee presentations: An exploratory study comparing hard laddering and completion task. Journal of Sensory Studies. 2020;35:12611

3. Maitiniyazi, S, Canavari M.Exploring Chinese consumers' attitudes toward traceable dairy products: A focus group study. J Dairy Sci. 2020;103:11257-11267

4. Sampaio DB, Carvalho DB, Melo HMS. Environmental citizenship and consumption of meat: between dialogs, dilemmas and perspectives of consumers. Gaia Sci. 2023;15(1):21-36.

5. Durco BB, Pimentel TC, Pagani MM, Cruz AG, Duarte MCK, Esmerino EA. Influence of different levels of ethnocentrism of the Brazilian consumer on the choice of dulce de leche from different countries of origin. Food Res Int. 2021;148:110624.
6. Guerreiro L, Xicola J. New approaches to focus groups. **Methods Consum Res**. 2018:1;49-77

7. Malavassi-Conejo P, Castro-Pacheco A, Pérez-Ledezma C, Barrantes-Santamaría H, Segura-Sanabria J, Rojas-Acosta S. Características fisicoquímicas y sensoriales del dulce de leche caprino con inclusión de amaretto. *Agronomía Mesoamericana*. 2023;34(2):51879-51879.

8. Trad LAB. Grupos focais: conceitos, procedimentos e reflexões baseadas em experiências com o uso da técnica em pesquisas de saúde. Physis. 2009;19:777-796.

9. Barrios EX, Bayarri S, Carbonell I, Izquierdo L, Costell E. Consumer attitudes and opinions toward functional foods: A focus group study. *J Sens Stud*. 2008;23(4):514-525.

10. Goodman E, Kuniavsky M. Focus groups. Observing the user experience: A practitioner's guide to user research. 2. ed. Amsterdam: Elsevier; 2012.

11. Wilson C. Interview techniques for UX practitioners: A user-centered design method. Oxford: Newnes; 2013

12. Lee MF, Bradbury JF, Yoxall J, Sargeant S. "It's about what you've assigned to the salad": Focus group discussions on the relationship between food and mood. Int J Environ Res Public Health. 2023;20(2):1476.

13. Esmerino EA, Ferraz JP, Tavares Filho ER, Pinto LP, Freitas MQ, Cruz AG, Bolini HM. Consumers' perceptions toward 3 different fermented dairy products: Insights from focus groups, word association, and projective mapping. J Dairy Sci. 2017;100(11):8849-8860.

14. de Alcântara NE, Tavares Filho ER, Pimentel TC, Pagani MM, Márs ico ET, de Oliveira Silva AC, et al. Assessment of Brazilian consumers' perception about the presence of stabilisers in UHT milk: A study using virtual focus groups. Int J Dairy Technol. 2023;76(3):669-682.

15. Lazar J, Feng JH, Hochheiser H. Research methods in human computer interaction. Chapter 8: Interviews and focus groups. Cambridge: Cambridge University Press; 2017.

16. Neter JE, Dijkstra SC, Nicolaou M, Visser M, Brouwer IA. The role of food parcel use on dietary intake: perception of Dutch food bank recipients—a focus group study. Public Health Nutr. 2020;23(9):1647-1656.

17. Marques IC, Theiss LM, Johnson CY, McLin E, Ruf BA, Vickers SM, et al. Implementation of virtual focus groups for qualitative data collection in a global pandemic. Am J Surg. 2021;221(5):918-922.

18. Myrnes-Hanesen K, Skeiseid H. How to start a Focus Group: Using cartoons in adult focus groups to discuss consumers feedback expectations in food service settings. Inter Jour of Gastronomy and Food Sci. 2022:29;100582

19. Batista LF, Rocha F, dos Santos Dias MM, dos Santos Pires AC, Vidigal MCTR. Comfort plant-based food: What do consumers want?—A focus group study with different consumer groups. Int J Gastronomy Food Sci. 2023;34:100810.

20. Embling R, et al. Exploring consumer beliefs about novel fortified foods: A focus group study with UK-based older and younger adult consumers. Appetite. 2024;193:107139.

21. de Oliveira G. et al. Grupo Focal: uma técnica de coleta de dados numa investigação qualitativa?. Cad FUCAMP. 2020:19(41)

22. Merlino VM, Massaglia S, Borra D, Mimosi A, Cornale P. Which factors drive consumer decisions during milk purchase? New individuals' profiles considering fresh pasteurized and UHT treated milk. Foods. 2021;11(1):77.

23. Rosenthal M. Qualitative research methods: Why, when, and how to conduct interviews and focus groups in pharmacy research. Curr Pharm Teach Learn 2016;8:509-516

24. Kraaijeveld S, Mulder B. Altruistic vaccination: Insights from two focus group studies. Health Care Anal. 2022;30:275-295

25. Spartano S, Grasso S. Consumers' perspectives on eggs from insect-fed hens: a UK focus group study. Foods.2021;10:420

26. De Abreu VLF, Tavares Filho ER, Monteiro SS, Esmerino EA. Enhancing operational rations for Special Operations Forces: A qualitative analysis and roadmap for product improvement. J Sens Stud. 2024;39(2)

27. Mesías FJ, Martín A, Hernández A. Consumers' growing appetite for natural foods: Perceptions towards the use of natural preservatives in fresh fruit. Food Res Int. 2021;150:110749.

28. Halliday M, Mill D, Johnson J, Lee K. Let's talk virtual! Online focus group facilitation for the modern researcher. Res Soc Adm Pharm. 2021;17(12):2145-2150.

29. Blackmore H, Hidrio C, Godineau P, Yeomans MR. The effect of implicit and explicit extrinsic cues on hedonic and sensory expectations in the context of beer. Food Qual Prefer. 2020;81:103855

30. Petersén C, Carlsson E. Life with a stoma—coping with daily life: Experiences from focus group interviews. J clin nurs. 2021;30:2309-2319

31. Hart T, Achterman P. Qualitative analysis software (ATLAS.ti/Ethnograph/MAXQDA/NVivo). The International Encyclopedia of Communication Research Methods. 2017;1

32. Fabbri B M, Oliveira J M. Eating, food and culture: Analysis of the teaching about food in undergraduate in nutrition. Temas Educ e Saúde. 2023;19:2526-3471

**Capítulo 71**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-71**

# ELABORAÇÃO DE FORMULAÇÕES DE BISCOITO TIPO SEQUILHO ADICIONADO DE FARINHA DO RESÍDUO DE GOIABA

**Jarderlany Sousa Nunes*; Auryclennedy Calou de Araújo ; Josivanda Palmeira Gomes; Wilton Pereira da Silva**

**Resumo**
A goiabeira a (*Psidium guajava L.*) é uma espécie amplamente cultivada no Brasil, pois, além de apresentar alta aceitabilidade para o consumo da fruta in natura, apresenta várias formas de aproveitamento para industrialização, diante desta possibilidade, estima-se que grande parte da produção seja destinada às indústrias, gerando assim um alto volume de resíduo agroindustrial. Vários estudos recomendam a utilização desses resíduos para a fabricação de novos produtos alimentares, pois, além de agregar valor nutricional, tem boa aceitação sensorial. Este trabalho teve como objetivo, elaborar e caracterizar em termo físico-químico, a farinha do resíduo de goiaba e aplicar em diferentes proporções, em formulações de biscoitos tipo sequilho e submeter os produtos elaborados a análise sensorial. Na formulação de sequilho utilizou-se as proporções de 15%, 20%, 25% e 30% de farinha de resíduos de goiaba. Nas análises físico-químicas da farinha foram encontrados os seguintes valores: Teor de água (8,51), pH (4,33), acidez (1,26), aw (0,505), AR (5,09), parâmetros de cor L* (49,41), a* (12,93), b* (33,82), FDN (74,14), FDA (55,09), fibra bruta (45,14), lipídeos (2,29), proteínas (1,88), carboidratos (84,95) e Kcal (367,86). Nas formulações de sequilhos foram encontrados os seguintes valores: Teor de água (5,07 a 5,41), pH (4,78 a 5,12), acidez (0,19 a 0,44), aw (0,473 a 0,513), AR (1,74 a 2,65), parâmetros de cor L* (60,29 a 44,61), a* (6,98 a 9,28), b* (22,87 a 26,24), cinzas (1,65 a 2,94), lipídeos (15,06 a 8,78), proteínas (6,57 a 6,68), carboidratos (72,91 a 76,20) e Kcal (410,52 a 436,72). Na análise sensorial, as formulações de biscoitos com 20 e 25% de farinha dos resíduos apresentaram os melhores resultados, sendo assim os mais aceitos pelos provadores. Os resultados indicam a farinha de resíduos da goiaba como ingrediente para ser incorporado na elaboração de sequilhos, que por sua vez, apresentaram características nutricional, energética e sensorial satisfatórias.

**Palavras-chave:** Resíduo. Farinha da goiaba. Formulação de sequilho. Análises físico-química. Análise Sensorial

## INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa o terceiro lugar com maior produção de goiaba do mundo, chegando a produzir aproximadamente 565 mil toneladas, entorno de 22.630 de hectares de área colhida, obtendo um rendimento médio de 24.956 kg/ha. [1]

A goiaba é rica em carboidratos de baixa taxa glicêmica e fibras, além de apresentar uma variedade de propriedades biológicas as quais destacam-se ações anti-inflamatória, antioxidante, antidiarreica, anti-hipertensiva e hipoglicemiante [2]. Além de sua boa aceitação para consumo in natura, a goiaba é uma das frutas tropicais brasileiras que tem se destacado bastante como matéria prima nas agroindústrias sendo utilizadas

para a fabricação de derivados da goiaba, como sucos, doces, geleias, sorvetes e outros produtos [3].

Com a ampla utilização da fruta nas agroindústrias, consequentemente, existe uma alta produção de resíduos, composto de casca, polpa residual e sementes. O alto índice de desperdício e a problemática diante dos impactos ambientais gerados pelas indústrias alimentícias, têm levado à procura de utilizações viáveis desses resíduos no desenvolvimento de novos produtos. Esses resíduos agroindustriais podem apresentar potencialidade nutricional e tecnológica para aplicação em outros produtos.

A utilização de resíduo na formulação de novos produtos alimentares, além de agregar valor à cadeia produtiva da fruta, diminui os impactos ambientais gerados pelo descarte, os resíduos agroindustriais podem ser submetidos a secagem e transformados em farinha ou serem adicionados na sua forma "in natura", servindo como matéria-prima para novos produtos com alto valor nutricional, de forma a serem ofertados à população alimentos mais saudáveis e com baixo custo.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi realizar o estudo de propriedades tecnológicas da farinha de resíduos da goiaba e verificar seu potencial na aplicação em formulações de biscoitos do tipo sequilho e submeter esse novo produto a análise sensorial.

## Material e Métodos

### Obtenção da Farinha do Resíduo

Os resíduos provenientes da indústria de polpa de fruta, que se constituíam de sêmens, cascas e resquícios de polpa, foram inicialmente acondicionados em um freezer a –18 °C. Posteriormente, esses resíduos foram descongelados à temperatura ambiente (25 °C).

### Secagem dos Resíduos

As amostras in natura foram distribuídas em bandejas de alumínio perfuradas e secas em estufa com circulação de ar forçado, a temperatura de 55, por períodos determinado em testes preliminares. Após a secagem, os resíduos foram triturados em um multiprocessador doméstico até obter uma granulometria fina, semelhante à farinha.

### Análises Físico-Químicas

Para a caracterização físico-química das farinhas obtidas dos resíduos das polpas de fruta, foram realizadas as seguintes análises: Potencial Hidrogeniônico (pH), Acidez Total Titulável (ATT), Cinzas, Açúcares Redutores, Teor de Água, Proteínas, Extrato Etéreo (Lipídeos), Caracterização Colorimétrica, Carboidratos, Valor Energético e Fibras [4].

### Elaboração do Biscoito Tipo Sequilho

Foram desenvolvidas quatro formulações a partir de uma receita padrão, conforme representado na Tabela 1.

Tabela 1. Formulação básica para a produção de biscoito tipo sequilho.

| Ingredientes | Quantidade (g) |
|---|---|
| Fécula de mandioca | 500 |

| | |
|---|---|
| Margarina | 250 |
| Açúcar | 250 |
| Leite de coco | 60 |
| Água | 250 |

Os biscoitos tipo sequilho foram preparados com a adição de 15%, 20%, 25% e 30% de farinha de resíduos de goiaba. O leite de coco foi aquecido em uma panela de aço inox com duas colheres (sopa) de goma até obter uma consistência viscosa. Paralelamente, uma calda de açúcar e água foi preparada em ponto de fio. Após o leite de coco e a goma começarem a ferver, a mistura foi retirada do fogo e a calda de açúcar foi adicionada. Em seguida, o restante da goma foi incorporado e homogeneizado até obter uma massa uniforme. A massa foi aberta em uma superfície lisa com um rolo de macarrão, cortada em pequenos retângulos e assada em uma forma untada com margarina e farinha de trigo, por aproximadamente 20 minutos a 180 °C.

**Análises Físico-Químicas dos Biscoitos Tipo Sequilho**

Os biscoitos produzidos foram analisados quanto aos seguintes atributos físico-químicos: Teor de Água, Lipídeos, Proteínas, Cinzas, Carboidrato, Valor Energético e Açúcares Redutores [4].

**Análise Sensorial**

As análises sensoriais foram realizadas com provadores não treinados, após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), parecer número 806.559. Cada 09999999

consumidor avaliou as quatro formulações de biscoito tipo sequilho, correspondentes à formulação controle e às formulações com adição de 10%, 15%, 20% e 30% de farinha de resíduos. A análise contou com 192 provadores, que utilizaram uma Escala Hedônica estruturada de nove pontos (9 = gostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei; 1 = desgostei muitíssimo) para avaliar sabor, textura, cor, aroma e impressão global. A intenção de compra foi avaliada através de uma escala de cinco pontos (5 = certamente compraria; 3 = talvez comprasse, talvez não comprasse; 1 = certamente não compraria)[5].

O cálculo do índice de aceitabilidade (IA) foi realizado a partir da expressão:

$$IA(\%)=ABx\ 100 IA\%=ABx\ 100$$

Onde:
A - representa a nota média obtida para o produto
B - nota máxima dada ao produto.

**Análise Estatística**

Os resultados das análises físico-químicas e sensoriais foram submetidos à análise estatística (ANOVA), e o teste de Tukey foi aplicado para verificar a existência de diferenças estatísticas entre as médias, com um nível de significância de 0,05.

**Resultado e Discussão**

A tabela 2 apresenta os resultados das análises físico-químicas da farinha de resíduo de goiaba.

O teor de água encontrado na farinha de resíduo de polpa de goiaba foi de 8,51 g/100g. Os baixos teores de água em todos os resíduos devem-se ao fato de terem sido previamente desidratados em estufa com circulação de ar, removendo boa parte da água durante a preparação. Almeida et al.[6] relataram um teor de água de 14,90 g/100g para a farinha da casca de jabuticaba, enquanto neste estudo foi obtido um valor de 8,31 g/100g. Comparando com Abud e Narain [7], que encontraram 8,65 g/100g para o resíduo de goiaba, o valor deste estudo foi ligeiramente inferior, 8,51 g/100g.

Tabela 2. Composição físico-química das farinhas de resíduo de polpa de fruta.

| **Análises** | | Resíduo de Goiaba Média ± DP |
|---|---|---|
| Teor de água | | 8,51±0,13 |
| Cinzas | | 2,38±0,03 |
| pH | | 4,33±0,02 |
| Acidez | | 1,26±0,04 |
| Aw | | 0,505±0,04 |
| AR | | 5,09±0,11 |
| Cor | L | 49,41±0,46 |
| | a* | 12,93±0,05 |
| | b* | 33,82±0,60 |
| FDN | | 74,14±1,29 |
| FDA | | 55,09±0,99 |
| Fibra Bruta | | 45,14±0,29 |
| Lipídeos | | 2,29±0,17 |
| Proteínas | | 1,88±0,02 |
| Carboidratos | | 84,95±0,06 |
| Kcal | | 367,86±1,50 |

Onde: Aw = Atividade de água, AR= Açúcares Redutores, FDN=Fibra detergente neutra, FDA = Fibra detergente Ácida, Kcal = Valor calórico.

Vieira et al. [8], ao estudarem a farinha de semente de abóbora obtida por secagem em micro-ondas e estufa, encontraram valores de umidade de 5,06% ± 0,16 e 6,15% ± 0,14, respectivamente. Os autores destacam que esses valores estão abaixo do limite máximo estabelecido para farinhas, que é de 15% de umidade, conforme a Resolução RDC n° 263 [9]. Esse resultado mostra que se passa por método de secagem, temos redução da quantidade de água dando maior estabilidade ao alimento.

Parâmetros importantes para a conservação de alimentos incluem o teor de água e a atividade de água (aw). As farinhas de resíduos de polpa de fruta apresentaram aw inferior a 0,6 e umidade menor que 25%, dentro da faixa estabelecida para alimentos secos e estáveis microbiologicamente, conforme Gava [10].

Silva et al. [11], ao estudar resíduos do pseudofruto do caju, encontrou valores de atividade de água variando entre 0,46 e 0,53. Esses valores estão próximos aos encontrados no presente estudo para o resíduo de goiaba, que foi de 0,50. Isso indica uma similaridade na capacidade de retenção de água entre os dois resíduos, destacando a

relevância dos parâmetros de atividade de água na conservação e qualidade dos produtos derivados desses resíduos.

O teor de açúcares redutores na farinha de resíduo de goiaba foi de 5,09 g/100g. Frutas são ricas em açúcares redutores (glicose e frutose), importantes para avaliar a potencialidade de fermentação. Evangelista e Veites [12] encontraram valores entre 5,67 e 11,27 g/100g de açúcares redutores na polpa de goiaba congelada.

A cor da farinha de resíduo de goiaba é caracterizada por valores positivos de "a" e "b", indicando uma coloração vermelha menos intensa e levemente amarelada. O valor L* expressa a luminosidade, variando de 0 a 100, com valores mais próximos de 100 indicando amostras mais claras. Valores positivos de a* indicam tendência à coloração vermelha e negativos à coloração verde, enquanto valores positivos de b* indicam maior intensidade de amarelo e negativos de azul.

A fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) são partes pouco digeríveis da parede celular. A FDA é constituída de lignocelulose (lignina e celulose), enquanto a FDN inclui celulose, hemicelulose e lignina. A diferença entre FDA e FDN estima o teor de hemicelulose [13]. Neste estudo, houve diferença significativa entre as médias de FDN e FDA pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Valores de carboidratos variaram, com Abud e Narain [7] relatando 70,83 g/100g para resíduos de acerola. Sousa et al.[14] encontraram valores inferiores ao analisar a composição nutricional de resíduos de polpa de frutas tropicais. Essas disparidades podem resultar da metodologia utilizada para calcular carboidratos e da amostra analisada, já que a secagem concentra os nutrientes.

Duarte et al. [15], ao estudar a farinha de resíduos de polpa de frutas, observam que o elevado conteúdo de carboidratos se deve, em grande parte, à quantidade expressiva de fibras. Resíduos como casca de maracujá, abacaxi e maçã, analisados no estudo, apresentam, consequentemente, altos teores de carboidratos.

Os valores de lipídeos nas farinhas de resíduo de polpa de fruta variaram entre 1,22 e 2,29 g/100g, com o menor valor para resíduo de acerola e o maior para resíduo de goiaba. Sousa et al. [14] relataram 1,16 g/100g para resíduos desidratados de acerola, similar ao encontrado neste estudo. Pereira et al. [16] encontraram valores superiores (3,59 g/100g) para resíduos de acerola. Pinho [17] relatou valores de 0,24 a 2,81 g/100g e Leite et al. [18] encontraram 4,18 g/100g de gordura total em resíduos de caju.

O valor calórico das farinhas de resíduo de polpa de fruta é comparável às farinhas convencionais de trigo e milho, com 360 e 351 kcal/100g, respectivamente[19]. A farinha de resíduo de caju teve o maior valor calórico, 376,44 kcal/100g, próximo ao encontrado por Borges et al.[20] para farinha de banana verde (373 kcal/100g).

**Análise química e físico-química dos biscoitos adicionados de farinha do resíduo**

Na Tabela 3 apresentam-se os resultados obtidos após as análises químicas e físico-químicas dos biscoitos elaborados neste estudo. Os teores de água para os biscoitos enriquecidos com diferentes porcentagens de farinha de resíduo de goiaba não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as diferentes formulações. No entanto, observou-se uma tendência de decréscimo no teor de água à medida que a porcentagem de farinha de resíduo diminui

Tabela 3. Análise físico-química dos biscoitos tipos sequilhos adicionados de farinha do resíduo.

| | **Biscoito Adicionado de Farinha do Resíduo** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de Resíduo** | 15% | 20% | 25% | 30% |
| | Média ± DP | Média ± DP | Média ± DP | Média ± DP |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Teor de água | 5,07±0,26[a] | 5,24±0,21[a] | 5,32±0,32[a] | 5,41±0,22[a] |
| Aw | 0,473±0,003[d] | 0,494±0,001[c] | 0,506±0,002[b] | 0,513±0,001[a] |
| Cinzas | 1,65±0,03[d] | 2,06±0,01[c] | 2,31±0,07[b] | 2,94±0,02[a] |
| Ph | 5,12±0,01[a] | 5,03±0,01[b] | 4,97±0,01[c] | 4,78±0,01[d] |
| Acidez | 0,19±0,03[c] | 0,28±0,02[b] | 0,38±0,01[a] | 0,44±0,02[a] |
| Açucares Redutores | 1,74±0,02[d] | 1,89±0,03[c] | 2,16±0,10[b] | 2,65±0,02[a] |
| Lipídios | 15,06±0,04[a] | 13,18±0,08[b] | 11,66±0,09[c] | 8,78±0,09[d] |
| Cor L* | 60,29±0,12[a] | 58,65±0,21[a] | 55,93±0,17[b] | 44,61±1,31[c] |
| Cor a* | 8,14±0,03[b] | 6,98±0,02[c] | 8,04±0,11[b] | 9,28±0,06 |
| Cor b* | 26,24±0,16[a] | 22,87±0,13[b] | 25,70±0,26[a] | 23,42±0,10[b] |
| Proteínas | 6,57±0,14[a] | 6,61±0,06[a] | 6,66±0,14[a] | 6,68±0,08[a] |
| Carboidratos | 75,05±0,33[b] | 72,91±0,18[d] | 74,05±0,29[c] | 76,20±0,24[a] |
| Kcal | 431,48±0,33[b] | 436,72±0,18[a] | 427,80±0,29[c] | 410,52±0,24[d] |

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A adição de fibras nos biscoitos contribuiu para um aumento nos teores de água devido às propriedades hidrofílicas das fibras, conforme confirmado por Santos et al. [21] em biscoitos com adição de farinha de buriti e Perez e Germani [22] em biscoitos enriquecidos com farinha de berinjela.

Os teores de água encontrados foram comparáveis aos relatados por Moraes et al. [23] (4,07 a 5,86 g/100g) e Soares Júnior et al. [24] (5,37 a 7,18 g/100g). Teores inferiores foram relatados por Perin e Schott [25] em biscoitos com resíduo de uva (3,82 g/100g) e por Ascheri et al. [26] em biscoitos com farinha de bagaço de jabuticaba (1,5 g/100g). Fasolin et al. [27] encontraram valores superiores (7,55 g/100g) em biscoitos com farinha de banana.

Gaspar et al. [28] observaram que a substituição da farinha de trigo por outras farinhas influencia significativamente a quantidade de água presente nos biscoitos, contudo, esse efeito varia de acordo com as características químicas e físico-químicas do resíduo adicionado.

A legislação brasileira estabelece um limite máximo de 15 g/100g de água para biscoitos e bolachas BRASIL[9]. Todos os biscoitos analisados estavam dentro deste padrão, garantindo a qualidade e a segurança do produto, prevenindo a proliferação de micro-organismos e mantendo a crocância.

O teor de cinzas, que representa os minerais remanescentes após a queima da matéria orgânica, aumentou significativamente com a adição de maiores porcentagens de farinha de resíduo de goiaba. Os valores encontrados estavam acima dos relatados por Giovanella et al.[29] para biscoitos sem glúten (1,3 a 1,9 g/100g), mas similares aos encontrados por Reineri e Valente[30] em biscoitos com subproduto de fermentação alcoólica de Hovenia dulcis. A legislação brasileira permite até 3,0 g/100g de cinzas em biscoitos BRASIL[9].

O pH dos biscoitos diminuiu com o aumento da concentração de farinha de resíduo de goiaba, que possui pH naturalmente baixo. Santana et al.[31] encontraram pH de 5,50 a 5,85 em biscoitos com farinha de casca de maracujá.

A acidez dos biscoitos aumentou com a maior concentração de farinha de resíduo. Baptista et al.[32] encontraram acidez superior em biscoitos tipo cookies com folha de Moringa oleífera, enquanto Santana et al. [33] relataram valores de acidez entre 0,08 e

0,19 g/100g em biscoitos com farinha de mesocarpo de babaçu, valores próximos aos encontrados neste estudo.

Os teores de açúcares redutores nos biscoitos mostraram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as formulações, aumentando com a concentração de farinha de resíduo de goiaba. Fasolin et al.[27] relataram valores de 1,28 a 1,54 em cookies com farinha de banana verde, próximos aos encontrados para biscoitos com farinha de resíduo de goiaba.

A luminosidade (L*) aumentou com a adição de farinha de resíduo, assim como a intensidade do vermelho (a*) e do amarelo (b*), indicando uma coloração marrom.

Os teores de lipídeos variaram significativamente ($p \leq 0,05$) com a adição de farinha de resíduo de goiaba. Formulações com maior quantidade de farinha de resíduo apresentaram menores teores de lipídeos, inversamente proporcionais. Santos et al.[21] encontrou valores entre 14,72 a 12,54 para biscoito tipo sequilho adicionado farinha da torta residual da polpa do pequi. Moura et al.[34] relataram valores de 2,70 a 3,76 g/100g em biscoitos com farelo de linhaça marrom, abaixo dos encontrados neste estudo.

Não houve diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) nos teores de proteínas entre os biscoitos com farinha de resíduo de goiaba. Santana et al.[31] encontraram valores de proteína entre 4,55 a 6,73 g/100g em biscoitos com farinha de casca de maracujá, similares aos resultados deste estudo.

Os biscoitos apresentaram cerca de 70% de carboidratos, sendo uma fonte importante de energia, mas que devem ser consumidos com moderação devido ao alto teor. Os valores de carboidratos totais foram comparáveis aos encontrados por Marquetti [35] em biscoitos com farinha de casca de jabuticaba (66,34 a 74,36 g/100g) e por Santos et al. [31] em biscoitos de farinha de buriti com aveia (69,00 a 74,43 g/100g). Baptista et al. [32] e Farias et al.[36] relataram valores inferiores em biscoitos com folha de Moringa oleífera e macambira, respectivamente.

O valor calórico elevado dos biscoitos é devido ao alto teor de carboidratos. Estudos sobre a composição nutricional de biscoitos regionais são escassos.

**Análise sensorial dos biscoitos adicionados de farinha do resíduo**

Conforme os dados coletados pelo questionário aplicado, dos 192 provadores a sua maior parte era de mulheres (34% homens); com faixa etária predominante entre 25 a 30 anos; possuindo escolaridade de 47% de ensino médio, 33% de ensino superior 12% de ensino fundamental e 8% de Pós-graduação.

A maioria dos indivíduos apresenta frequência média de consumo de biscoito de 3 a 4 vezes por semana, preferindo biscoitos doces (23% de salgado e 2% preferem os dois tipos), sendo que utilizam como acompanhamento para o consumo do biscoito leite.

A maioria dos provadores afirmou ter conhecimentos sobre os benefícios da ingestão de fibras. Os benefícios mais citados pelos provadores foram melhoramento do funcionamento do intestino e importante para uma alimentação saudável demonstrando que esses são os efeitos mais bem divulgados dessas substâncias. Contudo, muitos provadores demonstraram conceitos errados a esse respeito. Grande parte dos participantes afirmou que as fibras apresentam efeito de emagrecimento, este efeito pode ter sido confundido com o retardamento do esvaziamento gástrico, provocando assim maior sensação de saciedade diminuindo o consumo de alimentos. Pelos presentes dados, pode-se constatar a carência de maiores esclarecimentos dos reais benefícios da ingestão de fibras por meio de campanhas, a exemplo do que já é feito para temas.

Os provadores também relataram seus hábitos em relação ao consumo de biscoitos ricos em fibras. Revelou-se que os mesmos não possuem o hábito de consumir biscoitos ricos em fibras.

A Tabela 4 apresenta as médias de cada atributo avaliado por amostra, assim como também os resultados para o teste de Tukey. Podemos dividir as médias nas seguintes regiões de aceitação (6 = gostei ligeiramente a 9 = gostei muitíssimo), indiferença (5 = nem gostei/ nem desgostei) e rejeição (1 = desgostei muitíssimo a 4 = desgostei ligeiramente) da escala hedônica.

Tabela 4. Atributos sensoriais de biscoitos elaborados com farinha de resíduo de polpa de goiaba em diferentes proporções.

| **Atributo** | **Biscoito Adicionado de Farinha do Resíduo** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 15% | 20% | 25% | 30% |
| Cor | 6,92$^{b}$ | 7,50$^{a}$ | 7,36$^{a}$ | 6,49$^{c}$ |
| Aroma | 7,03$^{a}$ | 6,84$^{a}$ | 7,22$^{a}$ | 7,09$^{a}$ |
| Textura | 4,88$^{c}$ | 7,64$^{a}$ | 7,44$^{a}$ | 5,69$^{b}$ |
| Sabor | 6,41$^{b}$ | 7,53$^{a}$ | 7,49$^{a}$ | 6,46$^{b}$ |
| Impressão Global | 6,26$^{b}$ | 7,55$^{a}$ | 7,41$^{a}$ | 6,21$^{b}$ |

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Um dos primeiros atributos observados pelo consumidor no momento da aquisição ou consumo de biscoitos é a cor, afetando assim aceitabilidade do produto como um todo (Zoulias et al. 2000). Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as formulações 20% e 25%, para o atributo cor, elas também obtiveram as maiores médias para a dada característica. A cor recebeu melhores avaliações em relação aos demais atributos, situando-se na região de aceitação.

As médias obtidas pelo atributo aroma dos biscoitos tipo sequilho adicionado por farinha de resíduo de goiaba variaram de 6,84 a 7,22 não apresentando diferença estatísticas ($p \leq 0,05$). Foi possível observar que o grau de aceitação quanto ao aroma dos biscoitos diminuiu na formulação com adição de 20% farinha do resíduo de polpa de, sendo que a maior média foi obtida pelo biscoito com 25% de adição de farinha.

Observando as médias alcançadas para o parâmetro de textura pode-se constatar que não há diferença significativa entre as formulações de 20 e 25%, havendo diferença ($p \leq 0,05$) entre o de 15 e 30%. Foi possível observar que as maiores médias referentes ao atributo de textura dos biscoitos foram obtidas nas formulações com quantidade de farinha de resíduo de polpa de goiaba intermediaria.

A média quanto ao atributo sabor dos biscoitos tipo sequilho, adicionado de farinha de resíduo de polpa de goiaba, variou de 6,41 (para adição de 15% de farinha) a 7,53 (para adição de 20% de farinha). Foi possível observar que assim como nos demais atributos não houve uma interação entre o atributo e a quantidade de farinha adicionada, isso se dá possivelmente pela falta de treinamento dos provadores.

A Figura 1 apresenta o gráfico das médias para cada atributo das amostras analisadas. Para substanciar a aceitabilidade demonstrada pelos provadores quanto aos biscoitos, a Figura 1 esclarece o perfil sensorial de cada atributo, representada pelas linhas, demonstrando uma maior concentração nas extremidades, onde se encontram as notas mais positivas, o que confirma a aceitação do produto. Nesse mesmo gráfico é possível observar que o atributo que recebeu as menores notas foi a textura e as maiores no aroma. Essas observações podem indicar que a adição de farinha de resíduo de polpa de goiaba é benéfica para o atributo aroma e nem tanto para a textura.

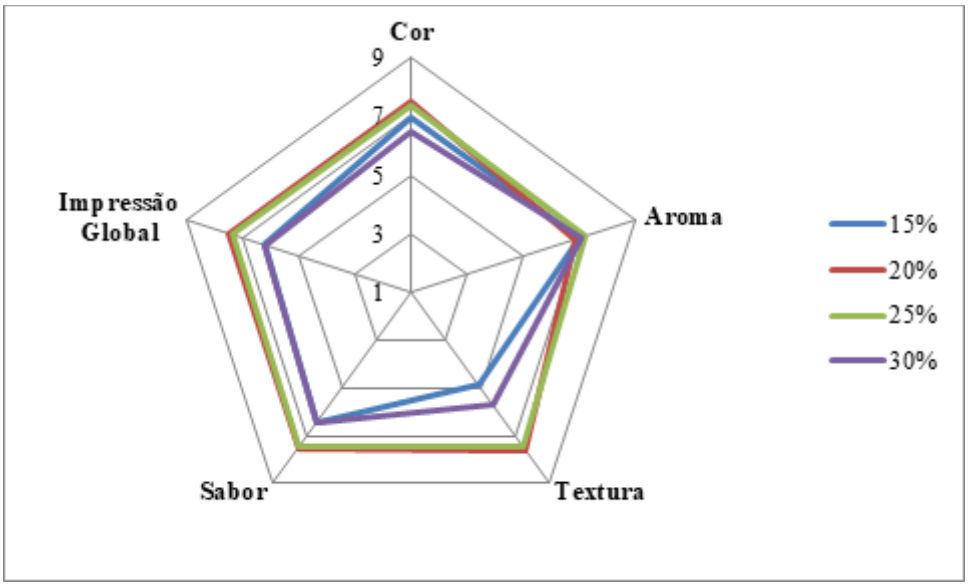



Figura 1. Representação gráfica dos resultados da Análise Sensorial para o teste de Aceitação.

Na Figura 2 aborda-se a intenção de compra do biscoito tipo sequilho adicionado de farinha de resíduo de polpa de goiaba nas seguintes proporções de 15, 20, 25 e 30%. O biscoito com 25% de adição de farinha conforme os provadores com maior nota de intenção de compra com nota 4,00, seguido do de 20% com 3,71, como avaliação "talvez comprasse/ talvez não comprasse". Para o biscoito com 15% obteve-se como avaliação de intenção de compra "provavelmente não compraria".

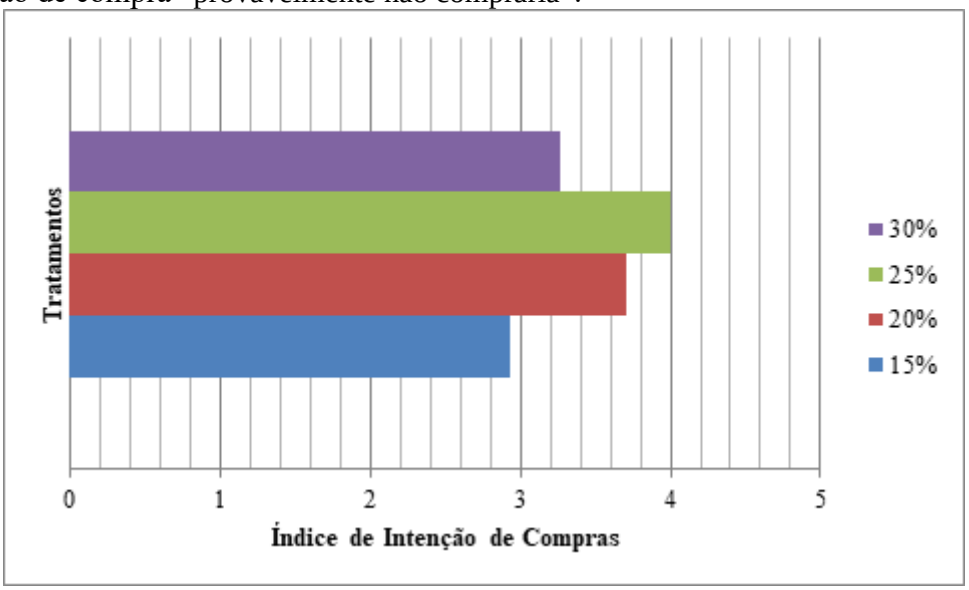



Figura 1. Índice de intenção de compra dos biscoitos adicionados de farinha de resíduo de polpa de goiaba.

Os índices de aceitabilidade de todos os atributos analisados encontram-se na Figura 3 dos biscoitos tipo sequilhos adicionados com resíduos de polpa de goiaba.

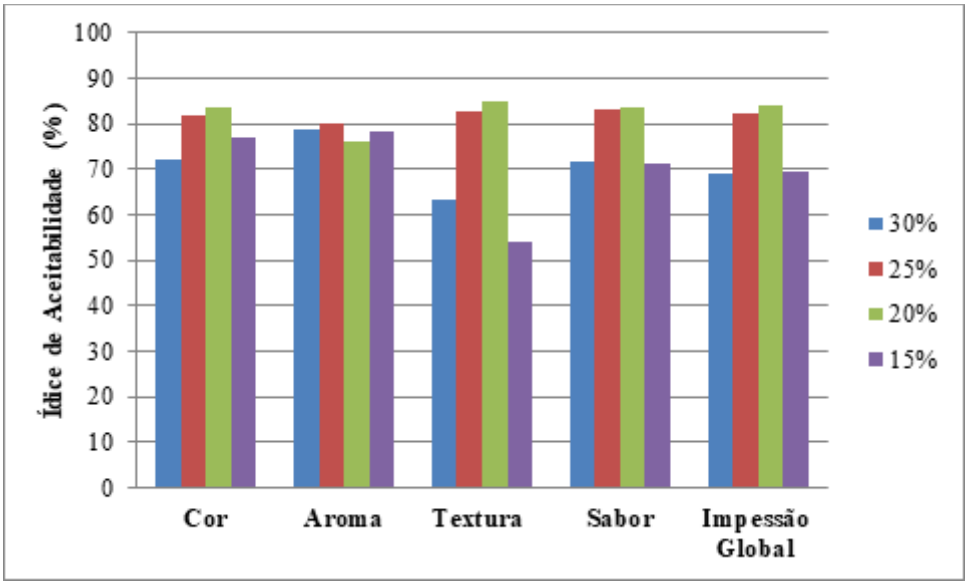



Figura 3 – Índice de intenção de aceitabilidade dos biscoitos adicionados de farinha de resíduo de polpa de goiaba para cada atributo.

Os produtos são avaliados como aceitos em seus atributos sensoriais quando atingem índice de aceitabilidade de no mínimo 70% (DUTCOSKY, 2011). Em relação aos parâmetros aplicados, as formulações de 15 e 30% não podem ser consideradas aceitas, em ambas as amostras os atributos que obtiveram menores IA foram a textura e a impressão global.

Foi observado que apesar das diferentes concentrações de farinha do resíduo adicionada, não foi observada diferença visual no atributo aroma, as formulações 15, 20, 25 e 30% apresentaram índices de aceitação 76,85, 83,33, 81,77 e 72,16%, respectivamente, indicando que o aumento adição de farinha do resíduo não se altera a percepção desse atributo.

## Conclusão

A farinha de resíduos da goiaba apresentou, de acordo com os resultados obtidos, promissora potencialidade tecnológica para a aplicação na elaboração de biscoito tipo sequilhos, além de ser uma alternativa de baixo custo para o enriquecimento de outros tipos de produtos alimentícios.

Diante dos resultados, verificou-se que a utilização da farinha de resíduos da goiaba nas formulações de biscoitos tipo sequilho, viabiliza a aceitação do produto pelos consumidores, uma vez que os resultados obtidos na análise sensorial para a formulação de 20 % e 25 % de resíduo apresentaram uma boa qualidade sensorial e de aceitabilidade satisfatória.

## Referências

1. **IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção agropecuária. *IBGE*; 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/goiaba/br. Acesso em: 05 jul. 2024.
2. Ribeiro BB. Aspectos comerciais da cultura da goiaba no Brasil [tese de graduação]. Brasília: *Universidade de Brasília*; 2021. 37 p.

3. Soares ESR. Caracterização nutricional de resíduos agroindustriais da goiaba para frangos de corte [dissertação]. Recife: *Universidade Federal Rural de Pernambuco*; 2017. 13 f.
4. **Instituto Adolfo Lutz**. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 4ª ed. Brasília (DF): *IAL*; 2008.
5. Dutcosky SD. Análise Sensorial de Alimentos. 3ª ed. Curitiba: *Champagnat*; 2011.
6. Almeida RL, Santos NC, Pereira TS, Silva VM, Cabral MB, Barros ER, et al. Determination of bioactive compounds and physicochemical composition of jabuticaba bark flour obtained by convective drying and lyophilization. *Research, Society and Development*. 2020;9(1)
7. . https://doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1876. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1876. Acesso em: 18 jun. 2024.
8. Abud AKS, Narain N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2009;12(4):257-65.
9. Vieira KH, Lima FR, de Melo R, Pereira KC, Oliveira CD, Mendes CF, et al. Caracterização da farinha de semente de abóbora obtida por secagem em micro-ondas e estufa. *Brazilian Journal of Development*. 2021;7(3):22267–83. https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-100.
10. **Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC N° 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF; 23 de setembro de 2005.
11. Gava AJ, Silva CAB, Frias JRG. Tecnologia de alimentos princípios e aplicações. *Nobel*; 2007.
12. Silva PVB, Gomes JP, Paiva YF, Araújo KTA, Silva JG. Secagem do Resíduo do Pseudofruto do Cajueiro para Produção de Farinhas. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 2024;17(1):413-27.
13. Evangelista RM, Vieites RL. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba congelada, comercializada na cidade de São Paulo. *Segurança Alimentar e Nutricional*. 2006;13(2):76-81.
14. Cecchi HM. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. *Campinas: Editora da Unicamp*; 2007.
15. Sousa MSB, Vieira LM, Silva MJMS, Lima A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de frutas tropicais. *Ciência e agrotecnologia*. 2011;35(4):554.
16. Duarte SG, Almeida FV, Valério GBR, Dorini LF, Gomes VM, Costa SM, et al. Biscoito tipo cookie com adição de farinha de resíduos de frutas. *Exatas Online*. 2021;12(1):23-37.
17. Pereira CTM, Silva CRP, Lima A, Pereira MP, Costa CN, Neto AAC. Obtenção, caracterização físico-química e avaliação da capacidade antioxidante in vitro da farinha do resíduo de acerola (*Malpighia glabra* L.). *Acta Tecnológica*. 2013;8(2):50-6.
18. Pinho LX, Afonso MRA, Carioca JOB, Costa JMC, Rybka ACP. Desidratação e aproveitamento de resíduo de pedúnculo de caju como adição de fibra na elaboração de hambúrguer. *Alimentos e Nutrição*. 2011;22(4):571-6.

19. Leite DFL, Aguiar EM, Holanda JS, Rangel AHN, Lopes IPA, Medeiros VB, et al. Valor nutritivo do resíduo de caju desidratado associado a diferentes concentrados. *Acta Veterinária Brasílica*. 2013;7(1):66-72.
20. **TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos/NEPA-UNICAMP**. 2. ed. Campinas, SP: *NEPA-UNICAMP*; 2006. 113 p.
21. Borges AM, Pereira J, Lucena EMP. Caracterização da farinha de banana verde. *Ciências e Tecnologia de Alimentos*. 2009;29(2):333-9.
22. Santos CA, Ribeiro RC, Silva EVC, Silva NS, Silva BA, Silva GF, et al. Elaboração de biscoito de farinha de buriti (*Mauritia flexuosa* L. F.) com e sem adição de aveia (*Avena sativa* L.). *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. 2011;5(1):262-73.
23. Perez PMP, Germani R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2007;27(1):186-92.
24. Moraes KS, Zavareze ER, Miranda MZ, Salas-Mellado MM. Avaliação tecnológica de biscoitos tipo cookie com variações nos teores de lipídio e de açúcar. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2010;30:233-42.
25. Soares Júnior MS, Reis RC, Bassinello PZ, Lacerda DBC, Koakuzu SN, Caliari M. Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de casca de pequi. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 2009;39(2):98-104.
26. Perin EC, Schott IB. Utilização de farinha extraída de resíduos de uva na elaboração de biscoito tipo cookie [tese de doutorado]. Francisco Beltrão: *Universidade Tecnológica Federal do Paraná*; 2011. 62 f.
27. Ascheri DPR, Ascheri JLR, Mota RDP, Pereira LD, Silva MN, Modesta RCD. Farinha de bagaço de jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba* Berg) e sua incorporação em biscoitos. In: 46 Congresso Brasileiro de Química; 2006; Salvador, Bahia.
28. Fasolin LH, Almeida GC, Castanho PS, Netto-Oliveira ER. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2007;27(3):787-92.
29. Gaspar PB, Spoto MHF, Borges MTMR, Bernardi MRV. Elaboração de farinhas e biscoitos com resíduos da agroindústria familiar. *Brazilian Journal of Development*. 2020;6(5):25488–506. doi: 10.34117/bjdv6n5-123.
30. Giovanella C, Schlabitz C, Souza CFV. Caracterização e aceitabilidade de biscoitos preparados com farinha sem glúten. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. 2013;7(1):965-76.
31. Reineri D, Valente JS. Aproveitamento tecnológico do subproduto da fermentação alcoólica de *Hovenia dulcis* na elaboração de biscoitos tipo cookie [tese de graduação]. Pato Branco: *Universidade Tecnológica Federal do Paraná*; 2013. 46 f.
32. Santana FC, Silva JV, Santos AJAO, Alves AR, Wartha ERS, Marcellini PS, et al. Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição parcial da farinha de trigo por farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) e fécula de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*). *Alimentos e Nutrição*. 2011;22(3):391-9.
33. Baptista ATA, Silva MO, Bergamasco R, Vieira AMS. Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com folha de *Moringa oleífera*. *B.CEPPA*. 2012;30(1):65-74.
34. Santana MFS, Gonçalves LMF, Oliveira CGM. Caracterização química e sensorial de biscoitos enriquecidos com farinha de mesocarpo do babaçu. In:

Simpósio Latino Americano de Ciência dos Alimentos; 2007; Campinas. CD-ROM.

35. Moura CC, Peter N, Schumacker BO, Borges LR, Helbig E. Biscoitos enriquecidos com farelo de linhaça marrom (*Linum usitatissiumun* L.): valor nutritivo e aceitabilidade. *Demetra: alimentação, nutrição & saúde*. 2014;9(1):71-81.
36. Marquetti C. Obtenção e caracterização de farinha de casca de jabuticaba (*Plinia cauliflora*) para adição em biscoito tipo cookie [dissertação]. Londrina: *Universidade Tecnológica Federal do Paraná*; 2014. 117 f.
37. Farias NS, Cavalcanti MT, Eller SCWS, Feitosa VA, Florentino ER. Elaboração de biscoitos tipo cookie enriquecido com macambira (*Bromélia laciniosa*). *Revista Verde*. 2011;6(4):50-7.

**Capítulo 72**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-72**

# AVALIAÇÃO DA ACEITAÇÃO SENSORIAL DE BANANA CHIPS COM DIFERENTES TEORES DE SAL

**João Ícaro Sá Medeiros*; José Renan de Oliveira Eduardo ; Valdecir Viana Silva; Marina Cabral Rebouças**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: icarosa@aluno.unilab.edu.br*

**Resumo:** A banana, fruto de uma planta herbácea, é reconhecida como uma excelente fonte de energia, minerais e vitaminas, sendo objeto de diversos estudos que exploram seu potencial na produção de chips em diferentes estágios de maturação. Tendo em vista isso, este estudo teve como objetivo avaliar a aceitação sensorial de chips de banana com diferentes concentrações de sal. Utilizaram-se bananas do tipo prata, completamente verdes, selecionadas visualmente e higienizadas antes de serem fatiadas em rodelas e fritas para obtenção dos chips, os quais foram salgados com três concentrações distintas de sal refinado, com 1%, 1,5% e 2%. A avaliação sensorial ocorreu no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, utilizando escalas para avaliar sabor, crocância e impressão global dos chips, bem como a intenção de compra e a idealidade do gosto salgado. Os resultados foram analisados utilizando estatística descritiva no *software* GraphPadPrism, após serem armazenados em uma planilha do *Microsoft Excel*® 2019. Dos 64 participantes do estudo, 59,4% eram do sexo feminino, com 54,7% na faixa etária de 18 a 28 anos e 70,3% com ensino médio completo. Os resultados indicaram uma boa aceitação para todas as amostras, destacando-se a amostra C pela melhor intenção de compra e pela idealidade do gosto salgado.

**Palavras–chave:** Análise sensorial; Banana chips; *Musa*.

## INTRODUÇÃO

A banana (*Musa spp.*) é o fruto de uma planta herbácea que foi originalmente cultivada na Ásia, região do Mediterrâneo e África, cerca de quatro mil anos atrás. Este fruto foi trazido ao Brasil pelos colonos portugueses e adaptou-se facilmente ao clima tropical. Desde então, a banana conquistou o paladar da população, tornando-se uma das frutas mais consumidas no país. Além disso, o Brasil se destaca como um dos maiores produtores mundiais de banana, ocupando o terceiro lugar no *ranking* global, com uma produção de 6.700.134 toneladas somente em 2018[1,2].

Santos e Souza[3] destacam em seu estudo que a banana é amplamente aceita pela população devido aos seus aspectos sensoriais e valor nutricional, sendo uma excelente fonte de energia, minerais e vitaminas. Os autores também observaram que os diferentes estágios de maturação da banana apresentam variações significativas em seus aspectos sensoriais, o que influencia a preferência dos consumidores. Essa versatilidade, combinada com seus benefícios nutricionais, contribui para a popularidade e consumo constante do fruto em diversas faixas etárias e contextos sociais.

Reconhecendo os benefícios nutricionais, a vasta produção e o baixo custo da banana, muitos estudos têm desenvolvido chips a partir deste fruto em diferentes estágios de maturação. Esses chips podem ser preparados de forma doce ou salgada, utilizando processos de desidratação ou fritura, com quantidades padronizadas conforme o fabricante[1,4].

A hipertensão arterial é um dos principais problemas de saúde pública da atualidade. Estudos indicam que o aumento do número de pessoas hipertensas está associado ao consumo excessivo de sódio nos alimentos[5,6]. Atualmente, um dos maiores desafios para a indústria alimentícia é a redução do sal nos produtos, especialmente em refeições menores, como os chips de banana. O sal não apenas distribui aromas e corantes, mas também é crucial para realçar o sabor, o que pode influenciar a aceitação do produto pelos consumidores[7].

De acordo com Alves[8], a aceitação de produtos pelos consumidores refere-se ao grau de aprovação e satisfação do público em relação a um produto específico, no qual os aspectos mais avaliados em pesquisas para entender as preferencias e expectativas dos consumidores são sabor, textura, aparência, aroma, embalagem, preço e a percepção geral de qualidade. O autor salienta ainda que a aceitação de um produto é crucial e influencia diretamente o consumidor em sua decisão de compra e a lealdade dele.

Dado o número limitado de estudos que investiguem a aceitação de chips de banana com diferentes concentrações de sal e considerando as questões relacionadas ao consumo de sódio, este estudo teve como objetivo avaliar a aceitação sensorial de chips de banana com diferentes concentrações de sal.

## MATERIAL E MÉTODOS

As bananas utilizadas como matéria-prima para a elaboração desse estudo foram do tipo prata, totalmente verdes.

Para a elaboração dos chips de banana seguiu-se o fluxograma presente na Figura 1 (INSERIR FLUXOGRAMA).

Os frutos foram selecionados visualmente, sendo descartados os que possuíam algum tipo de injúria, sendo, em seguida higienizadas em solução clorada.

Após o processo de higienização, as bananas foram levadas uma panela com água fervente, na qual passaram 10 minutos, com o intuito de facilitar o seu descascamento. Posteriormente à fervura, as frutas foram descascadas e fatiadas em rodelas, na espessura de 1,5 mm, com o auxílio de um fatiador de vegetais. As fatias foram colocadas numa solução de ácido cítrico a 0,5% com o objetivo de evitar o seu escurecimento até o momento da fritura.

As bananas foram retiradas da solução de ácido cítrico e enxugadas para retirar o excesso de umidade. Logo após, foram fritas em óleo de soja a 180°C por 3 minutos e 30 segundos, com o excesso de óleo da fritura sendo absorvido por papel toalha.

Após obtenção dos chips, estes foram salgados com três diferentes concentrações percentuais de sal refinado, 1,0% (Amostra A), 1,5% (Amostra B) e 2,0% (Amostra C), e embalados em sacos de polietileno transparentes com capacidade para 30g. Os chips ficaram armazenados em temperatura ambiente até o momento da realização da análise sensorial.

A avaliação sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB).

A aceitação do sabor, crocância e impressão global dos chips foi avaliada por meio do teste de escala hedônica mista de 9 pontos (9 = “gostei muitíssimo”; 1 = “desgostei

muitíssimo"). A intenção de compra com relação as amostras foram medidas mediante escala de atitude de compra estruturada mista de 5 pontos (5 = "certamente compraria"; 4 = provavelmente compraria; 3 = "tenho dúvidas se compraria"; 2 = "provavelmente não compraria" e 1 = "certamente não compraria")[9]. Com o intuito de avaliar a idealidade do gosto salgado foi utilizado o teste de escala do ideal mista de 9 pontos (+4 = "extremamente mais salgado do que o ideal"; 0 = "ideal"; - 4 = "muito menos salgado do que o ideal").

As amostras foram avaliadas por 64 participantes não treinados, de ambos os sexos, com idade acima de 18 anos. As amostras foram apresentadas seguindo-se um delineamento de blocos completos e balanceados, de forma monádica sequencial. Para degustação das amostras, as mesmas foram servidas em copos codificados com três dígitos aleatórios.

Os resultados foram armazenados em uma planilha do *Microsoft Excel*® 2019 e, posteriormente, exportados para o *software* GraphPadPrism, versão 10.0, no qual efetuou-se uma estatística descritiva, com frequências absolutas e relativas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os dados sociodemográficos dos participantes do estudo, notou-se que a maioria dos indivíduos eram do sexo feminino (59,4%; n = 38), com faixa etária entre 18 e 28 anos (54,7%; n = 35) e com o ensino médio completo (70,3%; n = 45) (Tabela 1). Tais resultados podem ser explicados pelo fato de que esses indivíduos representam a maioria das pessoas encontradas no ambiente universitário, conforme foi descrito no estudo de Mariuzzo[10].

Tabela 1 – Aspectos sociodemográficos dos participantes do estudo.

| Variáveis | | N | % |
|---|---|---|---|
| **Sexo** | | | |
| | Masculino | 26 | 40,6 |
| | Feminino | 38 | 59,4 |
| **Faixa etária** | | | |
| | 18 a 28 | 35 | 54,7 |
| | 29 a 39 | 12 | 18,8 |
| | 40 a 50 | 9 | 14,1 |
| | 51 a 61 | 6 | 9,4 |
| | ≥62 | 2 | 3,1 |
| **Escolaridade** | | | |
| | Ensino fundamental incompleto | 3 | 4,7 |
| | Ensino fundamental completo | 7 | 10,9 |
| | Ensino médio incompleto | 6 | 9,4 |
| | Ensino médio completo | 45 | 70,3 |
| | Educação superior incompleto | 1 | 1,6 |
| | Educação superior completo | 2 | 3,1 |

Fonte: Autoria própria, 2024.

Ao analisar as respostas dos participantes sobre o sabor dos diferentes chips, a amostra B, com uma concentração de sal de 1,5%, apresentou uma aceitação de 90,7%, enquanto a amostra com 1% de sal teve a menor aceitação, com 87,6%. Embora não tenha sido realizada uma análise estatística de variância para confirmar diferenças

estatisticamente significativas, observa-se que a amostra B teve a melhor aceitação (Figura 1). Segundo Santos e Souza[3], um produto é considerado bem aceito quando apresenta um índice de aceitação superior a 70%. Portanto, pode-se concluir que, no atributo sabor, todas as concentrações de sal apresentaram uma boa aceitação.

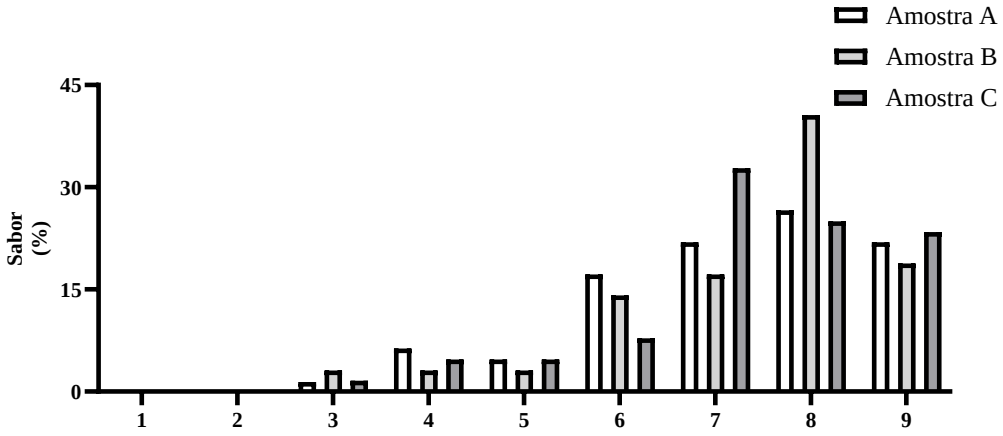



Figura 1 – Análise sensorial do atributo sabor das diferentes concentrações de sal.
Fonte: Autoria própria, 2024.

Quando os participantes foram questionados sobre a crocância das amostras, inferiu-se que, diferentemente do atributo sabor, a amostra com maior concentração de sal apresentou o melhor índice de aceitação, com 98,5%, seguida pela amostra com menor concentração, com 95,3% (Figura 2). Logo, não se pode atribuir a crocância aos teores de sal das amostras, em concordância com estudos realizados que observaram não haver relação entre esses fatores. Neste caso, a crocância pode estar atribuída ao processo de preparo dos chips[11,12]. Além disso, como destacado anteriormente, todas as amostras apresentaram um bom índice de aceitação.

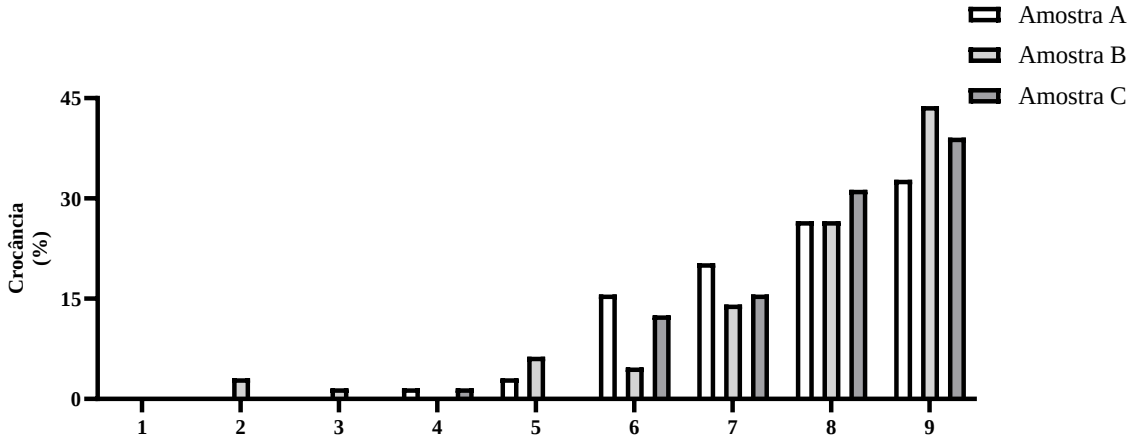



Figura 2 – Análise sensorial do atributo crocância das diferentes concentrações de sal.
Fonte: Autoria própria, 2024.

De modo geral, os participantes deste estudo avaliaram os chips com maior concentração de sal com maior aceitação, registrando 95,3%, enquanto a amostra com menor teor de sal obteve 87,5%, sendo a menos avaliada em termos de aroma, textura, sabor e aparência, ou seja, na sua impressão global (Figura 3). Embora todos os índices de aceitação sejam superior a 70%, isto é, apresentem uma boa aceitação[3], não pode-se

afirmar que a concentração de sal influenciou significativamente a percepção dos consumidores sobre a qualidade geral dos chips.

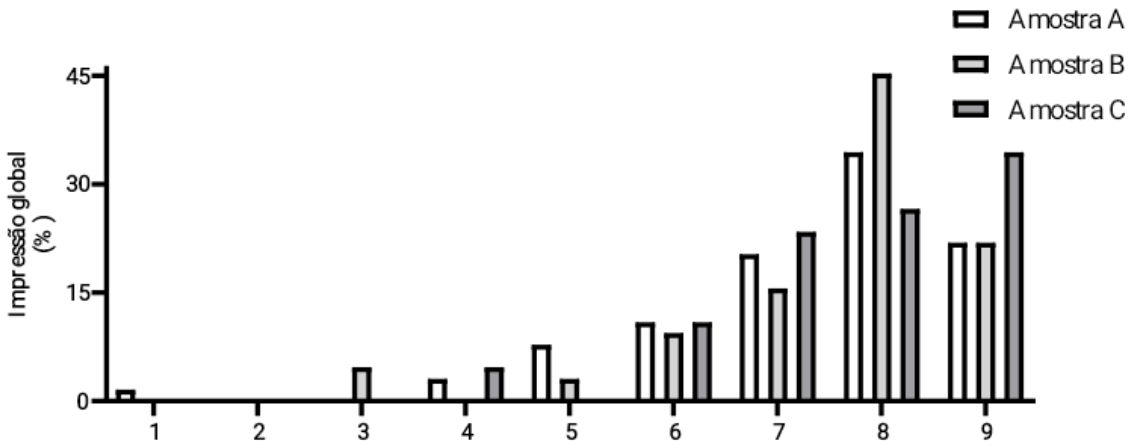



Figura 3 – Análise sensorial de modo geral das diferentes concentrações de sal.
Fonte: Autoria própria, 2024.

A intenção de compra é a probabilidade de que consumidores adquiram um produto, seja ele alimentar ou não, após serem expostos a ele[13]. Nesse estudo, ao avaliar a intenção de compra dos participantes, notou-se que a amostra com maior concentração de sal apresentou uma maior intenção de compra (62%). Além disso, percebeu-se que, muito embora a amostra A tenha apresentado uma boa aceitação no que se refere a sabor, textura, aroma e aparência, os participantes informaram, em sua maioria, que não possuíam intenção de compra (59%) (Figura 4). Esses resultados indicam que, embora a aceitação sensorial seja importante, outros fatores, como a concentração de sal, podem influenciar significativamente a intenção de compra dos consumidores[1].

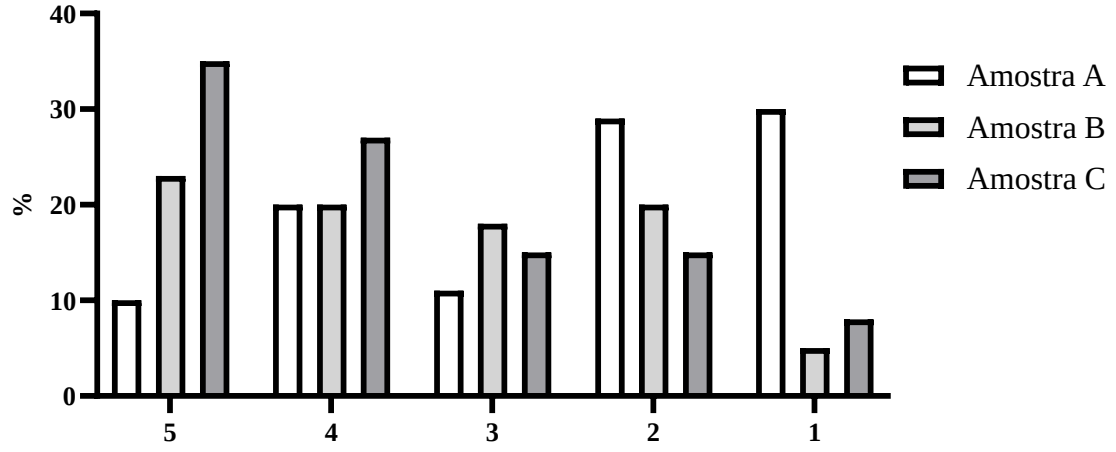



Figura 4 – Intenção de compra de chips de bananas com diferentes concentrações de sal.
Fonte: Autoria própria, 2024.

Por fim, os participantes foram questionados sobre a idealidade do gosto salgado dos chips, revelando que 75% dos entrevistados consideraram o gosto salgado da amostra C como ideal. Adicionalmente, observou-se que as amostras A e B foram consideradas menos fortes que o ideal por uma maior porcentagem de participantes (73% e 48%, respectivamente) (Figura 5). Este resultado corrobora com o estudo de Assis[7], onde a aceitação dos chips não foi significativamente afetada pela intensidade do sabor salgado.

No entanto, é possível que o hábito de consumo elevado de sal possa estar associado à preferência pela amostra C[14].

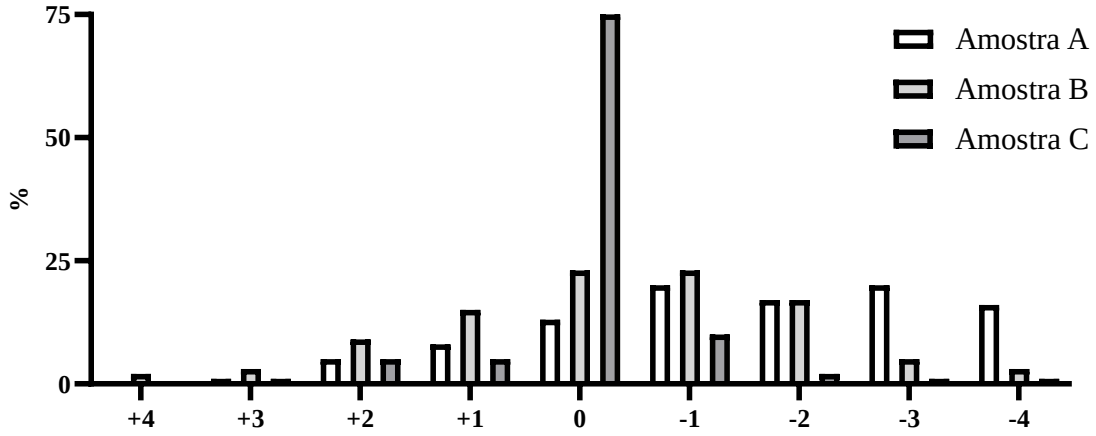



Figura 5 – Idealidade do gosto salgado de chips de bananas com diferentes concentrações de sal.
Fonte: Autoria própria, 2024.

## CONCLUSÕES

Nesse estudo foi possível avaliar a aceitação sensorial de chips de banana com diferentes concentrações de sal, revelando que a maioria dos participantes era do sexo feminino, com idade entre 18 e 28 anos e ensino médio completo. Todas as amostras alcançaram um bom índice de aceitação, destacando-se que a amostra C foi especialmente bem avaliada quanto à intenção de compra e idealidade do gosto salgado.

## REFERÊNCIAS

1. Campelo MES, Morais ACS, Silva JF, Sousa AMC, Souza JWN. Caracterização e aceitação sensorial de banana prata (*Musa paradisiaca*) produzida em sistemas orgânico e convencional. BJD. 2020;6(9):65623-40.
2. Batista EM, Souza PA, Costa FB, Moura CFH, Reges BM, Oliveira ZL, *et al*. Vida útil pós-colheita de bananas "Prata" armazenadas sob refrigeração. Res., Soc. Dev. 2021;10(15).
3. Santos MRL, Souza PB. Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial de chips de banana verde (*Musa spp.*). Scientific@ - Multidisciplinary Journal. 2020;7(1):1-7.
4. Anacleto A, Aguiar DL, Silva JM. Banana chips no litoral do Paraná: breve panorama sobre a produção e comércio. PRW. 2024;6(1):387-97.
5. Borges VM, Kimura L. Panorama da hipertensão arterial nos quilombos do Brasil: uma revisão narrativa. Physis. 2023;33.
6. Malta IDC, Tomie R, Bernal I, Ribeiro G, Dias A, Santos M, *et al*. Hipertensão arterial e fatores associados: Pesquisa Nacional de Saúde. Rev. Saúde Pública. 2022.
7. Assis FS. Estratégias de redução de sal: um estudo sensorial com consumidores [Dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2020.
8. Alves AC. Análise sensorial: uma revisão sobre os métodos sensoriais e aplicação dos testes afetivos em alimentos práticos para consumo [Trabalho de Conclusão de Curso]. Pato de Minas: Universidade Federal de Uberlândia; 2021.

9. Stone H, Sidel JL. Sensory Evaluation Practices. 3. ed. Food Science and Technology; 2004.
10. Mariuzzo P. Novas cores e contornos na Universidade - o perfil do estudante universitário brasileiro: país avança na inclusão de estudantes no ensino superior, mas políticas públicas precisam de aperfeiçoamentos, especialmente as de permanência. Cien. Cult. 2023;75(1):01-6.
11. Schena DP, Lima AR de, Dias LF, Pedrão MR, Seibel NF. Elaboração e caracterização de drageado de soja [*Glycine max* (L.)] com cobertura crocante e salgada. CED. 2023;15(9):8439-60.
12. Lopes R, Dacanal G. Classificação de crocância de alimentos secos por redes neurais artificiais. ENEMP. 2022.
13. Kotler P, Keller K. Administração de marketing. São Paulo: Pearson Education do Brasil; 2018.
14. Azevedo VVS, Souza LA de, Hunaldo VKL, Santos LH dos, Climaco GN, Sousa MS de, et al. Processamento e caracterização de chips de inhame saborizados. Journal of Biotechnology and Biodiversity. 2023;11(2):67–74.

**Capítulo 73**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-73**

# EFEITO ANTIMICROBIANO DO REVESTIMENTO DE OVOS COM EXTRATO DE PRÓPOLIS SOB *Salmonella entérica*

**Juliana De Carvalho Guimarães, Daniela Aguiar Penha Brito, Marcos André Mesquita Romeu, Emily Silva Silveira, Láyna Karine Pereira Launé Wandersson Freitas Rodriues Da Costa**

**Resumo:** A casca dos ovos é uma embalagem natural de proteção dos seus componentes comestíveis. Contudo, sua estrutura porosa tornam os ovos vulneráveis à contaminação de patógenos como *Salmonella spp.* após a postura. Os revestimentos naturais da casca dos ovos são uma forma de reduzir riscos de contaminação e prolongar a qualidade. Assim, objetivou-se avaliar a atividade antimicrobiana de revestimento de ovos com extrato de própolis sob a contaminação por *Salmonella enterica* subsp. *enterica* sorovar Enteritidis. O experimento utilizou 45 ovos de casca vermelha em quatro tratamentos de casca, sendo um controle negativo sem revestimento, controle contaminado com *Salmonella* Enteritidis sem revestimento, ovo contaminado e revestido com extrato etanólico de própolis marrom, ovo contaminado e revestido com extrato de própolis vermelho. O método de aplicação dos ovos foi por imersão dos ovos nos extratos de própolis marrom (20%) e vermelha (11%). Foram avaliadas a presença de *Salmonella* Enteritidis na casca em 2 e 24 horas e em 7 e 21 dias após revestimento. Os extratos de própolis marrom e vermelho mostraram eficácia na inibição de *Salmonella* Enteritidis na superfície dos ovos de armazenamento. No entanto a bactéria foi detectada no conteúdo interno dos ovos após 21 dias de armazenamento. Constata-se no estudo que os revestimentos com os extratos inibiram a contaminação por 7 dias de armazenamento. Recomenda-se novos estudos abordando diferentes concentrações que possam garantir a eliminação da *Salmonella* Enteritidis e garantindo efeitos eficazes para melhorar a impermeabilidade da casca e a qualidade interna do ovo.

Palavras-chave: ovos; revestimento; *Salmonella*; própolis

## INTRODUÇÃO

O ovo é considerado uma fonte nutricional completa por ser uma das principais fontes de proteína de origem animal. Contendo em sua composição vitaminas, gorduras e aminoácidos de alto valor biológico (1). Destaca-se por sua imensa disponibilidade de atender todas as classes sociais, pois é de fácil aquisição, baixo custo, além de ajudar a melhorar os aspectos nutricionais do alimento à população (2).

A casca do ovo é considerada como uma biocerâmica porosa cuja função é proteger o conteúdo interno do ovo e impedir a entrada de microrganismos (3). Apesar da sua aparência compacta, a casca do ovo possui porosidades que permitem ao longo do

tempo, a perda de umidade e o dióxido de carbono causando alterações irreversíveis e gradativas nos componentes internos do ovo (4). Essas condições fragilizam as barreiras naturais de proteção do ovo e como são ricos em água e diversos nutrientes, favorecem condições propícias a invasão e desenvolvimento de fungos e bactérias (5). A perda de qualidade por ser um acontecimento intensificado principalmente por altas temperaturas ou armazenamento inadequado dos ovos (6).

As doenças transmitidas por alimentos (DTA) constituem um problema de saúde crescente em todo o mundo. Os principais fatores são o crescimento populacional junto com processos irregulares da produção dos alimentos em grande escala para atender a demanda da população (7). A presença de *Salmonella* spp. em ovos e carne de frango é identificada como uma das principais causas de surtos de infecção de origem alimentar em todo mundo. As salmoneloses humanas são distúrbios do trato gastrointestinal manifestados por sintomas como diarreia, dor abdominal, calafrios, dores de cabeça e desidratação, porém em casos graves pode provocar sepse e morte (8).

O processo de contaminação dos ovos por *Salmonella* spp. Pode ocorrer de duas formas: durante a formação no trato reprodutor infectado da galinha ou por penetração dos poros da casca contaminada com fezes das aves (9). Essa contaminação externa da casca é um fator de perigo biológico, visto que pode provocar a contaminação cruzada em ambientes de manipulação deste alimento (10)

Diante dos problemas ligados a qualidade do ovo e problemas a saúde pública, torna-se essencial pesquisar tecnologias que possam melhorar a qualidade e segurança desse alimento (11). Dessa maneira, o revestimento da casca de ovos é uma tecnologia que utiliza um material biodegradável que limita a troca gasosa e pode estender a qualidade do ovo (12). Os principais objetivos da utilização de revestimentos para ovos são minimizar os problemas relacionados a contaminação microbiana, diminuir as perdas de água e dióxido de carbono e aprimorar as propriedades da permeabilidade da casca (13). Ao utilizar revestimentos de fontes naturais em alimentos, é possível tanto manter a qualidade quanto promover a aceitação de um alimento livre de agentes químicos no comércio (14). O uso associado de substância antimicrobianas naturais associadas aos filmes do revestimento pode aumentar a capacidade conter patógenos na casca dos ovos.

Dentre esses produtos, a própolis, originária de abelhas da espécie *Apis mellifera*, é amplamente reconhecida por suas diversas características terapêuticas como atividades biológicas de atividade antibacteriana, antiviral, anti-inflamatória, antifúngica e até anticancerígeno (15). Isso devido a própolis ser formada a partir da combinação de diversos balsâmicos resinosos, gomosos e, de consistência viscosa, coletados pelas abelhas de brotos, cascas de árvores ou outros e misturados com suas enzimas salivares (16). De modo geral, as propriedades antimicrobianas da própolis estão associadas aos flavonoides, ácidos fenólicos, terpenos e ésteres presentes na sua composição (17). A cor da própolis depende da sua origem e pode variar do marrom escuro, passando pelo tom esverdeado, até o marrom avermelhado, além disso, apresentando variações em seus componentes antimicrobianos (18). A atividade da própolis sobre *Salmonella* spp. têm sido estudada com efeito antimicrobiano variado entre os sorovares (19).

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no laboratório de Microbiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão. Foi utilizada uma cepa de *Salmonella*

*enterica* sorovar Enteritidis (SE), isolada de produto de origem avícola, mantida em congelamento -18°C em glicerol 20%. A cepa foi reativada antes do experimento em caldo infusão cérebro e coração (BHI) a 30 °C por 18 horas. Após esse período, a cepa de SE foi plaqueada em ágar verde brilhante e incubada as placas a 37°C por 18 a 24 horas.

Após crescimento bacteriano, foi inoculada Unidades Formadoras de Colônia (UFC) em 5 mL de solução salina a 0,85%, até que a turvação da suspensão fosse ajustada por comparação visual à suspensão padrão 0,5 da escala de McFarland, correspondente a $10^8$ células/mL (20).

Foi realizada a extração de uma própolis de coloração marrom, fornecida por um apiário provenientes da região Nova Olinda do Maranhão do estado do Maranhão, por método de maceração. Pesaram-se 20 g da própolis, sendo acrescido de uma solução hidroetanólica 80% (160 mL de álcool e 40 mL de água destilada). A solução foi colocada em banho-maria a 65°C por três dias. Após este período o extrato foi filtrado em papel filtro nº 3 e a parte liquida conduzida à refrigeração até o momento do teste.

Foi obtida ainda um extrato de própolis vermelha comercial, com padrão de qualidade conforme o "Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Extrato de Própolis" do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (21)

Para a determinação da CIM foi utilizado o método de microdiluição em placas de 96 poços (CLSI), sendo testadas 11 concentrações de cada extrato de própolis, variando de 0,1 a 100 mg/mL. Foi adicionado 100 µL do extrato de própolis e realizadas diluições seriadas nos poços, então acrescido 100 µL da cultura de SE, obtendo-se um volume total de 200 µL por poço. As placas foram incubadas a 37ºC por 21±3 horas. Para a determinação da CBM foi feita semeadura uma alíquota de 10 µL de cada poço em ágar Verde Brilhante e incubadas a 37ºC por 21±3 horas. Assim, a CBM foi obtida a partir da menor concentração capaz de provocar eliminação bacteriana.

Logo após a realização da CBM, foi adicionada em cada poço uma solução de resazurina (0,1% m/v) utilizada para determinar a viabilidade dos microrganismos após a exposição à própolis. Foi adicionado 20 µL por poço da solução e realizada a leitura pela mudança de cor em até duas horas. A CIM foi definida a partir da menor concentração de cada extrato de própolis capaz de promover a inibição do crescimento visível de um microrganismo no teste de sensibilidade. Todos os testes experimentais foram realizados em triplicata.

Foram coletados, aleatoriamente, 45 ovos íntegros de casca vermelha frescos de poedeiras comerciais, com 42 semanas de vida, criadas em sistema de gaiolas, do setor de avicultura de postura do IFMA. Os ovos foram transportados para o Laboratório de Microbiologia, onde foram distribuídos em quatro tratamentos:

| | |
|---|---|
| **T1** | ovo sem revestimento e sem contaminação por SE (controle negativo) |
| **T2** | contaminado por SE e sem revestimento (controle positivo) |
| **T3** | ovo contaminado por SE com revestimento contendo extrato etanólico de própolis marrom |
| **T4** | ovo contaminado por SE com revestimento contendo extrato de própolis vermelho |

Ovos dos tratamentos para revestimento foram lavados com uso de uma escova com cerdas macias sob água potável corrente por 30 segundos à temperatura ambiente (25°C) para remover a sujeira visível. Depois foram mantidos para secagem sob uma capela de fluxo laminar para 15 minutos. Cada ovo foi inoculado com 200 µL da cultura de SE, esfregados com um swab descartável e deixados secar por 30 minutos antes de aplicar os tratamentos de revestimento.

Cada ovo foi imergido em uma bolsa estéril contendo 5 mL da solução de extrato de própolis de cada tratamento e mantido por 1 min. Então foram assepticamente deixados para secar em bandejas no fluxo laminar por 1 hora a 25°C. Os ovos foram armazenados em incubadora BOD a 27 °C, simulando o tempo e as condições térmicas comuns dos locais de venda no nordeste do Brasil.

As populações viáveis de SE e contagem de microrganismos aeróbios mesófilos na casca foram enumeradas após 2 e 24 horas de armazenamento, utilizando o método de enxaguadura da superfície de casca de três ovos de cada tratamento. Cada ovo foi transferido para um saco estéril contendo 25 mL de água peptonada tamponada e massageada suavemente à mão por 1 min. A solução da enxaguadura foi transferida para um frasco estéril, realizadas diluições seriadas e feito o plaqueamento em ágar verde brilhante. Após incubação a 37°C por 24 horas, foi realizada a enumeração de colônias típicas de *Salmonella*.

A contagem padrão de microrganismos aeróbios mesófilos foi pela técnica de semeadura em profundidade, utilizando-se os meios de cultura Ágar Padrão para Contagem (PCA). Foi transferido 1 mL de cada diluição decimal para placas de Petri, adicionados PCA e após a solidificação, foram incubados a 35 ºC por 48 horas. Após esse período, foi realizada a enumeração das colônias e os resultados foram calculados e expressos em Unidades Formadoras de Colônia por grama (UFC/g).

No 7º dia de armazenamento, o conteúdo interno dos ovos foi analisado seguindo a metodologia tradicional da APHA (2001). Os ovos foram submersos em álcool 70% por 10 minutos e após secagem com algodão estéril, foram assepticamente quebrados, colocados em um béquer e homogeneizados com uso de um bastão. Uma alíquota de 2,5 mL de um pool de três ovos por tratamento foi transferida para um frasco contendo 22,5 mL de água peptonada tamponada a 1%. Foram realizadas diluições decimais seriadas. Destas, foram realizadas a análises para contagem de microrganismos aeróbios. A diluição 100 foi incubada a 37 °C por 24 horas para pré-enriquecimento e depois submetida a análise para *Salmonella* spp. A cultura pré-enriquecida do conteúdo interno foi homogeneizada e transferida na proporção 1:100 em caldo Rappaport Vassiliadis (0,1 mL/10mL) e incubados em 42 ºC durante 18 a 24 horas. Então, as amostras foram semeadas em placas contendo ágar Verde Brilhante e incubadas a 37 ºC durante 24 horas. Então foram observadas a presença de colônias características e os resultados expressos em presença ou ausência de *Salmonella* spp. na amostra.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do teste de CIM e CBM in vitro mostraram que a concentração mínima do extrato de própolis marrom e do extrato de própolis vermelha capaz de inibir SE foi de 12,5 mg/mL e capaz de eliminá-la foi de 25 mg/mL.

Os resultados encontrados apresentaram concentrações inibitórias e bactericidas superiores em relação a outros estudos. Maia (20) avaliaram o efeito do extrato etanólico da própolis verde, proveniente do estado de Minas Gerais, sob diferentes sorovares de *Salmonella*. O autor verificou variabilidade para CIM de 6,25 a 25 mg/mL, porém a CBM foi de 50 mg/mL. Em trabalho de Calazans (21) observou que o extrato de própolis verde a concentração inibitória mínima mL para o controle de *Salmonella.* No entanto, com o extrato etanólico de própolis vermelha, a concentração inibitória mínima para *Salmonella* Typhimurium.

Os tratamentos de cobertura com os extratos de própolis exerceram um efeito antibacteriano sob a casca dos ovos, reduzindo SE nos ovos para níveis indetectáveis em até 24 horas após o revestimento (Tabela 1). Os ovos contaminados com SE na casca apresentaram-se com níveis de $10^2$ e $10^3$ UFC/ovo quando mantidos por até 24 horas a 27 °C.

Tabela 1. Efeito dos tratamentos de casca sob o crescimento de *Salmonella enterica* sorovar Enteritidis em ovos por 21 dias de armazenamento a 27°C

| **Tratamento da casca** | **Superfície da casca (UFC/ovo)** | | **Conteúdo interno (*Salmonella*/ 25 g)** | |
|---|---|---|---|---|
| | **2 horas** | **24 horas** | **7 dias** | **21 dias** |
| Controle negativo | <1 | <1 | Ausente | Ausente |
| Controle positivo | 2,3 x $10^2$ | 1,3 x $10^3$ | Ausente | Ausente |
| Cobertura com própolis marrom | <1 | <1 | Ausente | Presente |
| Cobertura com própolis vermelho | <1 | <1 | Ausente | Presente |

Fonte: do autor

Estes resultados indicaram a capacidade da cobertura do extrato de própolis marrom e vermelho de reduzir a carga microbiológica na superfície dos ovos durante o armazenamento e manipulação deste alimento. Um estudo focado no desenvolvimento de um revestimento comestível utilizando à base de própolis para a conservação de queijo coalho apresentou resultados de redução da contagem após o revestimento. Essa redução se deve à comprovada ação antimicrobiana da própolis (22).

No entanto, avaliando a capacidade de invasão trans-casca da SE durante a manutenção dos ovos em temperatura de 27°C, foi detectada a bactéria no conteúdo dos ovos submetidos somente aos tratamentos de casca com extratos de própolis ao 21° dia (Tabela 1). Estes resultados podem sugerir que a cobertura com a própolis não provocou a eliminação completa das células de *Salmonella* na superfície do ovo. Esta hipótese aliada a abertura dos poros com a lavagem prévia da casca, permitiu a invasão e desenvolvimento bacteriano no interior dos ovos quando armazenados em temperaturas elevadas por 21 dias.

Observou-se que os ovos com casca não lavadas e contaminadas com SE apresentaram resultado negativo para bactéria no conteúdo interno ao 7º e 21º dia de armazenamento, o que pode reforçar a proteção dos ovos não lavados mesmo mantidos em temperaturas elevadas.

Os resultados assemelham-se ao Silva et al. (23) em que o estudo concluiu que os ovos de codorna tratados com o extrato de própolis marrom mantiveram uma resistência à contaminação por *Salmonella* até os 7 dias de armazenamento. Deste modo, os resultados deste estudo mostram que o revestimento de ovos com extrato de própolis pode

ser uma alternativa eficaz para contribuir para segurança desse alimento, mesmo em locais onde a refrigeração não é utilizada.

Além de conferir proteção microbiológica aos ovos, a aplicação da própolis melhora os parâmetros de qualidade interna dos ovos, como a gravidade específica e o índice da gema, indicando uma preservação da qualidade interna. Esses resultados sugerem que a própolis pode ser uma alternativa natural eficaz para manter a integridade e a qualidade dos ovos em condições de armazenamento que normalmente comprometeriam esses aspectos (24).

## CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o revestimento de ovos com extratos de própolis marrom e vermelha foi capaz de inibir a contaminação por *Salmonella* Enteritidis por até 7 dias de armazenamento. Recomenda-se novos estudos abordando diferentes concentrações que possam garantir a eliminação de *Salmonella* Enteritidis e garantindo efeitos eficazes para melhorar a impermeabilidade da casca e a qualidade interna do ovo.

## AGRADECIMENTOS

Nosso reconhecimento e sinceros agradecimentos à Fundação de Amparo á Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) e ao Instituto Federal do Maranhão (IFMA).

## REFERÊNCIAS

1. Rêgo IOP, Cançado SV, Figueiredo TC, Menezes LDM, Oliveira DD, Lima AL, et al.. Influência do período de armazenamento na qualidade do ovo integral pasteurizado refrigerado. Arq Bras Med Vet Zootec [Internet]. 2012 (acesso em 2 de Jul de 2024). Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000300027

2. Arruda MD, Gouveia JWF, Lisboa ACC, Abreu AC de L, Abreu AKF de. Avaliação da qualidade de ovos armazenados em diferentes temperaturas. Revista Craibeiras de Agroecologia [Internet]. 2019 [acesso em 2 de Jul de 2024]:e7681–1. Disponível em:: https://www.seer.ufal.br/index.php/era/article/view/7681

3. Pires MF, Pires SF, Andrade CL, Carvalho DP, Barbosa AFC, Marques MR. Fatores que afetam a qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. Revista Eletrônica Nutritime [Internet]. 2015 [acesso em 2 de Jul de 2024];12(1983-9006):4379–85. Disponível em: https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-339.pdf

4. Figueiredo TC, Cançado SV, Viegas RP, Rêgo IOP, Lara LJC, Souza MR, et al. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 2011 Jun;63(3):712–20.

5. Maldonado, Alessandra Grangel. Ocorrência de *Salmonella* spp em amostras de carcaças e miúdos de frango obtidas em uma feira e um mercado municipal na zona oeste da cidade de São Paulo: análise crítica entre a técnica convencional em meios de cultivo e reação em cadeia pela polimerase - PCR (Dissertação de Mestrado) Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, SP; 2008.

6. Carvalho CL, Galli GM, Camargo N de OT, Stefanello TB, Oliveira CR, Melchior R, et al. QUALIDADE DE OVOS E VIDA DE PRATELEIRA. Zootecnia: pesquisa e práticas contemporâneas - Volume 1 [Internet]. 2021[acesso em 2 de Jul de 2024]. Disponível em: https://downloads.editoracientifica.org/articles/210504807.pdf

7. Formigheri M da S. Fatores relacionados a doenças transmitidas por alimentos no Rio Grande do Sul - Brasil, entre 2000-2014. repositorioufsmbr [Internet]. 2015 [acesso em 2 de Jul de 2024]; Disponível em: http://repositorio.ufsm.br/handle/1/12099

8. Barancelli GV, Martin2 JGP, Porto2 E. SEGURANÇA alimentar e nutricional *Salmonella* em ovos: relação entre produção e consumo seguro. Segurança Alimentar e Nutricional [Internet]. 2012 [acesso em 2 de Jul de 2024];19(2):73–82. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/download/8634612/2533/3595#:~:text=Um%20%C3%BAnico%20ovo%20com%20SE

9. Gantois I, Ducatelle R, Pasmans F, Haesebrouck F, Gast R, Humphrey TJ, et al. Mechanisms of egg contamination by *Salmonella* Enteritidis. FEMS Microbiology Reviews [Internet]. 2009 [acesso em 2 de Jul de 2024];33(4):718–38. Disponível em: https://academic.oup.com/femsre/article/33/4/718/583518

10. Rumão J da S, Brito DAP, Reinehr CO, Conceição AO, Frazão RM. Ocorrência de *Salmonella* spp. e de microrganismos indicadores de qualidade em ovos comercializados na Região Metropolitana de São Luís, Maranhão. Research, Society and Development. 2020 Aug 1;9(8):e864986175.

11. Gole VC, Chousalkar KK, Roberts JR. Prevalence of antibodies to Mycoplasma synoviae in laying hens and possible effects on egg shell quality. Preventive Veterinary Medicine. 2012 [acesso em 2 de Jul de 2024];106(1):75–8. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22459486/

12. Carvalho JX., Suárez RO, Mendes FQ, Fernandes RV de B, Cunha MC da, Carvalho AMX de. Extensão da vida de prateleira de ovos pela cobertura com própolis. Semina: Ciências Agrárias [Internet]. 2013 Oct 17 [acesso em 12 Jul 2024];34(5):2287. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744135022.pdf

13. Revestimento nanotecnóligo aumebta tempo de prateleira do ovo [Internet]. Embrapa. [acesso em 12 Jul 2024]. Disponível em: https://www.embrapa.br/noticias-revestimento-nanotecnologico

14. Raybaudi-Massilia RM, Mosqueda-Melgar J, Sobrino-López A, Soliva-Fortuny R, Martín-Belloso O. Shelf-life extension of fresh-cut “Fuji” apples at different ripeness stages using natural substances. Postharvest Biology and Technology. 2007 [acesso em 12 Jul 2024];45(2):265–75. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22459486/

15. Peter CM, Picoli T, Zani JL, Latosinski GS, Lima M de, Vargas GD, et al.. Atividade antiviral e virucida de extratos hidroalcoólicos de própolis marrom, verde e de abelhas Jataí (Tetragonisca angustula) frente ao herpersvírus bovino tipo 1 (BoHV-1) e ao vírus da diarreia viral bovina (BVDV). Pesq Vet Bras [Internet]. 2017 [acesso em 2 de Jul de 2024];37(7):667–75. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-736X2017000700003

16. Almeida CD. PRÓPOLIS NA ODONTOLOGIA: UMA ABORDAGEM DE SUAS DIVERSAS APLICABILIDADES CLÍNICAS. Revista Fluminense de Odontologia [Internet]. 2017 [acesso em 2 de Jul de 2024];2(46). Disponível em: https://periodicos.uff.br/ijosd/article/view/30489

17. Oryan A, Alemzadeh E, Moshiri A. Potential role of propolis in wound healing: Biological properties and therapeutic activities. Biomedicine & Pharmacotherapy [Internet]. 2018 [acesso em 2 de Jul de 2024];98:469–83. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0753332217351995

18. Liberato M da CTC, Morais SM de. PRODUTOS APÍCOLAS DO CEARÁ E SUAS ORIGENS FLORAIS [Internet]. 2016 [acesso em 2 de Jul de 2024]. Disponível em: https://www.uece.br/eduece/wp-content/uploads/sites/88/2013/07/PRODUTOS-APICOLAS-DO-CEARA%CC%81-E-SUAS-ORIGENS-FLORAIS_CASADO.pdf

19. Maia, LM. Potencial antimicrobiano da própolis verde sobre *Salmonella* enterica subsp. Enterica. 2020. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

20. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically; Approved standards. 10th ed. CLSI document M07-A10. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2015.

21. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa SDA n° 03, de 19 de janeiro de 2001 - Regulamento Técnicos de Identidade e Qualidade de Apitoxina, Cera de Abelha, Geleia Real, Geleia Real Liofilizada, Polén Apícola, Propólis e Extrato de Propólis. Brasília: Diário Oficial da União; 2001.

22. CALAZANS, LTS. Caracterização de extratos de própolis e efeito sobre Campylobacter termotolerantes de origem avícola. 2020. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

23. Uzel A, Sorkun K, Önçağ Ö, Çoğulu D, Gençay Ö, Sali˙h B. Chemical compositions and antimicrobial activities of four different Anatolian propolis samples. Microbiological Research. 2005 [acesso em 2 de Jul de 2024];160(2):189–95. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S094450130500011X

24. Silva. ADS. Desenvolvimento de revestimento comestível incorporado com própolis para uso na conservação de queijo de coalho [dissertação]. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe; 2018. 73 f.

25. Silva PCV da, Silva JM da, Almeida ACPS de, Ataíde CB, Montaldo YC, Santos TMC dos. Utilização do resíduo da própolis marrom em ovos de codornas contaminados experimentalmente com *Salmonella Tiphymurium*. DELOS: Desarrollo Local Sostenible [Internet]. 2023 [acesso em 2 de Jul de 2024];16(42):381–96. Disponível em: https://www.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/803

26. Suryani Y, Kinasih I, Julita U, Cahyanto T, Putra RE, Ramdhani MA, Purwati FE e Parwati K. Effect of Propolis Coating on the Quality of Eggs: Microbial Contamination and Haugh Unit. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 8(2), 1776-84, 2017.

**Capítulo 74**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-74**

# CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE NUGGETS PRODUZIDOS COM CMS DE CARCAÇAS DE TILÁPIA COM MANDIOCA DURANTE O TESTE DE VIDA DE PRATELEIRA

**Beatriz Santos da Costa *; Lorena Santos de Jesus Andrade ; Jordeano Araujo Sousa; Artur de Sousa Costa; Rafael Gomes Abreu Bacelar ; Matheus José Gomes Costa; Maria Christina Sanches Muratori**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: beatrizcostavet@gmail.com*

**Resumo:** O aumento global da produção aquícola, especialmente de tilápias, gera grandes quantidades de resíduos, contribuindo para o desperdício de recursos e a contaminação ambiental. A tilápia, a segunda espécie mais cultivada mundialmente, é valorizada por sua carne de alta qualidade e características zootécnicas favoráveis, mas seu baixo rendimento de filé resulta em aproximadamente 60% de resíduos. Esses resíduos, muitas vezes descartados, podem ser utilizados na produção de novos produtos oferecendo uma solução sustentável e econômica. Visando o objetivo de criar um produto de baixo custo e alta qualidade, com um impacto ambiental reduzido e que oferecesse segurança ao consumidor, o estudo em questão explorou a análise microbiológica de nuggets preparados a partir da utilização da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) e da carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia. A mandioca, barata e nutritiva, é incorporada para reduzir custos e agregar valor ao produto final. *Nuggets* são uma opção prática e popular entre os consumidores, apresentando boa durabilidade e qualidade sensorial. O processo envolveu a formulação de três tipos de *nuggets* com diferentes proporções de mandioca e CMS de tilápia. As análises microbiológicas para avaliar a vida de prateleira e segurança alimentar, incluíram a contagem de coliformes totais, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e pesquisa de *Salmonella spp*. Os intervalos observados foram após 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias, e os resultados coletados confirmaram que a vida útil dos *nuggets* pode ser mantida com segurança se as condições de armazenamento forem adequadas.

**Palavras–chave:** microbiologia; *Oreochromis sp.;* resíduos; sustentabilidade

## INTRODUÇÃO

O crescimento da produção aquícola no mundo a cada ano, gera um grande volume de resíduos de pescados, levando um desperdício considerável de recursos e consequente contaminação ambiental (1). A tilápia é a segunda espécie de maior importância na aquicultura mundial (2) e o Brasil está posicionado entre os sete maiores produtores. Esse crescimento ocorreu principalmente pela espécie possuir uma carne de excelente qualidade, sabor delicado, textura firme, aspecto fibroso e suculento (3), capacidade para adaptação ao ambiente, resistência, facilidade na reprodução, altas taxas de desenvolvimento e sobrevivência (4).

Além disso, a tilápia possui um ciclo de criação relativamente curto (podendo chegar ao peso de abate em seis meses em condições ideais de cultivo) e possui excelente adaptação e desempenho em diferentes sistemas de produção. Além de reunir características zootécnicas favoráveis ao cultivo, o pacote tecnológico de criação da tilápia já se encontra bastante disseminado e dominado por técnicos e produtores em todo o Brasil (5). Em contrapartida, aspecto indesejável da tilápia, é o baixo rendimento de filé que gira em torno de 40% do peso total do peixe, e acaba gerando valores de 60% de resíduos produzidos durante a filetagem (6).

Os resíduos de pescados são as partes não aproveitadas ou descartadas por limitações tecnológicas ou mercadológicas (7). Caracterizam-se por apresentarem valor de mercado baixo e o seu descarte incorreto pode levar à contaminação ambiental. Esses resíduos desperdiçados podem ser matéria-prima para coprodutos, podendo chegar a 60% do peso inicial do produto e causam prejuízos ecológicos, sanitários e econômicos (8). Diante do fato de que a principal forma de comercialização da tilápia é como peixe inteiro ou filé, as indústrias de processamento de pescado utilizam essa parte cárnea e descartam o restante sem aproveitamento (9).

Por isso, a utilização de resíduos de peixes como matéria-prima para elaboração de coprodutos torna a produção aquícola mais sustentável, além de ser uma opção para baratear os custos, com elaboração de novos produtos e consequentemente diminuir os resíduos destinados ao meio ambiente (10). Uma opção rentável que possui valores nutricionais e sensoriais de qualidade ao consumidor são os empanados como os *nuggets*, oriundo da carne mecanicamente separada (CMS) do pescado, que pode ser consumido de forma prática e rápida (11).

A indústria, a fim de otimizar seus processos, está sempre em busca de novos alimentos com qualidade nutricional e preço acessível, melhor ainda quando isso está associado à redução do impacto ambiental e ao uso de recursos naturais de fácil acesso e com boa aceitabilidade pelo público alvo. Um exemplo que contempla essas características é a mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), que pode ser utilizada no preparo de produtos de peixe, a fim de baratear o custo de produção além de agregar valor nutricional e funcional. Essa raiz comestível pode ser obtida facilmente na região nordeste e possui preço baixo para aquisição (12). As raízes da mandioca são ricas em amido e possuem várias finalidades, tais como alimentação humana, produção de alimentos, entre outros.

Diante destas informações, este estudo buscou unir os benefícios da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) com o uso de CMS da tilápia (*Oreochromis sp*.) para a produção de um produto que fosse de baixo custo, nutritivo, boa palatabilidade e fácil preparo, desenvolvendo *nuggets* à base destes ingredientes como solução, tendo como vantagem a redução do desperdício e a introdução do produto, avaliando sua viabilidade para o consumo.

O nugget é um produto cárneo, industrializado, do tipo empanado, acrescido de ingredientes, moldado ou não, e revestido de cobertura apropriada que o caracterize, tratando-se de um produto cru, semicozido, cozido, semifrio, frito ou outros (13). Possuem como vantagem o seu tamanho e forma definidos, que durante a cocção, apresentam baixas perdas, maior aproveitamento das carnes de menor valor comercial, agregando valor à sua matéria prima (14). O mercado consumidor tem procurado por produtos que possuem características mais como praticidade, confiabilidade e qualidade. Nestes conceitos de exigências básicas que os *nuggets* conseguem angariar mais espaço na decisão de compra pelo consumidor, uma vez que se trata de muito produto prático para consumo e possui uma maior durabilidade (11).

Para avaliar a vida de prateleira e o risco para a saúde pública dos *nuggets* preparados com mandioca, é necessário realizar análises microbiológicas. Essas análises fornecem informações sobre as condições de higiene sanitárias dos produtos durante sua produção, processamento, armazenamento e distribuição para o consumidor final (15). A vida útil dos alimentos refere-se ao período em que o produto pode ser mantido em condições ideais de temperatura, umidade, luminosidade, de forma a garantir sua segurança, qualidade sensorial e nutricional (16). A vida de prateleira pode ser reduzida conforme a quantidade de micro-organismos deteriorantes presente nos alimentos. Esses micro-organismos podem estar presentes devido a contaminação da matéria-prima, manipulação inadequada, estocagem em embalagens e temperatura inapropriadas (17).

O estudo e conhecimento da vida de prateleira é essencial para a manutenção dos padrões de qualidade do produto, sendo caracterizada como o período em que o produto se mantém seguro para o consumo conforme o recomendado. Essa qualidade depende das reações que podem ocorrer em decorrência de suas características sensoriais, microbianas, valor nutricional e composição (16). Com o presente trabalho objetivou-se realizar análise microbiológica da vida de prateleira dos *nuggets* produzidos com CMS de carcaças de tilápia acrescida de mandioca.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas 10 carcaças de tilápia (*Oreochromis sp.*), resultantes de prévia filetagem, no Mercado do peixe em Teresina, Piauí, Brasil (5°05' 20" S 42° 48' 07"O), as quais foram imediatamente envolvidas por papel filme e dispostas sobre gelo reciclável em uma caixa isotérmica para transporte sob refrigeração até o Setor de Tecnologia de Pescado pertencente ao Núcleo de Estudos, Pesquisas e Processamento em Alimentos (NUEPPA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

No Setor de Pescado foi feita a lavagem em água corrente das carcaças de tilápias e depois imersas em água hiperclorada com 5,0 ppm de cloro residual livre e depois submetidas a despolpadora de peixe (Modelo SPx100) para obtenção de Carne Mecanicamente Separada (CMS). A partir da CMS de tilápia produzida, foram feitas três formulações (tabela 1) de *nuggets* com acréscimo de massa de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) cozida e amassada.

**Tabela 1:** Ingredientes utilizados para elaboração de três formulações dos *nuggets* (valores em porcentagem)

| **Ingredientes** | **Formulações** | | |
|---|---|---|---|
| | **F1** | **F2** | **F3** |
| CMS de tilápia | 86,0 | 64,5 | 43,0 |
| Mandioca | 0,0 | 21,5 | 43,0 |
| Alho | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Cebola | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Farinha de Mandioca | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| Farinha de rosca | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Ovo | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Sal | 1,0 | 1,0 | 1,0 |

Fonte: Autor, 2024.

Os *nuggets* foram submetidos ao processo de empanamento, realizado em três etapas principais: pré-enfarinhamento, líquido de empanamento e farinha de cobertura,

obtidos comercialmente. Em seguida, foi realizada a operação de pré-fritura até cozimento parcial em forno elétrico a 65ºC durante uma hora. Os *nuggets* foram resfriados, acondicionados em embalagens plásticas previamente higienizadas.

Após a elaboração dos *nuggets*, foram separadas sete amostras de cada formulação para realização imediata da determinação da vida de prateleira com a realização de análises microbiológicas. Depois, o restante das formulações foi estocado em freezer doméstico (-18°C) para análise de vida de prateleira com 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias com as mesmas análises microbiológicas.

As análises microbiológicas dos nuggets produzidos foram realizadas no Laboratório de Controle Microbiológico de Alimentos do NUEPPA, nelas foram contempladas a enumeração de coliformes totais e de *Escherichia coli*, contagem de *Staphylococcus* coagulase positivo e pesquisa de *Salmonella spp*. O preparo das amostras foi da seguinte forma: no laboratório, foi transferida, assepticamente, a alíquota de 25g da amostra, para um frasco com 225 ml de água peptonada a 0,1%, formando diluição inicial $10^{-1}$. A partir desta, foram preparadas diluições decimais seriadas até $10^{-3}$.

Para a enumeração de coliformes totais e de *Escherichia coli* (18), foi utilizado o método dos tubos múltiplos (NMP). Para cada amostra foram transferidas alíquotas de 1,0 ml das diluições previamente preparadas para tubos contendo caldo lauril triptose sulfato que foram incubados em estufa a 37ºC por 24 horas. Dos tubos positivos, alçadas foram semeadas com alça de platina para tubos com caldo EC que foram incubados em banho-maria a 45,5ºC por 24 horas. Dos tubos positivos foi realizado o plaqueamento para ágar eosina azul de metileno (EMB) incubado a 37ºC por 24 horas. As colônias características foram testadas bioquimicamente pelo teste do IMVIC (Indol, Vermelho de Metila, Voges Proskauer e Citrato) e incubadas a 37ºC por 24 horas. Foram consideradas como *E. coli* as colônias que apresentaram os resultados ++ -- (positivo, positivo, negativo, negativo, respectivamente) ou -+ -- (negativo, positivo, negativo, negativo, respectivamente) no teste do IMVIC. Os resultados foram expressos em número mais provável após consulta da tabela própria do método.

Para contagem de *Staphylococcus* coagulase positivo (18), o método utilizado foi a seguinte: a partir de cada diluição, foram semeadas alíquotas de 0,1 ml na superfície de placas de Petri com ágar Baird Parker (BP), em seguida espalhadas com o auxílio da alça de drigalski até que toda a amostra fosse espalhada por toda a superfície do meio. As placas foram incubadas em estufa bacteriológica a 35°C por 24 a 48 horas. Contadas apenas as colônias típicas de *Staphylococcus aureus*, as quais possuem formas circulares, pretas ou cinzas escuras, com 2,0 a 3,0 mm de diâmetro, lisas, convexas com bordas perfeitas, massa de células esbranquiçadas nas bordas, rodeadas por uma zona opaca e/ou halo transparente se estendendo para além da zona opaca. Os resultados foram expressos em unidade formadora de colônia por grama (UFC/g). Para a confirmação das colônias típicas *Staphylococcus aureus* realizadas os seguintes testes: coloração de Gram, catalase, coagulase, e semeadura em ágar manitol salgado.

Na pesquisa de *Salmonella* spp. (18) os frascos contendo a diluição $10^{-1}$ com água peptonada a 0,1% incubados a 37°C por 24 horas. Na sequência alíquotas com 0,1 ml e 1,0 ml transferidas respectivamente para os caldos de enriquecimento seletivo Rappaport-Vassiliadis e Selenito-Cistina, para serem incubados a 37°C por 24 horas. Depois da incubação, a partir dos tubos, foram em semeadas placas de Petri com ágar *Salmonella-Shigella* e ágar Hektoen e posteriormente incubadas por 24 horas a 37°C. A partir das colônias características foram realizadas a triagem bioquímica nos meios: ágar TSI e ágar LIA, incubados a 37°C por 24 horas. Apenas os resultados suspeitos foram submetidos aos testes bioquímicos para a confirmação.

Para a análise estatística, os resultados quantitativos (contagens) foram transformados em logaritmos para análise de variância e correlação, significância de $p<0,05$. Os resultados qualitativos (presença) foram analisados pelo teste Qui-quadrado (2).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características microbiológicas dos *nuggets* nas três formulações durante o período de estocagem foram apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2** – Resultados das análises microbiológicas para *Escherichia coli*, *S. aureus* e S*almonella* spp. em *Nuggets* produzidos com CMS de carcaças de tilápia com mandioca durante o teste de Vida de prateleira.

| **Formulações** | **Dia** | ***Escherichia coli* NMP/g$^{-1}$** | ***Staphylococcus* (coagulase positiva) UFC/g$^{-1}$** | ***Salmonella* spp./25g** |
|---|---|---|---|---|
| F1 | 0 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| | 15 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| | 30 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| | 45 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| | 60 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| | 75 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| | 90 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| F2 | 0 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| | 15 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| | 30 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| | 45 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| | 60 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| | 75 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| | 90 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| F3 | 0 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| | 15 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| | 30 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| | 45 | <1,0 | <0,3 | Ausente |
| | 60 | <1,0 | <1,0 | Ausente |
| | 75 | <1,0 | <1,0 | Ausente |
| | 90 | <1,0 | <1,0 | Ausente |

UFC/g$^{-1}$= Unidades Formadoras de Colônias por grama. NMP/ g$^{-1}$: Número Mais Provável por grama.
Fonte: adaptado de Bacelar, 2021(19).

Os dados obtidos a partir das análises realizadas, foram comparadas com a legislação vigente (20) para *nugget* de peixe, a qual determina os padrões microbiológicos para *Escherichia coli* com o máximo de 2,7 NMP g$^{-1}$, *Staphylococcus* coagulase-positiva máximo de 4,0 UFC g$^{-1}$ e ausência de *Salmonella spp*. em 25 g (20). Esses microrganismos são escolhidos a fim de detectar os possíveis problemas durante a fabricação dos nuggets, um exemplo é a possível presença da bactéria do gênero *Staphylococcus* , a qual é considerada um indicativo de falhas higiênicas associadas à manipulação, processamento, comercialização e armazenamento inadequados, podendo ser causador de surtos alimentares pela ingestão de enterotoxinas presentes no alimento,

o que pode ser evitado através das boas práticas de fabricação. A salmonela tem sua distribuição ampla no ambiente, podendo ser encontrada em água, solo, trato intestinal de humanos e outros animais. Dessa forma, faz-se necessário pesquisar a ocorrência desses patógenos para garantia da segurança do alimento.

Pode-se verificar que as três formulações de *nuggets* nos diferentes tempos de estocagem estavam em conformidade com o estabelecido, sendo, portanto, próprios para consumos humano (Tabela 2). A presença desses microrganismos nos alimentos está diretamente relacionada à manipulação inadequada ou contaminação cruzada (21). A CMS preparada conforme as recomendações das BPF pode servir de base para elaboração de *fishburger* (22), empanados (23) com segurança microbiológica, caso contrário, a *E. coli* pode estar presente (24).

O empanamento da CMS foi a técnica culinária escolhida visto que desempenha um papel importante na preparação de alimentos, oferecendo benefícios como textura crocante:
Proteção, criando uma camada protetora que ajuda a reter a umidade do alimento, evitando que ele seque durante o cozimento e mantendo seu sabor, aparência atraente: O empanamento confere um aspecto dourado e apetitoso, tornando os pratos mais visualmente atraentes e também versatilidade, podendo ser aplicado a uma variedade de alimentos, desde carnes e peixes até legumes e queijos, permitindo uma ampla gama de preparações.

O uso da mandioca, por sua vez, trouxe consigo uma alternativa sem glúten, nutritiva, de fácil acesso, visto que o trabalho foi elaborado no nordeste brasileiro, de baixo custo e versátil. A perecibilidade das raízes de mandioca após sua colheita está ligada à grande quantidade de água existente na raiz, o que facilita a contaminação por microrganismos (bactérias e fungos). Visando essa possibilidade de contaminação, a *Escherichia coli*, que faz parte da microbiota intestinal, também foi alvo das análises, visto que, quando presente em alimentos, indica que houve contaminação fecal (25).

Durante o preparo dos *nuggets* formulados com CMS das carcaças de tilápias foram seguidas rigorosamente todas as recomendações das BPF, desde a obtenção dos peixes até a montagem.

Ressalta-se que a qualidade da matéria-prima base (carcaça de peixe e mandioca) utilizada e que os procedimentos higiênicos sanitários foram corretamente seguidos em todas as etapas do processamento dos produtos. A adoção das boas práticas de fabricação durante a produção, desenvolvimentos e armazenagem dos *nuggets* são medidas importantes que contribuem para a redução dos níveis de contaminação e prevenção de introdução de patógenos.

## CONCLUÃO

Os *Nuggets* preparados com CMS de carcaças de tilápia acrescida de mandioca mantiveram a qualidade microbiológica para *S. aureus, Escherichia coli e Salmonella* durante o período de armazenamento por 90 dias. Além disso, este trabalho pode contribuir servindo como base de dados para futuros trabalhos que tenham a mesma linha de pesquisa, abordando outros detalhes como análise sensorial, teste com outras proporções de mandioca e CMS, uso de outros ingredientes que possam influenciar na vida de prateleira.

## REFERÊNCIAS

1. Fritz AR, Fonseca AB, Brigida AI,Souza AL, Muños AE, Furtado AA, et al**.** Processamento sustentável de peixe: relatos de casos em indústrias. [Internet]. 2024 [acesso em 2024 ago 12]. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1355063/3552140/AnexoIII-ModelosReferenciaCitacoesBibliogr%C3%A1ficas.pdf/4945ebe2-44c1-4bb9-bde5-b450698efb37#:~:text=Cita%C3%A7%C3%A3o%20de%20cita%C3%A7%C3%A3o&text=Para%20a%20Embrapa%20%C3%A9%20recomendada,obra%20consultada%20e%20da%20data.
2. FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020: La sostenibilidad en acción. [Internet]. 2020 [acesso em 2024 ago 11]. Disponível em: https://doi.org/10.4060/ca9229es
3. Bartolomeu DA. Desenvolvimento e Avaliação da Aceitação de Embutido Defumado “tipo mortadela” elaborado com CMS de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e fibra de trigo. [dissertação]. Curitiba:UFPR; 2011.
4. Barroso RM, Tenório RA, Pedroza FM, Webber DC, Belchior LS, Tahim EF, et al. Gerenciamento genético da tilápia nos cultivos comerciais. Embrapa Pesca e Aquicultura. Palmas, TO. Série Documentos, 2015. 23;64p.
5. França ED. Custo e rentabilidade da produção de tilápias em áreas não onerosas, período 2001 a 2015. [dissertação] Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP; 2015.
6. Costa JF, Noqueira RI, Freitas Sá DG, Freitas SP. Utilização de carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia na elaboração de farinha com alto valor nutricional. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, 2016.
7. Silva JF, Ribeiro K, Silva JF, Cahú TB, Bezerra RS. Utilization of tilapia processing waste for the production of fish protein hydrolysate. Animal Feed Science and Technology. 2014. 196;96-106.
8. Rebouças MC, Rodrigues MC, Castro RJ, Vieira JM. Caracterização do concentrado protéico de peixe obtido a partir dos resíduos da filetagem de tilápia do Nilo. Semina: Ciências Agrárias, Londrina. 2012;33(2)697-704.
9. Oliveira, MC, Cruz GR, Almeida NM. Características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de "almôndegas" à base de polpa de Tilápia (*Oreochromis niloticus*). Ciências biológicas e da saúde. 2012. 1(1):37-44.
10. Magalhães AO, Mársico ET, Soares Júnior MS, Monteiro ML. Evaluation of the technological quality of snacks extruded from broken, 2019.
11. Araújo SS, Rüegg, RA, Carvalho RA, Damasceno KS. Desenvolvimento de uma formulação de nuggets utilizando o surimi de peixe voador (*Hirundicthys affinis*) e avaliação do seu rendimento. 2013.
12. Geniake AC, Dourado EC. Desenvolvimento de breading de bagaço de mandioca e aplicação em peito de frango empanado. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2017.
13. BRASIL. Instrução Normativa nº 6, do Ministério da Agricultura, pecuária e do Abastecimento, de 15 de fevereiro de 2001. Dispõe sobre a aprovação dos regulamentos técnicos de identidade e qualidade de paleta cozida, produto cárneo salgado, empanados, presunto tipo serrano, e prato elaborado pronto ou semi-pronto contendo produtos de origem animal.
14. Oliveira DC, Albergaria FC, Venâncio AH, Gomes ME, Freitas RT. Reaproveitamento de resíduos na cadeia agroindustrial do pescado: uma revisão. 2021; 1:1-20.

15. Ferreira neto CJ, Figueiredo RM, Queiroz AJ, Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. Ciência e Agrotecnologia, 2005:29(4)794-802.
16. Gonçalves AA. Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Atheneu;2011.
17. Soares AG, Oliveira AG, Fonseca MJ, Júnior MF. Boas práticas de manipulação em bancos de alimentos. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2006. 32 p.
18. Hunt ME., 2012. Microbiological examination. In: Rice W., Baird B., Eaton AD. & Clesceri S. (Eds), Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22nd Ed. Washington, D.C.: American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) & Water Environment Federation (WEF). Part 9000, p.9.1-9.224
19. Bacelar RG, Muratori MC. Utilização de resíduos de filetagem de tilápia na tecnologia de alimentos: uma revisão. 2020. 22;263-278.
20. BRASIL. Instrução Normativa N°. 161, de 01 jul 2022. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Padrões microbiológicos para alimentos, com exceção dos alimentos comercialmente estéreis.
21. Soares VM, Pereira JG, Izidoro TB, Martins OA, Pinto JP, Biondi GF. Qualidade microbiológica de filés de peixe congelados distribuídos na cidade de Botucatu – SP. 2012. UNOPAR Cient.Ciênc.Biol.Saúde, 13(2):85-8.
22. Marengoni, N. G.; Pozza, M. S. S.; Braga, G. C.; Lazzeri, D. B.; Castilha, L. D. & Bueno, G. W. (2009). Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de fishburgers de carne de tilápia mecanicamente separada. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, 10(1):168-176.
23. Veit JC, Maluf ML, Simões MR, Feiden A, Boscolo WR. Inclusão de hidrolisados proteicos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em empanados de peixe. Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR, Umuarama, 2012; 16(2)85-92.
24. Signor FR. Aprimoramento na qualidade nutricional da carne mecanicamente separada da tilápia do Nilo e sua aplicação em empanados. Tese (Doutorado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo (PR), 2018.
25. Luna AT, Rodrigues FF, Costa JG, Pereira AO. Estudo físico-químico, bromatológico e microbiológico de *Manihot esculenta Crantz* (Mandioca), 2013.

**Capítulo 75**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-75**

# QUANTIFICAÇÃO DE AERÓBIOS MESÓFILOS COMO INDICADORES DE HIGIENE EM CARNE MOÍDA COMERCIALIZADA EM AÇOUGUES DO DISTRITO FEDERAL

**Celly Cristinne Caldas Frota; Emanuelly Grilli Rocha ; Fabiana Dantas de Oliveira; Juliana Mendes Vieira; Luiza Andrade Santos*; Simone Conceição Porto Gonçalves;**

**Luiza Andrade Santos (Corresponding author) – Email: landradesmv@gmail.com*

**Resumo:**
A segurança alimentar é um tema de crescente preocupação, especialmente em relação à carne bovina moída. Este estudo teve como objetivo coletar amostras de carne de açougues do Distrito Federal para analisar a contagem de aeróbios mesófilos, um indicador da qualidade microbiológica e das condições higiênicas. A contagem de aeróbios mesófilos reflete práticas de higiene e manipulação durante a produção, armazenamento e comercialização da carne. Foram coletados cinco lotes amostrais de carne moída de diferentes Regiões Administrativas (Taguatinga, Sobradinho, Ceilândia, Guará e Samambaia) e submetidos à análise microbiológica conforme metodologias específicas da Instrução Normativa – IN n° 161, de 1° de julho de 2022 (6), da ANVISA. Os resultados mostraram variações significativas entre as regiões, com a maior contagem de 6,1 x $10^5$ UFC/g em uma amostra de Taguatinga. Embora nenhum lote tenha ultrapassado os limites estabelecidos pela legislação, a amostra de Taguatinga apresentou uma qualidade intermediária. Esses resultados enfatizam a importância de práticas rigorosas de higiene na manipulação e comercialização da carne moída. Conclui-se que, apesar dos resultados favoráveis, é necessário manter e aprimorar procedimentos de limpeza para garantir a segurança alimentar. Este estudo destaca a relevância da contagem de aeróbios mesófilos como um indicador crucial para a qualidade higiênico-sanitária da carne nos açougues do Distrito Federal.

**Palavras–chave:** Análise microbiológica; Carne moída; Condições higiênicas; Contaminação; Segurança alimentar;

## INTRODUÇÃO

A segurança alimentar é uma questão de crescente importância, uma vez que os consumidores estão cada vez mais atentos às práticas de produção e comercialização de alimentos (1). Essa preocupação é particularmente relevante para produtos de origem animal, como a carne bovina, e ganha ainda mais destaque quando se trata de carne moída. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), segurança alimentar refere-se à garantia de que os alimentos são seguros para o consumo, livres de contaminantes físicos, químicos e biológicos em todas as etapas, desde a produção até o consumo final. Além disso, segundo a Resolução da Diretoria Colegiada da ANVISA (RDC nº 12/2001), a carne é definida como "massas musculares e os demais tecidos que as acompanham,

incluída ou não a base óssea correspondente, procedentes das diferentes espécies animais" (2).

Desta forma, a qualidade higiênico-sanitária da carne nos açougues é essencial para garantir a segurança alimentar. Nesse cenário, a contagem de aeróbios mesófilos emerge como um indicador crucial da qualidade microbiológica e das condições higiênicas durante todas as etapas de produção, armazenamento e comercialização do produto. Esses microrganismos são frequentemente utilizados para avaliar as condições de manipulação do alimento, refletindo práticas de higiene tanto nas mãos dos operadores quanto nas máquinas de processamento. Além disso, a maioria dos microrganismos patogênicos são mesófilos, o que destaca a importância desta contagem na monitorização da segurança alimentar (3).

A contagem de aeróbios mesófilos é um parâmetro amplamente utilizado na avaliação da qualidade microbiológica dos alimentos. Conforme definido por Da Silva Pens *et al.* (4), os microrganismos aeróbios mesófilos são aqueles que crescem em condições de temperatura moderada, entre 20°C e 45°C, e necessitam de oxigênio para sobreviver. A elevada contagem desses microrganismos pode indicar várias deficiências nos processos de manipulação e processamento dos alimentos. Esses altos níveis frequentemente refletem práticas inadequadas de higiene, como a falta de desinfecção eficaz de superfícies e equipamentos; contaminação cruzada, resultante da transferência de microrganismos entre alimentos ou utensílios; falhas no armazenamento refrigerado, que comprometem o controle de temperatura necessário para inibir o crescimento bacteriano; problemas com a temperatura ambiente na sala de manipulação, que pode não estar adequadamente regulamentada; e manipulação inadequada da carne, que pode envolver desde o manejo impróprio até a falta de cuidados durante o processamento. Assim, a análise da contagem de aeróbios mesófilos é crucial para identificar e corrigir essas falhas e garantir a segurança alimentar.

Além disso, no contexto de comercialização entre regiões, o Distrito Federal se destaca como uma importante área econômica e política no Brasil. Com uma extensa rede de açougues, a capital torna-se um polo de consumo em uma economia globalizada, atendendo a uma população diversificada que, apesar das desigualdades socioespaciais estruturais, demonstra crescente exigência por produtos de qualidade (5).

Essas conexões entre o consumo de carne moída em açougues do Distrito Federal e a qualidade higiênico-sanitária da carne ressaltam a importância da contagem de aeróbios mesófilos como um indicador microbiológico das condições higiênicas e reforçam a necessidade de uma atenção rigorosa às práticas de higienização, tanto das superfícies de manipulação quanto dos utensílios utilizados. Assim, este artigo teve como objetivo coletar amostras de carne de açougues do Distrito Federal e realizar análises microbiológicas focadas na contagem de aeróbios mesófilos, avaliando as condições higiênico-sanitárias de cada amostra e identificando possíveis falhas nos processos de manipulação e limpeza nos estabelecimentos.

## MATERIAL E MÉTODOS

A Instrução Normativa Nº 161, de 1º de julho de 2022 (6), estabelece os parâmetros microbiológicos para a contagem de aeróbios mesófilos em carne moída, conforme especificado na categoria 6, alínea b). De acordo com a IN 161, o padrão microbiológico para este parâmetro é expresso em UFC/g (unidades formadoras de colônia por grama), onde "N" representa o número total de amostras necessárias, "c" o número de amostras que podem exceder o parâmetro sem comprometê-lo, "m" o número mínimo de colônias permitido e "M" o número máximo de colônias aceitável. Para que

as amostras sejam consideradas adequadas para consumo, a contagem de aeróbios mesófilos não deve exceder $10^6$ UFC/g.

**Tabela 1.** Parâmetro microbiológico de Aeróbios Mesófilos em Carne Moída. Fonte: IN 161/2022 (6).

| Microrganismo | N | c | m | M |
|---|---|---|---|---|
| Aeróbios Mesófilos *(UFC/g)* | 5 | 3 | $10^5$ | $10^6$ |

A Resolução da Diretoria Colegiada Nº 724, de 1º de julho de 2022 (7), elaborada pela ANVISA em conjunto com o Ministério da Saúde, estabelece diretrizes rigorosas para a coleta, acondicionamento, transporte e análise de amostras alimentícias, utilizando metodologias específicas. Entre essas metodologias, destaca-se a APHA (*American Public Health Association*) 08:2015, descrita no *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.* Esta metodologia aborda a quantificação de aeróbios mesófilos utilizando o meio de cultura *Plate Count Agar* (PCA) e a técnica de cultivo por profundidade, conforme recomendado para garantir a precisão dos resultados microbiológicos.

Foram coletados cinco lotes amostrais de carne moída, processada no momento da compra. As amostras foram transportadas para o laboratório em caixas térmicas com gelo, para manter a carne resfriada e preservar a integridade da matriz. Cada lote foi adquirido em um açougue das diversas Regiões Administrativas diferentes do Distrito Federal, especificamente nas regiões RA III (Taguatinga), RA V (Sobradinho), RA IX (Ceilândia), RA X (Guará) e RA XII (Samambaia). Em conformidade com a Instrução Normativa Nº 161/2022 (6), cada lote consistiu de cinco amostras.

Para análise microbiológica foi necessário a preparação do pré - enriquecimento, cerca de 225ml de Água peptonada 0,1% em erlenmeyer estéril para cada amostra. Foram pesados, em cabine microbiológica, 25 gramas de amostra e adicionado ao seu respectivo erlenmeyer com pré-enriquecimento. Para melhor quantificação foram feitas 3 diluições seriadas consecutivas ($10^{-1}$, $10^{-2}$, e $10^{-3}$), foi necessário pipetar 1ml da diluição inicial de 225ml de água Peptonada 0,1% com 25 gramas de amostra, com pipeta automática estéril, a um tubo com 9ml de água peptonada 0,1% para criar a segunda diluição ($10^{-2}$) e pipetar 1ml da segunda diluição em um tubo de ensaio estéril com 9ml de água peptonada 0,1% para criar a terceira e última diluição ($10^{-3}$).

Após as diluições estarem prontas, foi feita a inoculação das placas, onde cada diluição tinha respectiva placa de petri estéril. Foi inoculado 1ml de amostra na placa de petri vazia onde se verteu cerca de 12 ou 15 ml do meio de cultura PCA, para inoculação em profundidade, houve homogeneização do meio com a miligrama de amostra por meio de movimentos circulares por cerca de 20 vezes, foi necessário esperar a solidificação do meio com a placa de petri fechada antes da incubação. A incubação das amostras foi em estufa de 35°C por aproximadamente 48 horas. Após esse período, foi realizada a quantificação de Aeróbios Mesófilos.

Foram selecionadas preferencialmente placas com 25 a 250 colônias típicas de Aeróbios Mesófilos, placas com maior número somente foram contadas quando a quantidade de colônias em todas placas foi excessiva. O método utilizado para calcular quantidade de colônias obtidas foi obtido através de Silva *et. al* (8), que discorre sobre os padrões de contagem de metodologia APHA, que segue a seguinte regra:

$$UFC/g = c / d^x v$$

c = número de colônias

d = diluição da placa selecionada
v = volume da diluição inoculado

Todos os resultados foram expressos em Unidade Formadora de Colônia por grama (UFC/g) em notação científica, como consta na Tabela 2.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Tabela 2.** Quantificação de Aeróbios Mesófilos em carne moída comercializada no Distrito Federal. Fonte: Própria, 2024.

| | **Amostra 1** | **Amostra 2** | **Amostra 3** | **Amostra 4** | **Amostra 5** |
|---|---|---|---|---|---|
| **RA XII \| Samambaia** | $7{,}2x10^2$ UFC/g | $1{,}0x10^3$ UFC/g | $1{,}0x10^3$ UFC/g | $1{,}1x10^3$ UFC/g | $5{,}1x10^2$ UFC/g |
| **RA V \| Sobradinho** | $2{,}2x10^4$ UFC/g | $1{,}0x10^4$ UFC/g | $1{,}7x10^4$ UFC/g | $2{,}0x10^4$ UFC/g | $1{,}4x10^4$ UFC/g |
| **RA IX \| Ceilândia** | $5{,}1x10^3$ UFC/g | $6{,}4x10^3$ UFC/g | $5{,}2x10^3$ UFC/g | $7{,}0x10^2$ UFC/g | $2{,}8x10^3$ UFC/g |
| **RA X \| Guará** | $6{,}6x10^3$ UFC/g | $5{,}2x10^2$ UFC/g | $1{,}8x10^3$ UFC/g | $1{,}9x10^3$ UFC/g | $2{,}5x10^3$ UFC/g |
| **RA III \| Taguatinga** | $5{,}6x10^5$ UFC/g | $5{,}0x10^5$ UFC/g | $6{,}1x10^5$ UFC/g | $9{,}9x10^3$ UFC/g | $1{,}2x10^4$ UFC/g |

De acordo com os resultados obtidos e expressos na Tabela 2, nenhum dos lotes demonstrou quantificação de Aeróbios Mesófilos fora dos parâmetros estabelecidos na IN N° 161/2022 (6), sendo o limite máximo permitido de quantificação de organismos Aeróbios Mesófilos nessa Instrução Normativa a unidade de $10^5$. O lote da RA Samambaia apresentou menor número médio quantificador de UFC/g de Aeróbios Mesofilos, como demonstra Figura 1.

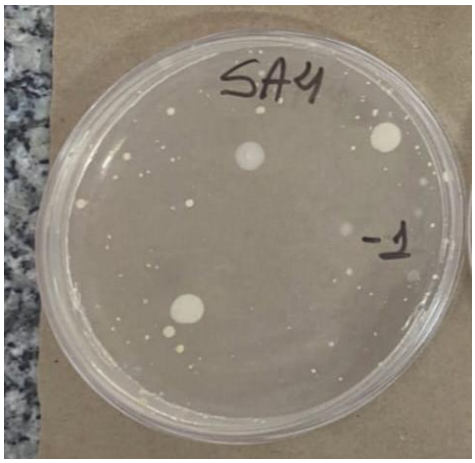



**Figura 1.** Placa da RA Samambaia com presença de Aeróbios Mesófilos em diluição $10^{-1.}$

As amostras coletas na RA Samambaia tiveram como menor resultado $5{,}1x10^2$ UFC/g e como maior resultado na amostra 5, enquanto obteve uma constância de resultado nas amostras 2, 3 e 4 com $1{,}1x10^3$ UFC/g. É importante ressaltar que essa análise busca resultados representativos da quantidade de microrganismos Aeróbios Mesófilos realmente

presentes nas carnes coletadas. E que em cada amostra, partes diferentes da carne moída foram selecionadas para analise após homogeneização.

Os lotes das Regiões administrativas do Guará, Sobradinho e Ceilândia demostraram resultados satisfatórios e ainda apresentaram quantificações parecidas entre as amostras. É possível observar que nas amostras do lote coletado na RA Sobradinho tiveram um padrão proliferativo onde todos os resultados ficassem na casa da potência $10^4$ . Enquanto ao resultado das amostras dos lotes da RA Guará e Ceilândia alternaram entre potências próximas de $10^2$ e $10^3$.

O lote com maior proliferação foi coletado na RA III (Taguatinga), com o número máximo de quantificação como $5{,}0x10^5$ UFC/g e $5{,}6x10^5$ UFC/g nas amostras 2 e 1 respectivamente, sendo a amostra com maior quantidade de unidades formadoras de colônias a amostra 3 com $6{,}1x10^5$ UFC/g, demostrando uma discrepância em relação aos outros lotes coletados na região do Distrito Federal. Nenhuma das amostras apresentou quantificação maior do que o estabelecido na Legislação, mas essas três amostras do lote Taguatinga mencionadas acima ficaram entre o mínimo e máximo compreendido pela legislação (2). Como mostra a Figura 2.

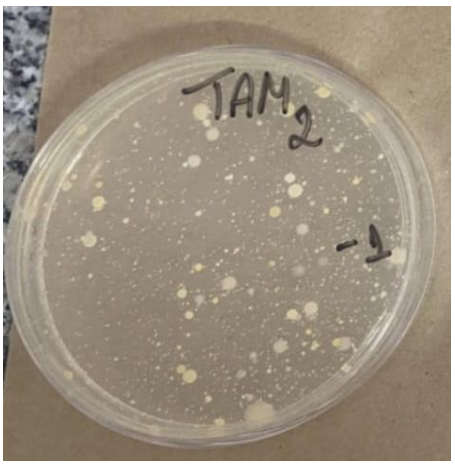



**Figura 2.** Placa da RA Taguatinga com presença de Aeróbios Mesófilos em diluição $10^{-1.}$

As amostras cuja contagem de aeróbios mesófilos se situa entre os valores mínimo (m) e máximo (M) são classificadas como amostras intermediárias. Quando o número de amostras intermediárias excede o valor de c, o lote é considerado insatisfatório. No caso do lote coletado na Região de Taguatinga, os resultados foram classificados como satisfatórios, apresentando uma qualidade intermediária, uma vez que o número de amostras com quantificação entre m e M correspondeu exatamente a c.

A RDC N° 724/2022 estabelece que lotes que apresentam resultado satisfatório com qualidade intermediária, como o de Taguatinga, com qualidade intermediária, devem ser investigadas as causas dessa grande quantificação de microrganismos e devem ser aplicadas medidas de controle de qualidade para evitar que esses resultados se repitam, além de avaliar outros lotes que podem ter sido afetados de alguma maneira (7).

Essa recomendação visa evitar que as contagens elevadas de Aeróbios Mesófilos se repitam e que outros lotes sejam afetados. A alta manipulação da carne moída, muitas vezes realizada no próprio estabelecimento, pode ser um fator de risco significativo, conforme discutido por Do Nascimento *et al.* (10), que aponta a manipulação excessiva e a higienização inadequada dos equipamentos como principais fatores que contribuem para a proliferação de Aeróbios Mesófilos em carne bovina. E conclui que é crucial implementar procedimentos rigorosos de higienização tanto dos manipuladores quanto das ferramentas utilizadas no processamento da carne.

Lotes com alta proliferação de aeróbios mesófilos indicam a necessidade de atenção redobrada no processo de obtenção das amostras. Quando se trata de carne moída,

que passou por um processo de moagem no próprio frigorífico do estabelecimento e que acaba sofrendo grande manipulação, é crucial revisar as práticas de higienização dos equipamentos e garantir a sanidade dos colaboradores envolvidos no processo. Medidas rigorosas de controle são essenciais para reduzir a presença desses microrganismos e garantir a segurança alimentar.

Ao comparar os resultados, é evidente que a contagem de aeróbios mesófilos difere significativamente entre as regiões. No estudo realizado em Porteirinha-MG (10), descobriram que as amostras apresentaram contagens entre 1,0 x $10^3$ e 2,5 x $10^3$ UFC/g. No Distrito Federal, a contagem mais alta foi encontrada na RA III (Taguatinga), com 6,1 x $10^5$ UFC/g (Tabela 1, 2024).

Quanto à contagem, Silva *et al*. (8) afirma que a quantidade de aeróbios mesófilos pode aumentar devido à manipulação inadequada da carne e à higienização ineficiente dos equipamentos. Em consonância com essa afirmação, os resultados obtidos no Distrito Federal indicam que lotes com alta proliferação de aeróbios mesófilos servem como um alerta para possíveis problemas na linha de coleta das amostras.

Em última análise, é essencial destacar que os resultados alcançados também estão em concordância com o estudo de Hanguis *et. al* (3), que concluiu que práticas inadequadas de higienização dos estabelecimentos e dos manipuladores de alimentos são fatores determinantes para o aumento da contagem de Aeróbios Mesófilos, reforçando com a necessidade de aprimoramento dos protocolos de higiene.

Ademais, a presença de Aeróbios Mesófilos em números elevados pode colocar em risco a segurança alimentar, servindo como indicador de condições higiênico-sanitárias inadequadas. Os resultados obtidos no presente estudo indicam que a carne moída comercializada na Região Administrativa de Taguatinga, requer atenção redobrada no controle desses microrganismos, visando à segurança do consumidor. Por tanto, a recomendação, é de que sejam adotadas medidas preventivas, como o reforço na higienização dos equipamentos e maior fiscalização dos processos de manipulação e conservação da carne.

Da mesma forma, o estudo sobre o consumo de carne moída e a qualidade higiênico-sanitária da carne em açougues do Distrito Federal destaca a importância da contagem de Aeróbios Mesófilos como um indicador de condições de higiene. Esses resultados corroboram a ideia de que procedimentos de limpeza rigorosos são necessários para as ferramentas e manipuladores usados no processamento de carne.

## CONCLUSÕES

Os resultados apresentados neste estudo ressaltam a importância de manter condições higiênicas rigorosas durante a manipulação e comercialização da carne moída. As contagens de aeróbios mesófilos foram usadas como indicadores críticos de higiene e segurança alimentar. Os resultados obtidos estavam, em sua maioria, dentro dos parâmetros estabelecidos pela Instrução Normativa Nº 161/2022 (6). Especificamente, o lote da Região Administrativa (RA) Taguatinga apresentou um valor intermediário, mas ainda dentro dos limites aceitáveis, com uma distribuição de 0:1:4 — ou seja, zero resultados inaceitáveis, um resultado intermediário e quatro resultados favoráveis. Assim, de cinco locais analisados no Distrito Federal, 80% apresentaram bons resultados, enquanto 20% foram classificados como intermediários.

Esses achados confirmam a necessidade de manter práticas higiênicas rigorosas para minimizar a proliferação de microrganismos e assegurar a segurança alimentar. Portanto, é fundamental que os estabelecimentos que manipulam carne moída continuem a focar na higienização eficaz dos equipamentos e na sanidade dos colaboradores, a fim

de reduzir a presença desses microrganismos e garantir a segurança do produto para o consumo.

**AGRADECIMENTOS**

Gostaríamos de expressar nossa gratidão à Professora Simone Conceição Porto Gonçalves por reunir suas alunas em um grupo de estudos de inspeção alimentícia, proporcionando um ambiente de aprendizado e colaboração. Agradecemos também à Faculdade ICESP e à coordenadora Gisele Monsueth Melo pelo acompanhamento, apoio e incentivo contínuo ao estudo e à pesquisa. Suas contribuições foram fundamentais para a realização deste trabalho.

**REFERÊNCIAS**

1. Cabreira, Adenilson Rodrigo Nascimento et al. Análise do perfil socioeconômico do consumidor de carne e a sua percepção quanto à segurança do alimento [Internet]. 2016 [acesso em 03 de julho de 2024]. Disponível em: http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/3344.

2. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília (DF); 10 jan 2001.

3.HANGUIS. A. R. et. al. Análise Microbiológica da Carne Bovina Moída Comercializada na Cidade de Anápolis, Goiás, Brasil. Revista eletrônica de
Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias. Curitiba, PR, v.3, n.1, jan/jun., 201812, Farmácia, v. XII, p. 30-38, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/REF/article/viewFile/34969/pdf>. Acesso em: 26 ago. 2016.

4.DA SILVA PENS, Crístian Jean et al. Avaliação da contagem de microrganismos aeróbios mesófilos em sushis de buffets de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, conforme legislação municipal vigente. Brazilian Journal of Food Research, v. 11, n. 1, p. 45-57, 2020.

5. Bezerra JE, Agner MR. A dinâmica geográfica do setor supermercadista em Brasília (DF) [Internet]. Sociedade & Natureza. 2021 [citado em 2024 jul 14]. Disponível em: https://www.scielo.br/j/sn/a/q8ht8Rn9g3VTcLDvdxW6yMk/abstract/?lang=pt

6. Brasil. Instrução Normativa - IN N°161 de 1° de julho de 2022. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, Ministério da Saúde, Brasília, 2022.

7. Brasil. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N° 724 de 1° de julho de 2022. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, Ministério da Saúde, Brasília, 2022.

8. Silva Nd, Junqueira Vca, Silveira NF, Taniwaki Mh, Gomes Rar, Okazaki Mm. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 5ª ed. São Paulo: Buncler; 2017.

9. Fernandes Lhg. Análise microbiológica da carne bovina moída comercializada na cidade de Dracena–São Paulo [trabalho de conclusão de curso]. Dracena: Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas; 2021. 39 p.

10. Do Nascimento Mvd, Silva Jf, Oliveira Ja, Almeida Mfs. Avaliação da qualidade microbiológica da carne moída fresca comercializada no mercado central em Campina Grande–PB. Rev Saúde & Ciência. 2014;3(1):56-68.

**Capítulo 76**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-76**

# ELABORAÇÃO, AVALIAÇÃO SENSORIAL E TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA DE HAMBÚRGUER BOVINO *CLEAN LABEL*.

**Larissa Mylena Mendes Dias*; Karina Barbosa dos Santos ; Jose Fernando da Silva; Wellington Moraes da Silva; Cássia Jesyele Maciel dos Anjos; Evelyn Luana de Andrade Correia; Raimundo Bernardino Filho**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:larissammdias0@gmail.com*

**Resumo:** Nos últimos anos devido ao desenvolvimento do processo de industrialização, surge a tendência de alimentos clean label, que se caracteriza como uma opção mais saudável para a alimentação. Logo, nesta pesquisa objetivou-se substituir na formulação padrão de hambúrguer bovino os aditivos glutamato monossódico e sal de cura (nitrito e nitrato de sódio) por sal de ervas (manjericão, orégano e salsinha), e submeter à avaliação microbiológica, sensorial e teste de intenção de compra. Foram elaboradas 3 formulações, uma formulação padrão de hambúrguer bovino sem adição de sal de erva (FP), uma com substituição de 50% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas (FCL1) e uma formulação com substituição de 100% por sal de ervas (FCL2). De acordo com os resultados, as formulações estavam dentro dos padrões aceitáveis para consumo humano, identificando uma boa qualidade higiênico sanitária durante todo o processo de produção. Os atributos de cor, aroma, textura e sabor para as formulações, obtiveram valores entre 7,02 a 7,69 que significa “gostei moderadamente” na escala hedônica, demonstrando que os produtos seriam aceitos por consumidores. Na aceitação global, foram bem aceitas pelos provadores, obtendo notas na faixa de 7,50 a 7,70. Os índices de aceitabilidades foram maiores que 80% para todas as formulações, demonstrando assim, que o sal de ervas pode ser uma alternativa para substituição de aditivos alimentares sintéticos no produto cárneo sem prejudicar a aceitabilidades do produto, além de produzir um alimento que pode contribuir para a saúde do consumidor.

**Palavras–chave:** Frescal; Ingredientes Naturais; Produto cárneo; Rótulo;

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a mudança dos hábitos de vida da população, cada vez mais dinâmica, e o desenvolvimento do processo de industrialização, passaram a exigir mais das fábricas químicas e farmacêuticas no que se refere à potencialização de uma manufatura alimentícia que pudesse se adaptar aos novos hábitos (1). Tendo consequentemente um aumento na aplicação de aditivos alimentares, que são usados no intuito de aumentar o tempo de vida útil e/ou agregar características sensoriais e visuais, gerando uma preocupação na população quanto à ingestão exacerbada desses produtos que contenham conservantes, já que podem acarretar vários efeitos adversos de curto ou longo prazo (2).

Mesmo com o alto consumo dos alimentos industrializados, se tem uma notória escassez de conhecimento sobre os malefícios que os aditivos e conservantes podem causar na saúde humana, em caso de uso excessivo (3), como por exemplo, alterações de comportamento como déficit de atenção e hiperatividade (4), reações alérgicas (5) e, além disso, em consonância com o uso e açúcares e gorduras, pode influenciar no aparecimento de doenças crônicas não transmissíveis, como a obesidade (6).

Baseado neste fato, surge a tendência de alimentos *clean label*, que significa "rótulo limpo", e se caracteriza como uma tendência mais saudável para a alimentação, onde se objetiva apresentar uma maior transparência na composição dos alimentos, com rótulos de fácil entendimento. Ademais, esse novo conceito engloba produtos com um menor número de ingredientes, porém mais saudáveis e naturais, fazendo com que a busca por parte dos consumidores esteja em constante crescimento (7). Segundo Silva e Santana (8) o conceito também envolve a não utilização de organismos geneticamente modificados (OGM's), saborizantes, corantes, aditivos e conservantes.

De acordo com dados do Euromonitor International, a venda de alimentos saudáveis ganhou força no Brasil a partir de 2020, onde a comercialização cresceu em 11% e atingiu a marca de R$ 100 bilhões, destacando ainda que o crescimento nas vendas é consequência da adoção de novos hábitos alimentares pelos brasileiros (9). Sendo assim é possível observar que os consumidores querem ser mais seguros de sua alimentação e ter acesso mais facilmente, dando efeito a uma corrida, por parte da indústria de alimentos, para lançar produtos com ênfase em estilo saudável (10).

No Brasil, de acordo com uma pesquisa feita por Vessoni (11), o hambúrguer é o produto cárneo mais consumido devido ao seu sabor e praticidade. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) na Portaria nº 724, de 23 de dezembro de 2022, define hambúrguer, como o produto cárneo industrializado obtido da carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado na forma de disco ou na forma oval, e submetido a processo tecnológico adequado, tendo como ingrediente obrigatório a carne obtida das massas musculares esqueléticas das espécies utilizadas (12).

Sabendo que Glutamato, nitrito e nitrato são aditivos frequentemente utilizados no processamento de produtos cárneos e que possuem a função de preservar a carne contra a ação deteriorante das bactérias, fixar a cor e agir como agentes de cura (13), o desenvolvimento de produtos cárneos mais saudáveis requer a substituição desses sais sintéticos por agentes de cura naturais. Deste modo, fica evidente a importância dos processadores de carne começarem a utilizar diferentes tecnologias e métodos para substituições de suas formulações (14).

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um hambúrguer de carne bovina utilizando tendência *clean label*, substituindo aditivos e conservantes sintéticos por ingredientes naturais. O estudo também buscou avaliar a qualidade microbiológica da formulação desenvolvida e realizar uma avaliação sensorial das formulações de hambúrgueres, incluindo um teste de intenção de compra.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Metodologia

O experimento foi desenvolvido nas dependências do Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados, no Laboratório de Patologia Animal (LAPA) e no Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE),

Garanhuns-PE. A matéria-prima (acém), gordura suína, especiarias e insumos necessários para elaboração das formulações foram adquiridos no mercado local de Garanhuns.

O sal de ervas foi preparado com uma mistura de ervas desidratadas (manjericão, orégano e salsinha) na proporção de 25% de cada erva mais 25% de sal de cozinha. A mistura de ervas com sal foi triturada em liquidificador doméstico por 3 minutos até a obtenção de um pó, seguido de armazenamento em pote de vidro hermético e acondicionado em temperatura ambiente até a elaboração das formulações.

**Elaboração do hambúrguer bovino *clean label***

Foram desenvolvidas uma formulação padrão de hambúrguer bovino sem adição de sal de ervas (FP), uma formulação com substituição de 50% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas (FCL1) e uma formulação com substituição de 100% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas (FCL2). As formulações e o fluxograma de elaboração dos hambúrgueres foram realizados obedecendo à linha de processamento apresentada na Tabela 1 e figura 1.

Tabela 1. Formulações de hambúrguer bovino *clean label*

| **Matéria-prima** | **FP** (%) | **FCL1** (%) | **FCL2** (%) |
|---|---|---|---|
| Carne bovina | 80 | 80 | 80 |
| Gordura suína | 20 | 20 | 20 |
| **Ingredientes** | **% (g/100g) em relação à massa cárnea** | | |
| Sal | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| Pimenta-do-reino | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Alho em pó | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Cebola em pó | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Páprica doce | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| Noz-moscada | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Antioxidante eritorbato de sódio | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Glutamato monossódico | 0,06 | 0,03 | - |
| Sal de cura 1 (nitrito e nitrato) | 0,30 | 0,15 | - |
| Sal de ervas* | - | 0,15 | 0,30 |
| Água mineral gelada | 7,0 | 7,0 | 7,0 |

*Sal de ervas (manjericão, orégano, salsinha e sal de cozinha)
**FP** = formulação padrão de hambúrguer bovino sem adição de sal de erva. **FCL1** = substituição de 50% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas. **FCL2 =** 100% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas

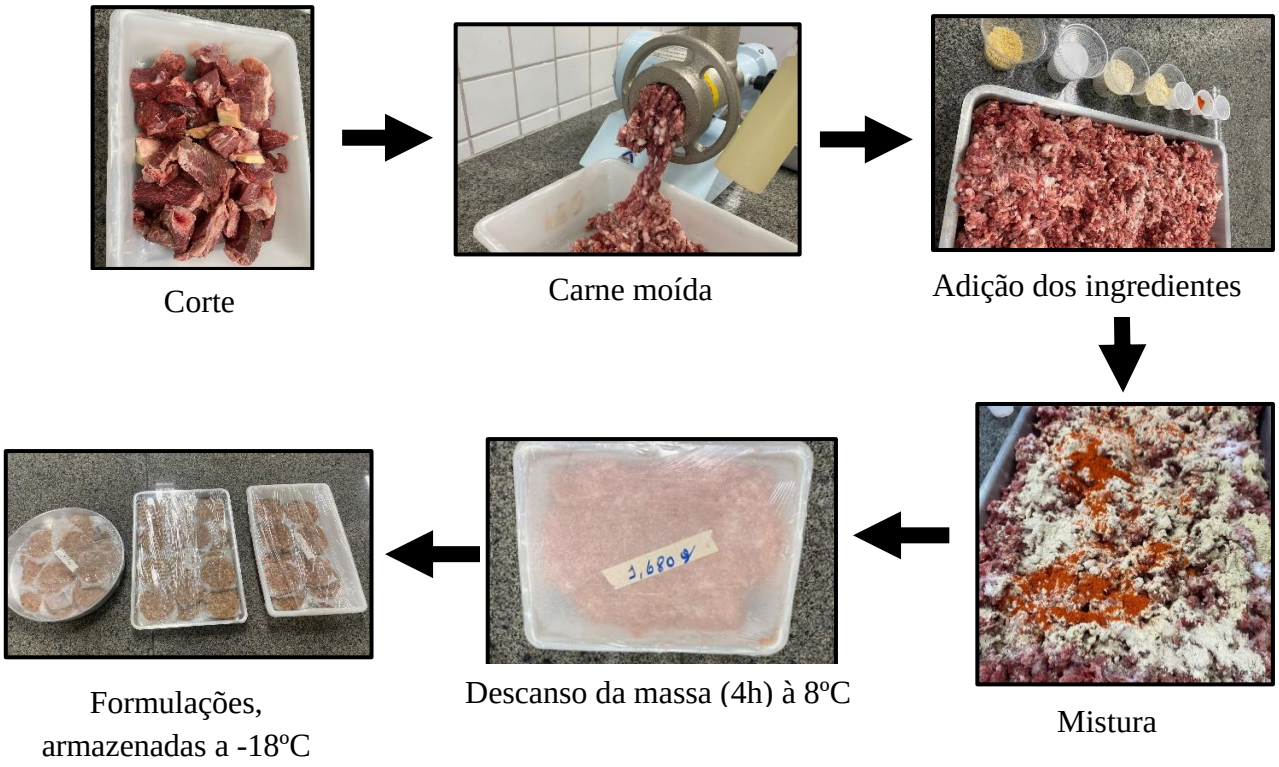
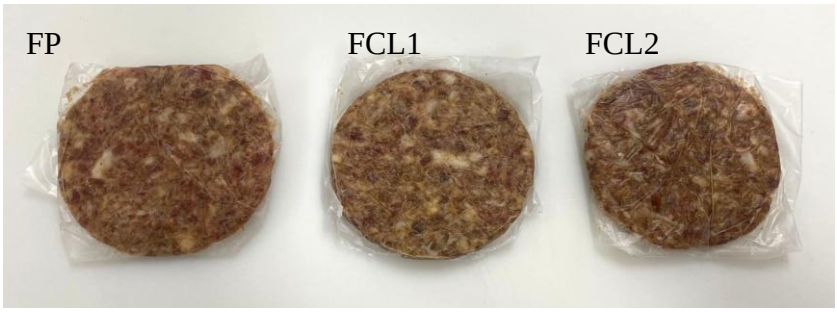



Figura 1 - Fluxograma de elaboração dos hambúrgueres bovino

Figura 2 - Amostras de hambúrgueres desenvolvidas.




**FP** = formulação padrão de hambúrguer bovino sem adição de sal de erva. **FCL1** = substituição de 50% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas. **FCL2 =** 100% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas

O corte de carne bovina (acém) e a gordura suína foram submetidos ao processo de moagem em moedor de carne com disco de 8 mm de diâmetro em temperatura de 7°C, para evitar o aquecimento indesejável no processo; A etapa de mistura da matéria-prima e dos ingredientes foi de forma manual até obtenção de uma mistura homogênea, em seguida a massa passou por uma etapa de descanso para melhor absorção dos

condimentos, em temperatura de 5°C, por um período de 12 horas; A massa cárnea obtida foi modelada em forma de 8 cm de diâmetro por 1 cm de espessura. Os hambúrgueres foram embalados em embalagem de polietileno e acondicionados em bandejas de isopor envolvidas em plástico filme de PVC e armazenados em freezer a -18 ºC até o início das análises, como visto na figura 2.

**Avaliação microbiológica**

Foram realizadas as análises microbiológicas, para os seguintes micro-organismos: *Salmonella Enteritidis, Salmonella Typhimurium, Escherichia coli* e Aeróbios mesófilos, propostas pela Instrução Normativa n°60, de 23 de dezembro de 2019, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (15). Foi adotada a metodologia proposta pela American Public Health Association (16).

**Avaliação sensorial e teste de intenção de compra**

Os testes sensoriais foram realizados com 80 provadores não treinados, escolhidos em função de serem consumidores frequentes de hambúrguer. Foram aplicados os testes de aceitação e intenção de compra conforme especificado por (17). O teste de aceitação foi realizado com uma escala hedônica de categoria verbal de nove pontos (9=gostei muitíssimo a 1=desgostei muitíssimo), para os atributos a serem analisados (cor, aroma, textura, sabor e aceitação global). O teste de avaliação de atitude quanto à intenção de compra será realizado utilizando-se a escala de categoria mista com cinco pontos (5= certamente compraria a 1= certamente não compraria).

Antes da avaliação sensorial, os hambúrgueres foram submetidos ao processo de cozimento de acordo com as recomendações da American Meat Science Association em chapa elétrica com controle de temperatura. O cozimento das amostras foi por contato direto do hambúrguer com a chapa elétrica com controle de temperatura por 3 minutos de cada lado. Por fim, os hambúrgueres foram retirados quando a temperatura do centro geométrico atingiu um mínimo de 72°C, com um máximo de 75°C. A temperatura interna dos hambúrgueres foi medida através de um termômetro digital tipo espeto (18).

O Índice de Aceitabilidade (IA) foi determinado a partir da equação 1:

$$IA\ (\%) = \frac{A \times 100}{B} \quad (1)$$

Onde: A = nota média obtida para o produto. B = nota máxima da escala utilizada para avaliar o produto.

Por se tratar de uma pesquisa envolvendo seres humanos, o teste foi submetido e avaliado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos com o Parecer aprovado de nº. 6.076.275, para atender as exigências éticas e científicas dispostas na Resolução 466, de 12 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde (19).

**Análise estatística**

Diante dos dados coletados pelo e teste de aceitação dos hambúrgueres de carne bovina formulados, serão calculados os desvios padrões e as médias. E em seguida realizar a Análise de Variância (ANOVA), para que as médias sejam comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, pelo programa software ASSISTAT, versão 7.7 (20).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas dos hambúrgueres estão descritos na Tabela 2. De acordo com esses resultados, os hambúrgueres formulados estavam dentro dos padrões aceitáveis para consumo humano, de acordo com a Resolução RDC nº 161 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (21). Podendo ser empregados na análise sensorial.

Tabela 2 - Médias dos resultados das análises microbiológicas dos hambúrgueres desenvolvidos.

| Formulações | *Coliformes a 45ºC (NMP/g)* | *Salmonella sp/25g (UFC/g)* | *Staphylococcus Coagulase Positiva (UFC/g)* |
|---|---|---|---|
| **FP** | 2,3 x $10^2$ | Ausente | 4,0 x $10^2$ |
| **FCL1** | 3,6 x $10^2$ | Ausente | 4,2 x $10^2$ |
| **FCL2** | 2,1 x $10^2$ | Ausente | 4,1 x $10^2$ |
| **Padrões Microbiológicos*** | 5 x $10^2$ | Ausente/25g | 5 x $10^4$ |

* Determinações preconizadas pela RDC nº 161 de 1º DE JULHO DE 2022. (NMP) - Número Mais Provável. (UFC) - Unidades Formadoras de Colónias. **FP** = formulação padrão de hambúrguer bovino sem adição de sal de erva. **FCL1** = substituição de 50% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas. **FCL2 =** 100% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas

Como se pode observar na Tabela 2, em nenhuma das amostras foi verificada a presença de *Salmonella sp.* A contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva variou de 4,0 x $10^2$ a 4,2 x $10^2$ UFC/g de coliformes termotolerantes apresentou-se entre 2,1 x $10^2$ a 3,6 x $10^2$ NMP/g. Todas as amostras apresentaram contagens abaixo do máximo estabelecido pela legislação vigente. A baixa contagem de coliformes termotolerantes das amostras pode ser considerada uma informação relevante à manutenção correta de refrigeração e de boas práticas de higiene e sanitização requeridas para o processamento e armazenamento dos hambúrgueres analisados, além de ressaltar a boa qualidade da matéria-prima utilizada.

Marques (22), ao realizar análise microbiológica em hambúrguer bovino adicionado de farinha de aveia como substituto para a gordura, encontrou resultados idênticos ao desta pesquisa para *Salmonella sp.* (ausente/25g) e valores inferiores para coliformes a 45°C.

Salvino (23), avaliando a qualidade microbiológica de hambúrgueres de carne de avestruz, elaborados com substitutos de gordura, obteve resultado de 4,1 x 10 UFC/g para *Staphylococcus Coagulase* Positiva, valores menores que os desta pesquisa, e estando também com contagens dentro dos limites estipulados para a legislação em questão.

Esses resultados podem ter sido possíveis pela falta de higiene dos manipuladores no próprio açougue, Pesquisa realizada por Matos et al. (24) revelou que 100% das amostras das mãos dos manipuladores apresentaram valores acima do padrão microbiológico estabelecido como satisfatório.

Análises microbiológicas são importantes recursos para monitorar as condições higiênicas e sanitárias de equipamentos e utensílios que entram em contato com os alimentos e também dos manipuladores que atuam no processamento.

Para um consumo de carnes mais seguro, além das condições de abate, transporte e armazenamento adequadas, é importante que as mesmas sejam submetidas a processos de cocção adequados, atingindo temperaturas seguras no centro geométrico das carnes. Tais temperaturas de segurança apresentam os seguintes binômios de tempo e temperatura no centro geométrico do alimento: 65 °C por 15 minutos, 70 °C por 2 minutos ou 74 °C (25). Dessa forma, garante-se a eliminação de bactérias patogênicas em alimentos.

Como pode ser observado na Tabela 3, não houve diferença significativa entre as amostras nos atributos, ou seja, todos os hambúrgueres foram considerados semelhantes pelos provadores. Todos os atributos obtiveram valores a partir de 7, que significa "gostei moderadamente" na escala hedônica, demonstrando que os produtos seriam aceitos por consumidores sob o ponto de vista sensorial. Resultados semelhantes a esses foram encontrados por Araújo (26) ao analisar hambúrgueres mistos com adição de alecrim, visualizando que a produção dessa formulação não alterou os atributos sensoriais do alimento.

Outro fator importante observado corroborando com a pesquisa de Chirinos et al. (27), é que o hábito de consumo do produto hambúrguer comumente vem acompanhado de pão, queijo, salada e condimentos, neste caso este produto foi servido aos julgadores sem os acompanhamentos, o que foge do hábito comum de consumo. Embora a avaliação sensorial tenha sido realizada com o produto puro, os julgadores solicitaram a presença de acompanhamentos, mas seria inviável por interferir no resultado pretendido. Devido ao exposto foram obtidas notas medianas nos testes realizados, algo similarmente encontrado na análise de hambúrguer bovino feita por Marques (28).

Na aceitação global, de acordo com as médias obtidas (Tabela 3), foi possível considerar que as amostras FP, FCL1 e FCL2, independentemente da adição do substituto de aditivos (sal de ervas), foram bem aceitas pelos provadores, obtendo notas na faixa de 7,50 a 7,70. Isto reforça a boa aceitabilidade das amostras com baixo teor e sem aditivos, mostrando assim, uma alternativa para elaboração de hambúrgueres saborosos e mais saudáveis.

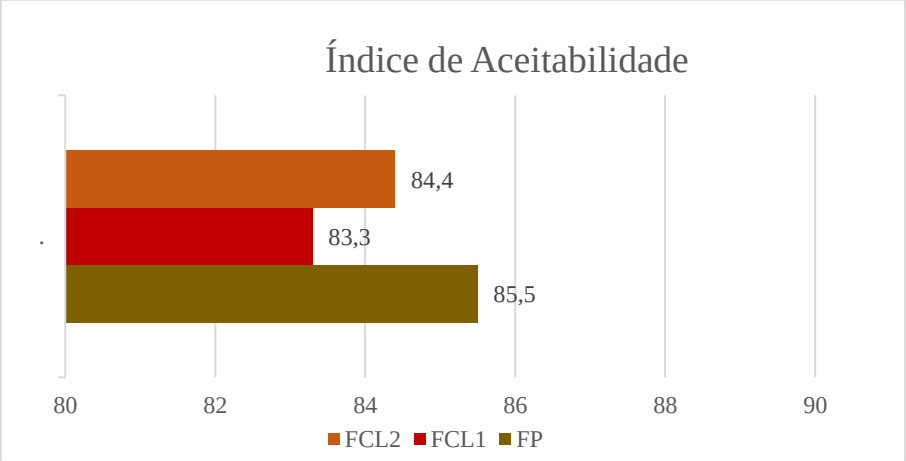
Na figura 3, encontra-se o índice de aceitabilidade onde a formulação FP teve a maior aceitabilidade de 85,50%, seguida da FCL2 de 84,40% e a FCL1 de 83,30%. Segundo Bispo et al. (29), um bom índice de aceitação deve apresentar valores maiores que 70%, logo podemos afirmar que todas as formulações foram aceitas pelos consumidores.

Tabela 3. Médias e desvios padrões dos resultados do teste de aceitação dos hambúrgueres desenvolvidos.

| | **Formulações** | | |
|---|---|---|---|
| **Atributos** | **FP** | **FCL1** | **FCL2** |
| **Cor** | 7,20 ± 1,70 [a] | 7,16 ± 1,58 [a] | 7,09 ± 1,65 [a] |
| **Aroma** | 7,39 ± 1,56 [a] | 7,02 ± 1,61 [a] | 7,33 ± 1,50 [a] |
| **Textura** | 7,81 ± 1,30 [a] | 7,31 ± 1,58 [a] | 7,48 ± 1,38 [a] |
| **Sabor** | 7,69 ± 1,43 [a] | 7,52 ± 1,33 [a] | 7,61 ± 1,37 [a] |
| **Aceitação Global** | 7,70 ± 1,03 [a] | 7,50 ± 1,06 [a] | 7,60 ± 1,14 [a] |

**FP** = formulação padrão de hambúrguer bovino sem adição de sal de erva. **FCL1** = substituição de 50% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas. **FCL2 =** 100% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas.

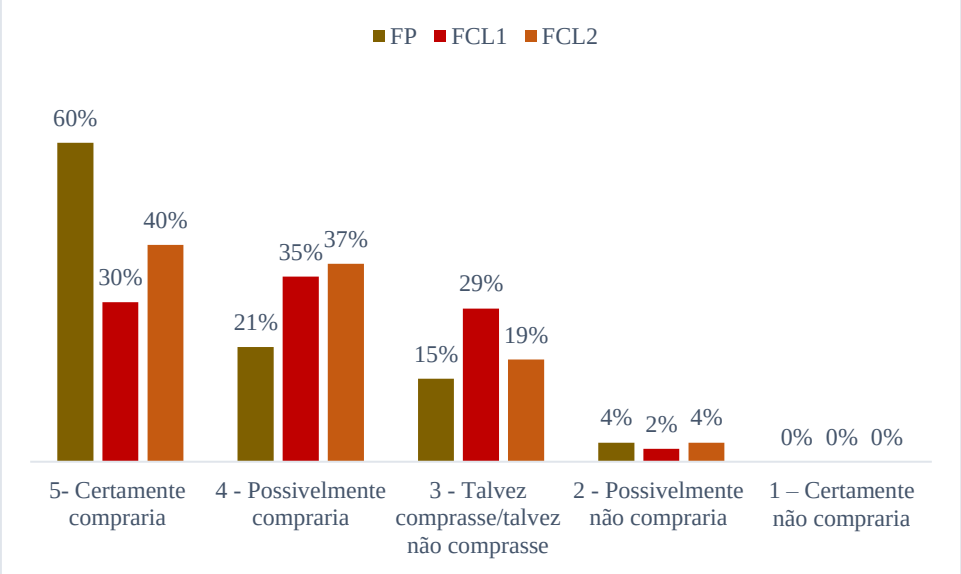
Figura 3 - Índice de Aceitabilidade




**FP** = formulação padrão de hambúrguer bovino sem adição de sal de erva. **FCL1** = substituição de 50% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas. **FCL2 =** 100% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas

Na Figura 4, observamos os resultados do teste de intenção de compra aplicado às três formulações de hambúrgueres avaliadas. Nenhuma formulação foi avaliada com a nota 1, referente a certamente não compraria. A formulação FP obteve melhor percentual de intenção de compra (60%), seguida da formulação FCL2 (40%) e da formulação FCL1 (30%). Verificou-se que a maioria dos provadores certamente e possivelmente comprariam os hambúrgueres, apenas um pequeno percentual dos provadores, ficariam em dúvida se comprariam ou não os produtos. Resultados similares a esse foram encontrados por Carvalho et al. (30) que avaliou a intenção de compra dos provadores em relação ao hambúrguer bovino com redução de sódio.

Figura 4 - Distribuição de frequência para teste de intenção de compra das formulações de hambúrgueres desenvolvida




**FP** = formulação padrão de hambúrguer bovino sem adição de sal de erva. **FCL1** = substituição de 50% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas. **FCL2 =** 100% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas

## CONCLUSÕES

Através da pesquisa foi possível identificar que os hambúrgueres formulados apresentaram cor, sabor e aroma característicos do produto, todas tiveram boa aceitação pelos provadores, sendo as formulações FP e FCL2 as que tiveram maior intenção de compra. Eles estavam dentro dos padrões aceitáveis para consumo humano, de acordo com a Resolução RDC nº 161 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária, identificando uma boa qualidade higiênico sanitária durante todo o processo de produção e da boa qualidade da matéria-prima.

Somado a isso, os resultados apresentados na análise sensorial, indicam boa aceitação, associados com os resultados obtidos na intenção de compra demonstram que o sal de ervas pode ser uma alternativa para substituição de aditivos alimentares sintéticos em hambúrguer bovino sem prejudicar suas características sensoriais, além de produzir um produto que pode proporcionar benefícios para saúde do consumidor.

## REFERÊNCIAS

1. Andrade, A, V, B, de. Exercícios de reabilitação cardíaca em idosos na síndrome de Long COVID: uma revisão de escopo. Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Educação Física e Desportos. – 2022.

2. Demoliner, F.; Daltoé, L. M. COVID-19: nutrição e comportamento alimentar no contexto da pandemia. *Revista Perspectiva: Ciência e Saúde*, v. 5, n. 2, 2020.

3. Hofman MJ, Alves MK. Conhecimento dos consumidores em relação a aditivos alimentares na cidade de Caxias do Sul. Rv Gestão, Qualidade e Segurança em Alimentação. 2019

4. Sá, P., Ferreira, F. A., Vila Nova, R. D., Mourão, T. V., Andrade, V. L. Ângelo,

& Rückl, S. (2022). Uso abusivo de aditivos alimentares e transtornos de comportamento: há uma relação? International Journal of Nutrology, 9(2), 209–215.

5. Solé D, Silva LR, Cocco RR, Ferreira CT, Sarni RO, Oliveira LC et al. Consenso Brasileiro sobre Alergia Alimentar: 2018 - Parte 1 - Etiopatogenia, clínica e diagnóstico. Documento conjunto elaborado pela Sociedade Brasileira de Pediatria e Associação Brasileira de Alergia e Imunologia. Arquivos de Asma, Alergia e Imunologia. 2018

6. Paula Neto, H. A., Ausina, P., Gomez L. S., Leandro J.G.B., Zancan P., Sola-Penna M. Effects of Food Additives on Immune Cells As Contributors to Body Weight Gain and Immune-Mediated Metabolic Dysregulation. Immuno, 2017 Nov 6

7. Asioli, D. et al. Making sense of the “clean label” trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. *Food Research International*, [s.l.], v. 99, p. 58-71, set. 2017. Elsevier BV.

8. Silva, A. S. M. de; Santana, J. A. Processamento tecnológico de presunto clean label. 26 nov. 2020. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/26032. Acesso em: 5 abr. 2024.

9. Euromonitor Internacional. **2021**. Disponível em: https://www.euromonitor.com/. Acesso em: 03 abr. 2024.

10. MINTEL. Tendências em alimentos e bebidas 2017. Disponível em: https://brasil.mintel.com/tendencias-globais-em-alimentos-e-bebidas. Acesso em: 05 de agosto de 2024.

11. Vessoni, N. G.; Piaia, A. F.; Bernardi, D. M. Pesquisa de consumo de carne bovina, produtos cárneos, hambúrguer e alimentos funcionais. *FAG Journal of Health*, v. 1, n. 4, p. 25, 2019.

12. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 724, de 23 de dezembro de 2022. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Hambúrguer. Brasília, 2022. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/sislegis. Acesso em: 29 mar. 2024.

13. Silva, A. S. M. de; Santana, J. Processamento tecnológico de presunto clean label. 26 nov. 2020. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/26032. Acesso em: 5 abr. 2024.

14. Mintel. **Tendências em alimentos e bebidas 2017**. Disponível em: https://brasil.mintel.com/tendencias-globais-em-alimentos-e-bebidas. Acesso em: 05 ago. 2024.

15. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa n° 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos – DF, 2019b.

16. APHA - American Public Health Association. **Compendium of methods of the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington, D.C., 2001.

17. Teixeira, L.V. 2009. Sensory analysis in the food industry. Rev. Inst. Latic. 366(64): 12-21

18. AMSA. American Meat Science Association – International, AMSA. Revised Deed. AMSA, Champaign, IL, USA. 2012

19. BRASIL, Conselho Nacional de Saúde. Resolução n° 466, de 12 de dezembro de 2012. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/index.html Acesso em 04 março. 2024

20. Silva F.A.S, Azevedo C.A.V. 2016. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. Journal Agric. Res., 11(39): 3733-3740

21. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa - IN nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece os requisitos sanitários para a utilização de aditivos alimentares. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 4 jul. 2022.

22. Marques, J.M. Elaboração de um produto de carne bovina tipo hambúrguer adicionado de farinha de aveia. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Tecnologia de Alimentos. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná. Curitiba/Pr, 2007.

23. Salvino EM, Silva JA, Nóbrega ES, Nascimento JC, Costa MJC, Maciel JF. Caracterização microbiológica, físico-química e sensorial de hambúrgueres de carne de avestruz (Struthio camellus), elaborados com substituto de gordura. Rev Inst Adolfo Lutz, São Paulo, 68(1):34-41, 2009.

24. Matos, V. S. R.; Gomes, A. P. P.; Santos, V. A. Perfil sanitário da carne bovina in natura comercializada em supermercados. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 71, p. 187-192, 2012.

25. ABERC. Manual ABERC de práticas de elaboração e serviço de refeições para coletividades. São Paulo, 10ª ed, 2013.

26. Araújo, M. R. et al. Qualidade de hambúrguer misto com alecrim como substituto de antioxidante sintético: caracterização físico-química. *Research, Society and Development*, 2022.

27. Chirinos, R. R. O.; Vizeu, D. M.; Franco, B. D. G. M.; Destro, M. T.; Landgraf, M. Inactivation of Escherichia coli O157 in hamburger by gamma radiation. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 33, n. 1, p. 45-48, 2002.

28. Marques, J.M. Elaboração de um produto de carne bovina tipo hambúrguer adicionado de farinha de aveia. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Tecnologia de Alimentos. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná. Curitiba/Pr, 2007.

29. Bispo, E. S.; Santana, L. R. R.; Carvalho, R. D. S.; Leite, C. C.; Lima, M. A. C. Processamento, estabilidade e aceitabilidade do marinado de vongole (Anomalocardia brasiliana). *Ciências e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 24, n. 3, p. 353-356, jul.-set. 2004.

30. Carvalho, C. B. et al. Análise sensorial de hambúrguer bovino com reduzido teor de sódio. In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ, v. 1, n. 2, p. 4934-4939. São Paulo: Blucher, 2015.

**Capítulo 77**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-77**

# NOVOS MÉTODOS APLICADOS À ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO

**Alisson Melo de Sousa; Mirla Dayanny Pinto Farias;Francisca Joyce Elmiro Timbó Andrade; Georgia Maciel Dias de Moraes; Daniele Maria Alves Teixeira Sá; Francisca Lidiane Linhares de Aguiar; Leiliane Teles César***
**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:leilianeteles@ifce.edu.br*

**Resumo:** As análises microbiológicas de alimentos são fundamentais na detecção e quantificação de microrganismos, indicadores ou patógenos, que justificam intervenções direcionadas à saúde pública, segurança dos alimentos, conformidade regulatória e controle de qualidade. Nesta revisão foi possível identificar técnicas que trazem vantagens em termos de rapidez, especificidade, identificação microbiana e de compostos em alimentos. O avanço da tecnologia aplicada à biologia molecular possibilitou a evolução da microbiologia, resultando em testes cada vez mais específicos, sensíveis e acessíveis, embora sempre haja lugar para os métodos tradicionais, a aplicação da microbiologia adapta-se às necessidades da indústria e da pesquisa. Os métodos microbiológicos rápidos fornecem várias vantagens, principalmente, em relação à agilidade dos resultados de análises. As técnicas de PCR e PCR em tempo real são bastante usadas para detectar com sucesso patógenos bacterianos importantes, como *Salmonella* spp e *Campylobacter* sp. Portanto, as atuais técnicas moleculares (PCR, qPCR, biossensores, *microarrays* e LFA) contribuem com maior eficácia, seletividade e especificidade às análises microbiológicas e são empregadas em diferentes setores, tanto na indústria como na pesquisa, gerando resultados mais rápidos e menos onerosos, tornando-as alternativas viáveis para detecção de compostos e microrganismos para garantia da qualidade e segurança do alimento.

**Palavras–chave:** segurança dos alimentos; análise microbiológica; patógenos; métodos rápidos; microrganismos indicadores

## INTRODUÇÃO

As análises microbiológicas de alimentos desempenham papel crucial na detecção e quantificação de microrganismos, indicadores ou patógenos, que justificam intervenções direcionadas à saúde pública, segurança dos alimentos, conformidade regulatória e controle de qualidade. A Organização Pan-Americana de saúde (OPAS) estima que, na região das Américas, a cada ano, 77 milhões de pessoas sofrem de doenças transmitidas por alimentos (DTA´s) e mais de 9.000 morrem (1). Desta forma, as análises microbiológicas de alimentos auxiliam na saúde do consumidor, na integridade do abastecimento alimentar e prevenção de DTA´s (1).

As análises para detecção de microrganismos em alimentos, embora sejam confiáveis e eficientes, necessitam de vários dias para obtenção dos resultados, tornando o custo de análise muito elevado, pois é utilizada uma grande quantidade de determinações microbiológicas. Estas análises baseiam-se na aplicação de testes

morfológicos e bioquímicos a fim de realizar a identificação e determinação de gêneros, espécies e subespécies de microrganismos, sendo realizados em meios não-seletivos e/ou seletivos de cultura, sendo complementados por testes bioquímicos diferenciais associados a testes sorológicos. Assim, quando realizados testes limitados com capacidade discriminatória reduzida em microrganismos, que apresentam variabilidade genética baixa, existe a possibilidade de interpretações equivocadas dos resultados (2).

Os recentes avanços tecnológicos possibilitaram o desenvolvimento de vários métodos para detecção e caracterização de bactérias patogênicas em alimentos. Dentre eles destaca-se as técnicas baseadas na replicação de sequências de DNA pela reação em cadeia da polimerase (*Polymerase Chain Reaction* - PCR) e seus avanços. Esta se tornou a técnica genética mais utilizada em diagnóstico microbiológico durante as últimas décadas. Além dos métodos moleculares, outras tecnologias baseadas em espectrometria de massa, biossensores, bem como, em *microarrays* e testes rápidos ganham destaque no cenário das análises microbiológicas para alimentos (3).

O emprego de novos métodos de análise de alimentos apresenta-se como alternativa interessante, por diversos propósitos, incluindo a construção de tabela nutricional, controle de qualidade e contaminação, pois as indústrias e estabelecimentos alimentícios precisam de métodos rápidos e acessíveis para a determinação de compostos que não possuem um método adequado para monitoramento ou mesmo para substituir os métodos onerosos e lentos já existentes (4).

Apesar do aumento da utilização das técnicas de análise rápida em estudos de microbiologia de alimentos, as publicações ainda são limitadas. Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar uma visão geral dos novos métodos microbiológicos, discutindo sua aplicação e abordando as vantagens e desafios desses métodos de interesse em alimentos.

## Principais métodos rápidos aplicados à análise microbiológica de alimentos

Para uma melhor compreensão das novas técnicas moleculares é importante se conhecer os princípios básicos da técnica de PCR (Reação em Cadeia da Polimerase) que pode ser aplicada na identificação de genótipos ou na ampliação, detecção e diagnóstico da presença de patógenos em diferentes alimentos. Além disto, a PCR pode fazer parte do fluxo de trabalho de outras técnicas de análise em tempo real.

### Reação em Cadeia da Polimerase – PCR

A Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) é uma técnica *in vitro* que amplifica o DNA, gerando milhões de cópias de um segmento específico de DNA a partir de uma pequena quantidade de material inicial. Esta técnica foi desenvolvida inicialmente em 1985 por Kary B. Mullis, possibilitando um grande avanço nas técnicas de biologia molecular, devido à resolução de dois grandes problemas da pesquisa com biomoléculas daquela época, a amplificação e replicação de um fragmento específico de DNA (3).

Esta reação tem se transformado nas últimas décadas em um instrumento de pesquisa altamente especializado, o qual se caracteriza em uma técnica aplicada em diversos laboratórios. Áreas como microbiologia, imunologia, oncologia, genética,

medicina forense, transplantes de órgãos, detecção de microrganismos, controle de qualidade de alimentos, entre outras foram beneficiadas pela PCR (5).

A reação em cadeia da polimerase consiste, normalmente, em depositar reagentes necessários para que as moléculas alvo sejam replicadas em um tubo de ensaio de 0,2–0,5 µl. Nestes são inseridos o DNA alvo, a enzima DNA polimerase para síntese de fita complementar, os nucleotídeos usados como unidade básica para o processo de síntese da fita, os *primers* (oligonucleotídeos de DNA) usados para garantir a especificidade das extremidades das fitas e os íons bivalentes (MG2+) como cofator da DNA polimerase (3).

Após criar um meio propício para que a reação ocorra, a PCR é divida em uma série de três ciclos principais com variação de temperatura entre eles. Na primeira etapa ocorre a desnaturação do DNA de fita dupla por calor, ou seja, as pontes de hidrogênio que conectam e a fita dupla de DNA se rompem quando submetidas à, aproximadamente, 95 ºC por alguns segundos, dando origem a duas fitas simples (6).

A segunda etapa ou Anelamento tem como objetivo a ativação dos *primers* específicos que irão complementar as extremidades das fitas do fragmento do DNA alvo. Assim, o ideal é conhecer a sequência de nucleotídeos específicos das extremidades desta amostra. Desta forma, depois de reduzida a temperatura para aproximadamente 60 ºC, os *primers* irão se associar ao fragmento específico da fita de DNA (3).

Já na terceira etapa ou Extensão ocorre a atuação da enzima DNA polimerase adicionando nucleotídeos, disponibilizados no início da reação, para prosseguir na construção (3´- 5´ e 5´- 3´) do restante da fita de DNA com base nas extremidades complementadas pelos *primers*. Recomenda-se que esta etapa ocorra com temperatura em torno de 70 ºC, pois, permite maior estabilidade e ativação da DNA polimerase (6).

Em resumo, cada ciclo inclui a desnaturação de fita dupla de DNA, a hibridização de dois oligonucleotídeos de DNA (*primers*) complementando a sequência alvo e o alongamento desses *primers* por uma DNA polimerase, permitindo a replicação exponencial do DNA alvo.

Teoricamente, a reação deve ser ciclada de 20 a 40 vezes. Na prática, o processo de amplificação satura e atinge uma fase de constância à medida que os nucleotídeos e os reagentes da PCR se esgotam. A termociclagem é realizada através de uma máquina denominada Termociclador. Atualmente, estes aparelhos são bastante modernos, possuindo blocos térmicos para acomodar múltiplos tubos e são controlados por *softwares* que permitem a programação de variados ciclos e perfis térmicos. Os aparelhos mais avançados permitem a quantificação do DNA em tempo real (3).

Após realização da PCR, uma das maneiras de avaliar seu resultado é observando a migração e separação de partículas sob a influência de um campo elétrico em uma matriz permeável através da eletroforese. Assim, as moléculas são separadas de acordo com o peso molecular, onde a velocidade de migração do fragmento de DNA é determinada pelo seu tamanho. Entretanto, a visualização das partículas (bandas na eletroforese) só é possível com a utilização de um corante específico para gerar a fluorescência em luz ultravioleta. Por fim, este resultado é registrado como imagem (7).

Na área de alimentos, várias investigações foram realizadas com a utilização da técnica PCR para a identificação de patógenos (*Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter* ssp. e vários outros microrganismos). A utilização desta técnica para *Campylobacter* é direcionada aos genes flaA, CadF, ceuE, cdt e a região 16S rRNA (RNA ribossomal) que possibilita a identificação de iniciadores específicos que servirão para dar continuidade a sequência reversa complementar das espécies de *Campylobacter* ssp (8, 9,10).

Arguello (11) identificou que oito genes patogênicos de *Campylobacter jejuni* circulavam em todas as linhas de abate avícolas no estado brasileiro do Rio Grande do Sul. Então, a identificação do patógeno é importante para a redução da proporção de aves infectadas e das carcaças de frangos de corte com *C. jejuni* nos matadouros, diminuindo o risco de contaminação aos consumidores e possibilitando o desenvolvimento de tratamentos eficazes (11).

Da mesma forma, análises baseadas em PCR têm sido usadas para identificação de *Listeria* spp. e *L. monocytogenes* em diferentes amostras de alimentos, como leite e vegetais. Souza (12) observou em sua pesquisa presença deste microrganismo em 9,33% (14 de 150 amostras) das amostras de melão e sua ausência nas amostras de jabuticaba, adquiridas no comércio varejista do Município de Viçosa – MG, Brasil. Em pesquisa com vegetais prontos para consumo em Portugal, não foi detectada a presença de *L. monocytogenes* (13).

A *Salmonella* é considerada como principal causa de infecção alimentar em humanos por todo o mundo. Com a utilização da PCR convencional foram detectados em 09 de 36 de amostras microbiológicas positivas de *Salmonella* spp. em frango caipira por meio do gene invA. Assim, o gene invA permite um diagnóstico rápido e confiável de *Salmonella* spp. nas amostras quando comparado com amostras avaliadas pelos métodos culturais e bioquímicos tradicionais (14, 15).

Portanto, diversas pesquisas têm sido descritas com a utilização de técnicas fundamentadas em PCR na detecção direta de microrganismos em alimentos. Alguns destes testes estão disponíveis comercialmente e são certificados pela FDA e AOAC.

**PCR em tempo real ou qPCR**

Uma limitação da reação PCR tradicional está relacionada à característica qualitativa desta técnica, limitando os estudos quantitativos. Em função disso, desenvolveu-se uma nova metodologia denominada de PCR em tempo real (*Real Time* PCR). Esta técnica é baseada na PCR tradicional associada à utilização de processos químicos automatizados de monitoramento do acúmulo de produtos de PCR em uma reação, em tempo real, através da adição de agentes químicos fluorescentes (3).

Através de sistema informatizado com *software* é feita a separação, quantificação e interpretação do espectro gerado, realizando assim a distinção e quantificação de mais de um fluoróforo, que por sua vez permite a detecção de mais de um DNA alvo. Assim, para obtenção destes resultados é necessária utilização de Termociclador de PCR em tempo real para termociclar, ativar o agente fluorescente, filtrar e detectar a variação no nível de fluorescência, bem como, traduzir o sinal fluorescente em resultado quantitativo digital (16).

A intensidade da fluorescência da amostra aumenta proporcionalmente com o aumento do número de cópias do DNA alvo, deste modo é possível quantificar o resultado da PCR. Duas tecnologias de PCR, em tempo real, destacam-se atualmente, a *SYBR Green Real-Time* PCR e a 5'- *Nuclease Real-time* PCR. Na primeira tecnologia, são utilizados nucleotídios ligados a sondas SYBR *Green* para quantificar produtos de PCR. Durante a extensão, o SYBR *Green* se conecta a fita dupla de DNA e emite um sinal fluorescente que é detectado pelo equipamento de qPCR. Por ser um agente inespecífico intercalante de DNA de fita dupla é necessário realizar uma curva de dissociação para verificar se o resultado é fidedigno, adicionando mais uma etapa ao fim da qPCR (3).

Esta curva mede a dissociação de SYBR *Green* do dsDNA em altas temperaturas. O pico ou temperatura de *Melting* de um fragmento de DNA depende do seu tamanho e

proporção entre G/A e A/T. Se a amostra apresenta uma única sequência de DNA (produzida a partir de um par de *primers* específico) resultará em um único pico (linha preta) na temperatura de *Melting*. Já múltiplas sequências de DNA ou dímeros de *primers* resultarão em dois ou mais picos (roxo) e indicam *primers* não específicos (6).

A segunda tecnologia, conhecida como sondas TaqMan, está fundamentada na atividade 5'- 3' exonucleolítica da enzima TaqDNA Polimerase, em que durante a mistura de reação é composta por sondas fluorogênicas, formadas pela associação de um oligonucleotídio de sequência específica com um fluoróforo, denominado *Reporter* e um inibidor de fluorescência, conhecida como molécula *Quencher*. Após se conectar a sequência específica do DNA alvo a enzima TaqDNA Polimerase vai quebrar este oligonucleotídio especíco desmembrando a molécula *Quencher*. Assim, o agente fluorescente consegue emitir fluorescência quando ligado a molécula do DNA alvo. A sonda TaqMan pode emitir diferentes comprimentos de luz, possibilitando realizar a detecção de diferentes DNA´s alvo, quantificando-os de forma simultânea (6).

Diante disto, é possível verificar dois tipos de análise, a qualitativa e a quantitativa, que são representadas pelo tipo de curva no gráfico. A fase exponencial representa a fase mais eficiente de amplificação e a quantidade de produtos de PCR dobra a cada ciclo se a eficiência da amplificação for de 100%. A fase de platô (linear) representa o momento onde quase não há amplificação do DNA, devido escassez de reagentes e acúmulo de subprodutos deixando o meio desfavorável para que a reação aconteça (6).

A análise qualitativa é obtida através da fase platô no gráfico, esta apenas indica se há presença ou ausência da amplificação do DNA alvo. Este tipo de resultado e suas aplicações podem ser obtidos também através da PCR convencional. Já o método quantitativo (qPCR) permite verificar quantos ciclos foram necessários para a fluorescência atingir o Ciclo *Threshold* de diferentes DNA's alvo, suas respectivas concentrações iniciais, eficiência da reação e número de cópias, ao mesmo tempo, através da fase exponencial. Quando conhecidos os resultados de uma das amostras é possível realizar a quantificação relativa das outras amostras usando dados da fase exponencial (6).

Portanto, a qPCR pode ser aplicada com o objetivo de identificar alelos de DNA genômico; analisar sequências virais, bacterianas e protozoárias a partir de várias fontes; diagnosticar doença com rapidez no resultado; analisar produtos transgênicos e analisar patógenos em alimentos de forma rápida. Assim, a PCR em tempo real na análise de alimentos permite que as etapas de amplificação e detecção ocorram simultaneamente, possibilitando a visualização dos resultados sem a necessidade de processamento após a amplificação, evitando contaminação e garantindo economia de tempo e custo (17).

A Embrapa Suínos e Aves utilizando-se de protocolos de detecção molecular por qPCR detectou o gene do halotano, causador da hipertermia maligna em suínos. A detecção deste gene permite a seleção genética de animais reprodutores sem este gene, evitando que a cadeia de produção seja negativamente afetada e a qualidade final da carne suína seja prejudicada (18).

Vilas Boas et al. (19), avaliando a qualidade microbiológica por meio da qPCR de queijos minas Frescal artesanais e industrializados, detectaram a presença de *Salmonellla* spp. em 60% das amostras de queijos artesanais, mostrando-se impróprios para o consumo (19).

Froder, Gheno e Righi (20), com o auxílio da PCR em tempo real, identificaram 100% do DNA extraído de diferentes produtos cárneos processados termicamente de diferentes espécies animais e combinações de carnes descritas nos rótulos dos fabricantes.

Assim, é possível garantir a segurança do alimento aos consumidores alérgicos e evitar possíveis fraudes. A aplicação da qPCR é a maneira ideal de identificar alvos específicos de espécies devido à sensibilidade, confiabilidade, acurácia, conveniência, rapidez e menor risco de contaminação (20).

**Biossensores**

Nas últimas décadas, as tecnologias direcionadas aos biossensores têm apresentado avanços notáveis em diferentes áreas de aplicações, destacando-se a medicina, análise de alimentos, monitoramento ambiental e controle de processos em contextos industriais (21).

Diferentes áreas de aplicação do conhecimento têm como objetivo a busca pela detecção em tempo real, contínua e de baixo custo de analitos em diferentes ambientes. Técnicas convencionais (eletroforese capilar (CE), cromatografia gasosa (GC), cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC) e espectroscopia de ressonância magnética nuclear (NMR)) exigem equipamentos centralizados, pessoal altamente qualificado para operação e alta quantidade de reagentes e materiais analíticos de alta qualidade, resultando em despesas operacionais substanciais (22).

Neste contexto, paralelo ao rápido avanço da bioeletrônica, especialmente em formas biointegradas, os biossensores surgiram como uma solução para melhorar significativamente a acessibilidade, eficiência e a relação custo-benefício na detecção contínua de analitos em uma ampla gama de aplicações e configurações (23).

Os biossensores são tipicamente constituídos por um biorreceptor, um transdutor e uma unidade de processamento de sinal. Seus elementos de reconhecimento geralmente abrangem receptores biométricos (enzimas, anticorpos e ácidos nucléicos), juntamente com componentes biomiméticos (nanomateriais inorgânicos e polímeros de impressão molecular (MIPs)). Desta forma, a transdução ocorre por meio de respostas eletroquímicas, óticas, sensibilidade à massa (sensores piezoelétricos) e termométricos (24).

A utilização dos biossensores ganha adeptos devido sua simplicidade durante o uso, exigindo a preparação mínima de amostras, apresenta resultados extremamente rápidos, determinando um único analito, ou seja, alta especificidade, sensibilidade, precisão e alta acurácia em um equipamento portátil. Além de apresentar baixo custo quando comparado às técnicas convencionais (25).

Diversos compostos e patógenos são detectados e monitorados em alimentos, conforme mostram as Tabelas 1 e 2.

Tabela 01 - Exemplos de analitos detectados em alimentos

| ANALITOS | MATRIZ ALIMENTAR | BIOCOMPONENTE |
|---|---|---|
| Aminas | Peixe | Diamina oxidase (DAO) |
| Aminas | Frescor do peixe | Hipoxantina oxidase |
| Aminas biogênicas | Peixe | Diamina oxidase |
| Histaminas | Frutos do mar | Histamina oxiadase |
| Hipoxantina | Peixe e seu frescor | Xantina oxidase (XOD) |
| Bactéria | Aves | Anticorpo anti-*Salmonella* |
| Bactéria | Carne bovina | Anti-*Escherichia coli* |
| Bactéria, vírus e esporos | Hambúrguer e presunto | Anticorpo específico |
| Glicose | Leite | Glicose oxidase |
| | Iogurte | Galactosidase |
| Lactose | Leite | D-frutose desidrogenase |

| | | |
|---|---|---|
| Lactulose | Leite | Galactosidase, lactozym e *Saccharomyces* |
| Biotina | Fórmula infantil e leite | Anticorpo anti-biotina |
| Folato | Fórmula infantil e leite | Anticorpo anti-biotina |
| L-Lisina | Leite | Liase oxidase |
| Antibióticos | Leite | Anticorpos |
| Colesterol | Creme de manteiga | Colesterol oxidase |

Fonte: Meshram et al. (2018).

Tabela 02 - Exemplos de biossensores utilizados na detecção de microrganismos

| **Sistema de Transdução** | **Elemento de Reconhecimento** | **Microrganismo** |
|---|---|---|
| Eletroquímico | Anticorpos | *S. typhimurium* |
| Eletroquímico | DNA | *Salmonella* |
| Eletroquímico | Anticorpos | *Salmonella* |
| Eletroquímico | DNA | *Legionella* |
| Eletroquímico | DNA | *Yersínia* |
| Impedométrico | Anticorpos | *Listeria* |
| Fibra Óptica | DNA | *E. Coli* |
| Bioluminescência | Anticorpos | *Candida albicans* |

Fonte: Oliveira e Pereira (2016).

Biossensores baseados em anticorpos e receptores são utilizados na detecção de pesticidas, antibióticos (leite), solventes orgânicos, alfatoxinas, enterotoxinas estafilocócicas e os patógenos: *Bacillus cereus*, *Campylobacter* spp., *E. coli*, *L. monocytogenes*, *S. enterica* sv. *enteritidis*, *S. entérica* sv. *typhimurium*, *Staphylococcus aureus* e *Yersinia pestis* (26, 27, 28).

Os biossensores essenciais para a implementação bem-sucedida de qualquer ponto crítico de controle de análise de risco (APPCC) devido à rapidez, baixo custo e serem portáteis (22, 25).

### *Microarrays* - Microarranjos

A maioria das técnicas tradicionais de biologia molecular, geralmente, permite o estudo de um único gene ou um pequeno conjunto de genes. Entretanto, em *Microarrays* de expressão gênica é produzida uma "cópia instantânea" de toda a atividade transcricional de uma amostra biológica. Portanto, devido a grande geração de dados, modernas ferramentas computacionais e estatísticas são usadas para interpretá-los. Esta técnica possui uma ampla variedade de aplicações, incluindo descobrir novos subtipos de doenças, desenvolver novas ferramentas de diagnóstico e identificar mecanismos subjacentes de doença ou medicamento resposta.

*Microarrays* consistem em um grande número de sondas (clones de DNA, produtos de PCR ou oligonucleotídeos sintéticos) imobilizadas em uma superfície sólida. Após as etapas de hibridização e lavagem, o ácido nucleico ligado às sondas gera um padrão de fluorescência que é então registrado e analisado usando um scanner (29).

Em laboratórios clínicos, a *microarrays* é considerada uma técnica de diagnóstico rápido e confiável, devido à sua tecnologia pangenômica que é capaz revelar uma quantidade considerável de diferenças dentro do conteúdo genômico bacteriano, também permite a identificação de uma ampla gama de genes de micróbios patogênicos e não patogênicos ao mesmo tempo (30).

Com o rápido desenvolvimento da tecnologia *microarrays*, processou-se um acúmulo de dados inéditos que foram coletados por instituições acadêmicas e organizações industriais. Vários microarranjos foram desenvolvidos para patógenos associados aos alimentos. Um microarranjo específico, baseado no gene gyrB, foi usado para detectar e identificar rapidamente *Salmonella* e *Shigella* (31).

Ao inovar técnicas de detecção minimiza-se o percentual de infecções criando tecnologias para obter resultados precisos em aplicações que melhoram o gerenciamento e o controle de análises microbianas. A tecnologia de *microarrays* proporciona benefícios na detecção de patógenos em comparação com outras técnicas, devido ao seu nível de sensibilidade e especificidade em diferentes amostras, revelando uma análise microbiana complexa (38).

**Testes de Fluxo Lateral (LFA)**

Algumas limitações dos atuais métodos para detecção e identificação de patógenos (ELISA, PCR e qPCR) justificam a necessidade do desenvolvimento de uma abordagem mais rápida, específica, sensível, fácil de usar e acessível. Assim, surgem os testes imunocromatográficos de fluxo lateral conhecidos como testes rápidos de fluxo lateral ou apenas testes rápidos (33).

Esta técnica pode detectar rapidamente vários analitos (proteínas, haptenos, ácidos nucleicos, *amplicons* e microrganismos) de vários tipos de amostras, dentro de 5 a 30 minutos. Testes imunocromatográficos são compostos por filtro de amostra, suporte do conjugado, membrana de nitrocelulose e filtro de adsorção. As partes se sobrepõem uma sobre a outra e são montadas sobre uma placa de suporte (34).

O filtro de amostra possibilita a distribuição controlada e uniforme do material em análise para o suporte do conjugado, impedindo o alagamento do aparelho. Malhas de algodão, fibras de celulose e fibras de vidro são materiais, comumente, utilizados para este fim (35).

O suporte do conjugado é o resultado da junção de anticorpos ou antígenos com nanopartículas de ouro coloidal ou outras moléculas. Este deve ser fixado no suporte do conjugado, que tem como função transferir uniformemente a amostra sobre a membrana do teste (35). Dois métodos são tipicamente usados: o primeiro é a imersão do suporte de conjugado, o segundo é o uso de seringas que possibilitam dispensar com precisão por "spray" uma quantidade de microlitros por milímetro de material. Os materiais usados para o suporte são: fibras de vidro, poliéster e *rayons* (36).

A membrana de nitrocelulose é posicionada na área conhecida como região analítica, devendo conter reagentes de captura na linha teste e linha controle. Esta região pode ser constituída de outro tipo de material, como *nylon* e fluoreto de polivinilideno. A capilaridade da membrana de nitrocelulose é de extrema importância na produção de testes rápidos e pode influenciar na sensibilidade do teste. Estes incluem deposição de proteínas nas linhas teste e controle, através de dispensadores quantitativos, e posterior secagem a temperatura elevada e também processos de imersão para o bloqueio, com finalidade de evitar a ligações inespecíficas.

O Filtro de adsorção é o filtro absorvente, o qual é posicionado na extremidade distal da membrana de nitrocelulose e tem como finalidade puxar todo o fluido adicionado no teste assegurando que não ocorra a volta deste material, evitando assim falsos positivos. O material usado é tipicamente uma celulose de alta densidade (36).

Em relação a aplicação, os anticorpos são preferencialmente utilizados devido à sua alta especificidade na ligação aos analitos. Em um estudo conduzido por Lukman *et*

*al*. (37), um conjugado de AuNPs com anticorpos foi usado para a detecção de *S . Typhi* em amostras de água e leite, produzindo um limite de detecção (LOD) de $3 \times 10^8$ UFC.mL $^{-1}$. Hwang *et al*. em 2016 (38) usaram AuNPs e MNPs conjugados com anticorpos para detectar *Salmonella* em amostras de leite, relatando um LOD de $10^3$ UFC.mL$^{-1}$.

Charlermroj *et al*., (39), desenvolveram uma abordagem para detectar bactérias vivas usando um LFA. Eles conjugaram AuNPs com bacteriófagos e empregaram tecnologia de *microarray* para produzir fragmentos de anticorpos específicos derivados de bacteriófagos anti-*Salmonella*. O teste apresentou especificidade para *Salmonella enteritidis*, sem mostrar reatividade a outras cepas.

**Vantagens e Desvantagens**

A identificação de patógenos e microrganismos indicadores em alimentos através de métodos moleculares tem sido bastante utilizada por apresentarem aspectos de qualidade e segurança nas análises de alimentos em toda a cadeia de produção. A Tabela 3 apresenta as principais vantagens e desvantagens das técnicas apresentadas anteriormente.

Tabela 03 – Comparação das vantagens e desvantagens de técnicas moleculares

| Técnica molecular | Vantagens | Desvantagens |
|---|---|---|
| **PCR simples** | Mais rápido que os métodos baseados em cultura (4-24h vs. 5-7 dias);<br>Alta especificidade e sensibilidade;<br>PCR múltiplo: detecta vários patógenos ao mesmo tempo;<br>Automatizado;<br>Resultados precisos e exatos a partir da detecção genética específica;<br>Diferenciação de vários sorotipos de microrganismos.<br>Exemplo: *Salmonella* 5-6 podem ser detectadas em uma única reação. | Necessidade de equipamentos caros e profissionais treinados<br>Dificuldade em distinguir entre células vivas e mortas.<br>· Tecnicamente pode ser um desafio otimizar as condições de PCR.<br>· O enriquecimento é necessário para detectar células visíveis.<br>· Necessita de processamento pós-PCR dos produtos (eletroforese). |
| **PCR em tempo real** | É mais específico e sensível do que os métodos baseados em cultivo.<br>Não é influenciado por amplificação inespecífica.<br>A amplificação pode ser monitorada em tempo real.<br>Confirmação de amplificação específica através de curvas de fusão. | Dificuldade em múltiplos ensaios.<br>Atividade do RNAm.<br>Possibilidade de contaminação cruzada |
| **Biossensores** | Alta sensibilidade e seletividade.<br>Automatizáveis e miniaturizáveis.<br>Reprodutibilidade<br>Rapidez na análise e execução tempo real.<br>Análise múltipla de patógenos em alimentos perecíveis e semi-perecíveis.<br>Permite a existência de diversas configurações para uma diversidade de propriedades transdutoras<br>Vida útil longa dos dispositivos (matérias estáveis e resistentes)<br>Na maioria dos casos é desnecessário o tratamento das amostras | Certos biossensores podem exigir extensos pré-tratamentos das amostras.<br>Existem poucas plataformas de biossensores individuais disponíveis comercialmente. |

| | | |
|---|---|---|
| ***Microarrays* (Microarranjos)** | Mais rápido que os métodos baseados em cultura (2-4 h e 5-7 dias).<br>· Análise múltipla (até 100 esferas diferentes disponíveis).<br>· Alta sensibilidade e especificidade, podendo caracterizar as cepas<br>Trabalho eficaz (9600 amostras podem ser testadas).<br>· Se um alvo adicional precisar ser incluído no teste, ele poderá<br>Dever ser incluído um branco um branco na análise, um novo tipo de pérola vinculada pode ser facilmente adicionado à sonda. | Dificuldade em distinguir entre células vivas e mortas.<br>Requer kits ou PCR para marcação do gene branco. |
| **Testes de Fluxo Lateral (LFA)** | Abordagem mais rápida, específica, sensível, fácil de usar e acessível.<br>Podem ser aplicados no ambiente clínico, rural e indústrias de alimentos.<br>Facilidade de uso e custo de fabricação barato.<br>Longa vida útil e sem necessidade pessoal especializado<br>Não requerem pré-preparação para amostras de fluidos ou etapas de lavagem. | Baixa sensibilidade e especificidade para alguns patógenos |

Portanto, deve se avaliar as necessidades de cada indústria alimentícia ou pesquisa, avaliando a matriz alimentar e suas aplicações, para decidir qual metodologia será aplicada, levando em conta as vantagens e desvantagens da aplicação de cada tipo de testagem de acordo com as condições necessárias para cada metodologia.

## Aplicações

A detecção de patógenos em matrizes alimentares com alta reprodutibilidade e sensibilidade são de extrema importância para garantir a segurança dos alimentos. No entanto, ainda é um desafio difícil devido a fatores como a interferência de outras microbiotas e da microbiota não-alvo, o baixo número de grupos-alvo e as dificuldades na extração microbiana de matrizes alimentares.

As técnicas de PCR e PCR em tempo real são usadas para detectar com sucesso patógenos bacterianos importantes, como *Salmonella* spp, *Campylobacter* sp., *E. coli* O157:H7, *S. aureus*, *B. cereus*, *L. monocytogenes* e *V. parahaemolyticus* em diversos alimentos (9,40,41,42,43). Esses grupos bacterianos são os principais agentes causadores de DTAs, por crescimento bacteriano direto e/ou secreção de toxinas.

Dentre os biossensores utilizados para detecção de patógenos e compostos em alimentos, as técnicas baseadas em DNA possibilitam a detecção de *B. anthracis*, *E. coli* e *L. monocytogenes*, além da detecção de Aflatoxinas, PCB e pesticidas. Já os métodos baseados em enzimas permitem a detecção de pesticidas, antibióticos (leite), ácido benzóico (refrigerante), L-lactase (extrato de tomate), e aminas, bem como a presença de *E. coli* O157:H7 e *Salmonella enterica sv. Typhimurium* (21, 42).

Utilizando microarrays, um microarranjo específico, baseado no gene gyrB, foi detectada e identificada rapidamente para *Salmonella* e *Shigella* (31).

Através dos Testes de Fluxo Lateral (LFA) podem-se detectar rapidamente vários analitos dentro um curto tempo, de 5 a 30 minutos (34). Hwang *et al*. em 2016 (38) usaram AuNPs e MNPs conjugados com anticorpos para detectar Salmonella em amostras de leite, relatando um LOD de $10^3$ UFC.mL$^{-1}$.

## CONCLUSÕES

As atuais técnicas moleculares (PCR, qPCR, biosensores, microarrays e LFA) contribuem com maior eficácia, seletividade e especificidade às análises microbiológicas e são empregadas em diferentes setores da economia e pesquisa, gerando resultados mais rápidos e menos onerosos, tornando-as alternativas viáveis para detecção de compostos e microrganismos.

Essas abordagens são extremamente úteis na tomada de decisão no setor de alimentos, pois são usadas na pesquisa e na indústria para a detecção de compostos e patógenos em alimentos, bem como no gerenciamento de surtos transmitidos por alimentos, desempenhando um importante papel na garantia do controle de qualidade e a saúde pública.

Mesmo as análises modernas fornecendo resultados efetivos, os métodos tradicionais continuarão sendo utilizados, pelos mais diversos motivos que atendem a demanda de parte dos usuários.

Além disso, mais pesquisas devem ser realizadas sobre o desenvolvimento de abordagens mais eficazes para o controle e eliminação de patógenos transmitidos por alimentos.

## REFERÊNCIAS

1. Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). OPAPANAFTOSA alerta que doenças transmitidas por alimentos podem ser evitadas com ações preventivas do campo à mesa. 2022. Disponível em: https://www.paho.org/pt/noticias/7-6-2022-panaftosa-alerta-que-doencas-transmitidas-por-alimentos-podem-ser-evitadas-com. Acesso em: Jul. 2024.

2. Araujo LP de, Ferreira LP, Freitas MFU, Nunes C dos R. Análise microbiologica de alimentos minimamente processados comercializados. R. Interdisc. Pens. Cient., 2020; *6*(1):187-262.

3. Lemos, L. M. D. R. Prospecção científica e levantamento do conhecimento acadêmico sobre métodos moleculares para detecção de patógenos em alimentos. [Tese]. Santa Catarina. Programa de pós-graduação em Ciências dos Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina. 2024. 154 p.

4. Adams G; A beginner's guide to RT-PCR, qPCR and RT-qPCR. *Biochem.* 2020; 42 (3): 48–53.

5. Kesmen Z, Büyükkiraz ME, Kahraman N, Yetim H. Detection of Fraudulent Practices Involving Some Plant Derived Compounds In Foods Using Real-Time PCR. The J. of Food, 2017; 42(3): 305-314.

6. Quan PL, Sauzade M, Brouzes E. dPCR: A Technology Review. Sensors (Basel). 2018; 18(4):1271.

7. Jayaweera TSP, Ruwandeepika HAD, Deekshit VK, Vidanarachchi JK, Kodithuwakku SP, Karunasagar *et al.* Prevalence of Salmonella Pathogenisity

Island (SPI1, SPI2, SPI3 and SPI5) Genes in Salmonella species Isolated from fresh Broiler Chicken Meat in Sri Lanka. The J. of Agric Scienc. 2021; 16(2): 333-351.

8. Lee N, Kwon KY, Oh SK, Chang HJ, Chun HS, Choi SW. A multiplex PCR assay for simultaneous detection of Escherichia coli O157:H7, Bacillus cereus, Vibrio parahaemolyticus, Salmonella spp., Listeria monocytogenes, and Staphylococcus aureus in Korean ready-to-eat food. Foodborne Pathog Dis. 2014;11(7):574-80.

9. Moezi, P.; Kargar, M.; Doosti, A.; Khoshneviszadeh, M. Multiplex touchdown PCR assay to enhance specificity and sensitivity for concurrent detection of four foodborne pathogens in raw milk. *J. Appl. Microbiol.* 2019;127(1):262-273.

10. Aladhadh M. A Review of Modern Methods for the Detection of Foodborne Pathogens. *Microorganisms*. 2023; 11(5):1111.

11. Arguello YMS. Detecção de fatores de virulência e resistência antimicrobiana em estirpes de Compylobacter ssp. em isolados humanos e de matadouros-frigoríficos de aves na região sul do Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de veterinária. Programa de pós-graduação em ciências veterinárias. Porto Alegre. 2015.

12. SOUZA PBA. Avaliação de *Listeria monocytogenes* em melão e jabuticaba, Viçosa, 2014. Tese (mestrado), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2014.
13. Soni DK, Singh M, Singh DV, Dubey SK. Virulence and genotypic characterization of Listeria monocytogenes isolated from vegetable and soil samples. BMC Microbiol. 2014; 14: 241.

14. EL-SHARKAWY H, TAHOUN A, EL-GOHARY AEA, EL-ABASY M, EL-KHAYAT F, GILLESPIE T et al. Epidemiological, molecular characterization and antibiotic resistance of Salmonella entérica serovars isolated from chicken farms in Egypt. Gut Pathogens, 2017; 9(1): 1-8.

15. SIALA M, BARBANA A, SMAOUI S, HACHICHA S, MAROUANE C, KAMMOUN S et al. Screening and detecting salmonella in different food matrices in southern Tunisia using a combined enrichment/ real-time PCR method: correlation with conventional culture method. Frontiers in Microbiology, 2017; 8(1): 1-10.

16. Artuvan, E, Aksay S. In food safety control overview of using Real-Time PCR. Biotech Studies. 2022; 31(2): 53-60.

17. RODRÍGUEZ-LÁZARO D, COOK N, HERNÁNDEZ M, Real-time PCR in Food Science: PCR diagnostics. Cur. Issues in Molec Biol, 2013; 15(2): 39-44.

18. EMBRAPA. Otimização de protocolos de detecção molecular por PCR e qPCR para diagnóstico do gene do halotano em suínos. ISSN 0102-3713 CIRCULAR TÉCNICA 63 Concórdia, SC Dezembro, 2022.

19. Villas BAF, Belpiede ELS, da Silva NRF, da Silva MF, Veiga SMOM Microbiological quality assessment of house made and industrialized Minas Frescal cheese. Braz. J. of Develop 2020; 6(10):83536-83552.

20. Fröder H, Gheno BP, Righi E. Validation and standardization of real-time pcr for animal species identification in processed foods. Rev Foco|. 2024;17(4):01-23.

21. Meshram, Bhushan & Agrawal, Ashok & Adil, Shaikh & Ranvir, s.G & Sande, K.K.. (2018). Biosensor and its Application in Food and Dairy Industry: A Review. Intern J. of Curr Microbiol and App Scienc. 2018; 7(2):3305-3324.

22. Ali AA, Altemimi AB, Alhelfi N, Ibrahim SA. Application of Biosensors for Detection of Pathogenic Food Bacteria: A Review. Biosensors. 2020; 10(6):58.

23. Farooq U, Yang Q, Ullah MW, Wang S. Bacterial biosensing: Recent advances in phage-based bioassays and biosensors. Biosen & Bioelectr. 2018 118(1):204-216.

24. Oliveira, A E F; Pereira, A C Biossensores e a Indústria Alimentar – Revisão. Rev. Virtual Quim, 2016; 8(5): 1-23.

25. Suherman S, Janitra A, Budhiary K, Pratiwi Wahyu, Idris, F. (2021). Review on hazard analysis and critical control point (HACCP) in the dairy product: Cheese. IOP Conference Series: Mat Scienc and Engine 1053. 012081. 10.1088/1757-899X/1053/1/012081.

26. Lim AS, Ahmed UM. CHAPTER 1: Introduction to Immunosensors in Immunosensors, ed Ahmed MU, Zourob M, Tamiya E, The Royal Society of Chemistry, 2019, pp. 1-20.

27. Hadjilouka A, Loizou K, Apostolou T, Dougiakis L, Inglezakis A, Tsaltas D. A Cell-Based Biosensor System for *Listeria monocytogenes* Detection in Food. *Proceedings*. 2020; 60(1):49.

28. Zhao X, Lin C-W, Wang J, Oh DH Advances in rapid detection methods for foodborne pathogens. J Microbiol Biotechnol , 2014; 24(3):297–312.

29. Chen G, Yang L, Liu G., Zhu Y, Yang F, Dong, X et al. Research progress in protein microarrays: Focussing on cancer research. *PROTEOMICS–Clinical Applications*, 2023; *17*(1).

30. Montaño, LEC., Sánchez, VHR., Vargas, ALT., Cruz, KDR., Hinostroza, GSA., Meneses, LAC *et al*. Identificación de parásitos patógenos (*Yersinia pestis* y *Bacillus anthracis*) en alimentos, utilizando microarrays de adn como herramienta de análisis microbiano. Redieluz. 2022; 12 (1), 106 – 114.

31. Adetunji, CO, Palnam, WD, Ayeni, AE, Akram, M, Michael, OS, Siddique, A *et al*. Molecular Characterization of Foodborne Pathogens. Apple Academic Press; 2023. 157p.

32. Wang M, Zhang Y, Tian F, Liu X, Du S, Ren G. Overview of rapid detection methods for Salmonella in foods: Progress and challenges. Food. 2021;10(10):2402.

33. WERSOM ESS, MOTTA LR, BAZZO ML, FRANCHINI M, JUNIOR OCF. Manual técnico para o diagnóstico da infecção pelo HIV. Brasília: Ministério da Saúde. 56p, 2013.

34. SHAN S, LAI W, XIONG Y, WEI H, XU H. Novel strategies to enhance lateral flow immunoassay sensitivity for detecting foodborne pathogens. J. of Agric. and Food Chemist. 2015; 63(3), 745-753.

35. MILLIPORE. Rapid Lateral Flow Test Strips, Considerations for product development. Darmstadt; 2013, 36p.

36. SAJID M, KAWDE NA, DAUD M. Designs, formats and applications of lateral flow assay: a literature review. Journal of Saudi Chemical Society. 2015; 19(6), 689-705.

37. Lukman, YM, Dyana ZN, Rahmah N, Khairunisak AR. Development and Evaluation of Colloidal Gold Lateral Flow Immunoassays for Detection of Escherichia coli O157 and Salmonella Typhi. J. Phys. Conf. Ser. 2018, 1082, 012049.

38. Hwang J, Kwon D, Lee S, Jeon S. Detection of Salmonella bacteria in milk using gold-coated magnetic nanoparticle clusters and lateral flow filters. J. RSC Adv. 2016; 6(1):48445–48448.

39. Charlermroj R, Makornwattana M, Phuengwas S, Karoonuthaisiri N. A rapid colorimetric lateral flow test strip for detection of live Salmonella enteritidis using whole phage as a specific binder. Front. Microbiol. 2022, 13, 1008817.

40. Carvalho RN, Oliveira NA, Mesquita AJ, Minafra e Rezende CS, Mesquita AQ, Romero RAM. Identificação por PCR e ELISA (VIDAS ECO O157®) de Escherichia coli O157:H7 em queijo Minas Frescal comercializado em Goiânia, GO. Braz. J. Microbiol. 45 (1). 2014

41. Samad A, Abbas F, Ahmad Z, Tanveer Z, Ahmad I, Patching SG, Nawaz N.; Asmat, M.T.; Raziq, A.; Naeem, M. Multiplex polymerase chain reaction detection of Shiga toxin genes and antibiotic sensitivity of Escherichia coli O157: H7 isolated from beef meat in Quetta, Pakistan. J. Food Saf. **2018**; *38(1): 1-8.* e12540.

42. Vinayaka AC, Ngo TA, Kant K, Engelsmann P, Dave VP, Shahbazi M *et al*. Rapid detection of *Salmonella enterica* in food samples by a novel approach with

combination of sample concentration and direct PCR. Biosens. Bioelectron. **2019**; *129*, 224–230.

43. Pires NM, Dong T, Yang Z, da Silva LF. Recent methods and biosensors for foodborne pathogen detection in fish: Progress and future prospects to sustainable aquaculture systems. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. **2021**; *61(11):*1852–1876.

44. El-Sayed, AS, Ibrahim, H & Farag, MA. Detection of Potential Microbial Contaminants and Their Toxins in Fermented Dairy Products: a Comprehensive Review. Food Anal. Methods. 2022; 15(18), 1880–1898.

# Conbraca

Fortaleza

## Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos

# DESENVOLVIMENTO E PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL, VEGETAL E/OU BEBIDAS

III CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

**Use Ctrl+F para pesquisar e acessar os trabalhos apresentados no evento!**

**Capítulo 78**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-78**

# EMBUTIDO DE PESCADO COM ADIÇÃO DE XILOGLUCANA: INOVAÇÕES NA ANÁLISE NÃO DESTRUTIVAS

**Felipe Costa de Souza[a]*; Rafael Pereira Frota [a]; Lívia Cotrin Rodrigues [a]; Vitória Emídio Ripardo [a]; David de Sousa Ferreira[a]; Georgia Maciel Dias de Moraes [b]; Mirla Dayanny Pinto Farias [b]**

[a]- *Discente do Curso de Tecnologia em Alimentos, Eixo Produção Alimentícia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- Campus Sobral.*

[b]- *Docente do Curso de Tecnologia em Alimentos, Eixo Produção Alimentícia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- Campus Sobral.*

**Autor correspondente – Email:* felipe.costa.souza62@aluno.ifce.edu.br

**Resumo:** A indústria de pescados busca transformar a matéria-prima em produtos como os embutidos que apresentam aditivos incorporados expressivamente. A xiloglucana possui propriedades como emulsificante em alguns alimentos. O objetivo desta pesquisa foi elaborar um embutido de peixe tilápia substituindo o amido por xiloglucana e avaliação da sua interação através das análises de cor. Os embutidos com amido (EC) ou com xiloglucana (EX) foram elaborados para a realização das análises de pH, umidade, proteína e a sua relação, além das análises de cor por dois sistemas CieL*a*b* e RGB por 60 dias sob congelamento. Observou-se que a substituição do amido pela xiloglucana não interferiu no pH e na proteína, e sobre a umidade verifica-se que a EX no sexuagésimo dia perdeu água em relação a EC. Na análise de cor pelo sistema CieL*a*b* a EX possui um padrão menos claro do que a EC, além de possuir tons mais avermelhados e amarelados e essa diferença ser perceptível à primeira vista no início e final do estudo. Na análise de cor pelo sistema RGB percebe-se que a EC segue um padrão de castanho assim como a EX, porém houve diminuições ao longo dos dias de estudo. Conclui-se, portanto, que a substituição do amido pela xiloglucana mostrou-se promissora e que as análises não destrutivas são eficazes para avaliação desta matriz alimentar, porém o RGB demostrou ser mais objetivo quando a ideia é a percepção da cor destes produtos, ressaltando assim sua utilização para avaliar maneira rápida e prática.

**Palavras–chave:** amido; cor; emulsificante; tilápia

## INTRODUÇÃO

A indústria de pescados tem como finalidade transformar a matéria-prima em diferentes formas de apresentação para agregação de valor. Durante o processo de filetagem de peixes, são produzidos subprodutos, dos quais partes das carcaças possuem carne que podem ser separadas através de processos mecânicos. Desta maneira surge a Carne Mecanicamente Separada- CMS, também conhecida como polpa, e poderá servir

para a fabricação de novos produtos como o embutido de pescado, que é o produto elaborado com adição de ingredientes, curado ou não, cozido ou não, defumado ou não, dessecado ou não, utilizados os envoltórios previstos em legislação (1). Apesar do conceito ser abrangente, existem produtos como salsichas e linguiças que são designados dentro do grupo de embutidos e que apresentam uma certa complexidade na elaboração, principalmente nos aditivos que são adicionados em uma quantidade mais expressiva, e entre eles estão os emulsificantes (2).

A xiloglucana pode ser encontrada em diferentes espécies, como a de *H. courbaril var. courbaril*, e como em cada espécie ela apresenta um padrão de ramificação diferente, pode-se ter uma funcionalidade e propriedades físico-químicas também diferenciadas (3). Várias propriedades podem ser descritas em pesquisas, como a de mucoadesão (4), a de material para encapsulação (5), além de estabilizantes e emulsificantes nos alimentos (6).

Para avaliar produtos elaborados com pescados, deve-se realizar análises que podem diagnosticar diferentes mudanças nas características organolépticas, entre elas as modificações na coloração, que apontam as interações que ocorrem entre o produto. Os testes colorimétricos descrevem, quantificam e simulam através de modelos matemáticos a percepção dos consumidores (7).

Neste sentido, surge uma nova abordagem com a utilização dos *smartphones* como alternativa no controle de qualidade, e assim, o conceito de *Labon a chip* (Laboratório em um chip) pode ser utilizado e conceitua uma nova era de análises que visam não destruir as amostras, ao mesmo tempo que se consegue ter uma resposta sobre elas. A avaliação destas imagens pode ser realizada por um sistema de cores como o RGB e CIEL*a*b* que se diferem em relação às coordenadas utilizadas para unir os pontos dentro desta distribuição (7).

Portanto nesta pesquisa objetivou-se elaborar um embutido de peixe tilápia substituindo o amido por xiloglucana e avaliar a interação desta hemicelulose através das análises de cores, por ferramentas tecnológicas inovadoras e não destrutivas.

## METODOLOGIA

### Extração de xiloglucana das sementes de *Hymenaea courbaril var. courbaril*

O material vegetal foi coletado na cidade de Carnaubal, localizada na Serra da Ibiapaba no estado do Ceará. A extração do polissacarídeo foi realizada segundo a metodologia descrita por Farias et al (8).

### Aplicação da xiloglucana em embutidos de pescados

A carne utilizada para a elaboração dos embutidos foi de tilápia (*Oreochromis niloticus)* obtido diretamente de empresas processadoras e levada sob condições adequadas de temperatura em isopor para a Planta Piloto de Carnes e Pescados do Instituto Federal de Educação do Ceará- campus Sobral.

Foram elaboradas 2 (dois) lotes de cada formulação segundo Torrezan et al (9) com algumas modificações e designadas como EC (controle- adição do amido e sem adição de xiloglucana); EX (sem adição do amido e adição de 2,5% de xiloglucana). Inicialmente a carne de tilápia (73,3%) foi triturada no cutter (Metvisa) e homogeneizada com os ingredientes. Dentre os que foram utilizados estava a água gelada (19%), amido

de milho (2,5%) ou xiloglucana (2,5%), proteína texturizada de soja (1,0%), condimentos (1,5%), aditivos (0,7%), óleo de soja (2,0%), que foram pesados em balança semi-analítica e misturados até a obtenção de uma massa homogênea para em seguida ser direcionada para refrigeração por 12h. Passando-se o tempo de refrigeração a massa foi embutida com tripa de colágeno de 22mm, resultando em embutidos de 10cm de largura (Figura 1) que foram armazenados sob congelamento (-18°C) e avaliadas através das análises físico-químicas, de cocção e análises não-destrutivas de cor (Cie L*, a*, b* e RGB) durante um período de 60 dias, durante os tempos de 0, 30 e 60 dias.



Figura 8 – Embutido de peixe
Fonte: Autores, 2024

## CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS EMBUTIDOS DE PESCADOS

As amostras seguiram as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (10), sendo realizadas em triplicata.

### pH

Uma quantidade de 5g de cada amostra crua foi misturada a 50ml de água destilada, que sob agitação (30 minutos) seguida de repouso (10 minutos), para se determinar o pH através de phmetro digital (EVEn/PHS-3S).

### Umidade

O teor de umidade foi determinado por gravimetria por meio de secagem em estufa a 105°C durante 24 horas e então efetuou-se a pesagem com a utilização de uma balança analítica e cadinhos. O cálculo final foi efetuado de acordo com a Equação [1].

$$\frac{(\text{Peso cadinho + Amostra Úmida}) - (\text{Peso cadinho + Amostra Seca})}{(\text{Peso cadinho + Amostra úmida}) - \text{Peso cadinho}} \times 100 \quad [1]$$

**Proteínas**

As proteínas foram quantificadas pelo método Kjeldahl para determinação de nitrogênio amoniacal e foi composto por digestão, destilação e titulação. No cálculo, foi utilizado o fator de conversão específico 6,25. O cálculo foi realizado de acordo com a Equação [2].

$$\frac{\text{D x Fator do nitrogênio (0,14) x fator de conversão (6,25)}}{\text{Peso da amostra}} \quad [2]$$

Onde: D = (Volume $H_2SO_4$ x fator) - (Volume NaOH x fator)

**Relação entre a umidade e proteína**

Em peixes congelados a relação de umidade e de proteína deve ser 6,00. Contudo, há algumas exceções para algumas espécies e para peixes elasmobrânquios, em que a relação de umidade por proteína não se aplica. A tilápia pertence à família *Oreochromis*, que é uma das espécies que se diferenciam da regra sendo seu valor máximo permitido de 5,00 (11). Desta maneira, pode-se também estimar através desta relação como está a absorção de água no embutido de pescado. O cálculo foi realizado de acordo com a Equação [3].

$$\frac{\text{Teor de umidade}}{\text{Teor de proteína}} \quad [3]$$

**ANÁLISE NÃO-DESTRUTIVA DE COR DOS EMBUTIDOS DE PESCADO**

**Avaliação de Cor dos embutidos de pescados através do sistema Cie L* a* b***

A cor da superfície das amostras dos produtos cru e depois da cocção foram medidas no sistema Cie L*a*b* obtidos pelo colorímetro portátil (Colorium, Delta color, Brasil) previamente calibrado. No sistema de cores utilizadas nesta análise o L* representa a luminosidade (L* = 0 preto e L* = 100 branco) e a* e b* são as coordenadas de cores responsáveis pela cromaticidade (+a* é o vermelho e – a* é o verde, +b* é o amarelo e –b* é o azul). Também foi calculado *o Delta E (ΔE)* de acordo com Karma (12), onde podem ser avaliados os níveis de percepção de diferença de cor, onde <=1: não perceptível ao olho humano; 1-2: perceptível observando com atenção; 2-10: perceptível à primeira vista; 11-49: as cores são mais similares que opostas; 100: as cores são exatamente opostas. Neste sentido, para a obtenção da diferença de cor das amostras com xiloglucana (EX), a amostra EC (controle) foi estabelecido como padrão, logo, não possuem ΔE, pois a partir dos valores de L*a*b* iniciais serão obtidos o ΔE das amostras EX.

Os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas utilizando teste de Tukey a 5% de significância, fazendo uso do software Origin Pro.

### Avaliação da cor pelo Sistema RGB para produtos de pescados

Para a avaliação da cor através do sistema RGB, inicialmente obteve-se as imagens das amostras através de um protótipo 3D (13) e um *smartphone* (Galaxy S20 FE Android 12) e em seguida as imagens foram transferidas para *software Image J* que permitiu a obtenção dos valores dos pixels de cada cor, neste caso o Vermelho (R), Verde (G) e Azul (B). Ao se ter os valores, as cores foram identificadas em uma enciclopédia de cores (https://encycolorpedia.pt/) através do código de cor hexadecimal.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Características físico-químicas do embutido de pescado

A tabela 1 apresenta os resultados de pH das amostras analisadas. Observa-se que a substituição do amido pela xiloglucana não interferiu no pH, isso é importante pois o produto permanece sem condições intrínsecas para o desenvolvimento de microrganismos e está de acordo com o que a legislação brasileira preconiza, que é no máximo 7 (1). Contudo, verifica-se um leve aumento de pH durante os dias de estudo, tanto na amostra controle quanto na que continha xiloglucana. Ao comparar as amostras nota-se que os valores diferem significativamente até o trigésimo dia, porém estabilizam no final do estudo.

Tabela 7 – Resultados das características físico-químicas das amostras de embutidos de pescado.

| **Análises** | | **Dias de Estudo** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 30 | 60 |
| pH | *EC* | 5,82 ± 0,2 $^{Bc}$ | 6 ± 0,03 $^{Bb}$ | 6,7 ± 0,02 $^{Aa}$ |
| | *EX* | 6,09 ± 0,005 $^{Ac}$ | 6,32 ± 0,08 $^{Ab}$ | 6,63 ± 0,12 $^{Aa}$ |
| Umidade (%) | *EC* | 77,01 ± 0,94 $^{Aa}$ | 74,23 ± 0,009 $^{Ab}$ | 74,65 ± 0,04 $^{Ab}$ |
| | *EX* | 76,11 ± 0,12 $^{Aa}$ | 74,14 ± 0,02 $^{Ab}$ | 73,49 ± 0,10 $^{Bb}$ |
| Proteína (%) | *EC* | 13,01 ± 0,41 $^{Aa}$ | 14,04 ± 0,38 $^{Aa}$ | 13,97 ± 2,65 $^{Aa}$ |
| | *EX* | 13,85 ± 0,70 $^{Aa}$ | 13,80 ± 1,42 $^{Aa}$ | 13,90 ± 2,32 $^{Aa}$ |
| Umidade/Proteína | *EC* | 5,91 ± 0,675 | 5,28 ± 0,45 | 5,34 ± 1,3 |
| | *EX* | 5,49 ± 0,1 | 5,37 ± 0,72 | 5,28 ± 1,21 |

As letras maiúsculas representam comparações entre as amostras. As letras minúsculas representam comparações entre os tempos da mesma amostra.

Em relação a umidade (tabela 1) verifica-se que a amostra controle (EC) apresentou diferenças estatísticas a partir do trigésimo dia até o final do estudo, observando-se uma perda de água, sugerindo-se que possa ser devido ao congelamento[14]. Este mesmo padrão de comportamento foi observado na amostra com adição de xiloglucana (EX). Comparando-se as amostras, verifica-se que a EX permanece igual a controle até o trigésimo dia, porém o sexuagésimo dia observa-se que ela (EX) apresenta

uma perda de água em relação a controle, corroborando com os resultados da relação entre Umidade/Proteína.

Os resultados de proteína apresentaram que as amostras permaneceram estatisticamente iguais até o final do estudo, assim como quando se compara as amostras, verifica-se que até o fim do estudo elas permanecem estatisticamente iguais.

Quando se faz a relação entre a umidade e proteína, tem-se uma resposta sobre a adição de aditivos com a finalidade de reter a água e é possível verificar possíveis fraudes no produto por excesso de absorção de água. Nas amostras analisadas, como não se tem aditivos deste tipo, a análise poderá responder indiretamente como foi a retenção de água pelo polissacarídeo (amido ou xiloglucana). Nas duas amostras observa-se valores acima de 5,00, com expressividade maior na EC e menor na EX corroborando com os resultados de umidade, que apontam a EC com maior teor de água livre, considerando-se que possivelmente a xiloglucana retém menos água em sua estrutura no processo de emussificação. Na legislação brasileira sobre peixes congelados (11) é possível observar valores de no máximo 5,00 para a espécie de tilápia, e fazendo um paralelo com o embutido que contém uma expressividade de carne acima de 50%, pode-se sugerir que tanto o amido como a xiloglucana podem colaborar com a absorção de líquido, aumentando assim o peso do produto.

## Análise de cor dos embutidos de pescados

### *Sistema CIEL*a*b**

A tabela 2 apresenta os resultados obtidos através da análise de cor das amostras pelo sistema *CIEL*a*b**.

Tabela 2 – Resultados obtidos através da análise de cor das amostras pelo sistema CIEL*a*b*

| | | **Dias de Estudo** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 30 | 60 |
| L* | EC | 62,18 ± 4,25 $^{Ab}$ | 97,34 ± 2,91 $^{Aa}$ | 61,48 ± 3,35 $^{Ab}$ |
| | EX | 59,10 ± 4,49 $^{Bb}$ | 79,27 ± 5,53 $^{Ba}$ | 56,05 ± 2,93 $^{Bc}$ |
| a* | EC | -0,009 ± 0,56 $^{Ba}$ | -1,08 ± 2,76 $^{Bb}$ | -0,39 ± 0,57 $^{Bab}$ |
| | EX | 1,06 ± 0,89 $^{Ab}$ | 4,46 A ± 0,91 $^{Aa}$ | 1,35 ± 0,73 $^{Ab}$ |
| b* | EC | 2,28 ± 0,48 $^{Ba}$ | 2,15 ± 0,64 $^{Bb}$ | 1,18 ± 0,96 $^{Bc}$ |
| | EX | 3,35 ± 0,81 $^{Ac}$ | 5,09 ± 0,54 $^{Aa}$ | 4,42 ± 0,85 $^{Ab}$ |
| *Delta E (ΔE)* | EC | *Padrão* | *Padrão* | *Padrão* |
| | EX | 3,43 | 19,12 | 6,56 |

Fonte: Autores, 2024. As letras maiúsculas representam comparações entre as amostras. As letras minúsculas representam comparações entre os tempos daquela amostra. No Delta E a amostra EC foi considerada Padrão para verificar a percepção visual da amostra EX.

Os valores do L* (tabela 2) da amostra EC demonstrou mais clara estatisticamente no trigésimo dia em comparação ao começo e ao final do estudo. A amostra EX, por sua vez, apresentou o mesmo padrão da EC quando se verifica o tempo, ou seja, no trigésimo dia há clareamento na amostra, mas no final este clareamento diminuiu. Ao se fazer a comparação entre as amostras, verifica-se diferenças significativas da amostra controle em todos os tempos, assim a substituição do amido pela xiloglucana resultou na diminuição da luminosidade. O padrão inicial da cor entre o amido e a xiloglucana pode ser observado na figura 2 (a e b), onde pode-se perceber que a xiloglucana tem um padrão menos claro do que o amido, antes mesmo de ser introduzido como ingrediente na formulação do embutido.



**a)** **b)**

Figura 2- Cor dos emulsificantes – a) Amido; b) Xiloglucana.
Fonte: Autores, 2024.

Os resultados de a* (tabela 2) da amostra EC demonstrou valores que remetem para o pouco esverdeado e seu último dia de estudo apresentou-se estatisticamente igual aos demais tempos. A amostra EX, por outro lado, demonstrou pouco avermelhado e seu trigésimo dia é diferente estatisticamente dos demais dias de estudo. Ademais, as amostras analisadas apresentaram diferença significativa em todos os tempos de estudos, onde a incorporação da xiloglucana modificou para tons avermelhados, e este fato pode ser explicado pela heterogeneidade dos ingredientes adicionados na formulação e comumente vista em embutidos.

Os valores de b* (tabela 2) da amostra EC e EX apresentam o padrão de cor amarelada, mas elas apresentaram-se diferentes em todos os tempos de estudo, onde a amostra controle finaliza no sexuagésimo dia menos amarelada e a amostra EX é mais amarelada no trigésimo, diminuindo no final (60° dia). Ao se comparar as amostras verifica-se que a incorporação de xiloglucana na substituição do amido aumenta os valores de tons amarelados.

Os autores Moreira et al (16) relatam que a cor dos produtos cárneos pode variar graças ao teor de mioglobina presente no músculo, porém, filés de tilápia, apresentam-se uniforme e com baixo teor de pigmentos. É possível observar que na tabela 2, tonalidades mais esverdeadas na amostra EC do que na EX, essa apresentando-se mais avermelhada, mostrando assim diferença significativa entre as tonalidades das amostras.

A diferença na percepção das cores pelo observador deve-se pela diferença psicofísica determinada pela real observação das amostras, tal efeito ocorre pela diferença de estímulos das cores representadas por pontos no espaço. Para que essa medição pudesse ser realizada, criou-se uma métrica conhecida como o *Delta E (ΔE)* que mostra

a distância euclidiana a partir de duas coordenadas, ou seja, com essa fórmula é possível determinar quando diferentes as amostras são visualmente (11). Nesse viés, ao analisar os resultados obtidos percebe-se que as amostras no tempo 0 e 60 mostrou diferença perceptível à primeira vista, enquanto o tempo 30 mostrou-se com cores mais similares que opostas, ou seja, nesse tempo nota-se a diferença entre as amostras, contudo elas apresentam maior similaridade do que diferença, evidenciando a diferença mostrada na tabela 2 pelo aumento do clareamento ocorrido nesse tempo em ambas as amostras.

***Sistema RGB***

A tabela 3 apresenta os resultados obtidos sobre o RGB das amostras analisadas.

Tabela 3 – Resultados das análises de cor dos embutidos de pescados pelo sistema RGB

| | | Dias de Estudo | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 30 | 60 |
| ***R*** | EC | 170.423 ± 2.612 $^{Aa}$ | 161.030 ± 6.891 $^{Ab}$ | 153.442 ± 2.530 $^{Ac}$ |
| | EX | 159.714 ± 3.605 $^{Ba}$ | 141.269 ± 8.153 $^{Bb}$ | 143.003 ± 3.326 $^{Bb}$ |
| ***G*** | EC | 153.528 ± 3.286 $^{Aa}$ | 147.366 ± 7.024 $^{Aab}$ | 144.481 ± 3.526 $^{Ab}$ |
| | EX | 142.529 ± 2.951 $^{Ba}$ | 124.888 ± 6.448 $^{Bb}$ | 126.108 ± 521,36 $^{Bb}$ |
| ***B*** | EC | 125.684 ± 4.926 $^{Aa}$ | 122.181 ± 6.026 $^{Aab}$ | 116.149 ± 2.322 $^{Ab}$ |
| | EX | 120.981 ± 2.431 $^{Aa}$ | 96.118 ± 7.049 $^{Bb}$ | 104.434 ± 1.504 $^{Bc}$ |

Fonte: Autores, 2024. As letras maiúsculas representam comparações entre as amostras. As letras minúsculas representam comparações entre os tempos daquela amostra.

Os pigmentos vermelhos (R) na amostra controle (EC) diminuíram significativamente ao longo dos dias, e esse padrão ocorreu com a EX somente até o trigésimo dia. Ao comparar estes os valores entre as amostras, verifica-se que a xiloglucana permanece estatisticamente menor do que a controle durante todo o estudo.

Os pigmentos verdes (G) tanto para a EC quanto para EX diminuíram significativamente depois de 30 dias e permaneceram estáveis até 60 dias. Ao comparar-se as amostras, os valores dos pigmentos verdes foram menores para EX. Esse mesmo comportamento foi verificado nos pigmentos azuis.

Quando se reúne os valores de R, G e B, este conjunto aponta uma cor para as amostras, através do código de cor hexadecimal (tabela 4).

Tabela 4 – Resultados das análises de cor dos embutidos de pescados pelo sistema RGB com o código hexadecimal

| **Amostras** | **Dias de Estudo** | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 30 | 60 |
| *EC* | AA997D 170 153 125 | A1937A 161 147 122 | 999074 153 144 116 |
| *EX* | 9F8E78 159 142 120 | 8D7D60 141 125 96 | 8F7E68 143 126 104 |

Fonte: Autores, 2024

Desta maneira, visualmente (tabela 5) percebe-se que as amostras controle seguem um padrão de castanho em todos os tempos, onde no início dos estudos (0 dia) apresenta-se com de 66.67% vermelho, 60% verde e 49.02% azul (figura 3), e esta cor tem um comprimento de onda de aproximadamente 577.92 nm, com 30 dias apresenta-se com 63.14% vermelho, 57.65% verde e 47.84% azul (figura 3) e tem um comprimento de onda de aproximadamente 577.35 nm, e no final do estudo o tom já tendência para o amarelo, com 60% vermelho, 56.47% verde e 45.49% azul e um comprimento de onda de aproximadamente 574.76 nm. Para as amostras que contêm xiloglucana o início do estudo se deu (0 dias) também com tons de castanho com 62.35% vermelho, 55.69% verde e 47.06% azul (figura 3) e um comprimento de onda de aproximadamente 579.32 nm. Com 30 dias os tons permaneceram na cor castanho com 55.29% vermelho, 48.63% verde e 37.65% azul (figura 3) e com comprimento de onda de aproximadamente 578.16 nm. Com 60 dias permaneceu na cor castanho e com 56.08% vermelho, 49.41% verde e 40.78% azul (figura 3) e um comprimento de onda de aproximadamente 579.45 nm.

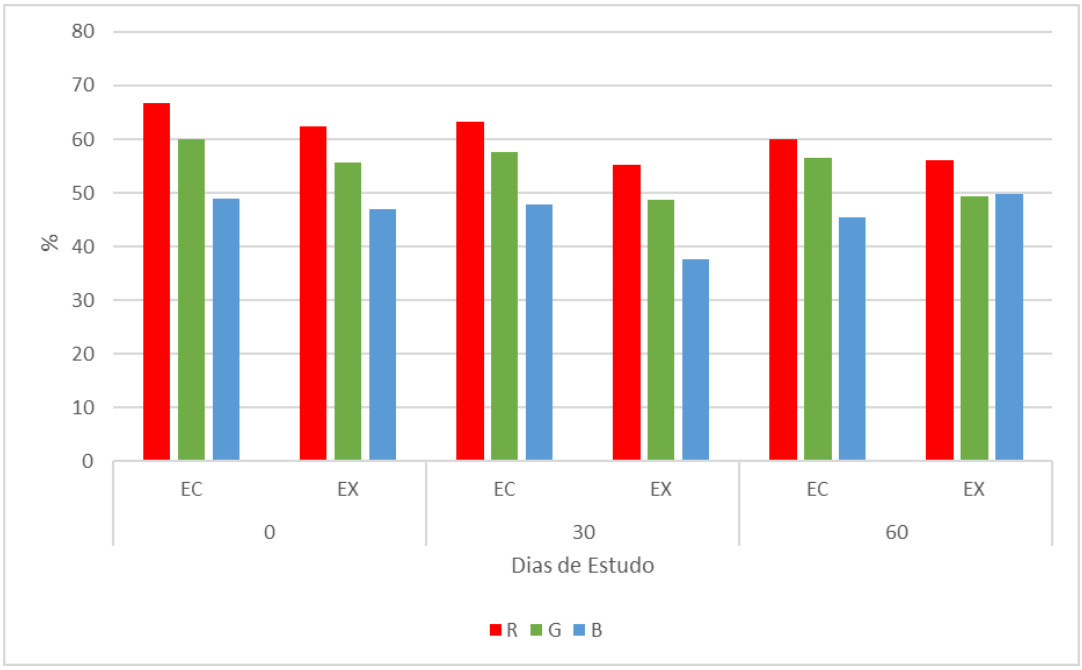



Figura 3- Resultados da análise de RGB em porcentagens (%), dos embutidos de pescados
Fonte: Autores, 2024

Na análise RGB percebe-se que as amostras controle (Figura 4) seguem um padrão de castanho em todos os tempos, e ao final do estudo já tendenciam para o amarelo. Para as amostras com xiloglucana o início do estudo se deu também com tons castanhos, porém estatisticamente foram diminuindo a cor castanha.



Figura 4- Registros digitais do embutido de carne de tilápia – a) EC; b) EX.
Fonte: Autores, 2024.

O método de avaliação através de Colorímetro óptico mede a luz refletida da amostra, quantificando os dados espectrais para determinar as coordenadas de cor do objeto no espaço de cor L*a*b*, apresentando as informações em termos numéricos. Esses equipamentos são amplamente utilizados na indústria de alimentos para mensurar parcialmente a matéria-prima recebida, contudo, esse equipamento terá uma zona de medição que irá variar de acordo com o produto avaliado, além da forma e tamanho do objeto e homogeneidade. Enquanto o sistema de cor RGB funciona de maneira análoga ao sistema de olho humano (17), podendo-se observar que através dele, pode-se ter uma noção mais objetiva da cor que se refere em cada uma das amostras, presumindo-se assim

que é um sistema que pode ser utilizado para matrizes alimentares heterogêneas. Outras pesquisas já apontaram a potencialidade deste sistema como caracterização e identificação de carnes de aves (18) e como uma análise preliminar da variabilidade espacial da evapotranspiração de pastagens com o uso de imagens orbitais (19). Nesse viés, percebe-se as diversas áreas que a tecnologia RGB é capaz de atuar.

## CONCLUSÕES

A substituição do amido pela xiloglucana mostrou-se promissora, pois os resultados obtidos das análises físico-químicas como pH e proteína mantiveram-se semelhantes, apontando-se na relação entre o teor de umidade por proteína a possibilidade da xiloglucana ter absorvido menos água durante a emulsificação dos ingredientes.

Na análise de cor pelo CIEL*a*b* nas amostras EC e EX, percebeu-se que a EX tem um padrão menos claro com tons mais avermelhados e um aumento nos valores de tons amarelados em relação a EC. Ademais, os resultados do RGB apresentaram um padrão onde a adição da xiloglucana na elaboração desse embutido fez com que ele adquirisse tons de castanhos mais escuros. O sistema RGB conseguiu reproduzir consideravelmente o mesmo padrão de cores visto à olho nu, enquanto o sistema CieL*a*b* foi capaz de medir apenas uma parte da amostra, não sendo reprodutivo para amostras heterogêneas como o embutido em questão.

Dados obtidos pela análise RGB apontam que é possível ver a diferença dos ingredientes adicionados ao embutido, como o caso da adição da xiloglucana em sua composição ou o amido, e isso é um ponto que pode ser algo determinante para uma possível identificação desse alimento em supermercados ou na separação desses em alguma indústria processadora de produtos derivados do pescado.

Desta maneira pode-se concluir que a avaliação não destrutiva e inovadora através do sistema RGB é viável para identificar a substituição do amido pela xiloglucana, ressaltando-se que esta avaliação foi de maneira rápida e prática com maior objetividade quando a ideia é a percepção da cor do produto.

## REFERÊNCIAS

1. Ministério da Agricultura e Pecuária (BR). Decreto n° 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei n° 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a lei n° 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial União. 30 de mar de 2017; Seção 1:3.
2. Gamez-Villazana JJ, Molina JJF, Ojeda LEO. PULPA DE PESCADO DE AGUAS CONTINENTALES Y SU POTENCIAL UTILIZACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS. Alimentos Hoy [Internet]. 2021 Apr 24 [cited 2024 Apr 13];29(53):81. Available from: https://acta.org.co/acta_sites/alimentoshoy/index.php/hoy/article/view/592
3. Arruda IRS, Albuquerque PBS, Santos GRC, Silva AG, Mourão PAS, Correia MTS, Vicente AA, Carneiro da Cunha MG. Structure and rheological properties of a xyloglucan extracted from Hymenaea courbaril var. courbaril seeds. International journal of biological macromolecules. 2015; v. 73, p. 31-38.

4. Dutta, Pallobi., Giri, Saumyakanti., Giri, Tapan Kumar. Xyloglucan as a renewable green biopolymer used in drug delivery and tissue engineering. Jor Inter of Bio Macro. 2020; 160(1), 55-68.
5. Farias MD, Albuquerque PB, Soares PA, de Sá DM, Vicente AA, Carneiro da Cunha MG. Xyloglucan from Hymenaea courbaril var. courbaril seeds as encapsulating agent of L-ascorbic acid. International journal of biological macromolecules. 2018; 107:1559 - 1566.
6. Kumar CS, Bhattacharya S. Tamarind Seed: Properties, Processing and Utilization. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2008 Jan 2;48(1):1–20.
7. Ferreira MD, Spricigo PC. Colorimetria-princípios e aplicações na agricultura. 2017.
8. Farias MDP. Produção de microestruturas de xiloglucana das sementes de jatobá (Hymenaea courbaril var. courbaril) e sua aplicação na área alimentar [tese doutorado]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2017.
9. Torrezan R, Pontes S M, Freitas-Sá D de G C, Silva da P S, Souza de V A., Silva da J, P L, et al [Internet]. Rio de Janeiro: Editora Eletrônica da EMBRAPA: 2018 [acesso em 13 Abr 2024]. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1105248
10. Instituto Adolf Lutz (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos/coordenadores Odair Zenebon e Neus Sadocco Pascuet. 4° ed. São Paulo: Instituto Adolf Lutz, 2008
11. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instrução Normativa n° 21. de 31 de maio de 2017. Regulamento Técnico que fixa a Identidade e as Características de Qualidade que deve apresentar o peixe congelado. Diário Oficial da União. 7 jun 2017;Seção 1:5.
12. Karma, I. G. M. (2020). Determination and measurement of color dissimilarity. Int. J. Eng. Emerg. Technol, 5(1), 67-71.
13. Farias, Mirla Dayanny Pinto et al. Caixa-suporte para smartphones para obtenção de imagens de alimentos. Depositante: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. BR1020240060768. Depósito: 27/03/2024.
14. Souza Francisca das Chagas do Amaral, Jesus Rogério Souza de, Duncan Wallice Luiz Paxiuba, Aguiar Jaime Paiva Lopes. Efeito do congelamento na composição química e perfil de aminoácidos da carne mecanicamente separada de peixes amazônicos. Rev Pan-Amaz Saude [Internet]. 2013 Mar [citado 2024 Abr 13] ; 4( 1 ): 57-61. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-62232013000100007&lng=pt. http://dx.doi.org/10.5123/S2176-62232013000100007
15. Silva, B. N. D., Feijó, M. B. D. S., Rodrigues, M. C. N. L., & Souza, P. D. S. Avaliação do teor de umidade, proteína e relação umidade/proteína em cortes de frango congelados. Hig. aliment. 2016; 30(252/253): 99-103.
16. Moreira, Ricardo Targino. Desenvolvimento de embutido emulsionado de tilápia (Oreochromis niloticus L.) estabilizado com hidrocolóides [Doutorado]. Campinas: UNICAMP; 2005.
17. Seibel N F, Kato T, Lima A R. Importância da difração de raios X e colorimetria em alimentos. Guarujá: Editora Científica Digital, 2022.

18. Nolasco I M, Barbin D F, Castillo C J C, Ferreira D S, Ida E I, Fracarolli J A. Caracterização e identificação de carnes de aves por métodos não-destrutivos [recurso eletrônico] = Characterization and iddentification of poultry meat by non-destructive methods. Campinas: UNICAMP; 2019.
19. Andrade R G, Batistella M, Amaral T B, Menezes S J M C. Análise preliminar da variabilidade espacial da evapotranspiração de pastagens com o uso de imagens orbitais. Viçosa, MG: UFV; 2009
20. Silva JC da, Lira AMM de, Sá DMAT, Silva RV e, Farias MDP. Avaliação colorimétrica de alimentos: construção de um protótipo com tecnologia de impressão 3d. RECIMA21 [Internet]. 7º de maio de 2023 [citado 13º de abril de 2024];4(5):e453147. Disponível em: https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/3147

**Capítulo 79**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-79**

# DESENVOLVIMENTO E OTIMIZAÇÃO SENSORIAL DE BEBIDA FUNCIONAL À BASE DE AMÊNDOA DA CASTANHA DE CAJU

**Marina Cabral Rebouças [*]; Maria do Carmo Passos Rodrigues [2]; Silvia Maria de Freitas [3]; Vanderson da Silva Costa [4]**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: marina.reboucas@unilab.edu.br*
*Engenharia de Alimentos, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira (UNILAB).*
*[2]Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará (UFC).*
*[3]Matemática Aplicada e Estatística, Universidade Federal do Ceará (UFC).*
*[4]Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará (UFC).*

**Resumo:** Aliar as características nutricionais e funcionais das amêndoas da castanha de caju, suco de uva e substâncias prebióticas parece ser uma alternativa viável para o desenvolvimento de uma bebida funcional. Nestes sentido, este trabalho teve como objetivo utilizar a metodologia de superfície de resposta para otimização dos atributos sensoriais de uma bebida funcional à base de amêndoas da castanha de caju adicionada de suco de uva e substâncias prebióticas. Foi utilizado um delineamento fatorial $2^2$ do tipo composto central rotacionado com cinco repetições no ponto central, para avaliar o efeito do teor de suco e açúcar na aceitação da cor, aroma, sabor, doçura, corpo e impressão global da bebida. Foram obtidos modelos matemáticos que explicassem o comportamento das variáveis independentes na aceitação de todos os atributos sensoriais, com a concentração de açúcar mostrando ser o fator mais influente. Foi possível aliar as características nutricionais, funcionais e sensoriais das matérias-primas (amêndoa da castanha de caju, suco de uva e substâncias prebióticas) utilizadas para elaboração de uma bebida com elevado apelo funcional. Por meio da utilização da metodologia de superfície de resposta obteve-se uma formulação com aceitação satisfatória, a qual deve ser adicionada de 7% de açúcar e 37% de suco de uva.

**Palavras–chave:** aceitação; alimentos funcionais; metodologia de superfície de resposta; prebióticos; oleaginosas.

## INTRODUÇÃO

A metodologia de superfície de resposta é um método bastante utilizado para o desenvolvimento de novos produtos e consiste em avaliar a relação entre determinado parâmetro, que acredita-se ser importante para a qualidade do produto (resposta), e as fontes de variação que se deseja estudar (variáveis independentes) (1). Durante o desenvolvimento de um novo produto é de fundamental importância avaliar a resposta dos consumidores ainda nos estágios iniciais, e não somente no produto final (2, 3, 4). A metodologia de superfície de resposta, quando utilizada para interpretação de dados sensoriais, pode ser uma importante ferramenta de auxílio na obtenção de uma formulação que alcance a máxima aceitação possível (5, 6, 7, 8).

No Brasil, o mercado de bebidas e demais produtos isentos de lactose está em plena expansão, no entanto, apenas os alimentos à base de soja já estão consolidados no mercado. Nos últimos anos, diversos estudos vêm sendo realizados utilizando-se diversos tipos de alimentos (soja, amêndoas, quinoa, arroz, castanha do Brasil) para obtenção de extratos hidrossolúveis vegetais e seu uso na formulação de bebidas (9, 10, 11, 12). Neste sentido, um estudo realizado por Rebouças, Rodrigues e Afonso (7) demonstrou que a utilização da amêndoa da castanha de caju é uma alternativa viável para o desenvolvimento de bebidas adicionadas de suco de frutas, permitindo a obtenção de um produto com qualidade sensorial aceitável.

A amêndoa da castanha de caju possui características nutricionais que a torna uma excelente matéria-prima para obtenção de extrato hidrossolúvel vegetal a ser utilizado como base para o desenvolvimento de novos alimentos e bebidas. Sua fração lipídica é constituída, principalmente, de ácidos graxos insaturados, mono e poliinsaturados (13), onde se encontram diversas substâncias bioativas (compostos fenólicos, esteróis e tocoferóis) com capacidade antioxidante (14). Com relação ao teor protéico, possui todos os aminoácidos essenciais a adultos e escolares (13), além dos minerais magnésio, cálcio, selênio, manganês, fósforo e, em especial, o ferro (14).

O suco de uva é uma bebida bastante apreciada pelo consumidor brasileiro (15), que além de aceitação sensorial, possui diversas substâncias capazes de exercer ações benéficas no organismo, como os compostos fenólicos e o resveratrol que possuem atividade antioxidante (16). Neste sentido, a utilização do suco de uva em novos produtos que aliem as suas excelentes características funcionais e sensoriais a outros alimentos que contenham proteínas e lipídios de boa qualidade, nutrientes estes escassos nesta fruta, parece ser bastante válida e promissora.

As características tecnológicas e nutricionais dos prebióticos do tipo inulina os tornam ingredientes bastante atraentes para o desenvolvimento de alimentos funcionais, os quais possuem o potencial de promover a saúde através de mecanismos não previstos na nutrição convencional, restringindo-se apenas à promoção da saúde e não a cura de doenças (17).

Diante do exposto, aliar as características nutricionais e funcionais das amêndoas da castanha de caju, suco de uva e substâncias prebióticas parece ser uma alternativa viável para o desenvolvimento de uma bebida funcional. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo utilizar a metodologia de superfície de resposta para otimização dos atributos sensoriais de uma bebida funcional à base de amêndoas da castanha de caju adicionada de suco de uva e substâncias prebióticas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os seguintes ingredientes para preparação das formulações: suco de uva (pH = 2,99; 15,2ºBrix), extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju (EHA) (3,46g de carboidratos, 6,22g de lipídios, 3,41g de proteínas, 0,35g de cinzas, 3,6°Brix, pH 6,56), açúcar comercial, oligofrutose (2 to 8 monômeros, Orafti P95), inulina (grau de polimerização ≥10, Orafti GR). O extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju foi obtido conforme metodologia descrita em Rebouças et al. (7).

Foi utilizado um delineamento fatorial $2^2$ do tipo composto central rotacionado com cinco repetições no ponto central (Tabela 1), para avaliar o efeito do teor de suco e açúcar (variáveis independentes) na aceitação sensorial.

Para formulação das bebidas utilizou-se uma concentração de EHA complementar à concentração de suco estabelecida pelo planejamento experimental (Tabela 1) de forma

a completar o volume de 100% de líquido. A quantidade de açúcar (v/v) adicionada à mistura de EHA e suco seguiu o planejamento experimental, acrescido de 3% (v/v) da mistura de inulina e oligofrutose na proporção de 50:50, de forma a completar o volume de 200 mL. A adição de uma mistura de substâncias prebióticas visou um melhor efeito funcional, visto que a ação da oligofrutose parece ocorrer primariamente no cólon proximal (18), enquanto que a inulina age no cólon distal (19).

Tabela 1 - Delineamento experimental utilizado para formulação das bebidas (valores reais e codificados).

| Formulação | Valores reais | | Valores codificados | |
|---|---|---|---|---|
| | Suco (%) | Açúcar (%) | Suco (X1) | Açúcar (X2) |
| **F1** | 20 | 4 | -1 | -1 |
| **F2** | 20 | 8 | -1 | +1 |
| **F3** | 40 | 4 | +1 | -1 |
| **F4** | 40 | 8 | +1 | +1 |
| **F5** | 16 | 6 | -1,41 | 0 |
| **F6** | 44 | 6 | +1,41 | 0 |
| **F7** | 30 | 3 | 0 | -1,41 |
| **F8** | 30 | 9 | 0 | +1,41 |
| **F9 (PC)** | 30 | 6 | 0 | 0 |
| **F10 (PC)** | 30 | 6 | 0 | 0 |
| **F11(PC)** | 30 | 6 | 0 | 0 |
| **F12 (PC)** | 30 | 6 | 0 | 0 |
| **F13 (PC)** | 30 | 6 | 0 | 0 |

(PC): Ponto central

Os ingredientes foram homogeneizados a uma rotação de 900 rpm durante 1 minuto e, em seguida, a bebida foi acondicionada em garrafas de poliestireno com capacidade para 200 mL. Logo após, as bebidas foram submetidas a tratamento térmico em banho termostático a uma temperatura de 65°C durante 2 minutos, resfriadas e mantidas sob refrigeração (7ºC).

A avaliação da aceitação sensorial das formulações desenvolvidas foi realizada com 130 julgadores não treinados, a maioria do sexo feminino (76,03%), com idade entre 18 e 25 anos (79,23%) e estudantes de graduação (72,30%). Os julgadores foram selecionados de acordo com seu consumo regular de amêndoas da castanha de caju e suco de uva. Uma porção de, aproximadamente, 25mL de cada amostra foi servida refrigerada (7°C) em copos codificados com números de três dígitos aleatórios de forma monádica. A avaliação foi realizada em laboratório sensorial utilizando-se cabines individuais sob a incidência de iluminação artificial do tipo luz do dia. A ordem de servir as amostras seguiu um delineamento de blocos incompletos balanceados, onde cada provador provou 4 das 13 formulações testadas testadas (20).

Para avaliar a aceitação dos atributos sensoriais de cor, aroma, sabor, doçura, corpo e impressão global utilizou-se o teste de escala hedônica estruturada mista de 9 pontos (9 = “gostei muitíssimo”; 5 = “nem gostei, nem desgostei”; 1 = “desgostei muitíssimo”).

O efeito da concentração de suco de uva e açúcar na aceitação dos atributos sensoriais foi estabelecido utilizando-se modelos matemáticos, por meio de equações de segundo grau (Equação 1). Na equação, Y corresponde ao atributo, $\beta_0$ é a constante, X1 e

X2 as variáveis independentes (suco e açúcar) e $\beta_1$, $\beta_2$, $\beta_{11}$, $\beta_{22}$, $\beta_{12}$ são os coeficientes da regressão (linear, quadrático e interação).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X^2_1 + \beta_{22} X^2_2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \text{Erro (Equação 1)}$$

O teste de análise de variância (ANOVA) dos modelos foi realizado a fim de avaliar a qualidade do ajuste e a significância dos efeitos lineares, quadráticos e de interação. O coeficiente de determinação ($R^2$), o coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{ajustado}$) e a análise da falta de ajuste foram utilizados para avaliar a qualidade dos modelos, e os gráficos de superfície de resposta foram gerados. A associação entre os atributos sensoriais analisados foi determinada através da correlação de Pearson (r). Todas as análises foram realizadas utilizando o software estatístico Statistica versão 7.0.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa of the Universidade Federal do Ceará com o número 873.769.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em geral, as formulações atingiram escores hedônicos em torno de 5,0 (nem gostei, nem desgostei) e 6,0 (gostei ligeiramente), exceto para o atributo cor, onde as formulações adicionadas de baixas concentrações de suco alcançaram médias referentes à região de rejeição da escala (escores do 1 ao 4) (Tabela 2).

Para todos os atributos avaliados foi possível obter um modelo matemático satisfatório ($p < 0,05$), com falta de ajuste não significativa ($p > 0,05$), o que mostra que o erro do modelo e suas replicatas (pontos centrais) foram baixos e que o mesmo pode ser utilizado para fins de predição.

Com relação à cor, tanto a variável suco, em seu efeito linear e quadrático, quanto o açúcar, em seu efeito quadrático, mostraram ter influência na aceitação deste atributo. Utilizando a equação 2 foi possível obter a superfície de resposta (Figura 1) que explica o comportamento das variáveis independentes na aceitação da cor. Conforme pode ser observado, o aumento na concentração de suco leva a uma maior aceitação da cor. Apesar de ser um fator influente, o açúcar, conforme pode ser analisado exerceu pouca influência na aceitação deste atributo, onde grandes variações em sua concentração pouco alteraram a resposta obtida. Observa-se que foi possível obter uma região de máxima aceitação da cor, onde a concentração de suco pode variar entre 30 e 44% e a de açúcar em torno de 5 e 7%.

Equação 2: $\text{Cor} = -12,48 + 0,64\text{Suco} + 2,34\text{Açúcar} – 0,01\text{Suco}^2 – 0,20\ \text{Açúcar}^2 - 0,0109\ \text{SucoAçúcar}$ ($R^2 = 0,98$; $R_{ajus.} = 0,97$; P-valor (falta de ajuste) = 0,16)

Tabela 2 - Resultados médios da avaliação sensorial (n = 130 consumidores).

| Formulação | Valores reais e codificados | | Atributos sensoriais | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Suco | Açúcar | Cor | Aroma | Sabor | Doçura | Corpo | Impressão Global |
| **F1** | 20 (-1) | 4 (-1) | 3,2 | 4,0 | 4,2 | 4,9 | 5,1 | 4,3 |
| **F2** | 20 (-1) | 8 (+1) | 3,3 | 4,9 | 5,5 | 6,3 | 5,6 | 5,3 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **F3** | 40 (+1) | 4 (-1) | 5,9 | 5,7 | 5,5 | 5,7 | 5,8 | 5,7 |
| **F4** | 40 (+1) | 8 (+1) | 5,1 | 4,9 | 5,5 | 5,3 | 5,2 | 5,7 |
| **F5** | 16 (-1,41) | 6 (0) | 2,4 | 4,8 | 4,8 | 5,1 | 5,1 | 4,6 |
| **F6** | 44 (+1,41) | 6 (0) | 5,8 | 5,4 | 5,2 | 5,7 | 5,7 | 5,6 |
| **F7** | 30 (0) | 3 (-1,41) | 3,9 | 4,4 | 3,8 | 4,0 | 4,4 | 4,0 |
| **F8** | 30 (0) | 9 (+1,41) | 4,2 | 5,0 | 5,2 | 5,7 | 5,8 | 5,2 |
| **F9** | 30 (0) | 6 (0) | 5,8 | 5,0 | 5,3 | 6,0 | 5,7 | 5,6 |
| **F10** | 30 (0) | 6 (0) | 5,9 | 5,5 | 5,3 | 5,9 | 5,7 | 5,7 |
| **F11** | 30 (0) | 6 (0) | 6,0 | 5,8 | 5,8 | 6,4 | 6,2 | 6,0 |
| **F12** | 30 (0) | 6 (0) | 6,2 | 5,5 | 5,5 | 5,9 | 5,9 | 5,8 |
| **F13** | 30 (0) | 6 (0) | 5,7 | 5,5 | 5,7 | 6,4 | 6,0 | 5,9 |

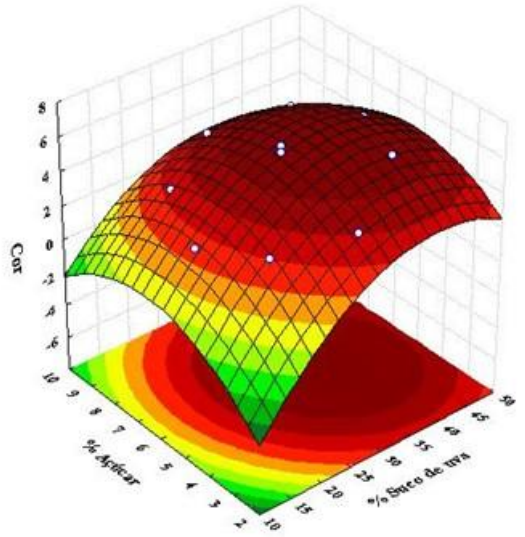



Figura 1 - Superfície de resposta dos resultados da aceitação sensorial da cor para a bebida à base de castanha de caju adicionada de suco de uva.

As formulações com maiores concentrações de suco e, como consequência, com coloração mais próxima a do suco da fruta, foram as que obtiveram maior aceitação da cor. Granato et al. (21) também encontraram o mesmo tipo de influência com relação à adição de suco de goiaba na aceitação da cor de sobremesas à base de soja. Em alimentos líquidos os indivíduos tendem a preferir colorações que estão de acordo com padrões estabelecidos na sua memória (por exemplo, suco de laranja com cores laranjas) (22). Possivelmente, por ser uma bebida adicionada de suco de uva os julgadores criaram uma expectativa com relação à coloração da bebida de que esta seria mais próxima a cor característica deste suco. A expectativa e a percepção real com relação aos diversos atributos sensoriais que compõem o produto podem ser diretamente afetadas pela cor dos alimentos. A correlação significativa (aroma r = 0,78; p = 0,002; sabor r = 0,62; p = 0,023; corpo r = 0,67; p = 0,013; impressão global r = 0,81; p = 0,001) entre a cor e os demais atributos, com exceção da doçura, exemplifica a influência que este atributo pode ter exercido na aceitação das demais características sensoriais da bebida.

O aroma da bebida mostrou ser influenciado tanto pela concentração de suco (efeito linear), quanto de açúcar (efeito quadrático), além do efeito de interação entre essas duas variáveis. A equação 3 mostra que, apesar da interação entre as variáveis ser significativa e de efeito negativo (-0,0021), a influência exercida por este efeito é muito baixa, o que faz com que não se note claramente um aumento na aceitação do aroma devido a uma diminuição na concentração das variáveis (Figura 2). No entanto, a maior influência do suco, principalmente com relação ao seu efeito linear positivo, é mais claramente percebida. O efeito quadrático positivo da concentração de açúcar fez com que uma maior aceitação fosse obtida com teores de açúcar mais elevados na bebida. Com relação a este atributo não foi possível obter uma região de otimização da aceitação.

Equação 3: Aroma = -4,713 + 0,286Suco + 1,736Açúcar – 0,002Suco$^2$ – 0,086 Açúcar$^2$ - 0,0021 SucoAçúcar ($R^2$= 0,83; $R_{ajus.}$= 0,71; P-valor (falta de ajuste) = 0,63)

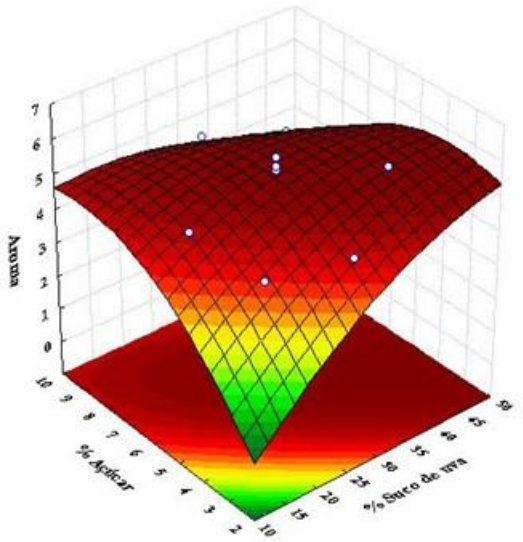



Figura 2 - Superfície de resposta dos resultados da aceitação sensorial do aroma para a bebida à base de castanha de caju adicionada de suco de uva.

As formulações com menores concentrações de suco foram as que obtiveram menor aceitação do aroma. Apesar da amêndoa da castanha de caju ser um produto bastante familiar aos consumidores que realizaram este estudo, devido ao fato de, na época de realização deste estudo, não está disponível no mercado brasileiro bebidas à base desta matéria-prima, possivelmente, este tenha sido um dos motivos da baixa aceitação das formulações com menores concentrações de suco e como consequência, com aroma mais característico da amêndoa. Rebouças et al. (7) também obtiveram o mesmo comportamento ao avaliarem a aceitação do aroma de bebidas à base de amêndoas de castanha de caju adicionadas de suco de maracujá.

O sabor foi influenciado apenas pela concentração de açúcar em seu efeito linear e quadrático. Utilizando a equação 4 obteve-se a superfície de resposta (Figura 7), onde é possível observar que a elevação na concentração de açúcar leva a um aumento da aceitação até um máximo onde, a partir de então, começa haver uma diminuição da resposta. Por meio do gráfico pode ser observado que se obteve uma ampla faixa de concentração das variáveis que permitiu máxima aceitação do sabor. Note-se que a variação possível na concentração de suco é bem maior do que na de açúcar, justamente devido à falta de influência desta variável na aceitação do sabor.

Equação 4: Sabor = -3,947 + 0,213Suco + 1,780Açúcar – 0,002Suco$^2$ – 0,095 Açúcar$^2$ - 0,015 SucoAçúcar ($R^2$= 0,84; $R_{ajus.}$= 0,73; P-valor (falta de ajuste) = 0,21)

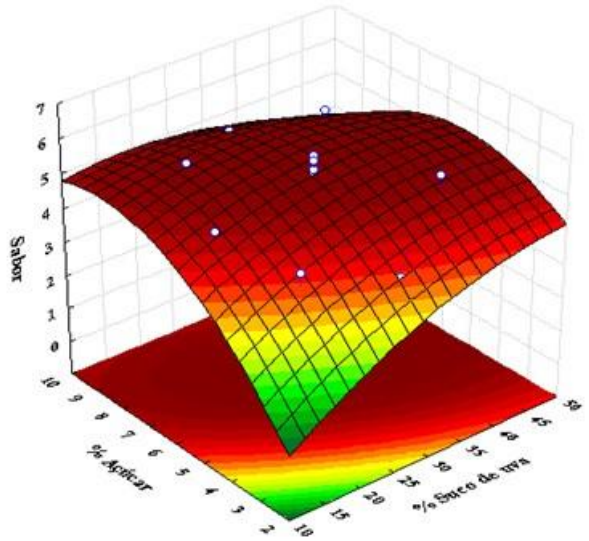



Figura 3 - Superfície de resposta dos resultados da aceitação sensorial do sabor para a bebida à base de castanha de caju adicionada de suco de uva.

A aceitação da doçura da bebida mostrou ser influenciada pela concentração de açúcar em seu efeito linear e quadrático e pela interação entre açúcar e suco. Por meio da equação 5 pode-se observar que, apesar da interação entre as variáveis ser significativa e de efeito negativo (-0,022), a influência exercida por este efeito é muito baixa, fazendo com que não se note claramente um aumento na aceitação da doçura devido a uma diminuição simultânea na concentração das variáveis. Por outro lado, a forte influência do açúcar, principalmente com relação ao seu efeito linear positivo, é percebida por meio da superfície de resposta obtida (Figura 4). O aumento gradual na concentração de açúcar leva uma maior aceitação até um determinado nível onde, a partir de então, a resposta começa a diminuir (efeito quadrático negativo). A correlação entre o sabor e a doçura (r = 0,92, p < 0, 0001) foi significativa e forte, o que justifica os resultados encontrados e mostra que, das características que compõem o sabor desta bebida, a doçura foi extremamente importante para a aceitação deste atributo.

Equação 5: Doçura = -5,804 + 0,281Suco + 2,299Açúcar – 0,002Suco$^2$ – 0,119 Açúcar$^2$ - 0,022 SucoAçúcar ($R^2$= 0,83; $R_{ajus.}$= 0,71; P-valor (falta de ajuste) = 0,15)

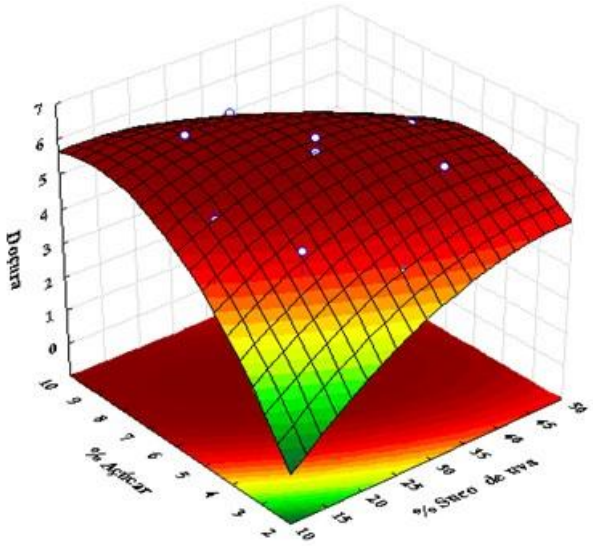



Figura 4 - Superfície de resposta dos resultados da aceitação sensorial da doçura para a bebida à base de castanha de caju adicionada de suco de uva.

Apesar de ter sido uma variável influente para a aceitação da cor e aroma, a concentração de suco não influenciou na aceitação do sabor e na característica doçura da bebida. Isto significa que, dentro do intervalo estudado, em praticamente toda a faixa de concentração de suco obtêm-se a maximização da aceitação destes atributos.

Com relação à aceitação do corpo da bebida, este mostrou ser influenciado pelo teor de açúcar (efeito linear e quadrático), suco (quadrático) e pela interação entre as variáveis. De todas as variáveis a que mostrou exercer maior influência na resposta foi a concentração de açúcar (Equação 6) no seu efeito linear (+1,54). O efeito linear positivo fez com que a aceitação fosse aumentada com a elevação da concentração de açúcar até certo ponto, em torno de 8,0%, onde, a partir de então, a aceitabilidade começa a diminuir, em razão do efeito quadrático negativo, conforme mostra a superfície de resposta gerada (Figura 5).

Equação 6: Corpo = -2,814 + 0,234Suco + 1,54Açúcar – 0,002Suco$^2$ – 0,085 Açúcar$^2$ - 0,013 SucoAçúcar ($R^2$= 0,73; $R_{ajus.}$= 0,54; P-valor (falta de ajuste) = 0,06)

Observou-se que maiores concentrações de açúcar resultaram em uma maior aceitação do corpo da bebida. Possivelmente, o aumento na concentração de açúcar levou a um aumento na viscosidade da bebida, devido ao maior teor de sólidos solúveis, a qual resultou em maior aceitação desta característica sensorial. Um estudo realizado por Lethuaut et al. (23) relatou que a variação no teor de açúcar em sobremesas lácteas causou uma modificação na avaliação da textura bucal, onde maiores concentrações deste ingrediente causaram um aumento na intensidade de características de textura.

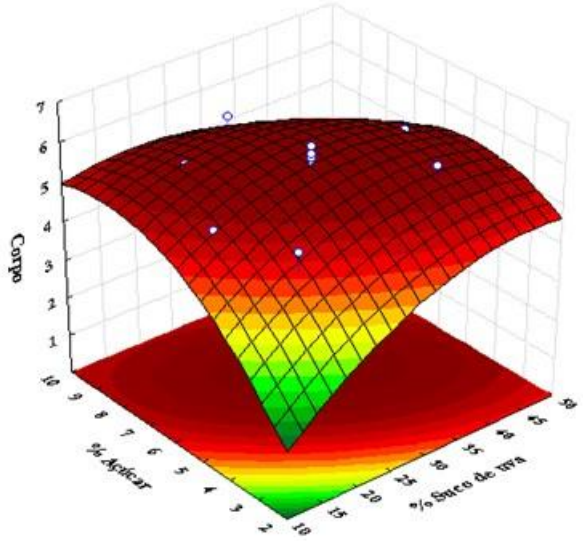



Figura 5 - Superfície de resposta dos resultados da aceitação sensorial do corpo para a bebida à base de castanha de caju adicionada de suco de uva.

A impressão global mostrou ser influenciada pela concentração de suco, de açúcar e pela interação entre ambas. A superfície de resposta (Figura 6) obtida por meio da equação 7 mostra a maior influência da concentração de açúcar na aceitação global. Os efeitos lineares positivos e quadráticos negativos da concentração de suco e açúcar fizeram com que fossem observados, assim como em outros atributos, que um amento na concentração destas variáveis aumenta a aceitação até certo ponto onde, a partir de então, ela começa a diminuir. Note-se que foi possível obter uma região ótima de aceitação com relação à concentração das duas variáveis, com a adição de suco variado entre 27 a 44% e a de açúcar entre, aproximadamente, 8 a 5%.

Equação 7: Impressão global = -5,315 + 0,271Suco + 1,973Açúcar – 0,003Suco$^2$ – 0,118 Açúcar$^2$ - 0,013SucoAçúcar ($R^2$= 0,91; $R_{ajus.}$= 0,85; P-valor (falta de ajuste) = 0,07)

Destaca-se ainda que todos os atributos sensoriais avaliados obtiveram forte correlação significativa com a impressão global (cor: r = 0,80; aroma: r = 0,87; sabor: r = 0,96; doçura: r = 0,85; corpo: r = 0,87), demonstrando que a aceitação de todos estes contribuíram para a aceitação final da bebida em igual grau de importância.

Considerando-se a impressão global, está foi influenciada tanto pela concentração de açúcar quanto pelo teor de suco, apesar deste último ter influenciado em menor grau. Desta forma, se faz necessário considerar a concentração de ambas as variáveis a fim de se obter a maior aceitação possível do produto. O intervalo de concentração das variáveis estudadas permitiram a obtenção de pontos ótimos para todos os atributos, com exceção do aroma. Analisando-se as superfícies de resposta obtidas, nota-se que a concentração de açúcar que permite o máximo de aceitação sensorial fica entre 5 e 7%. Com relação ao suco, em praticamente todo intervalo estudado consegue-se obter médias mais elevadas. Desta forma, analisando-se todas as superfícies de respostas de forma a contemplar a máxima aceitação alcançada em todos os atributos sensoriais avaliados, pode-se afirmar que a formulação adicionada de 7% de açúcar e 37% de suco permite a obtenção de aceitação satisfatória desta bebida.

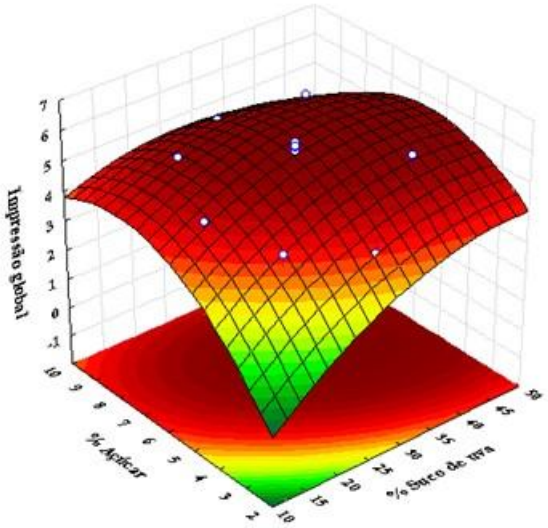



Figura 6 - Superfície de resposta dos resultados da aceitação sensorial da impressão global para a bebida à base de castanha de caju adicionada de suco de uva.

## CONCLUSÕES

A variação na concentração do açúcar na bebida mostrou ser o fator mais influente na aceitação da maioria dos atributos sensoriais analisados. Por meio da utilização da metodologia de superfície de resposta foi possível obter uma formulação com aceitação satisfatória, a qual deve ser adicionada de 7% de açúcar e 37% de suco de uva. Desta forma, conseguiu-se aliar as características nutricionais, funcionais e sensoriais das matérias-primas utilizadas (amêndoa da castanha de caju, suco de uva e substâncias prebióticas) para elaboração de uma bebida com elevado apelo nutricional e funcional.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Beneo-Orafit por seu apoio.

## REFERÊNCIAS

1. Farris F, Piergiovanni L. Optimisation of manufacture of almond paste cookies using response surface methodology. Journal of Food Process Engineering 2009; 32(1): 64–87.
2. Choi ID, Phillips RD, Resurreccion AVA. Consumer-based optimization of a third-generation product made from peanut and rice flour. Journal of Food Science. 2007; 72(7): 443–49.
3. Van Kleef E, Van Trijp HCM. Luning P. Consumer research in the early stages of new product development: a critical review of methods and techniques. Food Quality and Preference 2005; 16(3):181–201.
4. Drake SL, Lopetcharat K, Drake M. Comparison of two methods to explore consumer preferences for cottage cheese. Journal of Dairy Science. 2009; 92(12):5883–5897.
5. Acosta O, Víquez F, Cubero E. Optimisation of low calorie mixed fruit jelly by response surface methodology. Food Quality and Preference 2008; 19(1):79–85.
6. Potter RM, Dougherty MP, Halteman WA, Camire ME. Characteristics of wild blueberry–soy beverages. LWT – Food Science and Technology. 2007; 40(5):807–814.

7. Rebouças MC, Rodrigues MCP, Afonso MRA. Optimization of the acceptance of prebiotic beverage made from cashew nut kernels. Journal of Food Science. 2014; 79(7):1393-1398.
8. Deshpande RP, Chinnan MS, McWatters KH. Optimization of a chocolate-flavored, peanut–soy beverage using response surface methodology (RSM) as applied to consumer acceptability data. LWT - Food Science and Technology. 2008; 41(8):1485–1492.
9. Brunelli. L. T., Venturini Filho, W. G. (2012). Chemical and sensorial characterization of mix beverage of soybean and grape. Alimentos e Nutrição, 23(3):467-473.
10. Jaekel LZ, Rodrigues RS, Silva AP. Physicochemical and sensorial evaluation of beverages with different proportions of soy and rice extracts. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2010; 30(2):342-348.
11. Soares Junior MSS, Bassinello PZ, Caliari M, Velasco P, Reis RC, Carvalho WT. Flavored drinks obtained from extracts of broken rice and brown rice. Ciência e Agrotecnologia. 2010; 34(2):407-413.
12. Bicudo MOP, Vasques EC, Zuim DR, Candido LMB. Elaboration and characterization of fermented drink from quinoa water soluble extract and pulp fruit. .CEPPA Bulletin. 2012; 30(1):19-26.
13. Venkatachalam M, Sathe SK. Chemical composition of selected edible nut seeds. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 2006; 54(13):4705–14.
14. Alasalvar C, Shahidi F. Tree nuts: composition, phytochemicals, and health effects. CRC Press; 2009.
15. Pontes PRB, Santiago SS, Szabo TN, Toledo LP, Gollücke APB. Sensory attributes and acceptance of commercial grape juices. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2010; 30(2), 313-318.
16. Dani C, Oliboni LS, Vanderlinde R, Bonatto D, Salvador M., Henriques JAP. Phenolic content and antioxidant activities of white and purple juices manufactured with organically- or conventionally-produced grapes. Food and Chemical Toxicology. 2007; 45(12): 2574–2580.
17. Roberfroid MB. Prebiotics: the concept revisited. Journal of Nutrition. 2007; 137(3): 830-837.
18. Van de Wiele T, Boon N, Possemiers S, Jacobs H, Verstraete, W. Inulin type fructans of longer degree of polymerization exert more pronounced in vitro prebiotic effects. Journal of Applied Microbiology. 2007; 102(2):452 - 460.
19. Kelly G. Inulin-type prebiotics – A review: Part 1. Alternative Medicine Review. 2008; 13(4):315-329.
20. Cochran WG, Cox GM. Experimental Designs. Wiley; 1992.
21. Granato D, Castro IA, Ellendersen LSN, Masson ML. Physical stability assessment and sensory optimization of a dairy-free emulsion using response surface methodology. Journal of food science. 2010; 75(3):149-155.
22. Wei ST, Ou LC, Luo MR, Hutchings JB. Optimisation of food expectations using product colour and appearance. Food Quality and Preference. 2012; 23(1):49–62.
23. Lethuaut L, Brossard C, Rousseau F, Bousseau B, Genot C. Sweetness–texture interactions in model dairy desserts: effect of sucrose concentration and the carrageenan type. International Dairy Journal. 2003; 13(8):631–641.

**Capítulo 80**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-80**

# AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE BEBIDA MISTA DE MARACUJÁ E PALMA FORRAGEIRA

**Valdecir Viana Silva*; Marina Cabral Rebouças; Nelsa Artur Binze; Maria Gabrielly da Costa Peixoto; António do Rosário Lourenço; Janaína Maria Martins Vieira**

**Autor correspondente (Corresponding author) - Email:valdecirviana@aluno.unilab.edu.br*

**Resumo:** A palma é uma planta comum na caatinga, onde é utilizada, principalmente, como forragem para animais, apesar disso essa cactácea é comestível, possuindo potencial de utilização para o desenvolvimento de novos produtos. As bebidas são dos produtos à base de vegetais mais consumidos, e as do tipo mista permitem obter características sensoriais e nutricionais diferenciadas. Neste sentido, esta pesquisa objetivou avaliar características químicas de bebida mista de maracujá e palma forrageira. A bebida foi elaborada utilizando polpa de maracujá, polpa de palma, água e açúcar. As formulações foram desenvolvidas a partir de um delineamento experimental do tipo composto central rotacionado 2 x 3, que definiu as quantidades de polpa de palma, maracujá e açúcar. As análises químicas realizadas incluíram determinações de pH, acidez titulável e sólidos solúveis. O pH das formulações variou com pouca diferença significativa entre as amostras, independentemente do teor de polpa de maracujá. No entanto, as formulações com maior teor de polpa de maracujá apresentaram maiores percentuais de acidez titulável. Os maiores teores de sólidos solúveis foram observados em formulações com maior quantidade de açúcar adicionado. Pôde-se concluir que o teor de polpa de maracujá influenciou no teor de acidez das formulações bebida, assim como o teor de açúcar impactou a quantidade de sólidos solúveis.

**Palavras-chave:** cactáceas; composição química, delineamento experimental, plantas alimentícias não convencionais.

## INTRODUÇÃO

A palma forrageira, planta de origem mexicana, pertence à divisão Embryophyta, subdivisão Angiosperma, classe Dicotyledoneae, subclasse Archiclamideae, ordem Opuntiales e família Cactaceae. Os gêneros Opuntia e Nopalea são amplamente consumidos na alimentação animal e humana (1). A palma forrageira é uma planta comum na caatinga, região seca do Brasil, amplamente cultivada no mundo em regiões com clima áridos e semiáridos, sendo, por isso, comum no Nordeste brasileiro (1,2). Nesta região, ela é utilizada principalmente como forragem para complementação da alimentação de animais de corte e leiteiro, especialmente nos períodos de estiagem, motivo pelo qual também é chamada de palma forrageira (3,4).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a palma possui importante valor econômico e social, sendo uma aliada no combate à desnutrição (5). A composição química da palma varia conforme a espécie, idade do

artículo, época do ano, espaçamento e adubação (4). A água é o principal componente químico, geralmente acima de 80%. Dos nutrientes na matéria seca, os carboidratos são os principais, presentes em concentrações acima de 80% (3,6). Dessimoni et al. (3), ao avaliarem a composição bromatológica da palma forrageira (Opuntia fícus-indica) encontraram os seguintes nutrientes expressos em base seca (9,22% de matéria seca): 83,23% de carboidratos, 12,70% de fibra bruta, 5,05% de proteínas, 1,30% de cinzas e 1,20% de lipídios. Em relação à concentração de micronutrientes a palma é fonte dos minerais cálcio, fósforo e ferro, e Das vitaminas C, A e do complexo B (7).

Algumas pesquisas têm explorado o potencial da palma forrageira na produção de alimentos (8, 9, 10, 11), contudo, a nível industrial no Brasil, ainda não existem produtos que utilizem a palma em sua formulação, e são poucos os estudos destinados ao desenvolvimento de novos produtos utilizando essa matéria-prima (7, 12, 13).

No Brasil, o consumo de frutas e hortaliças é bem abaixo do recomendado, com apenas 22,5% da população das grandes cidades consumindo a quantidade adequada (14). No mercado de bebidas não alcoólicas, os sucos são o terceiro produto em volume de vendas, atrás dos refrigerantes e águas engarrafadas. As bebidas à base de frutas e hortaliças aumentam a ingestão desses vegetais por meio de produtos sensorialmente apreciados (15).

Dentre os sabores de sucos mais consumidos no Brasil, o de maracujá ocupa o quarto lugar. O suco de maracujá é bem aceito devido as suas agradáveis características de aroma e sabor único, o que o torna um excelente ingrediente na formulação de bebidas e outros tipos de produtos alimentícios (16). Soma-se ainda o fato de ser uma das principais frutas produzidas no estado do Ceará (17).

A partir de uma ou mais frutas e a combinação com outros ingredientes e vegetais, é possível obter diferentes tipos de bebidas, como sucos, néctares, refrescos em sabores tradicionais ou misto (18). A elaboração de bebidas mistas permite obter produtos com características sensoriais e químicas diferenciadas, além de ampliar os tipos de nutrientes presentes. Desta forma, a pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar características químicas de bebida mista de maracujá e palma forrageira.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração das formulações da bebida foram utilizadas polpa de maracujá e de palma forrageira, água mineral e açúcar. A polpa de maracujá utilizada foi de marca comercial, pasteurizada, congelada, e obtida no comércio local, assim como o açúcar e a água mineral.

Para obtenção da polpa da palma forrageira, foram selecionadas raquetes da planta pesando entre 80 e 120g e medindo de 15 a 20 centímetros. As raquetes foram higienizadas em solução de hipoclorito de sódio, descascadas manualmente e cortadas em cubos pequenos. Os pedaços foram triturados em um liquidificador industrial para obtenção da polpa, que posteriormente foi peneirada para separação dos resíduos sólidos não desintegrados. Em seguida, a polpa foi acondicionada em embalagens plásticas de 200 gramas e armazenadas sob congelamento até o momento da sua utilização.

A quantidade de polpa de palma forrageira e de maracujá a ser utilizada na formulação das bebidas foi definida mediante testes preliminares, sendo a quantidade mínima de ambas tendo sido determinada de forma que a sua mistura totalizasse cerca de 20% da formulação. A quantidade mínima de açúcar foi determinada por testes preliminares, tendo o valor máximo de 10% sendo determinado segundo o previsto no Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009 (18), que preconiza que o teor máximo de açúcar

adicionado a sucos adoçados deve ser de 10% em peso. A quantidade de água adicionada foi o suficiente para completar 100% da formulação.

A partir dos testes preliminares, foram fixados os teores mínimos e máximo das polpas de maracujá e palma e de açúcar, os quais foram combinados por meio de um delineamento experimental do tipo composto central rotacionado 2 x 3, com 3 repetições no ponto central (Tabela 1).

Para elaboração das bebidas utilizou-se as quantidades de polpas de maracujá, palma e açúcar estabelecidas no delineamento experimental, completando-se o restante da formulação com água. As formulações foram elaboradas com a quantidade de seus ingredientes sendo calculadas em percentual massa:massa (m/m). Após pesagem dos ingredientes (polpas de maracujá e palma, açúcar e água), de acordo com o estabelecido no delineamento experimental (Tabela 1), estes foram adicionados a um liquidificador industrial e homogeneizados por 1 minuto. Em seguida, as formulações foram acondicionadas em garrafas de vidro com capacidade para 500mL, tampadas e submetidas a tratamento térmico em banho-maria na temperatura de 90ºC durante 1 minuto. Após tratamento térmico o produto foi resfriado em água corrente e armazenado sob refrigeração até o momento de realização das análises químicas.

Tabela 1 – Delineamento experimental utilizado para elaboração das formulações de bebida mista de maracujá e palma forrageira (valores reais e codificados).

| Formulações | Valores reais | | | Valores codificados | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Palma** | **Maracujá** | **Açúcar** | **Palma** | **Maracujá** | **Açúcar** |
| **1** | 10,0% | 10,0% | 6,0% | -1,0 | -1,0 | -1,0 |
| **2** | 10,0% | 10,0% | 10,0% | -1,0 | -1,0 | +1,0 |
| **3** | 10,0% | 15,0% | 6,0% | -1,0 | +1,0 | -1,0 |
| **4** | 10,0% | 15,0% | 10,0% | -1,0 | +1,0 | +1,0 |
| **5** | 15,0% | 10,0% | 6,0% | +1,0 | -1,0 | -1,0 |
| **6** | 15,0% | 10,0% | 10,0% | +1,0 | -1,0 | +1,0 |
| **7** | 15,0% | 15,0% | 6,0% | +1,0 | +1,0 | -1,0 |
| **8** | 15,0% | 15,0% | 10,0% | +1,0 | +1,0 | +1,0 |
| **9** | 8,0% | 12,5% | 8,0% | -1,68 | 0 | 0 |
| **10** | 17,0% | 12,5% | 8,0% | +1,68 | 0 | 0 |
| **11** | 12,5% | 8,0% | 8,0% | 0 | -1,68 | 0 |
| **12** | 12,5% | 17,0% | 8,0% | 0 | +1,68 | 0 |
| **13** | 12,5% | 12,5% | 5,0% | 0 | 0 | -1,68 |
| **14** | 12,5% | 12,5% | 11,0% | 0 | 0 | +1,68 |
| **15 (C)** | 12,5% | 12,5% | 8,0% | 0 | 0 | 0 |
| **16 (C)** | 12,5% | 12,5% | 8,0% | 0 | 0 | 0 |
| **17 (C)** | 12,5% | 12,5% | 8,0% | 0 | 0 | 0 |

(C): Pontos centrais

Nas formulações desenvolvidas foram realizadas análises químicas de pH, determinado através de leitura direta utilizando-se pHmetro, acidez titulável, determinada por titulação com solução de NaOH e expressa em percentual de ácido cítrico, e sólidos solúveis medidos em refratômetro. As mesmas análises também foram realizadas nas polpas de palma forrageira e maracujá. Todas as determinações foram realizadas em duplicata, seguindo metodologias descritas pelo Instituto Adolf Lutz (19).

Os resultados foram avaliados por meio da análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação de médias ($\alpha = 0,05$).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises químicas realizadas nas polpas de palma forrageira e maracujá, com esta última apresentando teor de acidez e sólidos solúveis mais elevados.

Carvalho (20) obteve um pH de 4,49, 0,39% de acidez titulável e 4,23ºBrix ao obter e caracterizar suco concentrado de palma forrageira. Ao analisar polpa de palma, Lima (21) encontrou uma acidez titulável maior, 0,53%, e um valor de pH (3,5) menor do que os obtidos neste estudo.

Ao comparar as características químicas apresentadas pela polpa de maracujá de marca comercial utilizada nessa pesquisa com as analisadas por Oliveira (22), obtêm-se valores médios de pH (2,94 ± 0,06) e acidez titulável (2,52 ± 0,04) menores, e sólidos solúveis (9,50 ± 0,17) maior do que os obtidos neste estudo.

Tabela 2 - Resultados das análises químicas realizadas nas polpa de maracujá e palma forrageira.

| | **Acidez titulável** | **pH** | **Sólidos solúveis (**ºBrix) |
|---|---|---|---|
| Polpa de palma forrageira | 0,4% | 4,2 | 4,0 |
| Polpa de maracujá | 0,6% | 3,1 | 7,9 |

O pH das formulações variou entre 3,3 e 3,6 (Tabela 3) e, apesar de ter havido diferença significativa entre as amostras, houve pouca diferença entre os valores de pH encontrados, independentemente do teor de polpa de maracujá das formulações. No entanto, com relação à acidez titulável observa-se que as formulações com um maior teor de polpa de maracujá obtiveram maiores percentuais de acidez, com a formulação 12, com 17% de polpa de maracujá, apresentando o teor mais elevado e diferente significativamente das demais. Este resultado era de se esperar, tendo em vista que a polpa de maracujá (4,2) utilizada possui um pH bem menor do que a polpa de palma (3,1).

Maiores teores de sólidos solúveis foram obtidos em formulações com maior quantidade de açúcar adicionado, com destaque para as formulações 4, 6 e 8, ambas adicionadas 10% de açúcar. Mesmo em formulações onde o somatório do teor de polpa foi igual a 20% (Formulação 2), devido a adição de açúcar ter sido de 10% o teor de sólidos foi significativamente maior, do que em formulações onde o teor de polpa era maior.

Um estudo realizado por Batista et al. (12) com suco misto de palma forrageira e goiaba, onde o teor de polpa da cactácea variou entre 15 e 20% com 30% de polpa de goiaba, encontrou um pH variando entre 4,92 e 5,05, e acidez titulável entre 0,19 e 0,23%.

Silva et al. (6) elaboraram um néctar de caju e palma com 40% de polpa, com o teor de polpa da cactácea variando entre 75% e 50%, e encontraram uma acidez variando

entre 0,10 e 0,13%. Já Santos (23) obteve um pH igual 4,0, acidez titulável de 0,50% e sólidos solúveis de 3,6°Brix em blends de palma miúda, couve e umbu.

Tabela 3 - Resultados das análises químicas realizadas nas formulações de suco misto de maracujá e palma forrageira.

| Formulações | Delineamento experimental | | | Análises químicas | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Palma | Maracujá | Açúcar | Acidez titulável | pH | Sólidos solúveis |
| **1** | 10,0% | 10,0% | 6,0% | 0,42$^{g}$ | 3,4$^{abc}$ | 7,0$^{g}$ |
| **2** | 10,0% | 10,0% | 10,0% | 0,40$^{h}$ | 3,5 $^{abc}$ | 11,1$^{b}$ |
| **3** | 10,0% | 15,0% | 6,0% | 0,54$^{de}$ | 3,5 $^{abc}$ | 7,0$^{f}$ |
| **4** | 10,0% | 15,0% | 10,0% | 0,57$^{c}$ | 3,4$^{bc}$ | 12,1$^{a}$ |
| **5** | 15,0% | 10,0% | 6,0% | 0,45$^{g}$ | 3,5$^{abc}$ | 7,2$^{g}$ |
| **6** | 15,0% | 10,0% | 10,0% | 0,49$^{ef}$ | 3,3$^{bc}$ | 12,3$^{a}$ |
| **7** | 15,0% | 15,0% | 6,0% | 0,61$^{b}$ | 3,4$^{abc}$ | 8,2$^{f}$ |
| **8** | 15,0% | 15,0% | 10,0% | 0,62$^{b}$ | 3,3$^{bc}$ | 12,1$^{a}$ |
| **9** | 8,0% | 13,0% | 8,0% | 0,57$^{c}$ | 3,3$^{bc}$ | 9,3$^{de}$ |
| **10** | 17,0% | 13,0% | 8,0% | 0,49$^{f}$ | 3,4$^{abc}$ | 10,1$^{c}$ |
| **11** | 13,0% | 8,0% | 8,0% | 0,35$^{i}$ | 3,4$^{abc}$ | 9,0$^{e}$ |
| **12** | 13,0% | 17,0% | 8,0% | 0,70$^{a}$ | 3,3$^{bc}$ | 10,0$^{c}$ |
| **13** | 13,0% | 13,0% | 5,0% | 0,54$^{de}$ | 3,4$^{abc}$ | 7,0$^{g}$ |
| **14** | 13,0% | 13,0% | 11,0% | 0,35$^{i}$ | 3,6$^{a}$ | 11,2$^{b}$ |
| **15 (C)** | 13,0% | 13,0% | 8,0% | 0,50$^{ef}$ | 3,5$^{abc}$ | 9,8$^{cd}$ |
| **16 (C)** | 13,0% | 13,0% | 8,0% | 0,52$^{e}$ | 3,4$^{abc}$ | 9,7$^{cd}$ |
| **17 (C)** | 13,0% | 13,0% | 8,0% | 0,51$^{ef}$ | 3,3$^{bc}$ | 10,0$^{c}$ |

$^{ab}$Amostras na mesma coluna com letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

De acordo com as instruções normativas nº 37, de 1º de outubro de 2018 (24), e nº 12, de 4 de setembro de 2003 (25), o suco e o néctar de maracujá devem ter, no mínimo, 11°Brix. Cabe destacar que não há uma regulamentação quanto ao teor de sólidos solúveis de néctares ou sucos mistos. Desta forma, apenas as formulações 2, 4, 6, 8 e 14, atingiram o teor de sólidos solúveis mínimos estabelecidos em legislação.

## CONCLUSÕES

O teor de polpa de maracujá influenciou no teor de acidez das formulações bebida, assim como o teor de açúcar impactou a quantidade de sólidos solúveis. As formulações 2 (10% de polpa de palma, 10% de polpa de maracujá e 10% de açúcar), 4 (10% de polpa de palma, 15% de polpa de maracujá e 10% de açúcar), 6 (15% de polpa de palma, 10% de polpa de maracujá e 10% de açúcar), 8 (15% de polpa de palma, 15% de polpa de maracujá e 10% de açúcar) e 14 (13% de polpa de palma, 13% de polpa de maracujá e 11% de açúcar), atingiram o teor de sólidos solúveis mínimos estabelecidos em legislação para suco e néctar de maracujá.

## REFERÊNCIAS

1. Frota MNL et al. Palma forrageira na alimentação animal. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2015.
2. Neves FL. Palma-forrageira: opção e potencialidades para alimentação animal e humana em propriedades rurais do estado do espírito santo. Vitória: Incaper, 2020.
3. Dessimoni GV, Batista AG, Barbosa CD, Dessimoni-pinto NAV. Composição bromatológica, mineral e fatores antinutricionais da palma forrageira. Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária, 2014; 8(3): 51-55.
4. Rocha JES. Palma Forrageira no Nordeste do Brasil. Estado da Arte. Sobral: EMBRAPA Caprinos e Ovinos. 2012, 40 p.
5. Fao. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2017). Global report on food crises 2017. [Acesso em 24, setembro, 2021]. Disponível em https://www.wfp.org/publications/global-report-food-crisis-2017.
6. Silva CMRS, Araújo AKPP, Sousa ABB. Produção e caracterização de néctar misto de caju e palma. Revista Higiene Alimentar, 2019; 33(288/289): 3523 – 3527.
7. Deus MVC, Paiva LG, Sousa, PA. Processamento mínimo de brotos de Palma (Opuntia ficus-indica Mill.) para o consumo humano. In: Congresso Internacional Da Diversidade do Semiárido, 2, 2017, Campina Grande Anais... Campina Grande, 2017.
8. Nunes VX, Nogueira DP, Cotrim ES, Santos AO, & Oliveira, CGde. (2012). Análise sensorial de iogurte enriquecido com polpa do fruto da palma forrageira (Opuntia fícus-indica Mill). In Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (Eds.) Anais do VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação – CONNEPI, VII CONNEPI. Palmas, Brasil: IFTO. Disponível em https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/2012.
9. Msaddak L, Abdelhedi O, Kridene A, Rateb M, Belbahri L, Ammar E, Nasri M, Zouari N. Opuntia ficus-indica cladodes as a functional ingredient: bioactive compounds profile and their effect on antioxidant quality of bread. Lipids Health Dis, 2017; 16: 32.
10. Chiacchio FPB, Mesquita AS, Santos JR. Palma forrageira: uma oportunidade Econômica ainda desperdiçada para o semi-árido baiano. Bahia agrícola, 2006; 7(3): 39-49.
11. Alves AC. Palma Forrageira usada na alimentação humana. [Internet]. Diário do Nordeste 2014 [Acesso em: 31 de outubro de 2019]. Disponível em: https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/editoriais/regiao/palma-forrageira-usada-na-alimentacao-humana-1.1162236.
12. Batista RDSR, Silva RA, Brandão TM, Veloso TR, Neves JÁ, Santos DN. Bebida mista à base de goiaba (Psidium guajava L.) e palma Forrageira (Opuntia fícus-

indica): desenvolvimento e aceitabilidade. Archivos latino-americanos de nutrición, 2010; 60(3): 285-290.
13. Galdino PO, Galdino PO, Fernandes TKS, Oliveira MRT, Rocha APT. Caracterização sensorial de iogurte enriquecido com polpa da palma Forrageira (Napolea cochenillifera). Revista Verde, 2010; 5(5): 53-60.
14. Vigitel. estado nutricional e consumo alimentar [internet]. Vigitel Brasil 2006-2020 [Acesso em: 07 fev. 2023]. Disponível-em:https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-deconteudo/publicacoes/publicacoes-svs/vigitel/vigitel-brasil-2006-2020-estado-nutricional-e-consumo-alimentar.pdf/view.
15. Viana FLE. Indústria de bebidas não alcoólicas. Caderno Setorial ETENE, 2018; 36:1–14.
16. Domingues RCC, Faria junior SB, Silva RB, Cardoso VL, Reis MHM. Clarification of passion fruit juice with chitosan: effects of coagulation Process variables and comparison with centrifugation and enzymatic treatments. Process biochemisty, 2012; 47(3): 467–71.
17. Ipece. Indicadores Econômicos do Ceará 2021. [Internet]. 2021 [Acesso em: 15 fev. 2023.] Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/livro-de-indicadores-economicos-do-ceara.
18. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Decreto n° 6.871, de 4 de junho de 2009. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 04 jun. 2009.
19. IAL - Instituto adolfo lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed. São Paulo, 2004.
20. Carvalho MS. Desenvolvimento e caracterização físicoquímica e sensorial de geleia tradicional eGeleia diet de palma forrageira (Nopalea Cochenillifera). [Dissertação]. Aracajú: Universidade Federal de Sergipe; 2015.
21. Lima, A KVO. Elaboração de umbuzada formulada com palma forrageira {Opuntia fícus indica Mill). (Doutorado). Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande; 2012.
22. Oliveira, Thiago A. de Leite, Ricardo H de L, Aroucha, Edna MM, Freitas Thaizy GG. de Avaliação da qualidade físico-química de polpas de frutas congeladas na cidade de Mossoró-RN. Revista Verde, 2014; 9( 2): 248-255.
23. Santos IS. Perfil sensorial e nutricional de blends a base de Cactáceas. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Picuí: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba; 2018.
24. Ministério da pecuária e abastecimento. Instrução normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018. Estabelece em todo o território nacional a complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade de Suco e Polpa de Fruta. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 01 out. 2018.
25. Ministério da pecuária e abastecimento. Instrução normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical; os Padrões de Identidade e Qualidade dos Sucos Tropicais de Abacaxi, Acerola, Cajá, Caju, Goiaba, Graviola, Mamão, Manga, Mangaba, Maracujá e Pitanga; e os Padrões de Identidade e Qualidade dos Néctares de Abacaxi, Acerola, Cajá, Caju, Goiaba, Graviola, Mamão, Manga, Maracujá, Pêssego e Pitanga. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 set. 2003.

**Capítulo 81**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-81**

# DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE BALAS MASTIGÁVEIS DE GUABIRABA (*CAMPOMANESIA AROMATICA)* COM DIFERENTES HIDROCOLOIDES

**Maria Laureana Aparecida Silva Nascimento* ; Francisca Jocilane da Silva Georgia Maciel Dias de Moraes; Mirla Dayanny Pinto Farias; Daniele Maria Alves Teixeira Sá; Maria Larissa Gomes Rodrigues; Francisca Joyce Elmiro Timbó Andrade**

***** *Autor correspondente: E-mail: joyce@ifce.edu.br*

**Resumo**: A *Campomanesia aromatica* conhecida popularmente como guabiraba, pertence à família Myrtaceae, seus frutos maduros são arroxeados e comestíveis, possui agradável sabor doce acidulado, revelaram altos teores de compostos bioativos e elevada atividade antioxidante. A demanda por uma alimentação mais saudável e sustentáveis tem desafiado o setor industrial de balas a encontrar novos ingredientes e tecnologias para a fabricação de produtos com menos componentes sintéticos e com maior valor nutricional. Este trabalho teve como objetivo desenvolver e analisar balas mastigáveis com polpa de guabiraba, com diferentes hidrocoloides. Foram elaboradas duas formulações de balas mastigáveis, sendo uma com uso de pectina e xiloglucana das sementes de tamarindo e outra somente com a pectina, caracterizadas como PX e PEC, respectivamente. As balas foram avaliadas quanto a umidade, pH, sólidos solúveis, ácido ascórbico, cor e aceitação sensorial. As balas não apresentaram diferenças significativas para testes de umidade e pH ($p > 0,05$). Em relação aos teores de sólidos solúveis, a amostra PX mostrou-se maior que a PEC ($p < 0,05$). Os valores de ácido ascórbico apresentaram um significativo aumento nas amostras elaboradas pela junção dos hidrocoloides. A luminosidade das balas apresenta-se em tons escuros e avermelhados. As balas de guabiraba foram aceitas sensorialmente com notas referentes a gostei ligeiramente e gostei muito. Com essa pesquisa, conclui-se que a guabiraba pode ser utilizada na produção de balas mastigáveis com cores avermelhadas, sem a adição de corantes e que a junção dos hidrocoloides usados resguardam maiores quantidades dos compostos bioativos e apresentam boa aceitação sensorial.

**Palavras-chave:** confeito; corante natural; sensorial; *Tamarindus indica;* xiloglucana

## 1. INTRODUÇÃO

É notório que a pandemia acelerou e solidificou modificações significativas em diversas áreas da sociedade, economia, e, principalmente, no comportamento do consumidor, especialmente quanto a alimentação mais saudável, que beneficiem o corpo e contribuam para uma melhor qualidade de vida.

Hoje existem diversos estilos de alimentação, cada um visando objetivos diferentes. Nesta direção, os alimentos *clean label* (do inglês, "rótulo limpo"), visam uma alimentação mais natural, de modo que são alimentos simples, preparados sem a

utilização de aditivos sintéticos, que são substituídos por compostos extraídos da natureza (1).

Esses fatores influenciam o mercado de confeitaria, que tem procurado melhorar seus produtos com a incorporação de ingredientes e tecnologias que possam atender às necessidades dos consumidores mais exigentes (2).

Produtos de confeitarias como goma de mascar, balas mastigáveis e balas de gomas são matrizes alimentares que podem ser adequadas para a incorporação de ingredientes funcionais como vitaminas, antioxidantes, fibras e microrganismos probióticos, pela sua aceitação e popularidade entre os consumidores de todas as faixas etárias (2; 3; 4).

Uma alternativa natural de conferir características sensoriais, bem como, melhorar o perfil nutricional dos produtos de confeitaria, é através da incorporação de ingredientes naturais provenientes de vegetais, por conter naturalmente nutrientes e compostos bioativos com propriedades benéficas à saúde. Dentre os frutos explorados, os exóticos e nativos, têm ganhado espaço neste mercado pelo seu sabor singular e alto valor nutritivo.

Denominam-se balas o produto constituído por açúcar ou outros ingredientes, podendo apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados (5).

Tradicionalmente a produção de balas de goma consiste na homogeneização de quantidades consideráveis de sacarose e xarope de glicose juntamente de um agente gelificante, ácidos, aromatizantes e corantes artificiais. A ingestão de doces como coadjuvante da nutrição, sugere modificações tanto na sua formulação quanto nos hábitos alimentares. Através de alterações com adição de ingredientes suplementares, tornando-se um produto funcional (6).

Os hidrocoloides, dentre eles, a xiloglucana das sementes de tamarindo (*Tamarindus indica*), podem ser de grande importância no processamento de balas mastigáveis, visto que representam um grupo diversificado de polímeros de cadeia longa, caracterizados por sua propriedade de formar dispersões viscosas ou géis, modificando a reologia dos sistemas alimentares. Contudo, o efeito “espessante” produzido pelos hidrocoloides depende do tipo utilizado, concentração, sistema alimentar, temperatura e pH. Sendo a gelatina o de uso com mais frequência para o mercado de balas mastigáveis (7). Portanto, testes com novos espessantes tornaram-se promissores às tendências de alimentos e mercado.

A indústria em geral, assim como o setor de confeitaria, vem ficando alerta para tendências no consumo global de alimentos funcionais, pois seus produtos podem ser grandes aliados a um grupo distinto dentro de um nicho do setor alimentício que está em constante crescimento, visto que, podem agregar vantagens, como coloração, sabor e aromas naturais, possibilitando a substituição de aditivos artificiais (corantes e aromatizantes) geralmente utilizados numa formulação convencional de balas (8).

A *Campomanesia aromatica* conhecida popularmente como guabiraba, pertence à família Myrtaceae. É uma espécie nativa da Mata Atlântica e da Restinga litorânea brasileira, de porte arbustivo podendo atingir cerca de 5m de altura, apresenta flores brancas e seus frutos maduros são arroxeados e comestíveis, possui agradável sabor doce acidulado, revelaram altos teores de compostos bioativos e elevada atividade antioxidante (9; 10).

Então, pensando em alimentos *clean label*, agregar valor nutricional e substituir corantes tradicionais e/ou aromatizantes artificiais, bem como o uso de matérias-primas não tradicionais, este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar as características tecnológicas e sensoriais de balas mastigáveis com a adição de polpa de *Campomanesia*

*aromática* (guabiraba) que é uma espécie pouco explorada em pesquisas científicas na área alimentar, bem como o uso de pectina e de xiloglucana das sementes de tamarindo (*Tamarindus indica*), como gelificantes.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A polpa dos frutos da guabiraba foi obtida na Serra da Meruoca, região norte do Ceará. As sementes de tamarindo foram doadas por uma empresa de processamento de polpa de frutas do estado do Ceará. Os demais ingredientes como açúcar, glucose, pectina e limão, foram adquiridos no comércio local.

### Extração da xiloglucana de *Tamarindus indica*

A extração do polissacarídeo foi baseada nos procedimentos descritos por Freitas et al. (11) e Santos et al. (12), com adaptações.

Após higienização em solução de Hipoclorito do Sódio 100 ppm (15 minutos), seguido de três enxágues com água destilada, as sementes foram aquecidas a 100°C por 50 min em água destilada. Após fervura, foram destegumentadas e seus cotilédones solubizados em água destilada 1:20 (v/v) (cotilédone: água) em liquidificador por 15 minutos, a 15.000 rpm e potência de 600W até que formasse uma solução viscosa; essa solução foi filtrada em voal e o filtrado foi mantido sob refrigeração por 18h para decantação.

O sobrenadante foi transferido para uma proveta e precipitado em álcool etílico (etanol 96 ºGL) em uma proporção de 1:1 v/v (solução: álcool). O precipitado foi filtrado e imerso em acetona na proporção de 1:5 por 2h para eliminação de água e álcool remanescente.

Ao término desse período, o polissacarídeo foi filtrado, novamente, levado para a estufa 40 ºC por 3h e por fim trituradas em moinho para transformá-lo em pó.

### Elaboração da bala mastigável de polpa da guabiraba

Para a produção da polpa, os frutos foram selecionados, lavados em água corrente e sanitizados por imersão em solução de hipoclorito de sódio (200 mg/L). Em seguida, processados em liquidificador, usando 700g de guabiraba p 1000ml de água filtrada, seguido de filtração, pasteurização a 82 °C/1min e congelamento da polpa a -18 °C, sendo armazenada em freezer (-18 °C) até o momento da produção das balas.

A bala mastigável foi produzida de acordo com tabela 1, misturando-se a polpa de guabiraba, metade do açúcar e gomas (pectina e/ou xiloglucana), glucose, até atingir fervura. Em seguida, acrescentou-se o restante do açúcar e gomas aos poucos, mantendo na fervura até obtenção de 66º Brix, por último, acrescentou-se o ácido cítrico. A mistura foi depositada em moldes de cloreto de polivinila (PVC) de tamanhos iguais com peso de 2g ± 0,1 e secos à temperatura ambiente (28 °C ± 2) por 48 h para atingir consistência.

Tabela 1: Formulações das balas de guabiraba.

| INGREDIENTES (%)* | PX | PEC |
|---|---|---|
| Polpa de guabiraba | 55 | 55 |
| Açúcar | 33 | 33 |

| | | |
|---|---|---|
| Glucose | 7 | 7 |
| Ácido cítrico | 0,05 | 0,05 |
| Pectina | 3,3 | 5,4 |
| Xiloglucana | 2 | - |

* PX: 6% pectina + 4% de xiloglucana; PEC: 10% pectina.

**Determinação das características físicas e físico-químicas**

O valor do pH, acidez titulável (ácido cítrico/100 g de produto) e umidade das balas foram determinados de acordo com a AOAC (13). Sólidos solúveis totais seguiu-se o método 315/IV descrito pelo IAL (14) através de refratômetro digital. O equipamento foi previamente calibrado com água destilada ajustando a leitura para 0 (zero) ºbrix.

Para a determinação de cor, as amostras foram realocadas no colorímetro portátil (Colorium, Delta color, Brasil) já calibrado para avaliação da cor pelo sistema *CIEL*a*b**. Os parâmetros avaliados são L*, a* e b*, onde o L* forneceu a luminosidade, variando de branco (L=100) ao preto (L=0), o a* pode indicar a coloração vermelha (+a*) ou verde (–a*) e o b* a coloração amarela (+b*) ou azul (– b*) (15).

A cor das balas também foi avaliada através do sistema RGB. Inicialmente obteve-se as imagens digitais das amostras através de um protótipo 3D (15) e um *smartphone* (Galaxy S20 FE Android 12), em seguida elas foram transferidas para o *software Image J* que permitiu a obtenção dos valores de Red (Vermelho), Green (Verde) e Blue (Azul) da amostra. As médias foram calculadas e em seguida os três valores de RGB foram submetidos a um software (16) para obtenção do valor hexadecimal, porcentagem e imagem da cor referente a cada amostra.

A determinação de ácido ascórbico foi realizada pelo método titulométrico de Tillmans, com a solução 2,6-diclorofenol Indofenol (DFI) (14). Os resultados foram expressos em mg ácido ascorbico $g^{-1}$.

**Avaliação sensorial**

O teste de aceitação foi realizado com 120 provadores não treinados com faixa etária variando de 18 a 45 anos, entre alunos e servidores do IFCE-Sobral, selecionados com base no seu interesse e hábitos de consumo de produtos de doces e confeitaria. Esta pesquisa foi previamente aprovada pelo comitê de ética com parecer nº 4.142.175.

As amostras foram servidas a 28 ± 2°C, em copos descartáveis e codificados com números aleatórios de três dígitos, em blocos completos aleatórios, em cabines individuais acompanhadas de um copo d'água, biscoito água e sal e da ficha de avaliação. Os avaliadores foram orientados a analisar as amostras quanto à impressão global, cor, aroma, sabor e textura utilizando a escala hedônica estruturada de 9 pontos, onde: 1=desgostei extremamente; 9=gostei extremamente (17).

**Análises estatísticas**

Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão e foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e Teste de comparações múltiplas de Tukey. A significância estatística foi definida em $p < 0,05$ (software Assiststat versão 7.7, 2013; EUA).

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que os polissacarídeos não influenciaram nos níveis de umidade e acidez das balas ($p > 0,05$), no entanto, apresentaram diferenças em relação a sólidos solúveis, pH e ácido ascórbico (tabela 2).

Tabela 2: Resultado físico-químico das balas.

| | Umidade (g/100g) | Acidez (g ác. cítrico 100 $g^{-1}$) | Sólidos solúveis totais (ºBrix) | pH | Ácido ascórbico (mg $L^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| PX | 31,93±0,34[a] | 0,58±0,01[a] | 66,86±0,47[a] | 3,43±0,06 [a] | 55,87 ± 0,76[a] |
| PEC | 28,51±0,93[a] | 0,53±0,07[a] | 59,9±0,21[b] | 3,14±0,01 [b] | 34,31 ± 0,40[b] |

* PX: 6% pectina + 4% de xiloglucana; PEC: 10% pectina. Valores da "média" ± "desvio padrão", as letras minúsculas representam diferenças na mesma coluna ($p<0,05$).

A umidade representa um parâmetro que relaciona estabilidade, qualidade e composição do alimento. O alto teor de umidade apresentado nas balas de guabiraba pode interferir em aspectos tecnológicos como armazenamento. Entretanto, o uso de ácido e o próprio pH dos produtos podem contribuir para manter a vida útil das balas, reduzindo as chances de ataque microbiológico, visto que é considerado um produto ácido.

Alguns fatores podem ter influenciado os altos níveis de umidade encontrados. Primeiro, a forma de secagem, que foi por 48h em temperatura ambiente (± 28ºC), não fazendo o uso de secadores ou estufas, bem como, os tipos de hidrocoloides utilizados, visto que, tanto a pectina como xiloglucana das sementes de tamarindo possuem propriedades de alta capacidade de retenção de água com boa estabilidade ao calor e ácido (18; 19).

Apesar do pH ter apresentado diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras, encontra-se dentro dos padrões capazes de manter a estabilidade do produto, bem como a cor natural da guabiraba. Corroborando com os estudos de Crepaldi (20) onde afirma sobre a importância dessa faixa de pH quando se trata da manutenção dos pigmentos, visto que uma solução com pH abaixo de 3, pode haver mudança na cor de forma mais acelerada para o violeta, e se o pH for acima de 7 podem apresentar coloração azulada.

A bala elaborada com a junção dos hidrocoloides (pectina e xiloglucana) apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) da produzida somente com pectina em relação aos teores de sólidos solúveis. O que corrobora com Limsangouan et al. (19), que relatam que aumentam as chances de formação de um gel termo resistente com a xiloglucana juntamente com outros polissacarídeos ou grandes quantidades de açúcar ou álcool.

Os valores de ácido ascórbico apresentaram um significativo aumento nas amostras que foram elaboradas pela junção da xiloglucana com pectina, indicando que ocorreu uma melhor encapsulação do ácido ascórbico pelo complexo formado entre os referidos hidrocoloides (21), deixando a vitamina C termicamente mais estável, visto que durante a formulação, a bala passa por aquecimento há uma temperatura de 100°C, temperatura superior a temperatura de 70°C que é apresentada por Amaro (22), como temperatura que ocorre degradação significativa de vitamina C em suco de laranja.

Além disto pode-se apontar que a junção da pectina e xiloglucana como agentes geleificantes resguardaram maiores quantidades dos compostos bioativos, demonstrando que este sistema é viável quando se quer encapsular biocompostos, do que quando se utiliza a pectina sozinha.

Izquierdo & Gomero (23) ao avaliarem o teor de vitamina C em uma bebida de limão (*Citrus lemon*) e capuli (*Prunus serotina*) enriquecida com spirulina obtiveram o teor de 84,20 mg, valor próximo ao encontrado neste trabalho.

Na tabela 3, observa-se os valores relativos às características de cor das amostras de balas, quando avaliadas pelo sistema *CIEL*a*b**. Verifica-se que as luminosidades das balas são em tons escuros e que não diferem significativamente, assim como os valores do parâmetro a* que apontam para tons avermelhados ($p > 0,05$). Ao avaliar o parâmetro b* percebe-se que a amostra PX contém significativamente menos tons amarelados do que a PEC, podendo-se sugerir que a incorporação parcial da xiloglucana como geleificante reduziu os tons amarelados.

Tabela 3: Cor das balas

| | *L** | *a** | *b** |
|---|---|---|---|
| PX | 34,18 ± 0,91[a] | 3,59 ± 0,45[a] | 0,43 ± 0,19[b] |
| PEC | 34,35 ± 0,56[a] | 3,82 ± 0,37[a] | 0,66 ± 0,13[a] |

* PX: 6% pectina + 4% de xiloglucana; PEC: 10% pectina. Valores da "média" ± "desvio padrão", as letras minúsculas representam diferenças na mesma coluna ($p<0,05$).

Na figura 1, observa-se as imagens digitais, a cor resultante da junção dos valores de R, G e B, bem como sua representação através do código hexadecimal e a porcentagem de cada um dos pigmentos. Ao perfazer os resultados, verifica-se que proporcionalmente a amostra PX apresenta maior pigmentação vermelha e azul (com valores maiores de R e B), além de acréscimos discretos de verde (G) ao se comparar a amostra PEC, ou seja, a incorporação parcial da xiloglucana afetou os padrões de cores das amostras, corroborando com os resultados do parâmetro b* do sistema *CIEL*a*b**.

Fazendo-se um paralelo com o quantitativo de ácido ascórbico, pode-se presumir que essa influência pode ter ocorrido pelo alto teor deste ácido, que ficou retido na matriz polimérica dos dois agentes geleificantes. O ácido ascórbico pode ser considerado um indicativo de qualidade dos nutrientes dos alimentos, durante o processamento e no armazenamento, pois ele é muito termolábil e ao ser encontrado na amostra, pode-se evidenciar que foi resguardado por um coadjuvante (24), que nesta pesquisa possivelmente foi o gel formado pela pectina e xiloglucana, sugerindo-se que o biocomposto ao ser resguardado diminui as reações de mudança de cor nas balas PX, preservando-as com tons de cores diferentes das balas PEC, como pode ser evidenciado na figura 1, especificamente nas imagens digitais.

Pode-se também destacar que ao utilizar como metodologia, os sistemas de cores CieL*a*b* e RGB para avaliar as amostras, consegue-se verificar que a cor e códigos hexadecimais apontam cores visualmente fiéis as imagens digitais e padrões mais semelhantes ao que o consumidor consegue ver a olho nu.

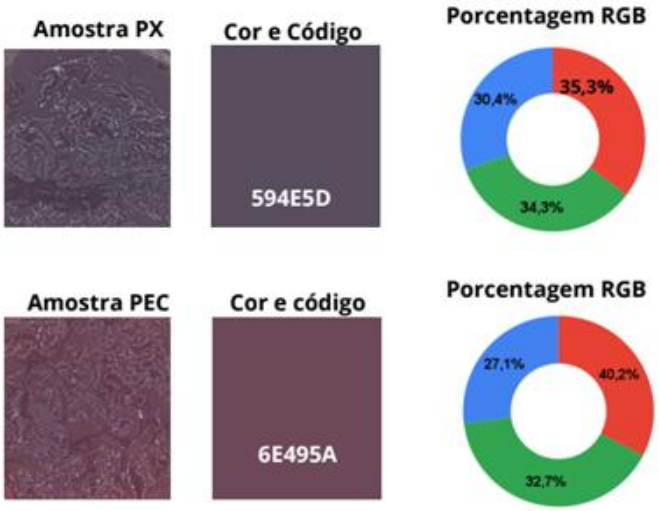



Figura 1: Registro fotográfico das amostras de balas mastigáveis com diferentes hidrocoloides, cor, código hexadecimal e porcentagem de RGB (vermelho, verde e azul).

No teste de aceitação sensorial, figura 2, as amostras apresentaram diferença significativa *($p < 0,05$)* somente para os parâmetros impressão global e textura. O que pode ser justificado pelo fato da xiloglucana não ter sido totalmente solubilizada durante o preparo da bala, se tornando perceptível a sua presença, com textura mais granulosa. No geral, as amostras foram bem aceitas, com notas entre 6,4 e 8,2 referentes a gostei ligeiramente e gostei muito, na escala hedônica estruturada de nove pontos.

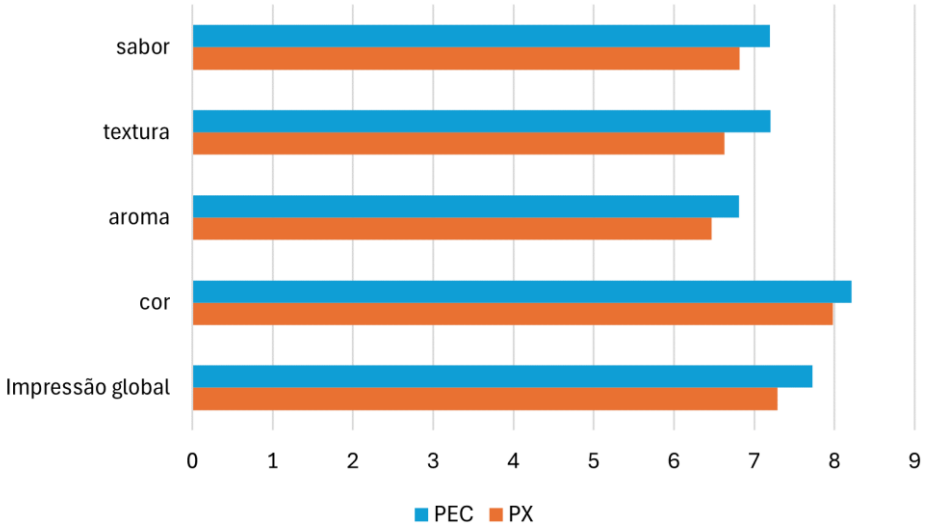



Figura 2: Avaliação sensorial das balas mastigáveis. PX: 6% pectina + 4% de xiloglucana; PEC: 10% pectina.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que a inserção de frutas nativas como a guabiraba na elaboração de balas comestíveis juntamente com uso de pectina e xiloglucana obtida das sementes de tamarindo, é uma alternativa promissora, uma vez que teve boa aceitação sensorial, apresentam cores brilhantes e avermelhadas sem uso de corantes e aromatizantes artificiais, ao mesmo tempo que preserva compostos bioativos da fruta.

**REFERÊNCIAS**

1. Park S, Kim YR. Clean label starch: production, physicochemical characteristics, and industrial applications. Food Sci Biotechnol. 2021; 30: 1-17.

2. Miranda JS, Costa BV, de Oliveira IV, de Lima DCN, Martins EMF, Leite Júnior BRDC et al. Probiotic jelly candies enriched with native Atlantic Forest fruits and Bacillus coagulans GBI-30 6086. LWT. 2020; 126:109275

3. Cedeño-Pinos C, Martínez-Tomé M, Murcia MA, Jordán MJ, Bañón S. Assessment of Rosemary (Rosmarinus officinalis L.) Extract as Antioxidant in Jelly Candies Made with Fructan Fibres and Stevia. Antioxid. 2020; 9(12):1289.

4. Teixeira-Lemos E, Almeida AR, Vouga B, Morais C, Correia I, Pereira P, Guiné RP. Development and characterization of healthy gummy jellies containing natural fruits. Open Agric. 2021; 6 (1):466-478.

5. **Brasil. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Resolução RDC Nº 723, de 1° de julho de 2022. Dispõe sobre os requisitos sanitários do açúcar, açúcar líquido invertido, açúcar de confeitaria, adoçante de mesa, bala, bombom, cacau em pó, cacau solúvel, chocolate, chocolate branco, goma de mascar, manteiga de cacau, massa de cacau, melaço, melado e rapadura. Diário oficial da união, 06 de julho de 2022.**

6. Ranalli N, Adornato L, Califano AN, Andrés SC. Impacto das condições de processamento e do agente gelificante nas propriedades físicas e sensoriais de balas de goma de óleo de noz-pecã e doce de leite. Rev Bras Tecnol Aliment. 2020; 23: e2019177.

7. Silva EIG, Azevedo LC. Balas mastigáveis de tamarindo produzidas no vale do São Francisco. Braz J Dev. 2021; 7(6):62098-62116.

8. Silva I, Sarmento MLR, Boeira LS. Optimization of camu-camu pulp concentration added in gummy candies/Otimização da concentração de polpa de camu-camu adicionada embalas de goma. Braz J Dev. 2020; 6(4):21771-21790.

9. Pereira MP, Steffens R, JABLONSKI, André; HERTZ, Plinho; RIOS, Alessandro; VIZZOTTO, Márcia; FLORES, Simone. C. Caracterização e potencial antioxidante de frutas brasileiras da família Myrtaceae. J Agric Food Chem. 2012; 60(12):3061-3067.

10. Luber J, Oliveira MIUD, Ferreira MFDS, Carrijo TT. Flora do Espírito Santo: Campomanesia (Myrtaceae). Rodriguésia. 2017; 68(5):1767-1790.

11. Freitas RA, Martin S, Santos GL, Valenga F, Buckeridge MS, Reicher F, Sierakowski MR. Propriedades físico-químicas de xiloglucanos de sementes de diferentes fontes. Carbohydr Polym. 2005; 60 (4):507-514.

12. Santos NL, Braga RC, Bastos MS, Cunha PL, Mendes FR, Galvão AM, et al. Preparação e caracterização de filmes de xiloglucano extraídos de sementes de

Tamarindus indica para embalagem de mamão 'Sunrise Solo' cortado. Int J Biol Macromol. 2019; 132:1163-1175.

13. AOAC - Association of Official Analytical Chemists Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 20ª ed. Washington, D.C. 2016.

14. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ªed. São Paulo: IAL, 2008.

15. Markovic I, Ilic J, Markovic D, Simonovic V, Kosanic N. Color measurement of food products using CIE L* a* b* and RGB color space. J Hyg Eng Des. 2013; 4 (1): 50-53.

16. Converting Colors. Converting Colors. 2024 [acesso em 2023 Dez 12]. Disponivel em: https://convertingcolors.com/

17. Dutcosky, SD. Análise sensorial de alimentos. Curitiba: Champagnat, 2019.

18. Carlotti Filho MAC, de Farias Cardoso B, Ferreira VR. Estudo do efeito da temperatura, concentração e PH na viscosidade da Pectina ATM. Braz J Dev. 2020; 6(1):4818-4833.

19. Limsangouan N, Charunuch C, Sastry SK, Srichamnong W, Jittanit W. Processamento de alta pressão de semente de tamarindo (Tamarindus indica) para extração de xiloglucano. LWT. 2020; 134:110112.

20. Crepaldi GA. Extração de betalaína a partir do resíduo da beterraba (Beta Vulgaris L.) para potencial aplicação em bala de gelatina. Graduação. Bagé: Univ Fed Pampa; 2023.

21. Farias MDP. Produção de microestruturados de xiloglucana das sementes de Jatobá (Hymenaea courbaril var. courbaril) e sua aplicação na área alimentar. Tese de Doutorado. Recife: UFPE; 2017.

22. Amaro KC. Efeito do tratamento térmico assistido por micro-ondas focalizadas sobre a inativação enzimática, retenção da vitamina C e cor do suco de laranja pera (Citrus sinensis L. Osbeck). Mestrado. São Paulo: USP. 2020.

23. Izquierdo Tinoco SS, Gomero Peña AK. Bebida de limón (Citrus limón) y capulí (Prunus serotina) enriquecida con spirulina (Arthrospira platensis), para la prevención de la deficiencia de proteínas y hierro, en el preescolar. Licenciatura. Huacho: Universidad Nacional Jose Faustino Sánchez Carrión Facultad de Bromatología y Nutrición. Perú. 2019.

24. Sousa SF, Albuquerque KGS, Gomes JP. Cinética de degradação do ácido ascórbico e da cor em polpas de tamarindo congeladas. Int J Agr Sci. PDVAGRO. 2021;1(1): 22-36.

**Capítulo 82**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-82**

# PROMOVENDO A ASSOCIAÇÃO ENTRE A CIÊNCIA DE ALIMENTOS E A GASTRONOMIA SOCIAL NO PROJETO SUPERAÇÃO NA COZINHA

**Elga Batista da Silva; Lais Noronha Costa e Clarissa Vieira Ibraim**

*Email: clarissavieiraibraim@gmail.com*

**Resumo:** A gastronomia vem recebendo destaque nos anos recentes, principalmente em função da exposição midiática desse segmento de atuação profissional. Tal projeção tem estimulado a busca pela capacitação no segmento gastronômico, o que pode ser de difícil acesso para pessoas em condição de vulnerabilidade social, em função dos valores altos cobrados pelos cursos da área em questão. O projeto Superação na Cozinha visa, entre outras finalidades, promover a gastronomia enquanto área da ciência dos alimentos, a partir das ações extensionistas nas quais são ofertadas capacitações profissionais gratuitas em gastronomia e serviços correlatos, para pessoas em condições de vulnerabilidade social, residentes da Baixada Fluminense, principalmente do município de Seropédica. As capacitações oferecem aulas com temas diversos da gastronomia profissional, como boas práticas de manipulação de alimentos, confeitaria, cafeteria, pastifício, molhos e caldos, entre outros. Nas aulas em questão são desenvolvidos conteúdos teóricos e práticos, que buscam abordar aspectos relacionados à ciência dos alimentos. Ao unir conhecimentos científicos sobre nutrientes, processos culinários e impactos sociais, com a dimensão social da gastronomia, podemos promover não apenas refeições saborosas, mas também abordar questões como segurança alimentar, sustentabilidade e inclusão social.

**Palavras–chave:** Alimentos e bebidas; capacitação profissional; gastronomia cidadã

## INTRODUÇÃO

Com o atual modismo envolvendo a gastronomia, emergiu a demanda por profissionais qualificados para tal mercado, estimulando a oferta de cursos desde os mais simples, abordando desde os conhecimentos básicos da culinária até os elementos da *haute cuisine*. Em função dessa tendência e dos custos com os conteúdos práticos, as capacitações nessa área são caras, fato que dificulta o acesso de pessoas em condição de vulnerabilidade social a esse tipo de atividade de qualificação profissional.

O projeto de extensão Superação na Cozinha tem como principal objetivo oferecer cursos de capacitação com ênfase em gastronomia social no *campus* sede da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), situado no município de Seropédica. Essa iniciativa é apoiada pela Pró-reitoria de Extensão da instituição de ensino superior (IES) supracitada, através do Programa de Bolsas Institucionais de Extensão (BIEXT).

Neste projeto são ofertadas atividades para indivíduos em condição de vulnerabilidade social da Baixada Fluminense, região geográfica do estado do Rio de

Janeiro, visando qualificar essas pessoas (como a população LGBTQIA+, mães solo e desempregadas), contribuindo para o desenvolvimento local e assim permitindo uma potencial redução nas assimetrias sociais a partir das ações em questão.

Estudos pregressos como o de Navarro *et al.* (2012) já apontaram a referida associação, bem como enfatizaram que a Ciência dos Alimentos não envolve apenas o estudo de assuntos clássico desse segmento como as pesquisas envolvendo texturas e novas tecnologias, mas também as pesquisas de questões relacionadas à nutrição humana.

Considerando essas premissas, o objetivo do presente trabalho foi dissertar sobre a associação entre a ciência de alimentos e a gastronomia social, visando promover uma experiência de excelência na formação dos discentes envolvidos em um projeto de extensão (clientes internos) e a oferta de serviços de qualidade para os clientes externos (alunas das atividades de capacitação).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da pesquisa

A presente pesquisa adotou uma abordagem mista, com ênfase na metodologia qualitativa. Para o relato de experiência no projeto extensionista foi empregada a abordagem qualitativa, que é um método de investigação que busca compreender fenômenos sociais e humanos aprofundando-se em contextos específicos em diversos ambientes. Utiliza abordagens descritivas, exploratórias e interpretativas, enfocando a subjetividade, a complexidade e a diversidade das experiências. Coleta dados principalmente por meio de observação participante, entrevistas abertas, análise de conteúdo e outras técnicas que buscam capturar a riqueza e a profundidade das informações. A pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social uma organização (GOLDENBERG, 1997, p. 34).

Para a etapa experimental do projeto foi empregada uma abordagem quantitativa. A pesquisa quantitativa é uma abordagem metodológica que se caracteriza pela coleta e análise de dados em formato numérico, com o objetivo de identificar padrões, relações e tendências em um determinado fenômeno. Tal tipologia de pesquisa emprega técnicas estatísticas para proporcionar uma compreensão ampla e objetiva. No estudo quantitativo, a coleta de dados é projetada de forma padronizada (Minayo; Sanches, 1993). Os questionários são os instrumentos de coleta de dados mais utilizados na metodologia quantitativa (Silva *et al.*, 2013).

Richardson (1999) expõe que a principal diferença entre uma abordagem qualitativa e quantitativa reside no fato de a abordagem qualitativa não empregar um instrumento estatístico como base do processo de análise do problema. Na abordagem qualitativa, não se pretende numerar ou medir unidades ou categorias homogêneas.

### Relato de experiência na oferta de cursos de capacitação

Serão narradas experiências relativas à oferta de cursos de capacitação ofertados para mulheres em condição de vulnerabilidade social, majoritariamente residentes no município de Seropédica, conforme apresentado por Damasceno *et al.* (2023) e Costa *et al.* (2022). Para fins de identificação dos dois grupos mencionados ao longo do texto,

essas mulheres serão descritas como capacitandas e os discentes que atuaram no projeto como extensionistas.

**Elaboração de produtos alimentícios**

Foram desenvolvidas, em escala laboratorial, formulações de produtos alimentícios como doce de leite, iogurte e requeijão caseiro tendo, como ingrediente estrela, o leite proveniente do Departamento de Produção Animal (Bovinocultura do Leite) do Instituto de Zootecnia (DPA/IZ) da UFRRJ. Os processamentos foram desenvolvidos no Laboratório de Alimentos e Bebidas (A&B) do Instituto de Ciências Sociais Aplicadas (ICSA).

De forma geral, o Decreto nº 11.099, de 21 de junho de 2022 (BRASIL, 2022) define como produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal os produtos comestíveis submetidos ao controle do órgão de inspeção oficial, elaborados a partir de matérias-primas de origem animal de produção própria ou de origem determinada, resultantes de técnicas predominantemente manuais adotadas por indivíduos que detenham o domínio integral do processo produtivo, cujo produto final de fabrico seja individualizado e genuíno e mantenha a singularidade e as características próprias, culturais, regionais ou tradicionais do produto (BRASIL, 2022).

O quadro 1 apresenta as definições específicas trazidas pela legislação brasileira acerca dos padrões de identidade dos produtos elaborados no projeto em questão.

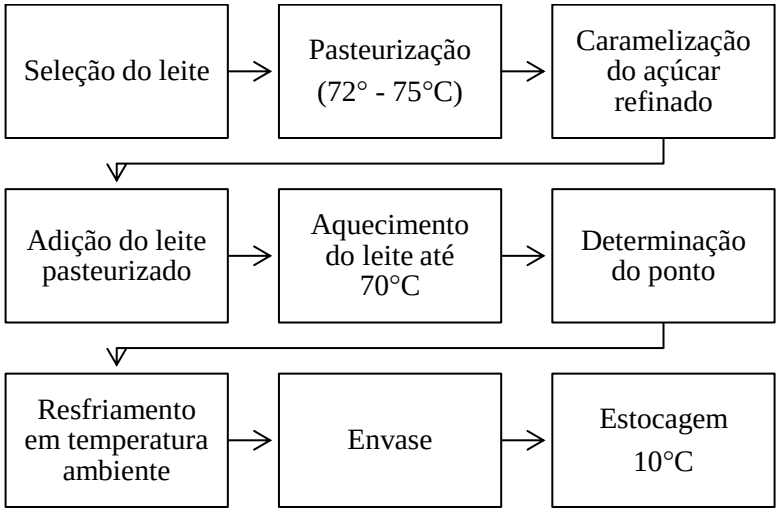
**Quadro 1.** Definições de produtos alimentícios elaborados nas práticas do projeto Superação na Cozinha segundo a legislação nacional.

| Produto | Definição | Fonte |
|---|---|---|
| Doce de leite | Entende-se por Doce de Leite o produto, com ou sem adição de outras substâncias alimentícias, obtido por concentração e ação do calor a pressão normal ou reduzida do leite ou leite reconstituído, com ou sem adição de sólidos de origem láctea e/ou creme adicionado de sacarose (parcialmente substituída ou não por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos). | Brasil (1997) |
| Geleia | Geleia de fruta é o produto obtido pela cocção, de frutas, inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar e água e concentrado até consistência gelatinosa. | Brasil (2005) |
| Iogurte | Entende-se por Iogurte, Yogur ou Yoghurt: o produto cuja fermentação se realiza com cultivos protosimbióticos de Streptococcus salivarius subsp. thermophilus e Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus, aos quais se podem acompanhar de forma complementar outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final. | Brasil (2007) |
| Requeijão | Entende-se por Requeijão o produto obtido pela fusão da massa coalhada, cozida ou não, dessorada e lavada, | Brasil (1997) |

| | | |
|---|---|---|
| | obtida por coagulação ácida e/ou enzimática do leite opcionalmente adicionada de creme de leite e/ou manteiga e/ou gordura anidra de leite ou *butter oil*. O produto poderá estar adicionado de condimentos, especiarias e/ou outras substâncias alimentícias. | |

Para elaborar o doce de leite (figura 1) foi empregada a metodologia descrita por Pacheco e Leite Júnior (2020), iniciando o processo com a pasteurização do leite cru (fresco). Em uma panela de aço inoxidável, adicionou-se o açúcar e levou-se ao fogo alto, mexendo constantemente até o açúcar caramelizar. Com o açúcar caramelizado e homogêneo, adicionou-se cuidadosamente o leite, mexendo sempre para que não queimasse, mantendo o fogo alto visando que a evaporação ocorresse de forma constante, até que o doce atingiu textura que permitiu que ele se desprendesse facilmente do fundo da panela. Após desligar o fogo, foi importante continuar mexendo até que o doce atingisse uma temperatura entre 70°–75°C para não queimar. O armazenamento foi feito em recipientes de vidro com tampa, resfriado em temperatura ambiente e posteriormente armazenado em refrigeração.

**Figura 1.** Fluxograma de produção do doce de leite em escala laboratorial.

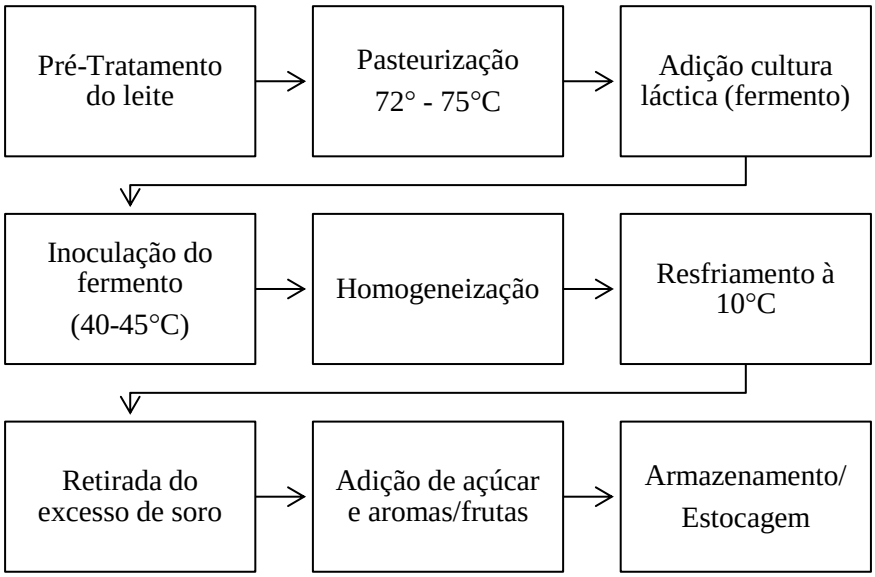



Fonte: As autoras (2024).

Para elaborar o iogurte (figura 2) foi empregada a metodologia adaptada descrita por Revers *et al.* (2016). O leite utilizado para a fabricação desse produto foi submetido ao processo de pasteurização. Em uma panela de aço inoxidável, o leite cru foi adicionado após a pasteurização, sendo então aquecido a uma temperatura de 80°C durante 30 minutos em banho-maria. Após o aquecimento do leite, ele foi resfriado à temperatura de 40 – 45 ºC. sendo o processo de resfriamento feito com a adição de água fria no banho-maria. Quando a temperatura desejada foi alcançada, o fermento láctico foi adicionado no leite. Após a homogeneização, o leite foi mantido em repouso no banho-maria, controlando a temperatura entre 43-45°C durante aproximadamente quatro horas (tempo suficiente para que o produto alcance a consistência desejada).

O resultado foi uma massa bem consistente e cremosa (iogurte natural), sendo possível visualizar a separação do soro do leite. As etapas seguintes foram o resfriamento a saborização e a adição do açúcar.

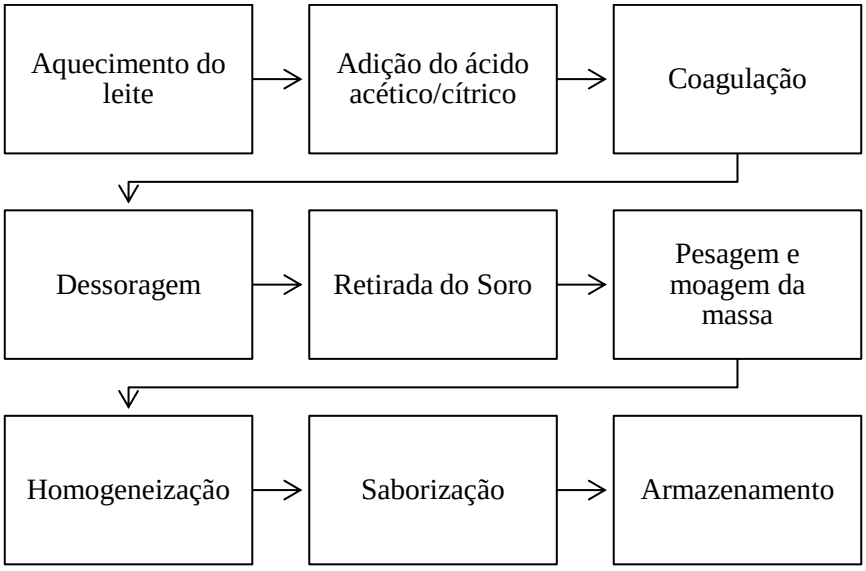
**Figura 2.** Fluxograma de produção do iogurte em escala laboratorial.




Fonte: As autoras (2024).

Para elaborar o requeijão artesanal (figura 3) foi empregada a metodologia descrita por Silva e Alves (2015), num recipiente, o leite foi aquecido a 75°C para a coagulação do mesmo, com posterior adição do ácido acético presente no vinagre de álcool. Para que ocorresse a separação da massa e do soro, a massa foi mantida em repouso durante 10 minutos. Após essa etapa, foi realizada a dessoragem da massa em um tecido limpo e descartável, quando o soro do leite foi retirado e, posteriormente, a massa foi liquidificada. O produto foi homogeneizado com a massa ainda quente, manteiga e sal, sendo o armazenamento feito em recipientes fechados e refrigerados.

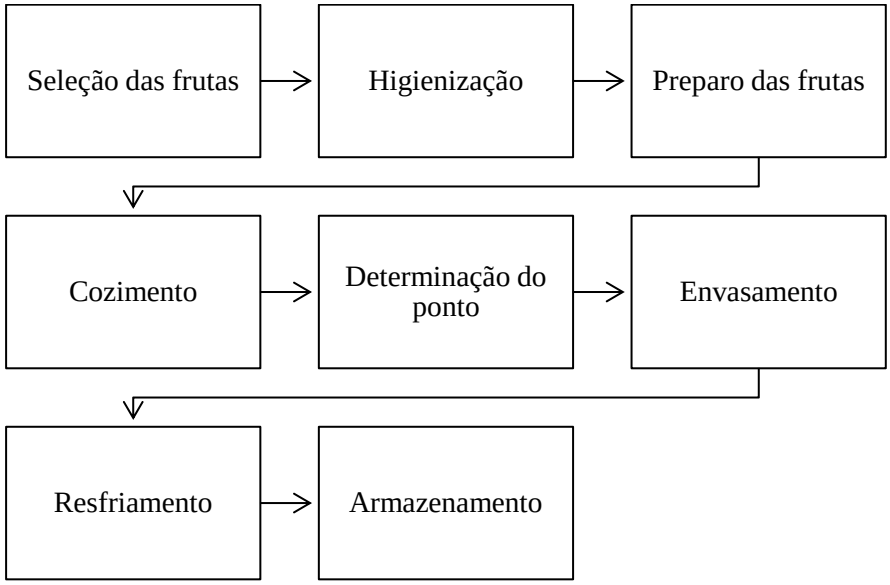
**Figura 3.** Fluxograma de produção do requeijão caseiro em escala laboratorial.




Fonte: As autoras (2024).

Também foi elaborada uma geleia a partir de doações de frutas provenientes de patrocinadores, empregando ainda insumos já disponíveis no laboratório onde o projeto é desenvolvido. Para elaborar a geleia de pitanga (figura 4) foi empregada a metodologia adaptada descrita Costa *et al.* (2020), em uma panela, foram adicionados todos os ingredientes utilizados para a produção da geleia, sendo a mistura levada ao fogo médio até alcançar a temperatura de 65 – 70°C, temperatura mantida até a concentração desejada ("ponto de geleia"). Após a homogeneização, o fogo foi desligado e a mistura foi resfriada. O armazenamento do produto foi feito em um recipiente de vidro, em temperatura ambiente.

**Figura 4.** Fluxograma de produção da geleia de pitanga em escala laboratorial.




Fonte: As autoras (2024).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Relato de experiência na oferta de cursos de capacitação

Cada módulo ofertado nos cursos de capacitação teve cerca de quatro horas de duração, incluindo conteúdos práticos, teóricos e teórico-práticos, os quais foram abordados os temas descritos no quadro 2.

**Quadro 2.** Temas oferecidos nos módulos do curso de capacitação Superação na Cozinha e seus respectivos conteúdos programáticos.

| Tema do módulo | Conteúdo programáticos |
|---|---|
| Boas Práticas de Manipulação de Alimentos | - Segurança do alimento;<br>- Importância das Boas Práticas na Manipulação e Fabricação de Alimentos. |
| Serviços e distribuição de Alimentos e Bebidas | - Sistemas de distribuição de refeições;<br>- Tipos de serviços; |

| | |
|---|---|
| | - Aspectos relacionados à gestão em negócio gastronômicos. |
| Gestão de preços e custos de alimentos | - Conceitos práticos sobre empreendedorismo na área de alimentação para empreendedores iniciantes;<br>- Organização do negócio e gestão de custos/precificação;<br>- Empreendimento com organização e sustentabilidade financeira. |
| Marketing de produtos alimentícios | - Compreender a importância do marketing para pequenos negócios;<br>- Criação de estratégias para vendas;<br>- Precificação;<br>- A importância do cliente e da inovação. |
| Cafés e serviço de cafeteria | - Quem é o profissional barista?<br>- As variedades de café e locais de cultivo e produção no Brasil;<br>- Os principais países produtores de café no mundo;<br>- Conceito de café especial;<br>- Métodos de preparo;<br>- Análise sensorial. |
| Confeitaria | - Confeitaria básica;<br>- O pontapé inicial para uma carreira na área da confeitaria;<br>- Como começar do zero e conquistar clientes como um produto gostoso e de qualidade, a partir de uma receita básica que pode se transformar e evoluir para vários outros doces e produtos. |
| Panificação e salgados | - Desenvolver competências relativas à execução do processo produtivo de salgado;<br>- Planejamento para aquisição de matérias-primas;<br>- Utilização de equipamentos e utensílios específicos;<br>- Controle do processo de produção;<br>- Aspectos de qualidade;<br>- Boas Práticas na cozinha. |
| Massas alimentícias | - Tipos de massas;<br>- Preparo de massas;<br>- Importância das massas como fonte de carboidratos e energia.<br>- Validade e armazenamento. |
| Caldos e molhos | - Conceitos de pré-preparo;<br>- Técnicas de preparo;<br>- Importância dos caldos. |
| Fermentação de vegetais | - Benefícios dos vegetais fermentados; |

| | |
|---|---|
| | - Como preparar os vegetais fermentados;<br>- Escolha dos vegetais para a fermentação;<br>- Receitas; |

Fonte: As autoras (2024).

Segundo Costa *et al.* (2022), trabalhar com a gastronomia social como tema para atividades de extensão pode promover vários benefícios, não apenas para as capacitandas, mas também para os extensionistas. Entre esses benefícios para as pessoas que participam das capacitações, citam-se percepções mais amplas de temas como o conceito do que é gastronomia (para além dos conteúdos apresentados nos canais midiáticos), segurança alimentar e sustentabilidade ambiental. Esses autores também ressaltaram que essas ações podem fortalecer o desenvolvimento social através do empoderamento, bem-estar mental, melhoria das condições socioeconômicas.

Damasceno *et al.* (2023) também relataram resultados positivos das ações de um programa de extensão da Universidade Federal do Ceará, que promoveu cursos de qualificação em gastronomia para 51 jovens e adultos provenientes de comunidades cuja população está sujeita a riscos sociais. Os resultados demonstraram que as capacitações promoveram impactos sociais favoráveis para a comunidade, além de proporcionar oportunidades para melhorar a sua qualidade de vida, bem como habilidades e técnicas em gastronomia.

Entende-se que a oferta de qualificação profissional no contexto da gastronomia cidadã pode contribuir com a redução das assimetrias sociais do público alvo, favorecendo sua colocação no mercado de trabalho em serviços de alimentação como bares, cafeterias, casas de festas e restaurantes para a absorção dessa mão de obra.

## CONCLUSÕES

A interseção entre a ciência dos alimentos e a gastronomia social oferece uma abordagem holística para compreender e transformar a relação com a comida. Ao unir conhecimentos científicos sobre nutrientes, processos culinários e impactos sociais, com a dimensão social da gastronomia, podemos promover não apenas refeições saborosas, mas também abordar questões como segurança alimentar, sustentabilidade e inclusão social. Com isso, conseguimos alcançar os nossos objetivos incluindo a ligação entre esses fatores em nosso projeto, essa ligação é essencial para criar uma culinária que não apenas encante, mas também contribua para um mundo mais saudável e socialmente equitativo.

## AGRADECIMENTOS

À Pró-reitoria de Extensão da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) pela bolsa de extensão concedida ao projeto.

À Secretaria de Assistência Social e Direitos Humanos da Prefeitura de Seropédica, Rio de Janeiro.

**REFERÊNCIAS**

SILVA, E. B. da; ANJOS, M. H. F. dos; BRANCO, C. da S. V. A gastronomia como recurso para minimizar assimetrias sociais: projetos para indivíduos em vulnerabilidade social. **Revista Em Extensão,** v. 21, n. 1, p. 20–38, 2022.

SILVA, E. B. DA; COSTA, L. N.; IBRAIM, C. V. SUPERAÇÃO NA COZINHA: CURSO DE CAPACITAÇÃO EM GASTRONOMIA PARA PESSOAS EM VULNERABILIDADE SOCIAL. **Extensão em Movimento**, v. 1, n. 1, 30 jun. 2024.

NAVARRO, V. *et al.* Cooking and nutritional science: Gastronomy goes further. International **Journal of Gastronomy and Food Science,** 2012, v.1, n.1, p.37-45.

GERHARDT, T. E. *et al.* **Métodos de pesquisa**. [s.l.] Ed. da UFRGS, 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA: RTIQ – Leites e seus derivados. 2020. Acesso em:05/12/2023. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/defesa-agropecuaria/copy_of_suasa/regulamentos-tecnicos-de-identidade-e-qualidade-de-produtos-de-origem-animal-1/rtiq-leite-e-seus-derivados

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Doce de Leite: Portaria MAPA n°354, de 04 de setembro de 1997. **Diário Oficial da União,** 08 de setembro de 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Regulamento Técnico para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis: Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. **Diário Oficial da União,** 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Fermentados: Instrução Normativa MAPA n°46 de 23 de outubro de 2007. **Diário Oficial da União,** 24 de outubro de 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Requeijão ou Requesõn: Portaria MAPA n°359 de 04 de setembro de 1997. **Diário Oficial da União,** 08 de setembro de 1997.

PACHECO, A. F. C; LEITE JÚNIOR, B. R. C. Produção de doce de leite: teórica e prática. Viçosa, MG s.l: s.n.]. Disponível em: <https://bibliotecasemiaridos.ufv.br/bitstream/123456789/471/1/Texto%20completo.pdf>.

REVERS, L. M. *et al*. Obtenção e caracterização de iogurtes elaborados com leites de ovelha e de vaca. **Revista Ceres,** v. 63, p. 747–753, 2016.

TORRES SILVA E ALVES, A. *et al.* Desenvolvimento de tecnologia de fabricação de requeijão cremoso com teor reduzido de gordura. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 70, n. 2, p. 64, 3 set. 2015.

COSTA, E. D. A. *et al*. Composição físico-química e teste sensorial de geleia de pitanga proveniente da biodiversidade nordestina. Em: Tecnologia de Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos - Volume 1. [s.l.] Editora Científica Digital, 2020. p. 526. Disponível em: < https://downloads.editoracientifica.org/articles/200801004.pdf>

COSTA, E. A. *et al.* Formação realizada pelo bacharelado em gastronomia e seu papel para a caracterização da gastronomia social como extensão. **Revista Mangút: Conexões Gastronômicas,** v. 2, n.2, p. 9-21, 2022.

BARBOSA, I. N. *et al.* Gastronomia e mudanças sociais: relatos, vivências e impactos narrados por alunos de uma ação extensionista. **Revista Conexão UEPG,** v.16, e2014265, p.01-17, 2020/BRASIL.

DAMASCENO, R. R. *et al.* How can gastronomy impact the social change of a vulnerable population assisted by social programs? The case of Brazilian social gastronomy. **International Journal of Gastronomy and Food Science,** 32, 2023, 100728.

PANSARELLA, L. Gastronomia Social como forma de redução da desigualdade, combate ao desperdício, e resgate à dignidade. **FGVcenn,** p.18 – 20, 2017.

**Capítulo 83**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-83**

# DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DA CONSERVA DE POLPA DE PEQUI COM SALMOURA DE KOMBUCHA E CARACTERIZAÇÃO DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS POR CROMATOGRAFIA GASOSA

**Eduardo Henrique Miranda Walter*; Érika Francisquini Arruda ; Gisele Santos de Meireles**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: erika.arruda@ifrj.edu.br*

**Resumo:** A população aumentou o interesse em compreender os processos que estão atrelados à produção de alimentos, a sua composição, principalmente quanto à presença de nutrientes benéficos à saúde. Neste contexto, a bebida de kombucha tem adquirido espaço no mercado, bem como seu subproduto vinagre por ser produzida por produtos naturais. O objetivo foi substituir o ácido cítrico que é utilizado como o acidificante na produção de conservas por uma kombucha fermentada, padronizar a produção e identificar compostos voláteis da conserva de pequi. A kombucha foi preparada a partir da infusão de chá verde (*Camellia sinensis)* e uma cultura de bactérias e leveduras (scoby), açúcar cristal e fermentada entre 30 a 40 dias. O estudo contemplou explorar as curvas de acidificação e foram realizadas análises de pH, acidez total, teste físicos de esterilidade comercial e pH de equilíbrio. As análises de compostos voláteis foram realizadas nas amostras das kombuchas fermentadas e nas conservas prontas de pequi, identificando diversos compostos, principalmente de perfis aromáticos. Concluiu ser possível a substituição do ácido cítrico pela kombucha fermentada para a acidificação de conservas de pequi. O pH estabilizado nas matrizes ficou de acordo com a legislação para alimentos ácidos, caracterizando uma conserva ácida.

**Palavras–chave:** acidificação; compostos voláteis; kombucha; pequi.

## INTRODUÇÃO

O processamento mínimo do pequi é uma alternativa de agregação de valor ao fruto, contribuindo para a expansão de seu consumo, uma vez que ele se limita a certas regiões produtoras. Contribui, ainda, para a redução nas perdas pós-colheita e também para proporcionar uma maior conveniência no preparo dos pratos, podendo vir descascado ou fatiado, embalado e pronto para utilização, com segurança higiênico-sanitária exigida (1).

Uma das alternativas para evitar perdas do fruto é desenvolver conservas com a polpa de pequi. Uma conserva simples pode ser preparada com hortaliças ou frutas fermentadas ou acidificadas, ajustadas em frascos de vidro e cobertas por um líquido de cobertura contendo vinagre ou ácido cítrico, sal e condimentos (2).

A kombucha é uma bebida fermentada aeróbia, produzida a partir de um chá (*Camellia sinensis*) e de uma película de celulose com uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras chamada de scoby. É uma bebida refrescante e agridoce, que desenvolve um

sabor avinagrado mais intenso se o período de fermentação for extrapolado, ocasionando um aumento dos ácidos orgânicos (3).

Com a percepção que o principal metabólito produzido pelas bactérias acéticas da kombucha é o ácido acético (4, 3), esta bebida pode ser uma excelente alternativa de um produto acidificante, podendo ser utilizado de forma exclusiva ou como adjuvante na elaboração de conservas de vegetais e ou de frutas (5, 6).

Os compostos voláteis são substâncias de classes químicas presentes em pequenas quantidades e responsáveis por conferir o seu sabor característico de cada alimento, atribuindo a cada um seu aroma próprio. Os compostos voláteis que chegam ao bulbo olfativo pela cavidade retro-nasal são os responsáveis pela percepção do aroma, sendo um dos mais importantes atributos dos alimentos e bebidas. Estes compostos podem ser sintetizados em todas as etapas de produção dos alimentos, estão na matéria-prima, podem ser produzidos nas etapas tecnológicas dos produtos ou durante o armazenamento destes alimentos. A análise de compostos voláteis é uma fonte valiosa de informação, por identificar os compostos responsáveis pelo seu aroma e que atribuem identidade a um produto, e também para desenvolver parâmetros para a melhoria no produto (7).

Com a perspectiva de contribuir para o desenvolvimento de produtores rurais sob o ponto de vista econômico e possibilitar o aproveitamento máximo da sua produção, a fim de obter produtos viáveis de qualidade e de valor nutricional. Este trabalho teve como objetivo desenvolver um produto inovador que poderá atender a demanda de pequenos e médios produtores regionais que pretendem produzir conservas de pequi, visando agregar valor a sua matéria-prima e implantar processos tecnológicos de acordo com a sua realidade. A utilização da kombucha fermentada como substituição do líquido acidificante em conservas de pequi é uma novidade do trabalho com potencial desenvolvimento de pesquisas e para padronização de processos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O processamento das conservas de pequi com kombucha foi realizado no laboratório de agroindústria (planta de vegetais) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – Campus Pinheiral. As análises laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios multidisciplinar do IFRJ – Campus Pinheiral (Pinheiral, RJ) e no Departamento de Alimentos do IFRJ – Campus Maracanã (Rio de Janeiro, RJ).

A kombucha foi elaborada com scoby doado (Miraí Kombucha, Volta Redonda – CNPJ: 42.615.026/0001-94), açúcar cristal orgânico (União®), chá verde (*Camellia sinensis*) orgânico (Yamamotoyama, São Paulo) Figura 1. As conservas foram preparadas com ácido cítrico (Macalé®, Juiz de fora) e a polpa de pequi (*Caryocar brasiliense Camb.*) foi fornecida pela Cooperativa Regional de Produtores Agrissilvi extrativistas (Minas Gerais).



Figura 1 – Ingredientes para o prepara do chá de kombucha

A kombucha foi elaborada de acordo com o método adaptado de Jayabalan et al. (4) e Nummer (8). A Figura 2 apresenta o fluxograma de processo empregado na elaboração da kombucha com pH final nas seguintes faixas: 3,20 e 2,95.

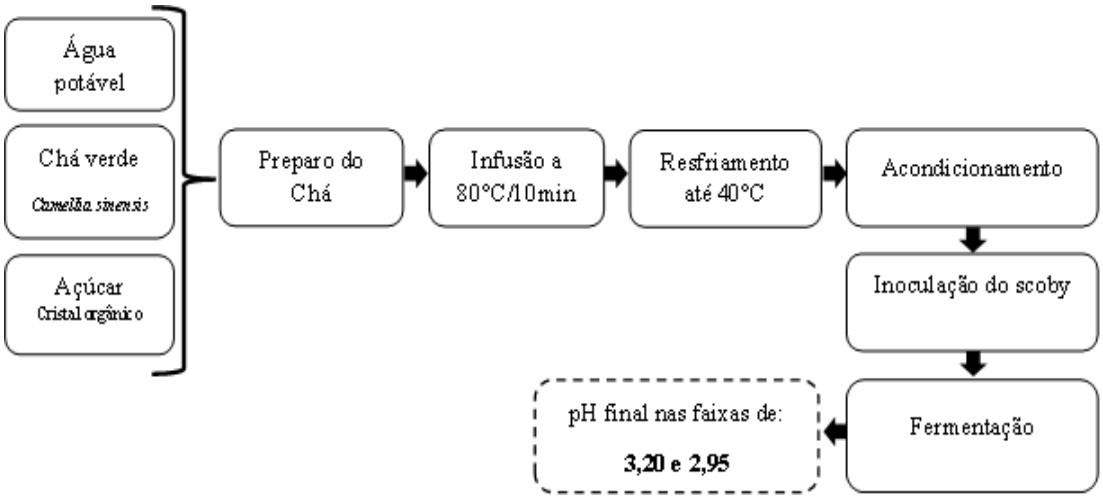



Figura 2 – Fluxograma de processo de elaboração da kombucha até o ponto de coleta para o teste de acidificação.

O chá base da kombucha foi preparado a partir da formulação composta por 1 $L^{-1}$ água potável, 60 $gL^{-1}$ açúcar e 5 $gL^{-1}$ de folhas de chá verde. O volume de chá foi preparado em panela de aço inoxidável, pelo aquecimento da água até a temperatura de 82°C, dissolução do açúcar e adição das folhas de chá verde. A infusão do chá foi conduzida pela manutenção da temperatura em aproximadamente 80°C, durante 10 minutos. Em seguida, o chá foi filtrado, com peneira de aço inoxidável e acondicionado em um balde de aço inoxidável, tampado com uma malha fina de poliamida presa por elástico.

O chá, com pH inicial de 6,23 e 0,4% de acidez, foi resfriado até a temperatura de 40 °C. Uma alíquota de aproximadamente 303,13ml (16,8% para $18L^{-1}$) de scoby (pH 2,83 e acidez total de 22%) foi inoculada no chá, até atingir o pH 4,53. A fermentação ocorreu em câmara incubadora (Thelga – TF 34) a temperatura de 25 ± 2°C.

A fermentação foi controlada pela verificação de pH até a obtenção das faixas 3,20 e 2,95 selecionadas de kombuchas. E foi medido a acidez total titulável da kombucha empregadas na preparação das conservas de pequi. A legislação brasileira estabelece o padrão de identidade e qualidade para a bebida com pH na faixa 2,5 a 4,2 e acidez total titulável de 30 a 130 (meq/L) (9).

A determinação de pH foi realizada com pHmetro de bancada (figura 3 - MS Tecnopon Instrumentação, modelo mPA-210), de acordo com a metodologia do Instituto Adolf Lutz (10) e seguindo o manual do fornecedor.



Figura 3 – Medição do pH com pHmetro de bancada

A análise de acidez foi realizada de acordo com o método 221/IV do Instituto Adolf Lutz (10), com hidróxido de sódio a 0,1M. O ponto de viragem foi em pH 8,2 e cor rósea permanente. A acidez total encontrada foi expressa em g de ácido acético/100ml.

A curva de acidificação para preparar as conservas com as faixas de pH kombuchas e com o ácido cítrico foi determinada conforme o método Zapata e Quast (11), figura 4.



Figura 4 - Realização da curva de acidificação

A metodologia para a obtenção da curva de titulação foi estabelecida pelos seguintes passos:

- Tomar aproximadamente 400g de uma amostra representativa do vegetal cujo a curva de titulação com o ácido que se quer determinar. Transferir para um liquidificador;
- Adicionar duas vezes o peso do vegetal de água destilada e homogeneizar;
- Tomar uma alíquota de 100g e determinar o pH inicial, com potenciômetro devidamente calibrado com tampão-padrão de pH=4,50 ou próximo. Essa alíquota contém 33g do vegetal;
- Adicionar em uma bureta volumétrica de 0,50cm$^3$ de solução 5% (50g/L) do ácido, misturar e determinar o pH. Para misturar, um agitador magnético;

- Adicionar volumes consecutivos de 0,5cm$^3$ de solução de acidificante desejado, misturar e determinar pH após cada adição, até atingir pH 3,8 (Figura 4). Na fase final da titulação, pode-se adicionar parcelas de 1,00 cm$^3$ de ácido.
- Para cada volume (V, cm$^3$) de ácido adicionado calcular a porcentagem de ácido sobre o vegetal (Cp) g de ácido para 100g de vegetal.
  $C_p = 0,05 \times 3 \times V$ ou $C_p = 0,15 \times V$
- Locar os resultados de pH e as percentagens de ácido (Cp) em gráfico, com pH na ordenada e Cp na abscissa e traçar a curva.

**A determinação da concentração de ácido na salmoura de enlatamento**:

a. Ler, na curva de titulação, a percentagem de ácido para obter pH=4,3. Esta deverá ser a quantidade de ácido a ser adicionada ao produto enlatado, para obter pH=4,3. Obviamente, outros valores de pH podem ser especificados, desde que ofereçam uma margem de segurança adequada, pois o pH final de todos os frascos deverá ser inferior a 4,5.
b. Se em uma determinada embalagem o peso do vegetal (Mp) e o peso da salmoura (Ms), então a concentração de ácido da salmoura (Cs) deve ser:

$$Cs = Cp \times \frac{(Mp)}{Ms}$$

c. Se o volume exato de solução de ácido usado na titulação para atingir pH=4,3, é conhecido, então a concentração de ácido na salmoura pode ser calculada diretamente:

$$C_s = 0,15 \times V \times \frac{(Mp)}{Ms} \qquad C_s = \%$$

Verifica-se que a concentração de ácido na salmoura é uma função das características do vegetal (curva de titulação) e da proporção de vegetal para salmoura (Mp/Ms).

O preparo das conservas de pequi foi realizado de acordo com o fluxograma de processo apresentado na Figura 5.

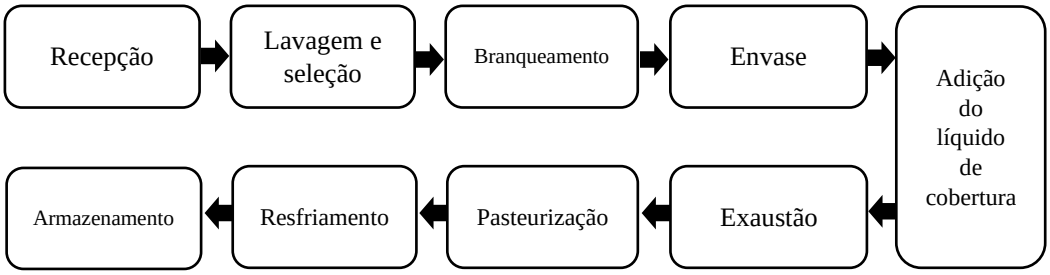



Figura 5 - Fluxograma de elaboração das conservas de cenouras. Fonte: Adaptado de Krolow (13).

O pequi recebido para a elaboração das conservas, foi enviado pela Cooperativa Regional de Produtores Agrissilvi extrativistas (Minas Gerais), já fatiado no formato de lascas, conservado em salmoura de 10% de sal e armazenado em garrafas PET de 2 litros. As garrafas recebidas foram higienizadas com água, detergente neutro e enxaguadas, borrifador álcool 70% e secas com papel toalha descartável. As garrafas foram abertas para liberar e descartar a salmoura e em seguida foram cortadas ao meio por uma faca de inox para retirar todas as lascas de pequi íntegras.

As lascas foram depositadas em bacias e lavadas em água corrente para retirar o excesso da salmoura usada no seu armazenamento. Durante a lavagem é feita uma

inspeção visual e triagem para selecionar as lascas inteiras, com coloração amarelada e as lascas com furos ou manchas escuras foram descartadas.

Com as lascas de pequi selecionadas é realizado o processo de branqueamento. As lascas são mergulhadas em uma panela com água fervente a 100°C por um tempo de 3 minutos. Em seguida, com o auxílio de uma peneira de inox as lascas são coletadas e mergulhadas imediatamente para um recipiente com água potável gelada e com algumas pedras de gelo, para realizar o resfriamento, após um minuto, as lascas são colocadas em tabuleiros para escorrer o excesso de água.

Em seguida, as lascas de pequi são organizadas nos potes de vidros de 200g previamente esterilizados. O líquido de cobertura é vertido quente, na temperatura entre 85°C a 80°C, sobre as lascas nos potes de vidro (figura 6), até cobri-las por completo e deixado um pequeno espaço livre, chamado de "*headspace*", para que ocorra a formação de vácuo na etapa de exaustão. Ou seja, adicionou-se o líquido de cobertura até o gargalo, mas o nível de enchimento deve ficar abaixo da boca do vidro. Este líquido foi constituído de salmoura acidificada na concentração determinada pela metodologia da curva de acidificação para cada amostra estabelecida.



Figura 6 – Adição do líquido de cobertura quente nas lascas de pequi

Para preparar a salmoura acidificada, o líquido de cobertura, foi realizado o seguinte processo adaptado de Krolow (13):

Primeiro colocou-se água potável em um recipiente para atingir a temperatura de 80 a 85°C. Foram adicionados na água o sal e o açúcar, dissolvidos e fervidos por 5 minutos. Após foi adicionado o ácido é misturado na salmoura. Desligou-se o fogo e usou a salmoura imediatamente. A salmoura foi transferida para os potes de conversa na temperatura entre 80°C a 85°C.

Em cada etapa do processo de envase deve ser devidamente pesado os potes de conserva e registrado em tabela para o controle da produção. A cada pote de vidro de 200g foi obtido o peso das lascas de pequi, salmoura adicionada e do produto final.

No processo de pasteurização, os potes envasados de conserva são fechados imediatamente e são submetidos ao tratamento térmico, ou seja, a uma temperatura e tempo suficiente para destruir os microrganismos deteriorantes do alimento e nocivos à

saúde, que possam estar presentes no produto. Esta temperatura deve atingir no mínimo 82°C no interior do produto (12).

Durante o aquecimento acontece também a exaustão do ar interno da embalagem do produto, que está diluído na salmoura, em bolhas, e no espaço entre o produto e a tampa. A redução do ar interno reduz a quantidade de oxigênio disponível para os microrganismos e sendo mais uma barreira contra o seu crescimento microbiano no produto.

Neste processo térmico, os potes são imersos em uma panela com água quente, onde o nível de água deve ficar acima das tampas, cobrindo todo o pote. Os frascos permaneceram por 22 minutos (média calculada de tempo x temperatura), até atingir 85°C no interior do produto (12). Este tempo foi adotado para os potes com volume de 200ml. O tempo de tratamento vai variar de acordo com o tamanho dos potes, pois deve ser garantido que a temperatura de pasteurização atinja todo o conteúdo interno da embalagem.

Após a pasteurização, os potes de conservas são imediatamente resfriados. A própria panela utilizada no tratamento térmico, foi colocada debaixo da torneira com água corrente e temperatura ambiente, deixando a água entrar pela borda da panela. O resfriamento ocorreu por 30 minutos, até os frascos ficarem levemente quentes, entre temperatura de 36°C a 40°C. Nunca se deve colocar a água de resfriamento diretamente sobre os potes de vidro para evitar possíveis rachaduras (13).

Finalizado todo o processo, as conservas prontas e devidamente rotuladas, foram mantidas em local arejado, limpo, com temperatura ambiente e sem exposição direta de luz.

Foram realizados três tratamentos de líquido de cobertura para conserva de pequi com concentrações diferentes de acidificantes com ácido cítrico (controle) e kombucha.
**Tratamentos dos líquidos de cobertura**:

a) Conserva de pequi com ácido cítrico a 1% (controle)
b) Conserva de pequi com kombucha (pH 3,20)
c) Conserva de pequi com kombucha (pH 2,95)

Para a análise de cromatografia os compostos voláteis foram determinados por cromatografia gasosa (MEFS-CG-EM). A MEFS foi realizada com o injetor automático CTC Combi *Pal Sampler*, um amostrador automático tipo XYZ com compartimento promovendo o controle da temperatura e agitação para ativação da fibra e extração no *headspace.*

Cerca de 1 g de cada amostra foram transferidos para *headspace vials* de 20 mL e em seguida foram adicionados 2,5 mL de solução saturada de NaCl. Os frascos foram tampados com septo de PTFE/silicone e tampa de rosca de alumínio. Todas as extrações foram realizadas utilizando uma fibra com 50/30µm de espessura com Divinilbenzeno / Carboxen / Polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS) (*Supelco*, Bellefonte, PA, EUA). Após o tempo de equilíbrio de 20 minutos à 40 ± 1,0ºC com agitação de 500 rpm, o septo que recobre o frasco de *headspace* foi perfurado com a fibra retraída na agulha e então a fibra foi exposta à amostra por 30 minutos extraindo os voláteis do *headspace* por 30 minutos, nas mesmas condições.

A análise de identificação dos compostos orgânicos voláteis foi feita a partir do CG-EM (*Agilient Technologies*, 7890A-5975C), como amostrador (CTC Combi PAL Sampler 120, *Agilient Technologies*) e com liner apropriado para análises de MEFS. As condições cromatográficas adotadas foram: injeção por fibra, sem razão da divisão de fluxo da fase móvel no injetor (*splitless*), temperatura do injetor, 240 ºC; fluxo da fase

móvel: 1mL $min^{-1}$; programação do forno cromatográfico, 45 ºC por 5 minutos, com rampa de temperatura de 10º C $min^{-1}$ até 80ºC, seguido de nova rampa a 5 ºC $min^{-1}$ até 240 ºC segurando por 15 minutos; coluna – CP-Wax 52 CB 60 m x 0,25 mm x 0,25 µm e detector EM com intervalo de massa 40-400 m/z.

A composição das amostras foi determinada a partir dos espectros de massas das amostras com auxílio do software *Agilent Mass Hunter Qualitative Analysis* (*Agilient Technologies* versão B.04.00), utilizando como referência a biblioteca de espectros NIST 11.

Os componentes foram identificados ainda de acordo com índice de retenção linear de cada substância, calculado a partir de um padrão de calibração de alcanos de 8 a 40 carbonos (padrão *Sigma, 40147- U*) por meio da equação de *Van der Dool and Kratz.*

As amostras de conserva foram submetidas a análise física para esterilidade comercial. Após o processamento das conservas, duas amostras de cada tratamentos serão incubadas nas temperaturas de 36°C ± 1°C pelo período de 10 dias, na estufa da marca Tecnal (modelo TE-394/I) e a 55°C ± 1°C, na estufa da Marca Nova ética (Modelo 410-3ND) pelo período de 7 dias, com o objetivo de detectar o crescimento bacteriano com formação de gás, evidenciado pelo estufamento da embalagem (tampas metálicas), na verificação de possíveis microfugas e falta de vácuo (14).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

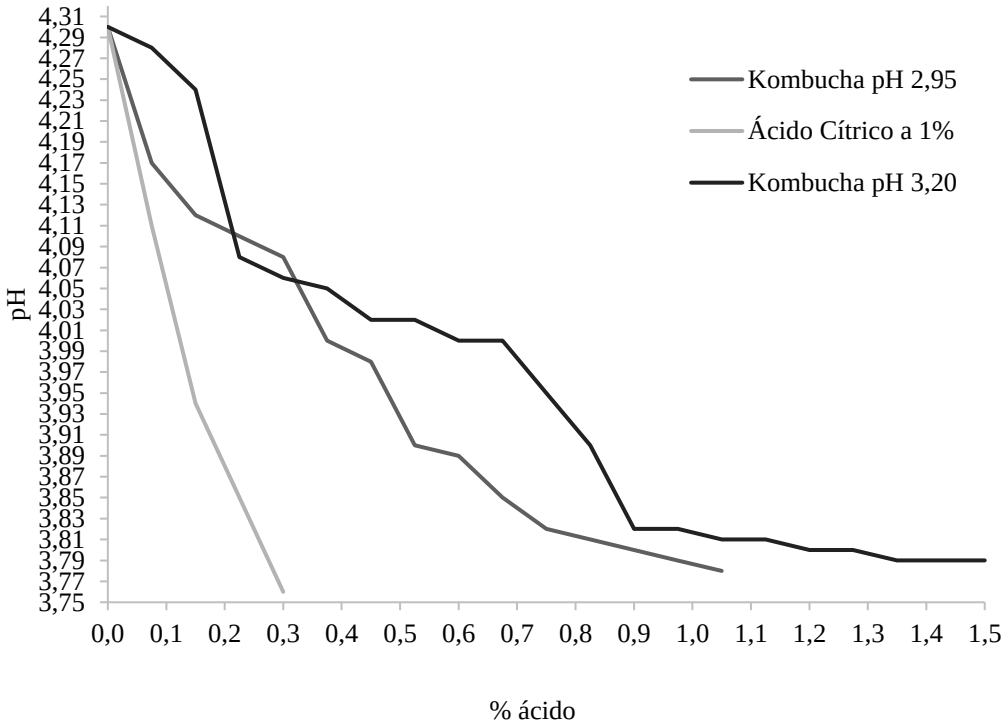
A primeira etapa deste estudo foi a preparação da kombucha e o monitoramento da sua fermentação. A kombucha foi fermentada na câmara de fermentação controlada na temperatura de 25°C -+ 2 por 40 dias. A cinética da fermentação apresentou resultados esperados indicando a produção de ácidos (15), onde o pH inicial registrado no dia 0 foi de 4,53 e 0,4% de acidez total e decresceu para o pH final de 2,95 e 18,4% de acidez total.

Foi estabelecido a coleta de dois pontos de pH durante a fermentação dentro dos parâmetros do PIQ da kombucha (9). Foi coletado um líquido com 28 dias de fermentação com pH 3,20, acidez total de 9,6 % e 0,56g de acidez de ácido acético/100ml e mais uma coleta depois de 40 dias fermentada com pH de 2,95, acidez total de 18,4% e 1,08g de acidez de ácido acético/100ml. Os resultados foram registrados em planilhas de controle do Excel para obtenção das médias.

Em um estudo realizado por Miranda (16), avaliou o potencial fermentativo da cultura de kombucha, propondo a produção de 3 fermentados ácidos: vinagre de kombucha de chá verde, vinagre de kombucha de hibisco e vinagre de kombucha com abacaxi. Obteve os resultados para fermentado de kombucha de chá verde o valor médio de acidez em ácido acético em 28 e 63 dias foi igual a 0,96 e 1,38% e o valores de pH foram de 2,71 e 1,95, respectivamente.

Mediante a coleta dos fermentados, foram obtidas as curvas de pH em função da concentração conforme indicada no gráfico 1. Para verificar o poder acidificante das kombuchas fermentadas, foi utilizado para comparação o ácido cítrico a 1% como controle e por ser o ácido usualmente usado nas elaborações de conservas (1).

Gráfico 1 - Curva de acidificação com ácidos diferentes no pequi




É importante ressaltar que o pequi já apresentava uma acidez entre 4,6 a 4,3, pois as polpas estavam armazenadas em garrafas pet com salmoura de 10% de NaCl, produzidas pelo fornecedor, como forma de manter o produto conservado até sua utilização (1).

Inicialmente foi observado que o pH inicial do pequi foi de 4,30 e acidez total de 1,4% para ambas amostras, garantindo que foi utilizado o mesmo lote de produto. Na curva de acidificação verifica-se que os diferentes fermentados de kombucha, apresentaram comportamento distintos, consumindo mais fermentado para atingir o pH final de 3,8. O ácido cítrico por ser um ácido mais forte reduz o pH mais rápido, utilizando uma menor concentração, observa-se no Gráfico 1.

Foram necessários 1,5% de kombucha (pH 3,2) para 100g de polpa de pequi para baixar o pH a nível de 3,8 estabelecido como limite pela metodologia Zapata e Quast (11). Para o teste com a kombucha (pH 2,95) foram necessários 1% para 100g de polpa de pequi.

No presente trabalho, as curvas foram feitas até o limite de pH 3,8, a fim de permitir uma avaliação do consumo dos acidificantes. Na prática, a acidificação excessiva não é recomendada, pois influencia diretamente nas características sensoriais, resultando em um sabor indesejado. O importante é garantir um pH abaixo de 4,5, representa o limite de segurança estabelecido no processamento industrial de produtos em conserva, sendo importante para a segurança alimentar e inibição do desenvolvimento de esporos do *Clostridium botulinum* (14,17).

De acordo com a técnica da curva de acidificação, a amostra acidificada com ácido cítrico seria necessária utilizar somente 0,33% de ácido para 100g de pequi in natura. Porém foi utilizado um controle de ácido cítrico a 1%, por ser uma concentração

comumente orientada e utilizada na preparação de salmoura para a produção de conserva de polpa de pequi.

Na tabela 1, apresenta as concentrações de acordo com as curvas de acidificação, utilizadas para elaborar as formulações das salmouras de cada tratamento.

Tabela 1 – Formulações com diferentes ácidos para o teste de conserva de pequi

| Ingredientes | Formulações | | |
|---|---|---|---|
| | **Tratamento 1 (controle) Ácido cítrico** | **Tratamento 2 Kombucha 1** | **Tratamento 3 Kombucha 2** |
| Água (%) | 99,0 | 98,5 | 99,0 |
| Cloreto de sódio (%) | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Ácido cítrico (%) | 1,0 | - | - |
| Kombucha 1 (%) | - | 1,5 | - |
| Kombucha 2 (%) | - | - | 1,0 |

Legenda: Kombucha 1 com pH 3,20 e kombucha 2 com pH 2,95.

Os resultados dos testes de esterilidade nos produtos incubados em estufa à 36 +-0,2°C por 10 dias e a 55 +-0,2°C por 7 dias, não apresentaram alteração nas análises físicas de coloração, odor, aparência, manteve limpidez da salmoura e ausência de produção de gás (figura 7). Tais resultados demonstram que a temperatura e o tempo utilizados no processamento foram suficientes para manter o produto estável, quando estocados em temperatura ambiente (14).



Figura 7 - Conservas de prontas para análises de coloração, odor e aparência.

Na tabela 2 encontram-se os resultados do pH final após a prova de esterilidade com os diferentes ácidos, demonstrando que o pH de equilíbrio dos diferentes tratamentos se mantiveram próximo do recomendado, abaixo de 4,5, garantindo a qualidade do produto (14,17).

Após 20 dias do processamento das conservas de polpa de pequi com diferentes ácidos, o pH de equilíbrio de ambas amostras se mantiveram abaixo de 4,5, significando que a quantidade de ácidos utilizado na acidificação da salmoura foi apropriado, proporcionando uma avaliação significativa e resultando em conservas seguras ao consumo (14).

As conservas elaboradas com a formulação de 1% de ácido cítrico, apresentaram mais ácido quanto as formulações com concentrações de kombucha fermentada. Usualmente a concentração de ácido cítrico já é aplicada na indústria com a concentração de 1%, para estabelecer um padrão de produção e garantir produtos seguros. Mas é essencial a realização prática das curvas de acidificação, em cada lote recebido de matéria-prima, como forma de adicionar quantidades ideais de ácidos para interação com o alimento, evitando o excesso de acidez nos produtos elaborados, consumo de insumos, além de aplicar um controle de qualidade (11).

Tabela 2 - Parâmetros com as médias do pH de equilíbrio durante 20 dias de armazenamento e após o teste de esterilidade comercial.

Amostras de conservas de Pequi preparadas com diferentes ácidos

| | | **Ácido Cítrico a 1,0 %** | | **Kombucha a 1,0%** | | **Kombucha a 1,5%** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (Dias) | **Amostras de conservas** | **pH** | **T°C** | **pH** | **T°C** | **pH** | **T°C** |
| Dia 0 | Conservas assim que preparadas | 2,93 | 59,3 | 4,23 | 62,9 | 4,12 | 55,2 |
| Dia 1 | Conservas em t° ambiente | 3,22 | 25,7 | 3,95 | 25,2 | 3,94 | 25,2 |
| | Estufa a 55°C | 3,25 | 50,5 | 3,96 | 52,1 | 4,02 | 49,8 |
| | Estufa a 36°C | 3,22 | 31,6 | 3,95 | 32,1 | 3,93 | 31,7 |
| Dia 7 | Conservas em t° ambiente | 3,25 | 25,5 | 3,98 | 25,5 | 3,97 | 25,2 |
| | Estufa a 55°C | 3,35 | 46,9 | 3,95 | 45,8 | 4,17 | 46,3 |
| Dia 10 | Conservas em t° ambiente | 3,27 | 23,6 | 3,95 | 24,1 | 3,94 | 24,1 |
| | Estufa a 36°C | 3,28 | 31,7 | 3,92 | 31,5 | 4,08 | 32,4 |
| Dia 20 | Conservas em t° ambiente | 3,28 | 24,3 | 3,95 | 24,4 | 4,09 | 24,4 |

Legenda: As médias foram avaliadas e as análises realizadas em duplicata. T°C +-2: Verificação por termômetro digital de espeto.

Foi realizada a acidez total de cada amostra em triplicata e os resultados encontrados nas conservas de kombucha 1,5% e kombucha 1%, foram de 9,14% e 11,29%, respectivamente, e não houve variações significativas até 20 dias após o processamento. As conservas de ácido cítrico a 1% apresentaram acidez superior, variando entre 53,72% a 43,02%.

Os resultados de cromatografia identificaram componentes voláteis nas duas amostras de kombucha fermentada, da polpa de pequi, das salmouras antes e após tratamento térmico e das conservas prontas. Os compostos voláteis foram analisados por MEFS-CG-EM. A composição das amostras foi determinada a partir dos espectros de massas das amostras com auxílio do software *Agilent Mass Hunter Qualitative Analysis* (*Agilient Technologies* versão B.04.00), utilizando como referência a biblioteca de espectros NIST 11.

O conhecimento detalhado da composição e das propriedades das kombuchas fermentadas é crucial para uma melhor compreensão de sua cinética. No entanto, a composição e a concentração de metabólitos são dependentes da fonte de inóculo da concentração de açúcar e chá, o tempo de fermentação e a temperatura utilizada. Qualquer alteração nessas condições pode afetar o produto final (4, 3).

Em cada amostra analisada foram identificados diversos componentes de grupos químicos diferentes. Nas amostras de kombucha (pH 3,20) e de kombucha (pH 2,95) foram identificados 104 e 122 componentes, respectivamente, das seguintes classes químicas: álcoois, ésteres, aldeídos, aminas, terpenos e hidrocarbonetos.

O componente 3-Carene foi identificado nas duas amostras de kombuchas fermentadas, na polpa de pequi e somente nas conservas com os líquidos de kombuchas. Este composto foi classificado como um monoterpeno, que apresenta um odor adocicado semelhante a terebintina.

Ebrahimi Pure, A. et al. (18), estudou a comparação da composição química de alhos fermentados em vinagre de uva vermelha, vinagre de kombucha e alho fresco. O líquido de vinagre de kombucha foi fermentado em temperatura ambiente, por 1 mês e atingiu pH de 2,00. Encontrou o composto furfural, um ingrediente aromatizante que pode ser encontrado em muitos alimentos como café, abóbora, malte e diversas frutas, por exemplo, maçã, damasco, cereja doce, laranja e toranja. Esse mesmo composto identificado somente na Kombucha fermentada (pH 3,20).

O composto 2,3-Butanodiol, é um dos produtos finais da fermentação do butanodiol, que se dá pela fermentação anaeróbica da glicose (19). É encontrado naturalmente na manteiga de cacau. Foi identificado por Ebrahimi Pure, et al. (18), no vinagre de kombucha com alho e neste trabalho foi detectado na polpa de pequi e nas conservas preparadas com ácido cítrico a 1% e com kombucha (pH 2,95).

O ácido acético foi encontrado de forma significativa em todas as amostras de conservas e de kombucha fermentadas. O ácido n-hexadecanóico, também conhecido como ácido palmítico foi detectado de forma semelhante em todos amostras analisadas e também ácido hexadecanóico, éster etílico, que é um ácido graxo saturado.

Houve também a detecção de ácido hexanóico e ácido octanóico que são ácidos carboxílicos que conferem notas aromáticas negativas, relacionadas com um odor repulsivo, vinagre, fedorento e amargo. Vale ressaltar que esses compostos são resultantes do processo de fermentação da bebida e que sua composição pode variar dependendo das condições utilizadas nesta etapa (20).

Nos líquidos preparados de ácido cítrico, antes de ferver e depois de fervido para ser adicionado na conserva foi identificado o composto 2-Propanona, 1-hidroxi- também conhecida como hidroxiacetona, é a estrutura de hidroxicetona mais simples, um produto da reação de Maillard que pode ser produzido pela degradação de vários açúcares e pode reagir além disso, para formar vários compostos aromáticos. Ebrahimi Pure, et. al. (18), também identificou esses compostos.

O composto D-Limoneno foi encontrado em todas as amostras analisadas, é classificado como um terpeno, é um produto natural encontrado em vegetais, é o principal constituinte das frações terpenóides dos óleos de limão e laranja. O limoneno apresenta baixa toxicidade, apelo comercial muito importante na área de cosméticos e alimentos (21).

Um componente específico foi identificado na polpa de pequi e se manteve nas três conservas produzidas, o componente esqualeno (*squalene),* é naturalmente em altas concentrações no óleo de fígado de tubarão (22), porém pode ser extraído de fontes vegetais como nos óleos de oliva, arroz, germe de trigo, óleo de palma e amaranto (23).

Como não há um perfil padronizado de compostos voláteis desejáveis e não desejáveis no kombucha e este perfil pode ter uma variabilidade de acordo com fatores ambientais, químicos e da qualidade da matéria prima, mais estudos como este são necessários para definir quais compostos voláteis são essenciais e quais as suas origens, o que irá auxiliar em novos estudos direcionados à produção de compostos desejáveis e

definição de uma padronização do processo de produção industrial, permitindo a construção de um RTIQ específico, identificando os pontos críticos de controle e determinando um melhor controle das etapas do processo.

## CONCLUSÕES

É essencial que as curvas de acidificação sejam obtidas experimentalmente para estabelecer valores médios e seguros para a acidificação dos produtos. Os resultados experimentais obtidos para as conservas da polpa de pequi indicaram que a quantidade de kombucha fermentada foi o suficiente para garantir o pH de equilíbrio.

E diante da acidez e pH obtidos nas amostras, os produtos apresentam potencial para a substituição aos ácidos comerciais e para serem consumidos na alimentação.

Foram identificados múltiplos compostos voláteis e identificando diferentes componentes de diferentes classes químicas. Os compostos como ácidos graxos, ácidos carboxílicos, aromáticos, ésteres, álcoois, foram detectados em todas as amostras e devem ser melhor estudados para compreensão e definição de padrões de identidade e qualidade de produto.

A kombucha é uma matriz sem uma composição volátil bem definida, pois esta sofre variações desde a preparação do chá, durante a fermentação até chegar ao produto final. E quando adicionada a polpa de frutas e passado por processamento térmicos, surgem vários componentes para serem esclarecidos e possibilidades para serem abordadas em estudos futuros.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, ao Campus de Pinheiral e Maracanã e ao setor da agroindústria do Campus de Pinheiral.

## REFERÊNCIAS

1. Ávila, J.C.C.; Carrazza, L.R. Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto de Pequi. Brasília, DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil, 2010. 48p; il.- (Série Manual Tecnológico).

2. Pérez-Díaz, I.M., Downes, P., Ito, K. Fermented and acidified vegetables. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 4 ed. American Public Health Association, Washington, DC, 2015: 521,532.

3. Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajla, J., souchard, J., & Taillandier, P. Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. Journal of Food Science, v.83, n. 3, 2018: 580-588.

4. Jayabalan, R., Malbaša, RV. Lončar, E. S., Vitas, J. S., & Sathishkumar, M. A review on kombucha tea-Microbiology, composition, fermentation, bebeficial effects, toxicity, and tea fungus. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safaty, v. 1, 2014: 538-550.

5. Barbosa, L.; Madi, L.; Toledo, M. A.; Rego, R. A. As tendências da alimentação. Brasil Food Trends 2020, 2020: 39-47. São Paulo: Ital.

6. Ebrahimi Pure, A., & Ebrahimi Pure, M. Antioxidant, Antibacterial and Color Analysis of Garlic Fermented in Kombucha and Red Grape Vinegar. Applied Food Biotechnology, 3(4), 2016: 246–252.

7. Bicas, J. L. et al. Volatile constituents of exotic fruits from Brazil. Food Research International, v. 44, n. 7, 2011: 1843–1855.

8. Nummer, B.A. Kombucha brewing under the Food and Drug Administration model 292 Food Code: risk analysis and processing guidance. Journal of environmenthal health, v.76, n.4, 2013: 8-11.

9. Brasil, Instrução Normativa n°41, de 17 de setembro de 2019. Estabelece o Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha em todo território nacional. Disponível em: www.in.gov.br.

10. IAL. Instituto Adolf Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz: métodos físico-químicos para análises de alimentos. São Paulo, 4° edição, 2008: 1020p.

11. Zapata, M. M.; Quast, D. G. Curvas de titulação do palmito-doce (*Euterpe edulis* Mart.). Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, v.6, 1975:167-187.

12. Codex Alimentarius Commission. General Principles of Food Hygiene CXC 1-1969. Revised in 1997, 2003, 2020. Editorial corrections in 2011. 35p. Disponível em:http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/codes-of-practice/en/

13. Krolow, Ana Cristina Richter. Hortaliças em conserva. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2006: 40p.

14. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de métodos oficiais para análise de alimentos de origem animal. Secretaria de Defesa Agropecuária. 2ed, 2019.

15. De Filippis, F., Troise, A.D., Vitaglione, P., & Ercolini, D. Different temperatures select distinctive acetic acid bacteria species and promotes organic acids production during Kombucha tea fermentation. Food Microbiology. 17, 2018:11-16.

16. Miranda, J. A. Estudo sobre fermentado acético a partir de kombucha. 41f. Dissertação (Monografia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, Brasil, 2023.
17. Brasil. Resolução ANVISA/MS n° 352, de 23 de dezembro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Frutas e ou Hortaliças em Conserva e a Lista de Verificação de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Frutas e ou Hortaliças em Conserva.

18. Ebrahimi Pure, A., Mofidi, S.M.G., Keyghobadi, F., Ebrahimi Pure, M. Chemical composition of garlic fermented in red grape vinager and kombucha. Journal of Functional Foods. v.34, 2017: 347-355.

19. Madigan, M.T., Martinko, J.M. and Brock, T.D. Brock biology of microorganisms. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, 2006.

20. Chakravorty, S., Bhattacharya, S., Chatzinotas, A., Chakraborty, W., Bhattacharya, D., & Gachhui, R. Kombhucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. International Journal of Food Microbiology, v.220, 2016: 63-72.

21. Senatore, F.; Oliviero, F.; Scandolera, E.; Taglialatela-Scafati, O.; Roscigno, G.; Zaccardelli, M.; Falco, E. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of anethole-rich oil from leaves of selected varieties of fennel [Foeniculum vulgare Mill. ssp. vulgare var. azoricum (Mill.) Thell]. Fitoterapia. v.90, 2013: 214–219.

22. Alisson, A. C. Squalene and Squalane Emulsions as Adjuvants. Methods, v. 19, 1999: 87-93.

23. Lippi, G.; Targher, G.; Franchini, M. Vaccination, squalene and anti-squalene antibodies: Facts or fiction European Journal of Internal Medicine, v. 21, 2010 p. 70–73.

**Capítulo 84**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-84**

# FORTIFICAÇÃO DE MASSA FRESCA COM ADIÇÃO DE FARINHA MISTA DE MANDACARU (*Cereus jamacaru*) E ORA-PRO-NÓBIS (*Pereskia aculeata*)

**Luanne Morais Vieira Galvão*; Hildegarde Angel Lopes e Silva ; Afra Maria do Carma Bandeira do Nascimento**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:luanne.morais@gmail.com*

**Resumo:** Alimentos à base de plantas fonte de nutrientes e compostos bioativos, essenciais para a manutenção da saúde. As Plantas Alimentícias Não Convencionais - PANC são definidas como espécies comestíveis que apresentam uma ou mais partes com potencial alimentar e sem uso comum. O uso de cactos para a alimentação humana é geralmente associado ao seco, e entrelaçado a narrativas de fome, estiagem e insegurança alimentar. O mandacaru (*Cereus jamacaru*) e a *ora-pro-nóbis* (*Pereskia aculeata*) destacam-se pelo seu grande aporte nutricional, possuem em sua composição vitaminas e compostos antioxidantes. Neste estudo foi elaborada duas farinhas à base de cactáceas e realizou-se análises físico-químicas e elaboração de uma massa alimentícia. Nas análises físico-químicas para a farinha de mandacaru (*C. jamacaru)* obteve-se 6,58±1,40 para umidade (%), 10,74±0,46 paras as cinzas (%), 16,04±1,36 para as proteínas (%), 0,86±0,09 para os lipídeos (%), 58,63±2,70 para os carboidratos, 5,44±1,02 para as fibras brutas (%) e valor energético de 205,09±7,84 Kcal. Para a farinha de *ora-pro-nóbis* obteve-se 2,86±0,07 de umidade (%), 15,22±0,09 para as cinzas (%), 30,97±0,78 para as proteínas (%), 4,61±1,14 para lipídeos (%), 39,42±0,61 para os carboidratos (%), 6,30±0,89 para as fibras brutas (%) e valor energético de 216,16±9,28 Kcal. Assim, o uso das cactáceas para fins alimentícios deixa de ser cada vez mais um estigma e vem se tornando algo viável dentro da alimentação humana, como por exemplo, a elaboração de massa fresca utilizando as farinhas destas PANC.

**Palavras–chave:** alimentos funcionais; cactáceas; mandacaru; ora-pro-nóbis; PANC.

## INTRODUÇÃO

A exploração de espécies vegetais pouco utilizadas se torna uma forma de garantir que haja a oferta de alimentos de forma quantitativa e qualitativa, uma vez que, atualmente, a população mundial vem apresentando preocupações com a segurança alimentar e exigindo segurança nutricional dos alimentos (1). Alimentos à base de plantas são reconhecidos como fontes de nutrientes e compostos bioativos, essenciais para a manutenção da saúde (2); (3). As espécies vegetais têm grande potencial para o desenvolvimento de produtos alimentares funcionais (4); (5).

Nesse sentido, traz-se notoriedade para as Plantas Alimentícias não Convencionais (PANC), que são vegetais ricos em nutrientes, porém, devido à falta de conhecimento da população, possui consumo limitado acarretando a sua subutilização. O uso das PANC na alimentação é uma alternativa sustentável para a utilização da

biodiversidade, e pode atender a demanda da população por alimentos, já que vêm sendo amplamente estudadas por suas características nutricionais e por ser de fácil acesso (6).

As PANC podem ser definidas como espécies comestíveis que apresentam uma ou mais partes com potencial alimentar e sem uso comum, incluindo plantas nativas, exóticas, plantas cultivadas e espontâneas (7). No Brasil, existem pelo menos 3 mil espécies de plantas alimentícias com ocorrência conhecida. No entanto, estima-se que pelo menos 10% da flora nativa do Brasil, o que corresponde a 4 ou 5 mil espécies de plantas, sejam utilizadas para fins alimentícios (8).

Geralmente, o uso de cactos para a alimentação humana é associado ao seco, ao deserto, muitas vezes entrelaçado a narrativas de fome, estiagem de alimentos e a insegurança alimentar, principalmente nas regiões semiáridas brasileiras. O cacto vem lentamente ganhando seu espaço na gastronomia, rico em nutrientes, como cálcio e proteínas, e foi eleito o alimento do futuro pela FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (9).

Pertencentes a família Cactaceae Juss., os cactos apresentam aproximadamente 176 gêneros e 2.273 espécies reconhecidas (10), as espécies de cactáceas são plantas adaptadas para viverem em regiões de climas semiáridos e desérticos e recebem a denominação de xerófitas. As cactáceas além de xerófitas, são suculentas, perenes e de fácil adaptação (11). Sua importância se revela, pois servem de base para várias cadeias alimentares do semiárido, em especial no período de estiagem. Eles fornecem frutos, néctar, pólen, abrigo e água para aves, mamíferos, insetos e répteis, além de ajudar na formação do solo sobre a rocha nua, permitindo o estabelecimento de várias outras plantas posteriormente (12).

Algumas espécies de cactáceas participam da culinária de algumas culturas brasileiras, fazendo parte de alimentação animal, constituindo matérias-primas variadas e como ingrediente alimentício em receitas (13). Na Figura 1, a exemplo dessas espécies que em algumas culturas estão presentes na culinária local, podemos citar o Mandacaru (*Cereus jamacaru*), também conhecido como cardeiro ou jamacaru, seu nome vem do Tupi, *mãndaka'ru* ou *iamanaka'ru* e significa espinhos agrupados danosos. Essa planta faz parte da família Cactaceae, pertencente ao reino *Plantae*, classe *Mannoliopsida*, da ordem *Caryophyllales* e gênero *Cereus*, é uma das espécies mais representativas da Caatinga no Brasil, cresce junto a outras espécies de cactáceas, formando a paisagem típica da região semiárida do Nordeste, sendo encontrado nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais (13). Possui como principal característica a resistência às condições climáticas, como os períodos de estiagem e a patógenos (14). O mandacaru (C. jamacaru) é uma cactácea que apresenta grande longevidade, crescendo em solos pedregosos, por conta das incertezas climáticas esta cactácea se torna uma alternativa alimentar e uma fonte de água para os animais na época de estiagem (15).

**Figura1.** *Cereus jamacaru* (nome popular: mandacaru) (A) e (B).

A 

B 

FONTE: Imagem (A): Adobe Stock, 2023. Disponível em: https://stock.adobe.com/pt/images/cactus-fabulous-in-caatinga/554003883?prev_url=detail. Acesso em 25. dez. 2023. Imagem (B): Adobe Stock, 2023. Disponível em: https://stock.adobe.com/pt/images/countryside-landscape-with-a-mandacaru-cereus-jamacaru-widespread-cactus-in-the-brazilian-northeast/437416458?prev_url=detail. Acesso em 25. dez. 2023.

Na Figura 2 está representado a ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*), que faz parte da família *Cactaceae* e é uma das poucas espécies que, durante seu desenvolvimento gera folhas verdadeiras e que podem ser utilizadas como hortaliças (17). Essa planta, que no latim significa "rogai por nós", pertence ao reino *Plantae*, classe *Magnoliopsida*, ordem *Caryophyllales*, família *Cactaceae* e gênero *Pereskia*, *Pereskia aculeata* Miller (7). É amplamente encontrada no Brasil e é também denominada de carne vegetal, lobrobó, rogai por nós ou carne de pobre (17;18). A ora-pro-nóbis (*P. aculeata*) possui maior incidência nos estados da região Sudeste do Brasil, onde acontece festivais com o intuito de comercializar os produtos que se utilizam dessa matéria prima (19). De fácil adaptação aos solos e resistente a diferentes climas do país, também é cultivada em outras regiões, além de possuir baixo custo de aquisição e apresenta possibilidade de cultivo nos quintais das residências (17; 20).

**Figura 2.** Folhas e flores da ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) (C) e (D).

C 

D 

FONTE: Imagem (C): Adobe Stock, 2023. Disponível em: https://stock.adobe.com/pt/images/sydneyaustralia-ripening-fruit-on-a-pereskia-aculeata-or-barbados-gooseberry-vine/435162314?prev_url=detail. Acesso em: 25.dez. 2023. Imagem (D): Adobe Stock, 2023. Disponível em: https://stock.adobe.com/pt/images/ora-pro-nobis-pereskia-aculeata/333989516?prev_url=detail. Acesso em 25. dez. 2023.

Em razão do seu alto teor proteico e relevante valor biológico em aminoácidos essenciais, a utilização da ora-pro-nóbis (*P. aculeata*) pode ser uma alternativa para compor as principais refeições (21; 18), além disso a ora-pro-nóbis (*P. aculeata*) apresenta baixo teor lipídico e elevado teor de fibras e minerais (16), seu potencial antioxidante é bastante expressivo e se apresenta superior ao de outros vegetais, como

brócolis, espinafre e beterraba (22; 23). Para fins alimentícios a ora-pro-nóbis (*P. aculeata*) apresenta-se como uma planta de uso versátil, pode ser consumida refogada, em saladas, tortas e, também em massas alimentícias, a exemplo do macarrão (24). O alto conteúdo proteico e de fibras do tipo 17 mucilagens da *P. aculeata* (25; 26; 27; 28) e a ausência de toxicidade de suas folhas, as tornam importantes na alimentação humana (na forma de sopas, refogados, mexidos, omeletes, saladas, biscoito doce e torta salgada) e animal (25;28;26; 29). Rocha et al. (30) destacam a presença dessa planta em preparações como farinhas, saladas, refogados, tortas e na indústria alimentícia, já tendo sido desenvolvida e aprovada, com um índice de aceitabilidade >70%, uma massa de macarrão do tipo talharim adicionado de ora-pro-nóbis desidratada.

Sartori et al. (24) afirma que saber identificar, cultivar e consumir as PANC gera contribuição com a valorização das culturas alimentares, nas quais essas plantas fazem parte e evita que elas desapareçam do nosso cotidiano. Além de que, contribui para valorar a biodiversidade, promover a segurança alimentar e nutricional, a soberania alimentar e garantir o direito à alimentação adequada e saudável.

Diante do exposto, o objetivo desse projeto foi elaborar uma farinha do cladódio do mandacaru (*C. jamacaru*) e as folhas da *ora-pro-nóbis* (*P. aculeata*) e o desenvolvimento de uma massa fresca.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Preparação das farinhas e massas alimentícias

Para a realização das formulações das massas, primeiro fez-se necessária a elaboração das farinhas (Figura 3). Esta etapa foi realizada em laboratório, onde as amostras do cladódio de mandacaru (*C. jamacaru*) e das folhas da *ora-pro-nóbis* (*P. aculeata*) foram higienizadas com solução de hipoclorito de sódio a 2,5%, cortadas e levadas para desidratação em estufa com circulação e renovação de ar a 70 ºC por cinco horas. Após a desidratação, o produto obtido foi triturado e passado por uma peneira granulométrica nº 20
para o mandacaru (*C. jamacaru*) e nº 32 para a *ora-pro-nóbis* (*P. aculeata*) a fim de retirar possíveis resíduos não aproveitáveis.

**Figura 3.** Farinhas elaboradas com cladódio de mandacaru (*C. jamacaru*) e das folhas da *ora-pro-nóbis* (*P. aculeata*).



**E** **F**

FONTE: Imagem (E): Própria autora, arquivo pessoal (2023). Imagem (F): Própria autora, arquivo pessoal (2023).

A partir da obtenção da farinha, foram elaboradas as massas alimentícias (Figura 4). Para a elaboração de massa fresca adicionada de 4% de farinha mista de mandacaru (*C. jamacaru)* e *ora-pro-nóbis* (*P. aculeata)*, que para elaboração desta farinha mista será utilizado 80% da farinha de mandacaru (*C. jamacaru)* e 20% da farinha de *ora-pro-nóbis* (*P. aculeata).*

**Figura 4.** Massas elaboradas com as farinhas de cladódio de mandacaru (*C. jamacaru*) e das folhas da *ora-pro-nóbis* (*P. aculeata*).



**G** **H**

FONTE: Imagem (G): Própria autora, arquivo pessoal (2023). Imagem (H): Própria autora, arquivo pessoal (2023).

### Análise da composição centesimal

A análise de teor de umidade é determinada de acordo com o método 31.1.02 da AOAC (1995), que onde utiliza-se estufa de secagem com circulação e renovação de ar a 105 °C, até peso constante, cerca de 4 a 6 horas. As amostras foram pesadas em balança analítica (precisão de ±0,0001g) e adicionadas a estufa de secagem pelo tempo determinado. Após, foram deixadas em dessecador até atingirem temperatura ambiente, e depois pesou-se as amostras. Para a determinação do teor de cinzas, as amostras das farinhas pesadas em balança analítica (precisão de ±0,0001g) foram carbonizadas até cessar a liberação de fumaça e, em seguidas calcinadas em mufla a 550 °C até obter peso constante, de acordo com o método 31.1.04 da AOAC (1995) por 5 horas.
A determinação do teor de proteínas se deu pela técnica de micro-Kjeldahl, baseado em hidrólise e posterior destilação da amostra, utilizando o fator 6,25 x %N, de acordo com o método 31.1.08 da AOAC (1995). A mensuração do teor de lipídios foi obtida por extração em Soxhlet durante 10 horas e após evaporação do solvente, de acordo com o método 31.4.02 da AOAC (1995). A análise de fibras se dá através de digestão do material em solução de $H2SO_4$ a 1,25% p/v por 30 minutos, seguida de NaOH 1,25% m/v por mais 30 minutos, de acordo com AOAC (1995).
Os carboidratos da farinha de mandacaru (*C. jamacaru*) e da farinha de ora-pro-nóbis (*P. aculeata*) foram determinados por diferença, onde subtrai-se de 100 o somatório de proteínas, lipídios, cinzas, umidade e fibra bruta e os resultados da análise centesimal das farinhas são expressos em percentual, segundo Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão os resultados dos valores centesimais da farinha de mandacaru (*C. jamacaru*) e da farinha de *ora-pro-nóbis* (*P. aculeata*).

**Tabela 1.** Análise centesimal das farinhas de mandacaru (*C. jamacaru*) e ora-pro-nóbis (*P. aculeata*).

| *Análise* | *Valores médios C. jamacaru* | *Valores médios P. aculeata* |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| **Umidade (%)** | 6,58±1,40 | 2,86±0,07 |
| **Cinzas (%)** | 10,74±0,46 | 15,22±0,09 |
| **Proteínas (%)** | 16,04±1,36 | 30,97±0,78 |
| **Lipídeos (%)** | 0,86±0,09 | 4,61±1,14 |
| **Carboidratos (%)** | 58,63±2,70 | 39,42±0,61 |
| **Fibra Bruta (%)** | 5,44±1,02 | 6,30±0,89 |
| **Valor energético (Kcal)** | 205,09±7,84 | 216,16±9,28 |

Fonte: Dados da pesquisa, elaborada pela autora (2023).

Na Tabela 1 observou-se que o teor de umidade da farinha do cladódio de mandacaru (*C. jamacaru*) foi de 6,58 ± 1,40. Valores considerados adequados segundo a legislação brasileira, onde o limite máximo de umidade é de 15g/100g para farinhas, amidos e farelos (32). A quantidade de carboidratos foi de 58,63 ± 2,70, capaz de suprir as necessidades básicas para esse componente baseados em uma dieta de 2000 Kcal (33). Um alimento rico em fibra deve conter 6 g/100g de fibras para que este esteja dentro da recomendação diária nutricional da ingestão de fibras, a farinha do cladódio do mandacaru (*C. jamacaru*) mostrou valores médios de 5,44 ± 1,02 de fibras, o que garante 90,67% do consumo diário recomendado (34).

A análise do teor proteico das amostras de mandacaru (*C. jamacaru*) foi de 16,04 ± 1,36 %. E apresentou baixa disponibilidade de lipídeo (0,86±0,09), podendo ser considerada uma opção para dietas hipolipídicas. Não foram encontrados trabalhos que analisassem a composição físico-química da farinha do cladódio de mandacaru, nos quesitos de umidade, cinzas, fibras totais, carboidratos, proteínas e lipídeos.

Os resultados observados nas análises de composição centesimal da farinhas das folhas da *ora-pro-nóbis* estão na Tabela 1. O teor de umidade foi de 2,86±0,07, valores abaixo de Girão et al. (18) encontrou valores de 14,55% para estas folhas. As farinhas apresentam teor de umidade que corroboram com a média considerada segura pela legislação brasileira, onde o limite máximo de umidade é de 15g/100g para farinhas, amidos e farelos (33).

Os valores encontrados de carboidratos foram de 39,42% enquanto Girão et al. (18), encontrou 3,32%. A dieta adequada de um adulto, de acordo com as recomendações internacionais, deve envolver um consumo diário de 2000 Kcal. Uma dieta caloricamente balanceada, requer que 45 a 55% desse consumo seja proveniente de carboidratos (34). Os teores de fibras alimentares totais encontrados nas amostras foram de 6,30%. Girão et al., (18) encontrou a concentração de 29,62%, porém Morton, (35), encontrou 9,1 a 9,6% para as folhas da ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*). A análise do teor proteico das amostras apresentou 30,42%, os resultados desta pesquisa corroboram com os de Girão et.al. (18). Brasil (1998), descreve que para que um alimento seja considerado rico em fibras, deve apresentar mínimo de 6g fibras/100g (sólidos) do produto e a recomendação nutricional de consumo diário de fibras é de 25 a 30 gramas/dia (Brasil, 1998). A análise do teor proteico das amostras de ora-pro-nóbis (P. aculeata) deste trabalho revelou valor médio de 30,97%, valores encontrados por Girão et al., (2003) revelam 19,67%, Almeida Filho e Cambraia (1974) encontraram teores de proteína que variou de 17,4% a 25,4% e Silva et al. (2005) relataram 24,73%, resultados estes que são semelhantes com esta pesquisa. A baixa disponibilidade de lipídeos é uma vantagem da ora-pro-nóbis, podendo ser utilizada em dietas com restrição de lipídeos. Nas análises deste estudo foram encontrados valores médios de

4,61%, corroborando com os de Girão et al., (2003) que encontrou 4,96% e por Morton (1987) que encontrou valores de 6,8% a 11,7%.

## CONCLUSÕES

A elaboração da farinha permite o aumento da vida útil devido a redução da umidade e atividade de água (*Aw*). Além de facilitar transporte, armazenamento e a variedade de aplicação em diferentes produtos. A análise da composição centesimal destas Plantas Alimentícias Não Convencionais mostrou que mais estudos precisam ser realizados com estas cactáceas de espécies pouco convencionais. E que os resultados das análises da farinha do cladódio do mandacaru e das folhas da *ora-pro-nóbis* elucidam que as plantas são riquíssimas em valor nutricional, principalmente em proteínas. Assim, o uso das cactáceas para fins alimentícios deixa de ser cada vez mais um estigma e vem se tornando algo viável dentro da alimentação humana. A massa fresca elaborada com as farinhas propostas não apresentou sabor e/ou textura que viesse a se tornar estranha ao paladar, dessarte, se torna uma ótima opção para a inclusão de cactáceas na alimentação e de fonte de proteína vegetal, carboidratos e vitaminas.

## REFERÊNCIAS

1. FAROOQ, U.; SHAFI, A.; AKRAM, K.; HAYAT, Z. Fruits and nutritional security Fruit Crops: Diagnosis and Management of Nutrient Constraints, **Elsevier**, 1-12, 2019.

2. ARAÚJO, F. F, NERI-NUMA, I. A, PAULO FARIAS, D, CUNHA, G. R. M. C., & PASTORE, G. M. Wild Brazilian species of Eugenia genera (Myrtaceae) as an innovation hotspot for food and pharmacological purposes. **Food research international**, 121, 57-72, 2019.

3. ARAÚJO, C. M.; SAMPAIO, K. B.; MENEZES, F. N. D. D.; ALMEIDA, E. T. D. C.; LIMA, M. D. S.; VIEIRA, V.B.; OLIVEIRA, M. E.G. Protective Effects of Tropical Fruit Processing Coproducts on Probiotic *Lactobacillus* Strains during Freeze-Drying and Storage. **Microorganismos**, v.8, n.1, p. 96, 2020.

4. TURFANI, V, NARDUCCI, V, DURAZOO, A, GALLI, V, CARCEA M (2017). Technological, nutritional and functional properties of wheat bread enriched with lentil or carob flours. **LWT - Food Science and Technology**, v.78, p.361–366.

5. BAUMGARTNER, B, OZKAYA, B, SAKA, I & OZKAYA, H. Functional and physical properties of cookies enriched with dephytinized oat bran. **Journal of Cereal Science**, 80, 24–30, 2018.

6. LIBERATO, P. S., LIMA, D. V. T., & SILVA, G. M. B. PANCs -Plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. **Environmental Smoke.** v.2, n.2, p. 102-111, 2019.

7. KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil:** guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2014.

8. KELEN, M. E. B., NOUHUYS, I. S. V., KEHI, L. C. K., BLACK, P., & SILVA, D. B. **Plantas alimentícias não convencionais (PANCs):** hortaliças espontâneas e nativas. UFRGS Porto Alegre, 2015.

9. VAIADO, B. **A FAO anunciou que o cacto é o alimento do futuro. Por quê?.** Cacto como alimento, São Paulo, 6 dez. 2017.

10. HUNT, D.; TAYLOR, N. The genera of Cactaceae - **Progress Toward Consensus. Bradleya.** p.85-107. 1990.

11. ZAPPI, D. *et al*. **Plano de ação nacional para a conservação das Cactáceas**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Icmbio. Brasília, 2011.
12. CAVALCANTE, A.; TELES, M.; MACHADO, M. **Cactos do semiárido do Brasil**: Guia ilustrado. Campina Grande: INSA, 2013. 103p. : Il. ISBN: 978-85-64265-05-9.

13. SILVA, L. R.; ALVES, R. E. Caracterização físico-química de frutos de "mandacaru". **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v.7, n.2, p.199-205, 2009.

14. DANTAS, J. I. M.; OLIVEIRA, M. G. B. Versatilidade no uso medicinal de mandacaru (*Cereus jamacaru*) *Cactaceae*. **Diversitas Journal**, v. 4, n. 2, p. 384-392, 2019.

15. SANTOS NETO, J. P.; SILVA, V. D. N.; SILVA, P. A.; SANTOS, Y. M. P.; MONTEIRO, P. H. S.; SILVA, L. A. S. G. Características físico-químicas do fruto do mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) cultivado no sertão alagoano. **Revista Craibeiras de Agroecologia,** v. 4, n. 1, p. 7141, 2019.

16. SILVA, C. E. **Desenvolvimento, caracterização e análise sensorial de bolo a partir da farinha de xiquexique (*Pilosocereus gounellei*).** 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2019.

17. BRASIL. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortaliças não convencionais.** Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília: Mapa/ACS, 2010. 92p.

18. GIRÃO, L. V. C.; SILVA FILHO, J. C. da; PINTO, E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. Avaliação da composição bromatológica de *ora-pro-nóbis*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, jul., 2003.

19. NETTO, M. M. *OR* em Pompéu: gastronomia na serra de Sabará/MG. **Geograficidade**, v. 4, p. 36-46, 2014.

20. SOUZA, M. R. M.; CORREA, E. J. A; GUIMARÃES, G.; PEREIRA, P. R. G. O potencial do *OR* na diversificação da produção agrícola familiar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 3550-3554, 2009.

21. ALMEIDA, M. E. F.; JUNQUEIRA, A. M. B.; SIMÃO, A. A.; CORRÊA, A. D. Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como *ora-pro-nóbis*. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 431-439, 2014.

22. SOUZA, T. C. L. **Perfil de compostos fenólicos extraídos de folhas de *ora-pro-nóbis* (*Pereskia Aculeata* Miller)**. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2014.

23. MATTILA, P.; HELLSTRÖM, J. Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 4, p. 152–160, 2007.

24. SARTORI, V. C. *et al*. **Plantas Alimentícias Não Convencionais – PANC:** resgatando a soberania alimentar e nutricional. Caxias do Sul, RS: Educs, 2020.

***25.*** MERCÊ, A.L.R. *et al*. Complexes of arabinogalactan of ***Pereskia aculeata*** and Co2+, Cu2+, Mn2+, and Ni2+. **Bioresource Techonology**, v.76, n.1, p.29-37, 2001a. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096085240000078X. Acesso em: 22 dez. 2023.

26. ROSA, S.M.; SOUZA, L.A. Morfo-anatomia do fruto (hipanto, pericarpo e semente) em desenvolvimento de ***Pereskia aculeata*** Miller (***Cactaceae***). **Acta Scientarium Biological Sciences**, v.25, n.2, p.415-428, 2003. Disponível em: http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/2046/1508 .Acesso em: 22 de out. 2023.

27. DUARTE, M.R.; HAYASHI, S.S. Estudo anatômico de folha e caule de ***Pereskia aculeata*** Mill. (***Cactaceae***). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.15, n.2, p.103-109, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-695X2005000200006&script=sci_arttext. Acesso em: 22 out. 2023.

28. FIDÉLIX, M.P. et al. Estudo experimental sobre as características nutricionais e sensoriais do *ora-pro-nobis* (***Pereskia aculeata*** Mill). **Nutrição Brasil**, v.9, n.6, p.392-397, 2010.

29. DIAS, A.C.P. *et al.* Avaliação do consumo de hortaliças não convencionais pelos usuários das Unidades do Programa Saúde da Família (PSF) de Diamantina – MG. **Alimentos e Nutrição**, v.16, n.3, p.279-284, 2005. Disponível em

http://servbib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/481/447 Acesso em: 22. out. 2023.

30. TAKEITI, C.Y. *et al*. Nutritive evaluation of non-conventional leafy vegetable (***Pereskia aculeata*** Miller). **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.60, n.1, p.148-160, 2009.

31. ROCHA; D.R.C. *et al.* Macarrão adicionado de *ora-pro-nóbis* (*Pereskia aculeata* Miller) desidratado. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.4, p. 459-465, out. /dez. 2008. Disponível em: http://servbib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewArticle/656. Acesso em 15 de abr. de 2023.

32. LAJOLO, F. M.; CALIXTO, F. S.; PENNA, E. W.; MENEZES, E. W., Fibra dietética em Iberoamérica: **tecnología y salud**. São Paulo: Varela, 2001. 472 p.

33. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos farinhas e farelos.** Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 de setembro de 2005.

34. CELESTE, R. K.; Rev. Saúde Pública 2001, 35, 217.

35. MORTON, J.F. Barbados gooseberry. In:_____. **Fruits of warm climates.** Miami: Creative Resource Systems, p. 349-351, 1987. Disponível em: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/barbados gooseberry.html. Acesso em:14 nov. 2023.

**Capítulo 85**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-85**

# POTENCIAIS APLICAÇÕES DE ARROZ PIGMENTADO NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

**Adolfo Pinheiro de Oliveira *; Deborah Gomes de Oliveira; Jordana Nunes de Oliveira; Andressa Cavalcante do Nascimento; Thatyane Mariano Rodrigues de Albuquerque; Evandro Leite de Souza**
**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:* adolfopoliveira@gmail.com

**Resumo:** O arroz pigmentado é tradicionalmente cultivado e consumido em países asiáticos, onde representa uma das principais fontes de energia, devido ao seu alto teor de carboidratos. Mais recentemente, o interesse pelo arroz pigmentado e seu consumo também cresceram nos países ocidentais. Isso pode ser atribuído a presença de compostos bioativos, incluindo antocianinas, flavonoides e ácidos fenólicos. A pesquisa bibliográfica foi realizada utilizando os descritores brown rice; purple rice; black rice e red rice, de forma isolada na base de dados ScienceDirect, dos últimos 5 anos, sendo recuperado 1256 artigos com amostra final de 11 artigos. As variedades de arroz pigmentado, preto, marrom, roxo e vermelho têm sido incorporado em formulações de produtos alimentícios, sendo adicionado de diferentes formas, seja o grão do arroz, farelo ou seus subprodutos em bolos, pães, massas, bebidas fermentadas, snacks, sendo verificado resultados expressivos na melhora do teor nutricional, características físico-químicas e sensoriais do alimento. Portanto, pode ser considerada uma forma alternativa de enriquecimento nutricional e compostos promotores de saúde na nutrição humana. Além disso faz-se necessário uma maior disseminação de informações quanto ao incentivo ao cultivo, comercialização e ingestão dessas variedades de arroz, no tocante aos benefícios para as cadeias socioprodutivas e de consumo.

**Palavras-chave:** Arroz colorido; Alimentos; Desenvolvimento; Propriedades tecnológicas.

## Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um alimento básico para mais da metade da população mundial. Atender à demanda futura de oferta de arroz para a crescente população, que deve chegar a 98,5 bilhões até 2030 (1), é fundamental para garantir a segurança alimentar e nutricional. A maioria dos nutrientes encontrados no grão de arroz se acumulam na camada de aleurona exterior e no embrião, sendo o endosperma composto principalmente de amido. Porém, o processo de descasque e de moagem descarta a maioria dos micronutrientes, ácidos graxos, antioxidantes e fibras (2).

A qualidade nutricional do grão produzido por certas variedades tradicionais tem se mostrado maior do que a dos grãos produzidos por variedades de arroz convencionais e modernas, em grande parte devido ao acúmulo mais efetivo de compostos bioativos (3). Um crescente interesse do consumidor em produtos alimentares promotores da saúde está gerando um mercado substancial para o arroz pigmentado com melhor teor nutricional e benefícios a saúde, principalmente, em determinadas populações onde o arroz é o

alimento base da alimentação e cultivo pelos produtores, pensando no aspecto econômico (4).

O arroz pigmentado é tradicionalmente cultivado e consumido em países asiáticos, onde o arroz representa uma das principais fontes de energia, devido ao seu alto teor de carboidratos (5). As variedades de arroz pigmentado (preto, marrom, roxo ou vermelho) contém vários compostos biologicamente ativos, como ácidos fenólicos, antioxidantes, vitaminas, fitatos, tocoferóis e carotenóides com efeitos benéficos sobre a saúde (6). Os principais compostos bioativos encontrados no arroz vermelho, preto, roxo e marrom incluem ácido gálico, protocatecuico, hidroxibenzóico, vanílico e cianidina 3-O-glicosídeo, peonidina-3-O-glicosídeo, proantocianidina, flavanol, catequina e epicatequina, carotenóides e γ-orizanol (7).

Embora o arroz pigmentado ofereça uma valiosa fonte de nutrientes, a retenção dos nutrientes é influenciada por diferentes processos. Recentemente, técnicas avançadas de processamento pós-colheita têm sido empregadas para otimizar os benefícios nutricionais do arroz pigmentado. Na última década, a inovação tecnológica levou ao desenvolvimento de produtos alimentares com base no arroz pigmentado (8).

O arroz pigmentado está entre os grãos mais utilizados na fabricação de produtos alimentares inovadores com melhor qualidade nutricional e características sensoriais distintas. À medida que a população se torna mais consciente da relação entre nutrição e saúde, a busca por alimentos ricos em nutrientes tende a aumentar. A utilização das principais variedades de arroz preto, vermelho, marrom ou roxo tem sido relatado na elaboração de biscoitos/cookies, bolos, farinha do arroz no pão, cereais matinais, produtos de panificação sem glúten e iogurtes enriquecidos.

Esta revisão enfoca na potenciais aplicações das variedades de arroz pigmentado (roxo, preto, marrom e vermelho) na elaboração de produtos alimentícios e efeitos do processamento na sua composição.

## Metodologia

A pesquisa bibliográfica foi realizada utilizando os seguintes descritores de forma isolada com o filtro de título, resumo ou palavras-chave especificadas pelo autor, e a quantidade de artigos recuperados na base de dados ScienceDirect foram: brown rice (508); purple rice (56); black rice (288) e red rice (404), nos últimos 5 anos (2019-2024), totalizando 1256 artigos. Foram excluídos os artigos duplicados (64), e em seguida foi realizado a leitura do título e resumo dos artigos para verificação da inclusão dentro da temática. Após essa etapa, 11(onze) artigos foram selecionados para compor o capítulo dessa revisão bibliográfica.

## Desenvolvimento

O arroz pigmentado, em geral, tem se tornado objeto de pesquisa para utilização do grão ou subproduto do processamento na elaboração de produtos alimentícios, no intuito de aproveitar os atributos nutricionais e tecnológicos que esse alimento pode conferir ao produto. Os produtos de panificação têm um crescimento expansivo, principalmente por questões de preço, onde alguns alimentos são de baixo custo, com matéria-prima facilmente disponível e prazo de validade maior. Com isso, a indústria de alimentos procura elaborar produtos que melhorem as características de produtos já existentes no mercado ou a inovação com o desenvolvimento de novas formulações que atendam às exigências dos consumidores. Na Tabela 1 estão dispostos os estudos

realizados com a aplicação de variedades de arroz pigmentado na elaboração de produtos alimentícios.

As variedades de arroz pigmentado têm sido incorporadas em formulações de produtos de panificação, podendo ser adicionado de forma isolada ou associado com outros componentes em bolos, pães, massas e *snacks*. Avaliou-se os efeitos do enriquecimento em pães com antocianinas extraídas do arroz preto na sua microestrutura, onde os componentes reduziram a digestibilidade e a gelatinização do amido, além de aumentarem a cristalinidade. Assim, o pão enriquecido com antocianina de arroz preto pode ser adicionado em dietas ricas em carboidratos para rápida digestão (9).

A depender da variedade de arroz pigmentado e dos processos que são submetidos, o teor de antocianinas pode diminuir, o que não necessariamente indica um ponto negativo. Foi observado que o método de extrusão reduziu o teor de antocianinas no arroz pigmentado, permitindo o aumento do valor nutricional e a melhora das propriedades físicas dos lanches de *snacks* elaborados com arroz convencional e pigmentado (10).

O processo de extrusão é utilizado para melhorar as propriedades funcionais da farinha de arroz sem que ela sofra qualquer modificação química, além de evitar a retrogradação do amido em produtos alimentícios ricos desse componente. Em outro estudo, Das et al. (2019) (11) verificou que o processo de extrusão modificou as propriedades texturais dos bolos feitos com a massa de farinha de arroz vermelho extrusada. Além disso, as propriedades fitoquímicas diminuíram com o aumento da temperatura de extrusão.

O processo de germinação também pode influenciar nas propriedades do produto final elaborado com o arroz. Muller et al. (2021) (12) avaliou o efeito do tempo de germinação nas propriedades bioativas e aplicação de arroz vermelho em cupcakes. O aumento do tempo de germinação permitiu a redução do teor de cinzas, umidade e pH, além de aumentar o teor de ácidos fenólicos, flavonoides individuais e ácido gama-aminobutírico.

A adição de farinha de arroz pigmentado (preto, vermelho ou marrom) e enzima transglutaminase em substituição a ingredientes vem sendo aplicada, como no estudo realizado por Lang et al. (2020) (13) para otimizar as características de produtos sem glúten. A adição de farinha de arroz vermelho melhorou a maciez do miolo do bolo e teor de compostos fenólicos. A enzima endoxilanase é vista como potencial ingrediente funcional ao ser inserida na união do farelo de arroz vermelho na elaboração de produtos panificáveis utilizando secagem em tambor. O farelo demonstrou ótima estabilidade de armazenamento e prolongamento de vida útil, além de ter as propriedades funcionais e nutricionais melhoradas. Esse farelo foi adicionado em pão torrado, mingau de aveia, barra de amendoim e panqueca de arroz, onde os produtos apresentaram uma ótima aceitação pelos consumidores através da análise sensorial dos produtos (14).

Outra enzima analisada consiste na transglutaminase, a qual foi avaliada a influência da sua concentração em relação ao tempo de amassamento na qualidade, textura e conteúdo nutricional de massa sem glúten. À medida que a concentração da enzima e o tempo de amassamento aumentaram, as propriedades de panificação melhoraram, evidenciadas pela redução da perda da massa e pelo aumento do índice de inchamento e do teor de umidade final. Além disso, ocorreu o aumento da firmeza, coesão e mastigabilidade da massa (15).

A utilização de arroz pigmentado contribui no fortalecimento de componentes importantes do produto alimentício, como é o caso de produtos de panificação feitos à base de arroz vermelho e branco que tiveram seus compostos bioativos fortificados com

a adição do arroz preto na formulação em pesquisa realizada por Shozib et al. (2021) (16). O arroz preto promoveu o aumento dos teores de minerais, proteínas, ácidos e cianidina-3-glicosídeo. A combinação de arroz pigmentado (vermelho e preto) aplicados em produtos de panificação pode desempenhar um papel importante na melhoria do valor nutricional.

A utilização de diferentes cultivares de arroz pigmentado como ingrediente do *idli* (massa preparada a partir de uma massa auto fermentada de arroz), apresentou notável melhora na qualidade nutricional do produto acabado, principalmente em termos de proteínas, amilose, aminoácidos, fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante (17).

A busca pela alimentação saudável tem se expandido, enquanto paralelemente a ingestão de produtos fermentados mostra-se como uma ótima opção para ingerir bactérias probióticas e seus metabólitos, que oferecem diferentes benefícios à saúde. Bactérias probióticas foram isoladas da água de arroz vermelho fermentado, mostrando que o arroz apresentava microrganismos gram positivos (*Pediococcus pentosaecus* e *Lactococcus lactis*) que possuíam propriedades probióticas *in vitro* desejáveis. O consumo da água de arroz fermentado melhora a saúde da microbiota intestinal e função do sistema imunológico (18).

No mercado existe uma diversidade de produtos que utilizam o arroz como base para fermentação, por exemplo, bebidas fermentadas e massas. Os produtos fermentados estão ganhando espaço entre os consumidores e no campo da pesquisa no intuito de melhorá-los. A bebida fermentada de arroz preto-marrom apresentaram uma concentração alcoólica preferível e melhores níveis de atividade antioxidante, além de elevados teores de antocianinas e flavonoides em comparação com outra bebida utilizando arroz não pigmentado na fermentação (19).

## Conclusões

As variedades de arroz pigmentado ou seus subprodutos após processamento estão sendo utilizados na elaboração de diferentes produtos alimentícios, como biscoitos, massas, pães, bebidas fermentadas, como ingredientes funcionais e como alternativa para melhorar produtos devido à sua capacidade de aumentar a qualidade nutricional e características físico-químicas, sem comprometer a palatabilidade. A elaboração de produtos com os grãos do arroz pigmentado nas diferentes formas, *in natura*, germinado, farelo, ou água de imersão do arroz, pode ser considerada uma forma alternativa de enriquecimento nutricional e compostos promotores de saúde na nutrição humana. O desenvolvimento de políticas de incentivo ao cultivo e comercialização do arroz pigmentado e disseminação das informações sobre os benefícios do consumo desse produto são necessários para agregar valor ao produto, estimulando aos produtores e fornecendo conhecimento aos consumidores.

**Tabela 1** - Utilização de variedades de arroz pigmentado na elaboração de produtos alimentícios.

| Variedade | Objetivo | Produto elaborado | Efeitos | Referência |
|---|---|---|---|---|
| Preto vermelho | eAvaliar o uso do arroz preto para reforçar o teor de cianidina-3-glicosídeo (C3G) no arroz vermelho e branco polido com pericarpo ou em produtos de panificação à base de arroz. | Bolo | Black rice had higher protein, mineral acids and C3G content. | Shozib et al., 2021 |
| Vermelho | Determinar as características reológicas, como cisalhamento em estado estacionário e características oscilatórias dinâmicas de massas de farinha de arroz nativas e modificadas por extrusão, examinar a adequação da regra de Cox-Merz para correlacionar dados de cisalhamento e oscilação constantes e determinar os atributos fitoquímicos, texturais, de cor e sensoriais da farinha extrusada e/ou bolos desenvolvidos. | Bolo | O processo de extrusão modificou as propriedades texturais do bolo. Além disso, as propriedades fitoquímicas diminuíram com o aumento da temperatura de extrusão. | Das et al., 2019 |
| Vermelho | Avaliar o efeito do tempo de germinação na nutrição, propriedades bioativas e aplicação de arroz vermelho em cupcakes. | *Cupcakes* | O aumento do tempo de germinação permitiu a redução dos teores de cinzas, umidade e pH, além de aumentar o teor de ácidos fenólicos, flavonoides individuais e ácido gama-aminobutírico (GABA). | Muller et al., 2021 |
| Vermelho preto | Investigar o impacto da extrusão nas características nutricionais e físicas de lanches feitos de arroz convencional e pigmentado. | *Snacks* | O arroz preto apresentou maior teor de antocianina e capacidade antioxidante, mesmo após a extrusão. Além disso, o método de extrusão reduziu o teor de antocianina no arroz pigmentado, permitindo que o valor nutricional fosse aumentado e as propriedades físicas dos lanches fossem melhoradas. | Blandino et al., 2022 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Preto | Avaliar os efeitos do enriquecimento do pão com extrato de antocianina de arroz preto (BRAE) sobre sua microestrutura, em relação à digestibilidade do amido. | Pão | As antocianinas do arroz preto (BRAE) reduziram a digestibilidade do amido e a gelatinização, além de aumentar a cristalinidade. | Ou et al., 2022 |
| Vermelho | Avaliar o processamento do farelo de arroz vermelho tratado com endoxilanase (ERB) por tratamento de secagem em tambor, avaliando as qualidades cruciais para a inclusão de ERB como ingrediente alimentar funcional. | Produtos de confeitaria | A secagem em tambor reduziu os componentes nutracêuticos e reteve os fenólicos, além de aumentar os flavonoides ligados. A inclusão de ERB seco em tambor mostrou bom potencial para uso como ingrediente alimentar funcional. | Sapna et al., 2023 |
| Vermelho | Influência da concentração de transglutaminase (TG) e do tempo de amassamento na qualidade, textura e conteúdo nutricional da massa sem glúten. | Massa sem glúten | À medida que a concentração de TG e o tempo de amassamento aumentaram, as propriedades de cozimento melhoraram, evidenciadas pela redução da perda de massa da massa e aumento do índice de inchaço e do teor de umidade final. Além disso, também há um aumento na firmeza, coesividade e mastigabilidade da massa. | Ramos et al., 2023 |
| Preto | Caracterizar a bebida à base de arroz fermentada a partir de arroz glutinoso pigmentado e não pigmentado e otimizar o bioprocesso de produção da bebida fermentada de arroz. | Bebidas de arroz fermentado | A bebida fermentada de arroz glutinoso preto-marrom germinado apresentou concentração alcoólica preferível e melhores níveis de atividade antioxidante, além de altos níveis de antocianinas e flavonoides. Bebidas fermentadas de arroz produzidas a uma temperatura de 30°C e com dosagens iniciais (Nan) de 1,0% podem ter alta qualidade e um poderoso potencial antioxidante para a indústria. | Cheirsilp et al. 2023 |
| Vermelho | Isolar bactérias probióticas da água de arroz fermentada ácida tradicional e avaliar sua atividade probiótica. | Produtos fermentados | Organismos gram-positivos isolados (Pediococcus pentosaecus e Lactococcus lactis) de água de arroz fermentada ácida tradicional possuíam propriedades probióticas *in vitro* desejáveis. | Dharsini et al., 2023 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vermelho e preto | Avaliar o efeito de diferentes cultivares de arroz pigmentado em produtos fermentados a vapor (idli) à base de arroz branco. | Produtos fermentados | O uso de arroz pigmentado como ingrediente no idli apresentou melhora notável na qualidade nutricional do produto final, principalmente em termos de proteínas, amilose, aminoácidos, fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante. | Susmitha et al., 2022 |
| Vermelho | Avaliar a influência do intervalo de secagem retardado nas propriedades de cozimento, na digestibilidade *in vitro* do amido e no teor de fenólicos do arroz vermelho. | Secagem de grãos | Houve alterações nas propriedades de cozimento e na digestibilidade do arroz vermelho. Além disso, o teor de proantocianidinas foi reduzido e houve degradação de compostos fenólicos e redução na solubilidade de proteínas em altas temperaturas (25°C). | Lang et al., 2020 |

## Referências

1. Statista. Leading countries based on the production of milled rice in 2022/2023 [Internet]. 2024 [Access at 2024 Jul]. Avaliable from: https://www.statista.com/

2. Sarma R, Kumara Swamy HVV, Shashidhar HE. Dealing with Zinc and Iron Deficiency in Rice: Combine Strategies to Fight Hidden Hunger in Developing Countries. Int J Curr Microbiol Appl Sci. 2018 Mar 20;7(03):1887–95.

3. Berni R, Cantini C, Romi M, Hausman JF, Guerriero G, Cai G. Agrobiotechnology goes wild: Ancient local varieties as sources of bioactives. Vol. 19, International Journal of Molecular Sciences. MDPI AG; 2018.

4. Mbanjo EGN, Kretzschmar T, Jones H, Ereful N, Blanchard C, Boyd LA, et al. The Genetic Basis and Nutritional Benefits of Pigmented Rice Grain. Vol. 11, Frontiers in Genetics. Frontiers Media S.A.; 2020.

5. Fracassetti D, Pozzoli C, Vitalini S, Tirelli A, Iriti M. Impact of cooking on bioactive compounds and antioxidant activity of pigmented rice cultivars. Foods. 2020 Aug 1;9(8).

6. Devi LM, Badwaik LS. Variety difference in physico-chemical, cooking, textural, pasting and phytochemical properties of pigmented rice. Food Chemistry Advances. 2022 Oct 1;1.

7. Sanyal R, S RK, Jawed D, Kumar S, Bishi SK. Pigmented Rice: The Colourful Wonder Grain [Internet]. 2021. Available from: www.bioticainternational.com
8. Tiozon RJrN, Sartagoda KJD, Fernie AR, Sreenivasulu N. The nutritional profile and human health benefit of pigmented rice and the impact of post-harvest

processes and product development on the nutritional components: A review. Crit Rev Food Sci Nutr. 2023 Jul 26;63(19):3867–94.

9. Ou SJL, Yu J, Zhou W, Liu MH. Effects of anthocyanins on bread microstructure, and their combined impact on starch digestibility. Food Chem. 2022 Apr 16;374.

10. Blandino M, Bresciani A, Loscalzo M, Vanara F, Marti A. Extruded snacks from pigmented rice: Phenolic profile and physical properties. J Cereal Sci. 2022 Jan 1;103.

11. Das AB, Bhattacharya S. Characterization of the batter and gluten-free cake from extruded red rice flour. LWT. 2019 Mar 1;102:197–204.

12. Müller CP, Hoffmann JF, Ferreira CD, Diehl GW, Rossi RC, Ziegler V. Effect of germination on nutritional and bioactive properties of red rice grains and its application in cupcake production. Int J Gastron Food Sci. 2021 Oct 1;25.

13. Lang GH, Kringel DH, Acunha T dos S, Ferreira CD, Dias ÁRG, Zavareze E da R, et al. Cake of brown, black and red rice: Influence of transglutaminase on technological properties, in vitro starch digestibility and phenolic compounds. Food Chem. 2020 Jul 15;318.

14. I S, Jayadeep A. Transformation of endoxylanase treated red rice bran into a potential ready-to-use functional food ingredient through drum drying: Impact on physicochemical, nutraceutical, storage, and product forming properties. J Cereal Sci. 2023 Mar 1;110.

15. Ramos NJ da S, Rocha EBM, Gusmão TAS, Nascimento A, Lisboa HM, de Gusmão RP. Optimizing gluten-free pasta quality: The impacts of transglutaminase concentration and kneading time on cooking properties, nutritional value, and rheological characteristics. LWT. 2023 Nov 1;189.

16. Shozib HB, Islam MM, Mahmud SAS, Bari MN, Akter N, Jahan S, et al. Application of Cyanidin-3-Glucosides as a functional food ingredient in rice-based bakery products. Saudi J Biol Sci. 2021 Dec 1;28(12):7472–80.

17. Susmitha T, Bagchi TB, Deb BS, Biswas T, Adak T, Banerjee H, et al. Evaluation of colour, texture and nutritional properties of Pigmented Rice Based Fermented Steamed Food- Idli. Food Chemistry Advances. 2022 Oct 1;1.

18. Dharsini SP, Suganya K, Sumathi S. Identification of potential probiotics from fermented sour traditional rice varieties and *in vitro* simulation studies. Nat Prod Res. 2023 Jul 5;1–8.

19. Cheirsilp B, Satansat J, Wanthong K, Chaiyasain R, Rakmai J, Suwannarach N, et al. Bioprocess Improvement for fermentation of pigmented Thai glutinous rice-based functional beverage (Sato) with superior antioxidant properties. Biocatal Agric Biotechnol. 2023 Jul 1;50.

**Capítulo 86**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-86**

# APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA DE ORGANOGEL EM GELADO COMESTÍVEL SABOR CHOCOLATE

**Karoline Gomes Ribeiro*; Daniel Nascimento da Silva ;Victor Manuel de Sousa Barreto; Gizele Almada Cruz; Francisca Lívia de Oliveira Machado; Julio Cesar Barbosa Rocha; Juliane Doering Gasparin Carvalho**

**Karoline Gomes Ribeiro (Corresponding author) – karolinegomesribeiro@gmail.com*

**Resumo**

O sorvete é fonte de energia na dieta, fornecendo nutrientes como proteínas e cálcio. A gordura de palma, comumente utilizada em sorvetes, contribui para a sua textura, mas está associada a problemas de saúde. O objetivo deste estudo foi investigar o emprego de organogel de óleo de soja e cera de carnaúba como alternativa saudável à gordura de palma, com intuito de reduzir o teor de gorduras saturadas em sorvete sabor chocolate. Foram preparadas quatro formulações: A (gordura de palma, controle), B (100% óleo de soja), C (90% óleo de soja e 10% cera de carnaúba) e D (92% óleo de soja e 8% cera de carnaúba). As amostras foram submetidas a análises físico-químicas. Os resultados mostraram diferenças significativas no parâmetro de viscosidade (130,9 a 202,9 mPa.s) e na estabilidade da emulsão (2,1 a 3,0), resultando em menor viscosidade e maior estabilidade na emulsão com organogel. O overrun e sólidos solúveis totais das amostras C e D não diferiram significativamente em comparação com a A. A amostra D apresentou a menor taxa de derretimento. Em relação às análises de acidez titulável e pH, a adição de organogel não resultou em diferenças significativas. A coordenada de cor a* foi levemente afetada pela cera de carnaúba, mas não houve diferença na luminosidade L* e coordenada b*. Conclui-se que a tecnologia de organogel de óleo de soja e cera de carnaúba tem potencial como substituto da fonte tradicional de gordura saturada em sorvetes, promovendo à saúde do consumidor sem prejudicar as características desejáveis do produto.

**Palavras-chave:** Cera de carnaúba; Óleo de soja; Organogel; Propriedades físico-químicas; Sorvete de chocolate;

## INTRODUÇÃO

O sorvete é um alimento que fornece energia, provendo nutrientes como cálcio de elevada biodisponibilidade, proteína de alta qualidade, carboidratos e vitaminas à dieta. Nesse contexto, para a formulação de uma calda de sorvete são necessários ingredientes básicos como leite, açúcar, gordura, água, aromatizantes, estabilizantes e emulsificantes. Sob o ponto de vista físico-químico, apresenta-se como cristais de gelo, glóbulos de gordura, células de ar, hidrocoloide de proteínas e uma fase aquosa contínua não congelada.

A gordura estabiliza a fase aerada e contribui para caracterização dos atributos de textura e propriedades de fusão do sorvete (1). Este ingrediente tem papel importante para

a qualidade do gelado, visto que confere textura macia e cremosidade ao produto, podendo ser de origem láctea ou vegetal. O sorvete tradicional deve ter no mínimo 6% de gordura, pois essa porcentagem proporciona textura e cremosidade para o produto final. O teor de lipídios é o primeiro a ser definido, pois é o componente de grande relevância para a estrutura do gelado comestível. Os lipídios agem como solventes para a liberação de sabor, afetando as propriedades sensoriais e reológicas do sorvete com base nas formas físicas que a gordura do leite assume durante o processo de fabricação e à medida que o produto é consumido (2).

O emprego de óleos vegetais geralmente é mais vantajoso economicamente que as gorduras de origem lática. Assim, como há grande interesse na seleção da fonte de gordura de triglicerídeos com temperaturas de fusão elevada. As temperaturas de refrigeração e de congelamento afetam o processo de fusão, pois interferem na estrutura de cristal de gordura e na taxa de cristalização (1).

A principal gordura utilizada na produção industrial de sorvetes é o óleo de palma, que é extraído do fruto do dendezeiro, o qual contém altas concentrações de ácidos graxos saturados, que promovem o aumento no colesterol e risco de doenças cardiovasculares. A substituição do consumo de gordura saturada por óleos mono e/ou poli-insaturados oferece benefícios à saúde, como a redução de biomarcadores para doenças cardiovasculares, redução do colesterol plasmático, aumento da saciedade e diminuição de citocinas inflamatórias (3).

Os organogéis são apresentados como substitutos promissores para a aquisição de matrizes lipídicas com propriedades tecnológicas apropriadas em vários setores industriais, incluindo produtos alimentícios, com a finalidade de conferir características de gordura sólida sem a necessidade de grandes quantidades de gordura saturada (4). Estes produtos lipídicos podem estabilizar o óleo no produto e promover melhora no valor nutricional dos alimentos. Ácidos graxos saturados exercem uma influência adversa no sistema cardiovascular dos seres humanos, em comparação com óleos com teor elevado em ácidos graxos insaturados (5).

Diante disso, uma das alternativas para substituir o uso do óleo é o organogel, o qual apresenta vantagens em relação a gordura de palma, pois a sua obtenção é proveniente de gordura insaturada (óleo vegetal), prevenindo o aumento de gorduras saturadas e trans, sem trazer prejuízos à saúde do consumidor. Os organogéis são compostos por materiais viscoelásticos, que possuem substâncias estruturantes e uma fase líquida apolar, sendo necessário, para o seu desenvolvimento, a utilização de ceras vegetais. Nesse contexto, o presente trabalho teve como finalidade a aplicação da tecnologia de organogel composto de óleo de soja e cera de carnaúba (agente estruturante) como fonte de gordura em sorvetes sabor chocolate.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material

Para elaboração das caldas de sorvete foram utilizados como ingredientes: leite em pó integral, açúcar, xarope de glicose, emulsificante, liga neutra e chocolate em pó. Os ingredientes foram obtidos em comércio local. Como fonte de gordura foram empregados o óleo de palma, óleo de soja e cera de carnaúba.

### Método

**Formulação das caldas**

Foram elaboradas quatro amostras de sorvete, todas com 10% de gordura, diferenciando-se na composição da gordura. A amostra A foi elaborada utilizando como fonte de lipídios o óleo de palma (OP100), sendo a amostra controle. A amostra B foi preparada com óleo de soja (OS100). Na amostra C foi usado o organogel composto por 90% de óleo de soja e 10% de cera de carnaúba, e na amostra D (092C8) 92% de óleo de soja e 8% de cera de carnaúba. Todas as amostras apresentaram em sua composição quantidades fixas de água, leite, emulsificante, chocolate em pó, açúcar e xarope de glicose (Tabela 1).

Tabela 1: Formulação das amostras de sorvete de chocolate com diferentes fontes de gordura ou composição de organogel

| Ingredientes | Amostra A | Amostra B | Amostra C | Amostra D |
|---|---|---|---|---|
| Água | 665 mL | 665 mL | 665 mL | 665 mL |
| Leite em pó integral | 100 g | 100 g | 100 g | 100 g |
| Aroma | 2 mL | 2 mL | 2 mL | 2 mL |
| Gordura | 70 g | 70 g | 70 g | 70 g |
| Óleo de Palma | 100g | 0 | 0 | 0 |
| Óleo de soja | 0 | 100g | 90g | 92g |
| Cera de carnaúba | 0 | 0 | 10g | 8g |
| Emulsificante | 10 g | 10 g | 10 g | 10 g |
| Chocolate em pó | 20 g | 20 g | 20 g | 20 g |
| Açúcar | 150 g | 150 g | 150 g | 150 g |
| Xarope | 20 g | 20 g | 20 g | 20 g |

A – sorvete com gordura de palma (controle); B – sorvete com 100% de óleo de soja; C – sorvete com 90% de óleo de soja e 10% de cera de carnaúba; D – sorvete com 92% de óleo de soja e 8% de cera de carnaúba.
Fonte: De autoria própria (2024).

**Preparação do organogel de óleo de soja e cera de carnaúba**

Os organogéis foram preparados por meio de aquecimento e constante agitação do óleo de soja a 80°C em chapa aquecedora. Em seguida, a cera de carnaúba foi adicionada até sua completa dissolução. A mistura foi mantida sob agitação por três minutos e armazenada a 20°C por 24 horas para formação de gel (6) (Figuras 1A e 1B).




Figura 1 – A) Organogel com 10% de cera de carnaúba; B) Organogel com 8% de cera de carnaúba
Fonte: De autoria própria (2024).

## Elaboração do sorvete de chocolate

As caldas foram elaboradas com a mistura dos ingredientes em liquidificador. Em seguida, as caldas foram submetidas ao processo de pasteurização lenta, com o binômio tempo e temperatura de 80°C por 30 minutos. Após a pasteurização, as caldas foram maturadas em congelador a -10°C por 24 horas. Em seguida, foram processadas em batedeira planetária para promover a incorporação de ar. Por fim, as amostras de sorvete foram envasadas e congeladas (Figura 2).

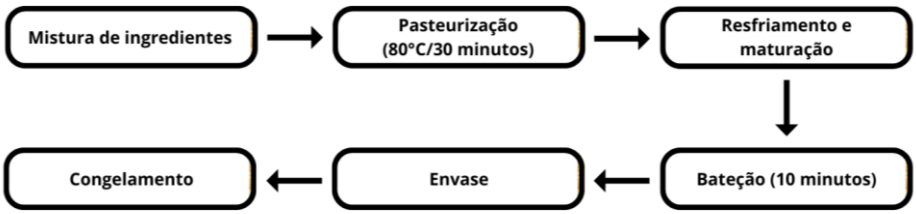



Figura 2 – Fluxograma do processamento do sorvete baseado na tecnologia organogel
Fonte: De autoria própria (2024).

## Análises físico-químicas da calda e dos sorvetes

A calda foi analisada quanto a viscosidade aparente por viscosímetro rotacional (Haake) e o índice de estabilidade da emulsão (IEE). O teste do índice de estabilidade da emulsão foi realizado de acordo com Nikzade et. al. (7), no qual 5 mL (Vo) de cada amostra de calda foi colocado em tubo de ensaio de 15 mL. Os tubos foram colocados em estufa a 80°C e mantidos durante 30 minutos. Após o período de aquecimento, os tubos foram centrifugados a 5000 rpm por 15 minutos. O índice de estabilidade da emulsão (IEE) foi avaliado pelo cálculo do volume de sinérese de óleo e água (Vs) e o volume total da amostra (Vo) (Equação 1).

$$IEE = \frac{Vo - Vs}{Vo}$$ Equação 1

As amostras de sorvete foram analisadas após uma semana de armazenamento para os parâmetros físico-químicos de cor, acidez, pH e teor de sólidos solúveis. A acidez,

pH e teor de sólidos seguiram a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (8). A cor foi avaliada por meio de colorímetro de bancada (modelo CR 400, Konika Minolta®, Japão).

O overrun das amostras foi calculado de acordo com Akin et. al. (9) usando a Equação 2.

$$Overrun = \frac{(Peso\ da\ calda - Peso\ do\ sorvete) * 100}{Peso\ do\ sorvete}$$ Equação 2

Para a determinação de derretimento, utilizou-se a metodologia adaptada de Granger et al. (10), na qual 10 gramas de amostra foram pesadas e mantidas em telas sobre béqueres para coleta do sorvete derretido. A pesagem foi realizada a cada 5 minutos, usando uma balança analítica (Marte AY220), até completar 60 minutos.

**Estatística**

Os dados referentes às análises de viscosidade, índice de estabilidade da emulsão (IEE), teor de sólidos totais, overrun, acidez, pH e cor foram submetidos à análise de variância - ANOVA (5% de significância) e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$), utilizando o programa STATISTICA 10,0 (StatSoft, Tulsa, OK, USA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Viscosidade e Índice de Estabilidade da Emulsão (IEE)

A viscosidade é um parâmetro crucial na formulação de sorvetes, influenciando diretamente a textura, a cremosidade e a percepção sensorial do produto. Neste estudo, a viscosidade aparente das amostras de caldas de sorvete variou de 130,9 a 202,9 mpa.s (Tabela 2). Houve diferença estatística significativa entre as amostras A, B e C, enquanto as amostras C e D não variaram entre si. Com o aumento da viscosidade, a resistência ao derretimento e a cremosidade do produto aumentam (11).

A amostra A (controle, com gordura de palma) apresentou a maior viscosidade (202,9 mPa.s). A alta viscosidade da gordura de palma é atribuída ao seu elevado conteúdo de ácidos graxos saturados, os quais proporcionam uma estrutura mais densa e menos fluida (12). Em contraste, a amostra B (100% óleo de soja) mostrou a menor viscosidade (130,9 mPa.s), refletindo a natureza mais fluida dos ácidos graxos insaturados presentes no óleo de soja (12).

As amostras C (90% óleo de soja e 10% cera de carnaúba) e D (92% óleo de soja e 8% cera de carnaúba) apresentaram viscosidades intermediárias (175,7 mPa.s e 158,6 mPa.s, respectivamente). A adição de cera de carnaúba, como agente estruturante, aumentou a viscosidade em comparação à amostra B, mas não atingiu o nível da amostra A. A cera de carnaúba aumentou a viscosidade do óleo de soja devido à formação de estruturas moleculares complexas e redes cristalinas que restringiram o movimento das moléculas de óleo, aumentando a resistência ao fluxo e, consequentemente, a viscosidade, mas mantendo a fluidez devido ao alto conteúdo de óleo de soja (13).

Os resultados obtidos nessa análise foram próximos aos encontrados no estudo que observou a caracterização reológica de sorvetes de creme de baunilha a base de leite, obtendo valores de viscosidade entre 147,2 a 209,7 mpa.s (14).

Tabela 2: Parâmetros de viscosidade e índice de estabilidade da emulsão (IEE) avaliados nas caldas de sorvete de chocolate com diferentes fontes de gordura ou composição de organogel

| Formulação | Viscosidade (mpa.s) | IEE |
|---|---|---|
| Amostra A | 202,9[a] | 3,0[a] |
| Amostra B | 130,9[c] | 2,1[c] |
| Amostra C | 175,7[b] | 2,6[b] |
| Amostra D | 158,6[b] | 2,5[b] |

A – calda de sorvete com gordura de palma (controle); B – calda de sorvete com 100% de óleo de soja; C – calda de sorvete com 90% de óleo de soja e 10% de cera de carnaúba; D – calda de sorvete com 92% de óleo de soja e 8% de cera de carnaúba. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, ($p < 0,05$).
Fonte: De autoria própria (2024).

A estabilidade da emulsão, frequentemente medida pelo índice de estabilidade da emulsão (IEE), é um parâmetro fundamental na avaliação de sorvetes, pois influencia diretamente a textura, a sensação na boca e a resistência ao derretimento do produto. No presente estudo, as amostras de caldas de sorvete apresentaram valores de IEE variando entre 2,1 e 3,0 (Tabela 2). Novamente, houve diferença significativa entre as amostras A, B e C, enquanto as amostras C e D não variaram entre si.

A Amostra A (com gordura de palma) apresentou o maior valor de IEE (3,0), indicando menor estabilidade em comparação com as outras formulações. A Amostra B (100% de óleo de soja), mostrou o menor valor de IEE (2,1), destacando-se pela maior estabilidade da emulsão.

As amostras C (90% óleo de soja e 10% cera de carnaúba) e D (92% óleo de soja e 8% cera de carnaúba) apresentaram valores de IEE de 2,6 e 2,5 respectivamente, sem diferença significativa. A introdução da cera de carnaúba como agente estruturante nas amostras C e D contribuiu para na estabilidade intermediária da emulsão, o que corroborou com estudos que mostraram a eficácia dos organogéis na estabilização de sistemas de emulsões (15).

A maior estabilidade observada nas amostras B, C e D, em comparação com a Amostra A, pode ser atribuída ao menor teor de gorduras saturadas e trans, promovido pelo uso de óleo de soja e cera de carnaúba. Este resultado converge a pesquisas que apontam a vantagem dos organogéis vegetais na formação de emulsões mais estáveis devido à sua estrutura tridimensional que aprisiona as gotas de óleo, evitando a coalescência (16) (15).

**Teor de Sólidos Totais (°Brix), Overrum e Derretimento**

O teor de sólidos totais reflete diretamente na percepção de características afetadas pela estrutura e tamanho dos cristais de gelo, conferindo cremosidade e melhorando a textura do produto. Todas as amostras de sorvete elaboradas com organogéis compostos por diferentes porções de óleo de soja e cera de carnaúba apresentaram valores de sólidos totais próximos ao estabelecido pela legislação brasileira para gelados comestíveis, o qual é de 28% (17).

A amostra A apresentou o menor teor de sólidos totais, com 25°Brix (Tabela 3) mostrando diferença estatística em relação às demais amostras. A amostra B (OS100)

exibiu o maior valor de Sólidos Totais, com 29,9° Brix (Tabela 3), indicando a contribuição do óleo de soja na obtenção da textura mais cremosa e consistente, expressando diferença estatística em comparação com as demais amostras.

Tabela 3: Parâmetros de Sólidos Solúveis Totais (°Brix) e overrum avaliadas nos sorvetes de chocolate com diferentes fontes de gordura ou composição de organogel

| Formulação | SST (°Brix) | Overrum (%) |
|---|---|---|
| Amostra A | 25,0[b] | 80,0[a] |
| Amostra B | 29,9[a] | 57,4[b] |
| Amostra C | 26,8[ab] | 78,0[a] |
| Amostra D | 26,1[b] | 78,8[a] |

A – sorvete com gordura de palma (controle); B – sorvete com 100% de óleo de soja; C – sorvete com 90% de óleo de soja e 10% de cera de carnaúba; D – sorvete com 92% de óleo de soja e 8% de cera de carnaúba. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, ($p < 0,05$).
Fonte: De autoria própria (2024).

Por outro lado, as médias das amostras C e D que utilizaram o organogel composto por diferentes porções de óleo de soja e cera de carnaúba apresentaram valores próximos e inferiores a amostra B, sugerindo que a cera de carnaúba pode influenciar na formação de estruturas dos gelatos, bem como na sua densidade e teor de sólidos totais, com diferença estatística em comparação com as amostras A e B, porém não entre si.

As variações no teor de sólidos solúveis entre as amostras demonstram que o tipo e a composição de gordura desempenham um papel importante nas características físico-químicas dos gelatos. Um estudo que utilizou organogéis à base de óleo de girassol e gelificantes na elaboração de sorvetes com baixo teor de gordura, encontrou valores de 28° a 30,2° Brix para as amostras compostas por organogéis (18).

O overrun ou rendimento é um parâmetro muito importante para a caracterização de um sorvete. Esse parâmetro indica a taxa de incorporação de ar do produto, e está relacionada ao tipo de congelamento (rápido ou lento), com a forma contínua ou descontínua de produção e com os ingredientes utilizados. A taxa de overrun adequada favorece a cremosidade do produto, pois a maior incorporação de ar, promove aumento de cremosidade do sorvete e maior rendimento. Para processos descontínuos, o overrun varia de 50% a 100% em produtos lácteos (19).

A amostra A obteve 80% de overrun (Tabela 3), mostrando como o óleo de palma tem ótima capacidade de retenção de ar na produção dos gelados. Contudo, a amostra B apresentou menor valor de overrun em comparação com as demais, expressando também diferença estatística em relação às outras amostras, o que pode indicar uma baixa eficácia do óleo de soja na formação de estruturas de ar nos gelados. As amostras C e D contendo diferentes quantidades de óleo de soja e carnaúba obtiveram resultados próximos, o que sugere que existe potencial no emprego de organogel em comparação com gorduras tradicionais.

A amostra D apresentou taxa de derretimento menor comparada às outras amostras (Figura 3) enquanto a amostra B exibiu taxa de derretimento maior. Tal resultado pode ser justificado pela diferença do tipo de gordura nas formulações, pois de acordo com Xavier (20), o fenômeno do derretimento é governado por vários fatores, entre eles a taxa

de incorporação de ar ou overrun, as interações lipídicas, tipo e concentração de emulsificante, a cristalização e o diâmetro dos glóbulos de gordura.

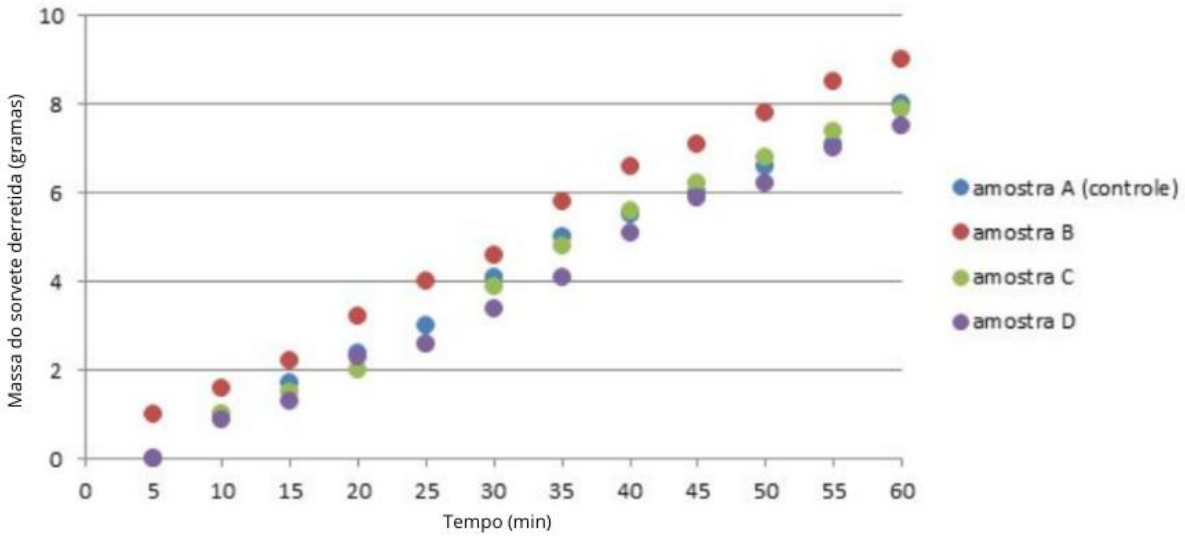



Figura 3- Valores de derretimento de sorvete com diferentes fontes de gordura ou composição de organogel, referente a massa de sorvete derretida em gramas por tempo em minutos
A – sorvete com gordura de palma (controle); B – sorvete com 100% de óleo de soja; C – sorvete com 90% de óleo de soja e 10% de cera de carnaúba; D – sorvete com 92% de óleo de soja e 8% de cera de carnaúba.
Fonte: De autoria própria (2024)

Considerando que é de extrema importância manter as características originais do produto final, a amostra com 92% de óleo de soja e 8% de cera de carnaúba (amostra D) demonstrou o melhor comportamento durante a análise, semelhante ao obtido com os sorvetes elaborados com organogéis de óleo de girassol, os quais apresentaram a menor taxa de fusão (18), assim como a amostra D.

**Acidez e pH**

A acidez é um parâmetro importante na avaliação de sorvetes, pois influencia diretamente o sabor, a estabilidade e a qualidade microbiológica do produto. As amostras de sorvete apresentaram valores de acidez que variaram entre 0,16% e 0,18% em ácido lático (Tabela 4), não havendo diferença significativa entre elas ($p<0,05$). Esses resultados se assemelham aos estabelecidos pela legislação brasileira ao leite que é de 0,14% e 0,18% em ácido lático (24). Tal resultado pode indicar que a substituição da gordura de palma por óleo de soja, bem como a adição de cera de carnaúba, não alterou significativamente a acidez do sorvete. Isso sugere que o uso de organogéis é compatível com a manutenção das características de acidez desejáveis em sorvetes.

O pH é um parâmetro importante na caracterização de sorvetes, afetando tanto suas propriedades sensoriais quanto sua estabilidade e segurança microbiológica. As amostras de sorvete apresentaram valores de pH que variaram de 6,6 a 6,8 (Tabela 4), sem diferenças significativas entre elas ($p<0,05$). Os valores de pH mostraram-se semelhantes ao pH do leite que apresenta valores de 6,4 a 6,8 (21).

Tais resultados podem indicar que a substituição da gordura de palma por óleo de soja e a adição de cera de carnaúba não alteraram substancialmente o pH do sorvete. Esse resultado é conveniente, pois o pH estável é essencial para garantir a consistência do sabor e a qualidade do produto ao longo do tempo.

Tabela 4: Parâmetros de acidez e pH avaliados nos sorvetes de chocolate com diferentes fontes de gordura ou composição de organogel

| Formulação | Acidez em Ácido lático (%) | pH |
|---|---|---|
| Amostra A | 0,18[a] | 6,70[a] |
| Amostra B | 0,16[a] | 6,80[a] |
| Amostra C | 0,17[a] | 6,60[a] |
| Amostra D | 0,18[a] | 6,70[a] |

A – sorvete com gordura de palma (controle); B – sorvete com 100% de óleo de soja; C – sorvete com 90% de óleo de soja e 10% de cera de carnaúba; D – sorvete com 92% de óleo de soja e 8% de cera de carnaúba. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, ($p < 0,05$).
Fonte: De autoria própria (2024).

Resultados próximos aos obtidos nesta pesquisa foram encontrados no estudo realizado no município de Arapongas - PR, o qual obteve valores de acidez de 0,18% a 0,21% e de pH entre 6,3 a 6,5 ao avaliar sorvetes artesanais e industriais (22), revelando que os organogéis adicionados não influenciaram significativamente no pH e na acidez das amostras. De acordo com Ozdemir (23), ao analisar o possível uso de oleogéis de cera de abelha em vez de gordura do leite na produção de sorvetes, foram obtidos valores de acidez entre 0,12% e 0,18% de ácido lático e de pH 5,9 a 6,6. Esses resultados corroboram a viabilidade do uso de oleogéis na produção de sorvetes, mostrando que a acidez pode ser mantida dentro de faixas aceitáveis, independentemente da fonte lipídica utilizada.

**Cor**

A cor é um dos principais parâmetros de qualidade, a qual influencia diretamente na decisão de compra por parte dos consumidores. As médias dos valores de cor obtidos para as amostras de gelados comestíveis não apresentaram variação nos parâmetros L* (coordenada preto/branco), a* (coordenada vermelho/verde) e b* (coordenada azul/amarelo). Este fato mostrou que as concentrações diferentes na porção do oleogel empregado como substituto do óleo de palma no sorvete não alterou sua coloração (Tabela 5).

Tanto as amostras A e B que utilizaram gordura de palma e óleo de soja, respectivamente, como fontes de gordura, apresentaram médias próximas no parâmetro L de luminosidade, por outro lado, as amostras C e D, formulada com organogéis a base de óleo de soja e cera de carnaúba, apresentaram médias mais elevadas de luminosidade, sugerindo uma cor mais brilhante e mais clara, sendo que este resultado pode ser associado à presença de cera de carnaúba, que possui propriedades de brilho e transparência. Os valores de luminosidade não apresentaram diferença significativa, com as médias variando de 46,17 a 49,84, demonstrando que a aplicação de organogéis não afetou o parâmetro luminosidade no sorvete.

As médias dos valores de a* variaram de 6,12 a 8,00. As amostras A e B apresentaram valores próximos, sem diferença significativa entre si, porém se diferenciando em relação às amostras C e D, indicando similaridades na cromaticidade (Figura 4 e Figura 5). O conjunto de amostras C e D com resultados similares mostraram diferenças estatísticas em relação a A e B, sugerindo a influência do organogel, tornando

a cor diferente, porém sem alterar a aparência do sorvete. Esse resultado pode ser justificado pelo uso da cera da carnaúba, que possui uma coloração amarelada a bege e, quando aplicada no organogel, pode ter afetado a coloração do sorvete. Essa constância entre as amostras A e B, e entre as amostras C e D pode estar associada a fatores como concentração de ingredientes, teor de sólidos do cacau e processo de produção que foram padronizados. Moriano (18), que trabalhou com organogéis para produção de sorvetes com baixo teor de gordura, também obteve resultados sem diferença significativa para valores de L*, e b*, observando que a aparência do sorvete não foi modificada com o uso de organogéis.

Tabela 5: Parâmetros de cor realizadas nos sorvetes de chocolate com diferentes fontes de gordura ou composição de organogel

| **Formulação** | **Parâmetros** | | |
|---|---|---|---|
| | **L*** | **a*** | **b*** |
| Amostra A | 46,17[a] | 7,97[a] | 9,74[a] |
| Amostra B | 46,41[a] | 8,00[a] | 10,20[a] |
| Amostra C | 49,48[a] | 6,80[b] | 9,67[a] |
| Amostra D | 49,84[a] | 6,12[b] | 10,47[a] |

A – sorvete com gordura de palma (controle); B – sorvete com 100% de óleo de soja; C – sorvete com 90% de óleo de soja e 10% de cera de carnaúba; D – sorvete com 92% de óleo de soja e 8% de cera de carnaúba. L* = Luminosidade; a* e b* = representam a cromaticidade. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, ($p < 0,05$).
Fonte: De autoria própria (2024).



Figura 4 – Sorvete sem adição da tecnologia de organogéis ( amostra A)
Fonte: De autoria própria (2024).



Figura 5 – Sorvete com 100% de óleo de soja (amostra B)
Fonte: De autoria própria (2024).



Figura 6 – Sorvete com adição da tecnologia de organogéis com 90% de óleo de soja e 10% de cera de carnaúba (amostra C)
Fonte: De autoria própria (2024).



Figura 7 – Sorvete com adição da tecnologia de organogéis com 92% de óleo de soja e 8% de cera de carnaúba (amostra D)
Fonte: De autoria própria (2024).

## CONCLUSÃO

O estudo demonstra que a aplicação do organogel composto de óleo de soja e cera de carnaúba como substitutos do óleo de palma em sorvetes é uma alternativa viável e saudável. A aplicação do organogel diminui a viscosidade e aumenta a estabilidade da emulsão. Além disso, não houve discrepância nos valores de overrun, sólidos solúveis totais, acidez titulável e pH, verificando-se que o uso do organogel não afeta as características físico-químicas do sorvete. Apesar do organogel ter influenciado a cor das amostras de sorvete, a composição de óleo de soja e cera de carnaúba não compromete a

qualidade do sorvete, mantendo a textura macia e a cremosidade desejada pelos consumidores.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Ceará (UFC).

## REFERÊNCIAS

1. Goff HD, Hartel RW. Ice cream: The ice cream industry. 7th ed. New York: Springer; 2013.

2. Hartel RW, Rankin SA, Bradley RL Jr. A 100-Year Review: Milestones in the development of frozen desserts. J Dairy Sci. 2017 Dec;100(12):10014-25.

3. Wolfer TL, Acevedo NC, Prusa KJ, Sebranek JG, Tarté R. Replacement of pork fat in frankfurter-type sausages by soybean oil oleogels structured with rice bran wax. Meat Science. 2018;145:352-62.

4. Botega ZDC, Marangoni AG, Smith AK, Goff HD. The potential application of rice bran wax oleogel to replace solid fat and enhance unsaturated fat content in ice cream. Journal of Food Science. 2013;78:1334-9

5. Gur SO, Zbikowska A, Kowalska M, Przybysz M. Assessment of physical properties of structured oils and palm fat. Materiale Plastice. 2017;54(4):800-5.

6. Rocha JCB. Obtenção e caracterização de organogéis de óleo de soja estruturado com ceras vegetais e gordura interesterificada obtidos sob condições controladas de cristalização [dissertation]. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos; 2017.

7. Nikzade V, Tehrani MM, Saadatmand-Tarzjan M. Optimization of low cholesterol low fat mayonnaise formulation: effect of using soy milk and some stabilizer by a mixture design approach. Food Hydrocolloids. 2012;28(2):344-52.

8. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 1st ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008. 1020 p.

9. Akin MB, Akin MS, Kirmaci Z. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. Food Chemistry. 2007;104:93-9.

10. Granger C, Leger A, Barey P, Langendorff V, Cansell M. Influence of formulation on the structural networks in ice cream. Int Dairy J. 2005;15(3):255-62. doi: 10.1016/j.idairyj.2004.07.009.

11. OLIVEIRA KH. Caracterização reológica de diferentes tipos de sorvete. 2005.

12. DE OLIVEIRA PD. Desenvolvimento de bases lipídicas a partir de interesterificação química de estearina de palma/azeite de patauá. 2013.

13. Thakur D, Singh A, Prabhakar PK, Meghwal M, Upadhyay A. Optimization and characterization of soybean oil-carnauba wax oleogel. LWT. 2021. doi: 10.1016/j.lwt.2022.113108.

14. OLIVEIRA KH, Souza JAR, Monteiro AR. Caracterização reológica de sorvetes. Food Science and Technology. 2008;28:592-8.

15. Penagos IA, Murillo-Moreno JS, Dewettinck K, Van Bockstaele F. Carnauba wax and beeswax as structuring agents for water-in-oleogel emulsions without added emulsifiers. Foods. 2023. doi: 10.3390/foods12091850.

16. Wang W, Hu C, Sun H, Zhao J, Xu C, Ma Y, Ma J, Jiang L, Hou J. Physicochemical properties, stability and texture of soybean-oil-body-substituted low-fat mayonnaise: effects of thickeners and storage temperatures. Foods. 2022. doi: 10.3390/foods11152201.

17. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico para Gelados Comestíveis e Preparados para Gelados Comestíveis. In: Resolução RDC Nº 266, de 22 de setembro de 2005. Diário Oficial da União. 29 Set 2005.

18. MORIANO ME, Alamprese C. Organogels as novel ingredients for low saturated fat ice creams. LWT. 2017;86:371-6. doi: 10.1016/j.lwt.2017.07.034.

19. Souza JCB, Silva N, Oliveira MN, Santana M, Ribeiro EP. Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. Alimentos e Nutrição. 2010 Jan-Mar;21(1):155-165.

20. Xavier LDPS. Processamento de sorvetes. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2009.

21. VENTURINI KS, Sarcinelli MF, Silva LC. Características do leite. Boletim Técnico, Universidade Federal do Espírito Santo, Pró-Reitoria de Extensão, Programa Institucional de Extensão, PIE-UFES. 2007;1007(6).

22. PAZIANOTTI L, et al. Características microbiológicas e físico-químicas de sorvetes artesanais e industriais comercializados na região de Arapongas-PR. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. 2010;65(377):15-20.

23. Ozdemir C. An investigation of several physicochemical characteristics, as well as the cholesterol and fatty acid profile of ice cream samples containing oleogel, various stabilizers, and emulsifiers. Gels. 2023;9:543. doi: 10.3390/gels9070543.

24. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa MAPA n°76, de 26 de novembro de 2018. Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite

cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Diário Oficial da União: seção 1. Brasília, DF. 2018 nov 30.

**Capítulo 87**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-87**

# DESENVOLVIMENTO E ACEITABILIDADE DE REQUEIJÃO CREMOSO COM ADIÇÃO DE CAJÁ E MARACUJÁ

**Maria Suiane de Moraes; Joana D'arc Paz de Matos*; Idiana Macedo Barbosa; Nkarthe Guerra Araújo; Mikaelly de A. Nascimento; Amélia Beatriz Gomes de Medeiros Bento; Robson Rogério Pessoa Coelho**

** Maria Suiane de Moraes (autor correspondente) – email:suiane-2009@hotmail.com*

**Resumo:** O requeijão cremoso é um tipo de queijo originário do Brasil. O Brasil se destaca pela produção de frutas tropicais. Portanto, objetivou-se com este trabalho desenvolver e caracterizar o requeijão com adição de preparados de cajá e maracujá. Foram elaboradas três formulações de requeijão: F1 – requeijão cremoso sem preparado de frutas (controle), F2 – requeijão com 10% de preparado de cajá e F3 – requeijão com 10% de preparado de maracujá. A adição de preparado de frutas aumentou consideravelmente os parâmetros de acidez, sólidos solúveis e açúcar. Os resultados das formulações mostraram que não houve interferência nos teores de cinzas, umidade e proteína. No entanto, reduziram os níveis de gordura e pH. As formulações demonstraram bons níveis de aceitabilidade nos atributos avaliados, principalmente, as formulações controle (F1) e com preparado de maracujá (F3). Essas amostras também alcançaram nota máxima na intenção de compra. Em relação às formulações, o destaque é o queijo cremoso com adição de maracujá preparado com os melhores atributos de qualidade. Como resultado, a produção de queijo cremoso com frutas mostrou-se viável e com potencial de mercado.

**Palavras–chave:** análise sensorial; físico-química*; Spondias mombin* L.; *Passiflora edulis*; preparado de fruta

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos derivados lácteos é importante para impulsionar a compra por consumidores altamente exigentes, além de contribuir para a sustentabilidade da cadeia produtiva de leite (1). O queijo é o grupo mais diversificado entre os produtos lácteos, com mais de 400 variedades em todo o mundo. Com apenas alguns ingredientes (leite, sal, enzimas, micro-organismos) é possível criar milhares de variedades de queijos, que podem diferir na composição tímica e nas propriedades funcionais de acordo com a aplicação desejada (2).

O aumento no consumo de queijo está associado as suas características sensoriais e suas propriedades nutricionais, como importantes fontes de proteínas de alto valor biológico. Além do seu uso em lanches rápidos e como ingredientes para sanduíches e outras preparações culinárias (3).

Requeijão cremoso é um queijo processado brasileiro obtido pela fusão de uma massa de coalhada fresca, lavada e escorrida em temperaturas de 85–95 °C, podendo ter adição de outros ingredientes lácteos, como creme, manteiga, gordura anidra do leite e sal fundente (mistura contendo citrato trissódico). Assim, forma-se uma estrutura em

rede, responsável pela consistência do queijo processado, com coloração branca e sabor suave (4). Pode ser classificado como requeijão, requeijão cremoso e requeijão manteiga, de acordo com a matéria-prima utilizada (5). São largamente consumidos na forma espalhável ou em aplicações culinárias.

O Brasil é um grande produtor de frutas, em especial o Nordeste, que se destaca na produção de frutas tropicais. O maracujá pertence ao gênero Passiflora, originário da América do Sul, o Brasil é o maior produtor e consumidor da cultura no mundo, onde se destaca a espécie *Passiflora edulis* (maracujá amarelo e roxo). A cultura gera emprego em todos os setores produtivo que se desempenha, principalmente aqueles ligados a agricultura familiar, onde se torna uma excelente opção de renda (6). A *Spondias mombin* L. conhecida como cajá é uma fruta muito comum no Nordeste, porém, explorada de forma extrativista, sua comercialização in natura complementa a renda de pequenos agricultores (7).

O requeijão mais tradicional é com catupiry e, as versões cremosas em copo, são muito populares no Brasil, atualmente, empresas vêm lançando no mercado, várias combinações de sabores salgados como peito de peru, azeitona, cheddar e condimentos (cebola, orégano, tomate e alho). No entanto, não existe nenhuma versão saborizada com frutas. O requeijão tem uma matriz tecnológica que possibilita o seu enriquecimento com outros ingredientes, principalmente, que auxiliam na saúde, diversificando as apresentações comerciais e ampliando o público consumidor. Um desses ingredientes é a polpa de fruta, que apresenta alto potencial antioxidante relacionado à presença de compostos fenólicos. Pelos motivos expostos, este estudo teve como objetivo desenvolver e caracterizar um requeijão saborizado com preparado de frutas tropicais (cajá e maracujá) e avaliar sua aceitação.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Elaboração do preparado de cajá e maracujá

Os frutos de cajá (*Spondias mombin*) foram adquiridos na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, localizada no município de Macaíba, estado do Rio Grande do Norte, Brasil (latitude: 5° 51' 36" S, longitude 35° 20' 59" O, altitude 15 m). Os frutos de maracujá (*Passiflora edulis*) foram adquiridos no Centro de Abastecimento do RN (Ceasa/RN). Para obtenção da polpa, os frutos foram lavados em água corrente, sanitizados em água clorada a 100 ppm por 15 minutos e despolpados em despolpadeira horizontal (Itametal®, modelo compacta, Itabuna, BA, Brasil), com peneira com malha de 4 mm de abertura para eliminar pequenas frações de resíduos. Posteriormente, ambas as polpas foram envasadas em embalagens de polietileno e armazenadas em freezer a -18 °C. Para a produção do preparado de fruta foi adicionado à polpa 30% de sacarose comercial. A mistura foi aquecida entre 90 e 95 °C e mantida em constante agitação até chegar a 68°Brix. Após a produção o preparado de fruta foi armazenado sob refrigeração.

### Produção de requeijão

Para o processamento de requeijão cremoso o leite in natura foi homogeneizado, filtrado e submetido às análises de acidez titulável e pH, conforme metodologia proposta pela Association Official Analytical Chemists (8). Posteriormente, foi determinado por meio do analisador ultrassônico (Ekomilk Total®) os parâmetros, densidade relativa, proteínas, gordura, extrato seco desengordurado, extrato seco total e crioscopia. Em

seguida, submetido ao tratamento térmico a 80 °C/15 segundos e posteriormente resfriado a 55°C, após esta etapa foi adicionado 0,40 % de ácido lático a 85% sob constante agitação lenta para que ocorra a coagulação ácida do leite. O leite ficou em repouso para obter a massa precipitada. A dessoragem procedeu-se com o auxílio de um filtro para separar a massa do soro. Posteriormente a massa foi lavada com água potável para que a massa atinja pH 5,2, isso diminui a acidez. Logo após a massa foi pesada para calcular as porcentagens de creme de leite, citrato de sódio, sais fundentes e cloreto de sódio. A massa é aquecida até 80 °C em banho-maria sob agitação manual constante até que aconteça a fusão da massa. Após o final da fundição, o produto foi resfriado em banho de gelo e armazenado em câmara fria à temperatura de 5 ±1 ºC até atingir temperatura ambiente (25 ± 2 °C).

**Preparo das formulações**

A partir do requeijão cremoso foram elaboradas 3 formulações, sendo, formulação F1 (requeijão cremoso sem adição de preparado – controle), F2 (requeijão cremoso adicionado com 10% de preparado de cajá) e F3 (requeijão cremoso adicionado com 10% de preparado de maracujá). As amostras prontas foram acondicionadas em recipientes de polipropileno de 50 mL, fechados com tampa termossoldável e conservados a 5 ± 1 °C para manter a temperatura de refrigeração durante as análises. Este projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética, conforme parecer nº 6.439.796/2023.

**Avaliação física e físico-química**

Para avaliação física e físico-química foram determinados os parâmetros de pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, proteínas, umidade e resíduo mineral fixo (8). Os lipídios foram quantificados seguindo a metodologia proposta por (9). O teor de açúcar solúvel total foi medido pelo método de antrona (10), com as leituras de absorbância obtidas a 620 nm em espectrofotômetro (Coleman, 35D, Santo André, SP, Brasil) e a curva padrão preparada utilizando-se glicose na concentração de 100 µg/mL. O conteúdo de açúcares redutores foi quantificado pelo método colorimétrico usando ácido 3,5-dinitrosalicílico (11), com as leituras de absorbância realizadas a 540 nm em espectrofotômetro e a curva padrão preparada utilizando-se glicose na concentração de 2,5 µM/mL. Os resultados foram expressos em g/100 g

**Avaliação sensorial**

O painel sensorial foi composto por 50 consumidores não treinados em cabines individuais (12 homens, 38 mulheres) com idades entre 18 e 50 anos (idade média de 20 anos). A aceitação sensorial (cor, aroma, consistência, sabor e impressão global) foi realizada por meio de escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei muito, 9 = gostei muito). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética envolvendo seres humanos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), conforme parecer nº 6.439.796/2023. Os consumidores avaliaram as três formulações em temperatura refrigerada (5 °C), codificados com números aleatórios de três dígitos, para verificar o espalhamento foi oferecido biscoito tipo cream cracker e para eliminar o sabor residual foi disposto água mineral. A intenção de compra foi avaliada por meio de escala hedônica de cinco pontos (5 = certamente compraria; 1 = certamente não compraria) (12).

**Análise estatística**

As análises foram conduzidas utilizando-se 3 repetições. Os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e as diferenças

significativas entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o auxílio do software Assistat versão 7.7 beta (13).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Avaliação física e físico-química

A Tabela 1 apresenta os resultados da caracterização físico-química das formulações de requeijão cremoso com e sem adição de preparado de frutas. Os resultados de gordura e umidade do presente estudo são consistentes com as estimativas. Segundo Brasil (5), o requeijão não contém teor de umidade maior que 60%, e o teor de gordura não pode ser inferior a 50% da matéria seca. Como resultado, as amostras de requeijão atenderam aos requisitos de composição química, com massa macia e boa espalhabilidade. Os valores de umidade não apresentaram alterações significativas entre as amostras adicionadas com preparações de cajá (F2) e maracujá (F3), no entanto, diminuíram das primeiras formulações para a última (F3). A diminuição do teor de umidade pode ser devido à natureza higroscópica do açúcar presente nas preparações, que se liga à água, reduzindo assim a concentração de água livre. Cardoso et al. (14) obtiveram uma faixa de umidade entre 60,17 e 62,69 g/100 g ao produzir um modelo de cream cheese com adição de ácido lactobiônico (LBA)/ácido láctico, o que corresponde ao do presente estudo. Mello et al. (15), também observaram níveis de umidade (60,29-60,61 g/100 g) em queijos processados do tipo Maasdam, destacando que a umidade é o parâmetro que mais varia na produção de requeijão.

Tabela 1 – Características físico-químicas das formulações de requeijão com preparado de fruta

| **Parâmetros (g/100 g)** | **Amostras** | | |
|---|---|---|---|
| | **F1** | **F2** | **F3** |
| Umidade | 61,36±0,25$^{a}$ | 60,49±0,08$^{b}$ | 60,36±0,20$^{b}$ |
| Cinzas | 2,28±0,02$^{a}$ | 2,20±0,03$^{a}$ | 2,28±0,06$^{a}$ |
| pH | 6,92±0,02$^{a}$ | 5,91±0,01$^{b}$ | 5,23±0,01$^{c}$ |
| Acidez | 0,80±0,01$^{c}$ | 1,83±0,01$^{b}$ | 2,42±0,03$^{a}$ |
| Sólidos solúveis (°Brix) | 25,53±0,12$^{b}$ | 29,43±0,15$^{a}$ | 30,53±1,39$^{a}$ |
| Proteínas | 10,41±0,33$^{a}$ | 9,24±0,13$^{b}$ | 10,05±0,15$^{a}$ |
| Açúcares totais | 2,41±0,04$^{c}$ | 4,7±0,03$^{b}$ | 5,62±0,04$^{a}$ |
| Gordura | 10,19±0,06$^{a}$ | 8,46±0,08$^{c}$ | 10,00±0,24$^{b}$ |

Médias seguidas de letras minúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 1% (p>0,05) de probabilidade. F1 – Requeijão sem preparação de fruta adicionada (controle); F2 – Requeijão com 10% de preparação de cajá; F3 – Requeijão com 10% de preparação de maracujá.

Como esperado, os teores de gordura dos produtos de requeijão foram significativamente afetados pela incorporação de preparações de frutas. O menor teor de gordura foi na formulação F2, seguido pela F3. Esse fato está associado às baixas concentrações de gordura presentes nas frutas adicionadas à massa. O desenvolvimento de requeijão adicionado de preparações de cajá e maracujá atende ao nicho comercial de pessoas que valorizam alimentos com menor teor de gordura. A mesma condição foi relatada por Correia et al. (16) quando adicionaram farinha de sorgo ao requeijão, com resultados de 8,5 a 9,3 g/100 g em diferentes formulações em relação ao controle com 10,0 g/100 g de gordura.

Os resultados revelaram que não houve diferenças significativas no teor de cinzas entre nenhuma das formulações (F2 e F3) e a amostra controle (F1). Dessa forma, a adição

de frutas não afetou a disponibilidade de minerais no requeijão. Esses achados foram encontrados em desacordo com os feitos por Lima et al. (17) na elaboração de queijo cremoso obtido a partir de massa coagulada por ácido lático, foi observado um valor de cinzas de 2,19 g/100 g, caracterizando teores de minerais próximos aos encontrados no presente estudo.

Segundo Costa et al (18), o pH, assim como a umidade, tem grande influência na organização das proteínas do queijo cremoso, consequentemente interferindo em sua textura e durabilidade, quanto mais o pH do queijo se assemelha ao ponto isoelétrico das caseínas (4,8), porém a repulsão eletrostática entre as caseínas diminui, produzindo assim um queijo mais duro e quebradiço, porém, em pH mais neutro (6,0 a 6,8), a estrutura se torna mais contínua, homogênea e fluida. Conforme descrito na Tabela 1, as amostras estudadas apresentam valores de pH com diferenças significativas entre si, essa discrepância estaria correlacionada com a adição de preparações de cajá e maracujá nas formulações F2 e F3, pois, ambas as frutas contêm naturalmente uma quantidade de íons hidrogênio elevada. Resultados semelhantes foram observados por Amaral et al. (19) em requeijão de leite de cabra light enriquecida com fitoesteróis. As formulações apresentaram pH variando de 5,68 a 6,07, de acordo com os autores, essa faixa de pH favorece a aplicação de requeijão na superfície de produtos de panificação.

Além disso, foi notado aumento significativo da acidez titulável entre o tratamento controle (F1) e todos os outros produtos (F2 e F3), pois este último continha frutas cítricas, essa adição mais que dobrou na F2 e triplicou na F3 em relação ao requeijão controle, considerando que alimentos mais ácidos têm maior prazo de validade e menores chances de contaminação por micro-organismos patogênicos, recomenda-se adicionar preparação de frutas na obtenção da massa de requeijão. Achados semelhantes de acidez foram observados por Sen et al. (20), que estudaram o efeito da adição de nisina na acidez (0,66 e 0,82 g/100 g) de um produto lácteo indiano (Panner) coagulado por calor e ácido.

A análise estatística indicou que os níveis de proteína diminuíram, sendo mais perceptível na formulação F2, mas sem diferenças significativas entre os tratamentos controle (F1) e a formulação com preparação de maracujá (F3). Os valores de proteína estavam de acordo com os relatados por Silva et al. (21) no estudo do efeito da redução de sódio e da adição de *Lactobacillus acidophilus* (livre ou microencapsulado) nos parâmetros de qualidade de cream cheese.

Comparando os teores de sólidos solúveis totais (°Brix) foi possível perceber que os resultados das formulações F2 e F3 não diferiram entre si, esse comportamento já era esperado uma vez que as preparações foram concentradas até 68°Brix e superiores a F1 (controle). Esses valores foram superiores aos encontrados por Souza et al. (22), que foram 21,11 e 19,4 °Brix, em duas marcas comerciais de iogurte grego. Os autores destacaram na análise sensorial que a marca preferida foi menos ácida e possui maior teor de sólidos solúveis.

O uso de preparados de frutas (Tabela 1) resultou em alterações nos teores de açúcar das formulações ($p<0,05$), com aumento de aproximadamente 95% em F2 e 133% em F3 em relação a F1, tendo em vista que os preparados de frutas continham altos teores de carboidratos, esse resultado era antecipado. Essa correlação indica que o uso de frutas interfere efetivamente na doçura da massa coalhada, que pode ser adaptada para atender às preferências do consumidor e aos objetivos nutricionais. Os teores de açúcar foram semelhantes aos do cream cheese (4,4-5,6 g/100 g) elaborado por Silva et al. (21) com redução de sódio e adição de *Lactobacillus acidophilus*.

**Avaliação sensorial**

A Tabela 2 apresenta os resultados da avaliação sensorial das formulações de requeijão com e sem adição de preparado de frutas.

Tabela 2 - Características sensoriais das formulações de requeijão com preparado de fruta

| **Parâmetros** | **Amostras** | | |
|---|---|---|---|
| | **F1** | **F2** | **F3** |
| Cor | 7,10±1,76$^{ab}$ | 6,43±2,20$^{b}$ | 7,49±1,75$^{a}$ |
| Aroma | 6,53±2,00$^{ab}$ | 5,82±1,90$^{b}$ | 7,27±2,01$^{a}$ |
| Sabor | 7,29±1,75$^{a}$ | 5,53±2.25$^{b}$ | 7,33±1,73$^{a}$ |
| Textura | 7,08±1,45$^{a}$ | 6,78±1,62$^{a}$ | 7,41±1,63$^{a}$ |
| Espalhabilidade | 7,12±1,73$^{a}$ | 6,76±1,80$^{a}$ | 7,43±1,82$^{a}$ |
| Impressão global impression | 7,29±1,99$^{ab}$ | 6,27±2,30$^{b}$ | 7,37±2,22$^{a}$ |
| Intenção de compra | 5,24±1,77$^{a}$ | 3,04±1,95$^{b}$ | 5,10±1,82$^{a}$ |

Médias seguidas de letras minúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 1% (p>0,05) de probabilidade. F1 – Requeijão sem preparação de fruta adicionada (controle); F2 – Requeijão com 10% de preparação de cajá; F3 – Requeijão com 10% de preparação de maracujá.

Os resultados mostram que os consumidores deram às formulações de requeijão notas entre 5,53 e 7,49, indicando que variaram de indiferente a moderadamente gostando dos produtos, respectivamente. A inserção da preparação de maracujá (F3) não apresentou diferença significativa em relação ao requeijão cremoso (F1), sendo esta a amostra que apresentou maior nota nos parâmetros avaliados, provavelmente devido à disponibilidade da polpa de maracujá no mercado, seu consumo é maior, resultando nesta maior aceitação. Este é um resultado significativo, pois foi possível preparar um requeijão com adição de fruta sem reduzir a aceitação do consumidor. Em termos de parâmetros de cor, aroma e impressão global, a formulação contendo preparação de cajá (F2) também não diferiu estatisticamente da amostra controle (F1). Por ser a mesma matriz em que as preparações de fruta foram testadas, não houve interferência na textura e espalhabilidade, conforme confirmado pelos valores semelhantes entre as amostras.

A intenção de compra corroborou os resultados dos atributos sensorial anteriores e demonstrou que não houve diferença estatisticamente significativa entre as formulações F1 (controle) e F3. As mesmas alcançaram a maior pontuação, que está de acordo com a escala equivalente a “com certeza compraria”. Da mesma forma, nas pontuações dos atributos sensoriais, a amostra F2 apresentou intenção de compra média, com pontuação correspondente a “talvez eu comprasse”. Nos iogurtes de seriguela (*Spondias pupurea* L.) elaborados por Reis et al. (24), onde utilizaram 15, 20 e 25% de polpa da fruta, as médias para os atributos avaliados são semelhantes ao encontrado neste estudo.

## CONCLUSÕES

As principais conclusões deste estudo são as interferências significativas desempenhadas por essas preparações de frutas nos parâmetros analisados. Uma das percepções é o maior nível de acidez, sólidos solúveis e açúcares. Os resultados das formulações mostraram que não houve interferência nos teores de cinzas, umidade e

proteína. No entanto, reduziram os níveis de gordura e pH. Isso sugere um caminho promissor para uma maior exploração do uso de derivados de frutas em produtos lácteos. Com a análise sensorial, de acordo com os atributos avaliados, as amostras de requeijão demonstraram um bom nível de aceitabilidade, em que os consumidores gostaram moderadamente, principalmente, as formulações controle (F1) e com preparado de maracujá (F3). Na intenção de compra, essas amostras obtiveram a nota máxima, onde mostra que os consumidores certamente comprariam estes produtos. Em relação às formulações, o destaque é o queijo cremoso com adição de maracujá preparado com os melhores atributos de qualidade, tanto química quanto sensorialmente. Por fim, esta pesquisa contribui para a área de desenvolvimento de produtos lácteos, ao atingir com sucesso o desenvolvimento de um queijo cremoso com sabor de cajá e maracujá, com potencial de mercado.

**REFERÊNCIAS**

1. Garcia ME, Pereira CJD, Freitas AC, Gomes AMP, Pintado MME. Development and Characterization of a Novel Sustainable Probiotic Goat Whey Cheese Containing Second Cheese Whey Powder and Stabilized with Thyme Essential Oil and Sodium Citrate. Foods. 2022; 11 (17): 2698. doi: 10.3390/foods11172698.
2. Karaziack CB, Vidal C, Pasquini C, Barbin DF, Viotto WH. Application of near-infrared hyperspectral imaging for determination of cheese chemical composition. Journal of Food Composition and Analysis. 2024; 127: 105994. doi: 10.1016/j.jfca.2024.105994
3. Landin TB, Costa RGB, Sobral D, Costa Junior LCG, Paula JCJ, Moreira GMM, et al. Main functional properties of mozzarella cheese, dish cheese and culinary cream cheese – a review. Instituto Laticínios Cândido Tostes Magazine. 2021; 76 (2): 118-130. doi: 10.14295/2238-6416.v76i2.848
4. Dalmina EM, Malta DS, Silva FC, Tribst AAL, Rigo E, Cavalheiro D. Sodium reduction in “Cream cheese” processed cheese made from fresh and refrigerated sheep milk. Journal of Food Processing and Preservation. 2022; 46 (4): 1-7. doi: 10.1111/jfpp.16418
5. Brasil. Lei nº 172, de 08 de setembro de 1997. Dispõe sobre o Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de requeijão ou requesón. Diário Oficial da União. 08 set 1997; Seção 1:19691.
6. Ramos MM, Redin E, Lobo Junior AR. Overview of passion fruit production in Brazil, Minas Gerais and Unaí. Revista de la Facultad de Agronomía. 2023; 122: 1-20.
7. Soares JMS, Cavalcanti MS. Preparation and characterization of a fermented product based on coconut extract (Cocos Nucifera) with cajá pulp (*Spondias*

*Mombin* L). Research, Society and Development. 2023; 12 (2): e16412240051. doi: 10.33448/rsd-v12i2.40051

8. AOAC. Official Methods of Analysis. 2016. 20th ed. Virginia, USA: Association of Official Analytical Chemists.
9. Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology. 1959; 37 (8): 911-917.
10. Yemm EW, Willis AJ. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. Biochemical Journal. 1954; 57 (3): 508-515.
11. Miller GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Analytical Chemistry. 1959; 31(3): 426-428.
12. Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. Sensory Evaluation Techniques. London: CRP Press; 1991.
13. Silva FAS, Azevedo CAV. The Assist Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. African Journal of Agricultural Research. 2016; 11 (39): 3733-3740.
14. Cardoso T, Dias MCGC, Dagostin JLA, Masson ML. Direct acidification of cream cheese model by lactobionic acid: physical, chemical and antimicrobial effects. Journal of Food Science and Technology. 2021; 58 (2): 660–671. doi: 10.1007/s13197-020-04580-6
15. Mello LRB, Torres FR, Guimarães JT, Cortez MAS. Development of processed low-sodium Maasdam cheese. Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science. 2022; 74 (6): 1072-1082. doi:10.1590/1678-4162-12569
16. Correia VTV, D'Angelis DF, Santos AN, Roncheti EFS, Queiroz VAV, Fante CA, et al. Tannin-sorghum flours in cream cheese: Physicochemical, antioxidant and sensory characterization. Food Science and Technology. 2022; 154: 112672. doi: 10.1016/j.lwt.2021.112672
17. Lima KR, Medeiros JS, Leão PVT, Cunha JVT, Borges WF, Nicolau ES. Perfil físico-químico e sensorial de requeijão cremoso obtido a partir de diferentes coagulantes. Research, Society and Development. 2021; 10 (2): e33710212455. doi: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12455
18. Costa GS, Silva MC, Cruz AG. Requeijão cremoso: processamento e inovações. Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. 2021; 2 (12): 23-42.

19. Amaral JBS, Grisi CVB, Vieira EA, Ferreira PS, Rodrigues CG, Diniz NCM, et al. Light cream cheese spread of goat milk enriched with phytosterols: Physicochemical, rheological, and microbiological characterization. Food Science and Technology. 2022; 157: 113103.
20. Sen C, Ray PR, Hossain S, Bhattacharyya M, Mondal S, Debnath A, et al. Influence of nisin on water activity, textural and other quality attributes of paneer (Indian cottage cheese) during storage. Food and Humanity. 2023; 1: 1134-1144. doi: 10.1016/j.foohum.2023.09.010
21. Silva R, Pimentel TC, Matos Junior FE., Esmerino EA., Freitas MQ, Cruz AG, et al. Microencapsulation with spray-chilling as an innovative strategy for probiotic low sodium requeijão cremoso processed cheese processing. Food Bioscience. 2022; 46: 101517. doi: 10.1016/j.fbio.2021.101517
22. Souza PHFS, Pacheco LV, Souza LMMA, Silva Filho MAM, Rosário AAP, Moura Junior JMN, et al. Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Avaliação físico-química, quimiométrica e sensorial de iogurte grego. Belo Horizonte - MG: Poisson. 2020; 12-17. doi: 10.36229/978-65-86127-66-9.
23. Reis DCC, Fonseca SVS, Silva MG, Sousa CR, Santos HS, Sousa MM, et al. Iogurte de seriguela (*Spondias pupurea* L.): desenvolvimento, caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. Ciência dos Alimentos: Pesquisa e Aplicações. Cap. 4. Belo Horizonte-MG: Poisson; 2023.

**Capítulo 88**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-88**

# PRODUÇÃO, PROPRIEDADES E APLICAÇÕES DE BIOPLÁSTICOS À BASE AMIDO E GELATINA COM GEL DE *ALOE VERA*

**Talisson Dias Souza ; Dayse Alexia de Carvalho de Brito; Tayse Dantas Rebouças Santos Ribeiro ;William Soares da Silva ; Wilson Rodrigues Pinto Junior**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: wilsonrpjr@gmail.com*

**Resumo:** A produção e o consumo exacerbado de plásticos de origem petroquímica vem enfatizando a busca de novos produtos biodegradáveis. No intuito de diminuir os impactos ambientais, este trabalho teve por objetivo produzir e avaliar bioplásticos feitos a partir de polímeros de amido e gelatina com adição de glicerol como agente plastificante e gel de *Aloe vera* (como adjuvante). O processo de produção dos bioplásticos foi baseado na técnica de *casting*, a partir da produção foram avaliados os seus aspectos visuais para selecionar os melhores, que seguiram para análises físicas de umidade, solubilidade em água, solubilidade em ácido, avaliação mecânica e biodegradabilidade. Os bioplásticos formulados com amido (AM 6%/GLI 3%/Av 20%) e gelatina (GEL 10%/GLI 10%/Av 20%) apresentaram resultados satisfatórios com relação aos aspectos de homogeneidade em solução e flexibilidade dos filmes. Os bioplásticos apresentaram umidade abaixo de 40%, solubilidade em água acima de 18% e solubilidade em ácido clorídrico 1N de 100%. As formulações de gelatina com e sem *Aloe vera* (GEL 10%/GLI 10%/Av 20% e GEL 10%/GLI 10%) apresentaram os melhores resultados para o trabalho (*J*) e força máxima aplicada na deformação (*N*), refletindo num comportamento elástico dos filmes no ensaio mecânico. Como resultado preliminar, a biodegradabilidade após 30 dias apresentou resultados de 54,2% e 68,1% para os bioplásticos amido e gelatina, respectivamente. Os resultados apontam perspectivas de utilização dos polímeros amido e gelatina com adição de *Aloe vera* na produção de bioplásticos em substituição às embalagens plásticas.

**Palavras–chave:** Babosa; Embalagem verde; Biodegradável.

## INTRODUÇÃO

O plástico convencional, produzido a partir do petróleo, é amplamente utilizado devido à sua versatilidade e baixo custo, tornando-se indispensável no cotidiano. Ele é encontrado em diversos produtos de uso diário, especialmente em embalagens de itens de higiene e alimentos. No entanto, as características que o tornam tão útil também contribuem para o seu acúmulo no meio ambiente (1). De acordo com Pansieri (2), a produção de petróleo e seus derivados no Brasil irá aumentar em 16 %, até 2035. O consumo desenfreado do petróleo, assim como dos seus derivados, causa modificação negativa por diversas ações antrópicas, visto que, a poluição é um dos principais desafios do mundo contemporâneo (3).

Diante do consumo excessivo de plástico e das crescentes preocupações ambientais relacionadas à poluição e à necessidade de reduzir a dependência da indústria de plásticos convencionais, que são produzidos a partir de fontes não renováveis, pesquisas têm incentivado o desenvolvimento de alternativas. Esses estudos focam na substituição dos materiais atuais por polímeros naturais, visando a produção de bioplásticos como uma solução mais sustentável (4).

Entre as alternativas estudadas para a produção de polímeros naturais destinados à fabricação de bioplásticos, o amido tem se destacado amplamente. Sendo um polissacarídeo abundante na natureza e uma importante reserva energética de vegetais, o amido é encontrado em fontes ricas como batata, milho, trigo e arroz. Devido à sua estrutura, os bioplásticos à base de amido têm mostrado resultados promissores em termos de consistência, além de serem sustentáveis, de baixo custo, provenientes de fontes renováveis e frequentemente obtidos a partir de resíduos que seriam descartados no ambiente (5).

Além do amido, a gelatina é outra alternativa promissora para a produção de bioplásticos. Derivada da hidrólise do colágeno, que é um componente essencial do tecido conjuntivo dos animais, a gelatina é uma proteína solúvel em água. O colágeno forma um colóide que confere à gelatina propriedades como a capacidade de formar coágulos, além de proporcionar flexibilidade e resistência, características importantes na avaliação de um bioplástico de qualidade (6). Estudos indicam que bioplásticos produzidos a partir de colágeno (gelatina) estão sendo utilizados na fabricação de embalagens biodegradáveis (7).

O uso de plastificantes é crucial na fabricação de bioplásticos, com o glicerol sendo um dos mais frequentemente utilizados. Sua interação com as moléculas de amido e gelatina aumenta a mobilidade molecular, o que, por sua vez, melhora a hidrofilicidade e a flexibilidade dos filmes biodegradáveis. Além disso, devido à sua natureza polar e ao seu baixo peso molecular, o glicerol diminui as interações entre as macromoléculas na solução formadora do filme, resultando em um bioplástico menos rígido e menos propenso a quebrar (8).

Nessa perspectiva para melhorar as características dos biofilmes, outra fonte natural que vem sendo incorporada a soluções filmogênicas é o gel de *Aloe vera* (*A. barbadensis*), conhecido popularmente no Brasil como gel de Babosa. A associação do gel ao bioplástico pode permitir melhorias nos aspectos físico-químicos, em especial, propicia mudanças nas características mecânicas, o melhoramento destas propriedades estão relacionadas a composição do gel, caracterizado por ser um líquido viscoso composto de 95,4% água e 4,6% sólidos totais, destes 60% são polissacarídeos mucilogênicos responsável por propriedades tecnológicas como coesão, capacidade de retenção e gelificação (9).

Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo, produzir, caracterizar e comparar, bioplásticos feitos a partir de amido e gelatina (como base), glicerol (como componente plastificante) e gel de *Aloe vera* (como adjuvante).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Extração do gel de *Aloe vera*

As folhas frescas de *Aloe vera* foram obtidas de produtores rurais das cidades de Brumado e Rio do Antônio no estado da Bahia. Para a extração do gel de *Aloe vera*, as folhas foram submetidas a um processo de lavagem com água corrente, seguida pela

sanitização com uma solução de hipoclorito de sódio a 2%, por 5 minutos. Logo após, as folhas foram lavadas com água destilada, para remoção da substância química sanitizante (10). Em seguida, foram feitos cortes longitudinais nas extremidades para a remoção dos espinhos laterais e um corte transversal da base até o ápice da folha, para remoção do gel de *Aloe vera*. Por fim, o produto obtido foi homogeneizado em um liquidificador (Phillips Walita®, modelo RI2101/30), filtrado (separando os grumos e impurezas do gel de interesse), e armazenado em frasco Boeco de 250 mL a uma temperatura de -4 °C, segundo Godinho et al., (11), com adaptações.

**Produção dos bioplásticos**

Os Bioplásticos foram produzidos nas bases de amido de milho (Mayzena Duryea®) e gelatina sem sabor (Dr.Oetker®), com adição de glicerol (Vetec®), gel de *Aloe vera* e água destilada em diferentes concentrações (Tabela 01). A metodologia aplicada foi baseada no trabalho de Santana et al. (12), com adaptações, onde foi utilizada a técnica de *casting*, que consiste na desidratação de uma solução filmogênica em uma superfície de tamanho definido. Os biopolímeros (amido ou gelatina) e o glicerol foram dissolvidos em uma solução de 100 mL de água destilada e gel de *Aloe vera* (8:2). As soluções filmogênicas foram aquecidas em banho-maria a 95 °C, por 15 min, seguindo para banho ultrassônico de 40 KhZ (Unique ulta cleaner, 1400), a uma temperatura de 50 °C por 20 min para remoção das bolhas formadas durante o processo. Por fim, 20 g das soluções foi vertida em placas Petri (10 x 10 cm) e encaminhadas para estufa com circulação de ar a 30 °C por 24 horas.

**Tabela 01** – Formulações para produção dos bioplásticos.

| **TRATAMENTO** | **BIOPOLÍMERO (g/v %)** | **GLICEROL (mL/v %)** | **ÁGUA E *ALOE VERA* (8:2) (mL)** |
|---|---|---|---|
| AM 6%/GLI 3%/Av 20% | 6 | 3 | 100 |
| AM 9%/GLI 3%/Av 20% | 9 | 3 | 100 |
| AM 2%/GLI 2%/Av 20% | 2 | 2 | 100 |
| AM 10%/GLI 2%/Av 20% | 10 | 2 | 100 |
| AM 2%/GLI 6%/Av 20% | 2 | 6 | 100 |
| GEL 10%/GLI 10%/Av 20% | 10 | 10 | 100 |
| GEL 5%/GLI 5%/Av 20% | 5 | 5 | 100 |
| GEL 5%/GLI 10%/Av 20% | 5 | 10 | 100 |
| GEL 6%/GLI 3%/Av 20% | 6 | 3 | 100 |
| GEL 3%/GLI 1%/Av 20% | 3 | 1 | 100 |

AM (Amido de milho); Av (Gel de *Aloe vera*); GEL (Gelatina); GLI (Glicerol). Todo o experimento foi realizado em três repetições.

As formulações contendo amido/glicerol/gel de *Aloe vera* (AM 6%/GLI 3%/Av 20%) e gelatina/glicerol/gel de *Aloe vera* (GEL10 %/GLI 10%/Av 20%) foram escolhidas para a sequência do trabalho.

**Aspectos visuais**

Foram realizadas análises tácteis e visuais, a fim de avaliar os bioplásticos em relação aos parâmetros como homogeneidade (ausência de partículas insolúveis), flexibilidade (manuseio fácil, sem rachaduras e áreas frágeis) e ausência de defeitos aparentes como bolhas de ar na superfície, olho de peixe (massa globular pequena que não se misturou completamente ao material do bioplástico), seguindo estudo proposto por Cruz et al. (13).

**Análise de umidade**

A determinação da umidade foi feita através de secagem em estufa, baseando-se na perda de água do bioplástico. As amostras foram cortadas na medida de 3 $cm^2$ e submetidas a secagem por 24 horas a 105 °C e o peso da massa seca de cada amostra foi determinado. As análises foram realizadas em triplicata seguindo Dos Santos et al. (14), com adaptações.

**Solubilidade em água**

As amostras foram preparadas em tamanho padrão de 3 $cm^2$. A massa seca inicial foi obtida após secagem das mesmas, por um período de 24 horas à temperatura de 105 °C. Cada amostra seca foi imersa em 40 mL de água destilada, sem agitação, em temperatura ambiente (25 °C), por um período de 24 horas. Em seguida, a água foi removida e as amostras seguiram para a estufa de secagem à temperatura de 105 °C, por mais 24 horas. As análises foram realizadas em triplicata de acordo com Fakhouri et al. (15), com adaptações.

**Solubilidade em ácido**

A solubilidade em ácido foi avaliada a partir da preparação das amostras assim como feito para o teste de solubilidade em água (item anterior). Porém, após a obtenção da massa seca, estas foram imersas em solução 1 N de ácido clorídrico por 24 horas. Todo o procedimento foi realizado em triplicata, seguindo Fakhouri et al. (15), com adaptações.

**Análise mecânica**

Com o objetivo de avaliar o comportamento do adjuvante gel de *Aloe vera* nas propriedades mecânicas dos filmes, amostras formuladas com e sem o gel foram encaminhadas ao Laboratório de Ensaio de Materiais (LABEM) na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB.

Para isso foi utilizado um texturômetro (CT3, Brookfield, USA), segundo metodologia descrita pela ASTM (16) em um ensaio de tração. Com separação inicial das garras e velocidade de teste de 50 mm e 1 mm/s, respectivamente. As variáveis retornadas foram: Tensão máxima e trabalho mecânico. Os corpos de prova foram dimensionados em retângulos de 100 mm x 25 mm ( comprimento e largura), e a espessura foi realizada com o auxílio de um micrômetro , em suas extremidades e ponto central, a espessura final de cada amostra foi considerada como a média das três medições. A tensão máxima foi calculada dividindo a força máxima pela área seccional do filme (largura do filme x

espessura), e o trabalho mecânico corresponde a área abaixo da curva Força N x deslocamento mm. As amostras foram submetidas ao ensaio de tração em quintuplicata com duas repetições, seguindo a metodologia proposta por Fakhouri et al. (15), com modificações.

**Biodegradabilidade**

A biodegradabilidade foi estimada pela perda de massa dos bioplásticos no solo, para isso amostras de 3 cm² dos filmes foram pesadas (para determinar a massa inicial), e misturadas com um solo não padronizado. Após a mistura, as amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos com 10 cm de diâmetro, em seguida os recipientes foram enterrados a 20 cm de profundidade do solo. Foram estabelecidos os tempos de coleta para retirada do bioplástico do solo após 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias. Após a coleta, as amostras foram lavadas com água destilada para retiradas das frações de argilas aderidas na superfície dos filmes. Por fim, as amostras foram colocadas em estufa a 65 ºC por 48 horas, e posteriormente foram avaliadas a porcentagem de perda de massa. As análises foram realizadas em triplicata, de acordo com De Souza et al. (17), com adaptações.

**Análise estatística**

Os resultados obtidos para as análises de umidade, solubilidade em água, solubilidade em ácido, espessura e propriedades mecânicas foram analisados através do teste *t* e Análise de Variância (ANOVA), no método Dunn e no método de Tukey, com intervalo de confiança de 95% utilizando-se o sistema estatístico GraphPad Prism® 5.0 (GraphPad Software, La Jolla, CA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os critérios tácteis e visuais analisados para os bioplásticos produzidos em diferentes formulações encontram-se na Tabela 02. As formulações contendo amido/glicerol/gel de *Aloe vera* (AM 6%/GLI 3%/Av 20%) e gelatina/glicerol/gel de *Aloe vera* (GEL10 %/GLI 10%/Av 20%) foram escolhidas para a sequência do trabalho, visto que as soluções mostraram-se homogêneas após o preparo (Figura 01). Os bioplásticos foram desprendidos com facilidade da placa Petri na temperatura ambiente (25 ºC), após secagem a 30 ºC por 24 horas. Além disso, mostraram-se livres de aspecto de olho de peixe, ausência de bolhas na superfície e boa flexibilidade (facilidade de manuseio e ausência de rupturas e zonas quebradiças). Tan et al. (18) constataram que a estrutura homogênea e flexível de um bioplástico é um forte indicador de melhorias na resistência mecânica. A homogeneidade garante propriedades uniformes, enquanto a flexibilidade permite que o material se deforme e absorva energia, reduzindo a chance de falhas, como rachaduras. Essas características são cruciais para aplicações onde durabilidade e resistência ao impacto são essenciais, como em embalagens e componentes estruturais. As formulações de amido/glicerol/gel de *Aloe vera* (AM 2%/GLI 2%/Av 20%), amido/glicerol/gel de *Aloe vera* (AM 2%/GLI 6%/Av 20%) e gelatina/glicerol/gel de *Aloe vera* (GEL 3%/GLI 1%/Av 20%), apresentaram-se líquidas ao final de 24 horas de secagem, tempo estabelecido para a solidificação do bioplástico, em decorrência da

diminuição das concentrações de amido e gelatina.

O tratamento com ultrassom (40 KhZ) por 20 min a 50 °C foi fundamental para a melhor dispersão das partículas na solução filmogênica, tornando-a mais homogênea, possibilitando garantia e reprodutividade das análises a serem realizadas, resultados semelhantes foram observados por outros autores (19; 20).

**Tabela 02** - Aspectos táteis e visuais analisados nos bioplásticos produzidos em diferentes concentrações.

| TRATAMENTO | Homogeneidade | Flexibilidade | Bolhas de ar | Olho de Peixe |
|---|---|---|---|---|
| AM 6%/GLI 3%/Av 20% | S | S | N | N |
| AM 9%/GLI 3%/Av 20% | S | N | S | N |
| AM 10%/GLI 2%/Av 20% | N | N | S | S |
| GEL 10%/GLI 10%/Av 20% | S | S | N | N |
| GEL 5%/GLI 5%/Av 20% | S | N | N | N |
| GEL 5%/GLI 10%/Av 20% | S | N | N | N |
| GEL 6%/GLI 3%/Av 20% | S | N | N | N |

A avaliação foi conduzida seguindo as determinações: S (Foi observado em mais de uma amostra); N (Não foi observado em nenhuma amostra). AM (Amido de milho); Av (Gel de *Aloe vera*); GEL (Gelatina); GLI (Glicerol). Todo o experimento foi realizado em três repetições e as análises em triplicata.

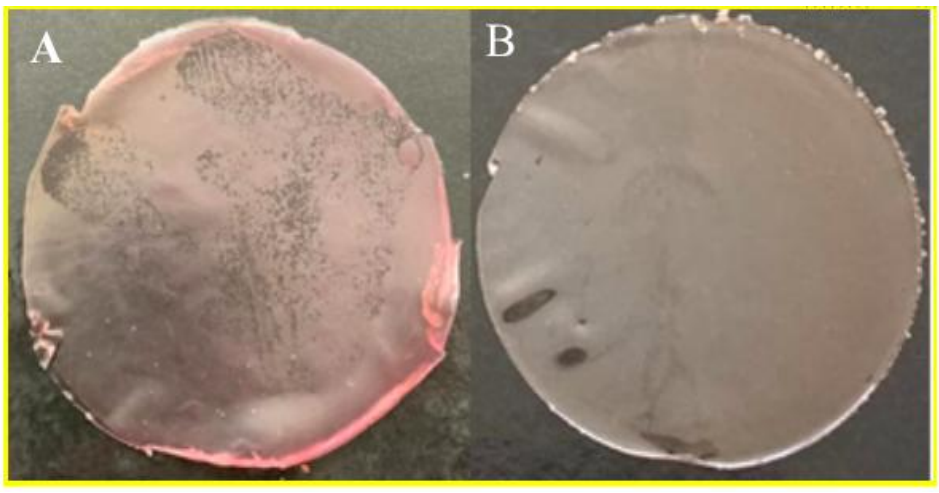



**Figura 01** - Bioplásticos de amido e gelatina com gel de *Aloe vera*, sendo A - Bioplásticos formulados a base de amido (AM 6%/GLI 3%/Av 20%) e B - gelatina (GEL10 %/GLI 10%/Av 20%).

Os valores de umidade, solubilidade em água e solubilidade em ácido encontrados para as diferentes formulações dos bioplásticos estão apresentados na Tabela 03.

**Tabela 03** - Valores de umidade, solubilidade em água e solubilidade em ácido dos bioplásticos de amido e gelatina.

| TRATAMENTO | Umidade (%) | Solubilidade em Água (%) | Solubilidade em Ácido (%) |
|---|---|---|---|
| AM 6%/GLI 3%/Av 20% | 17,5 ± 0,77[a] | 22,3 ± 0,91[a] | 100 ± 0,00[a] |
| GEL 10%/GLI 10%/Av 20% | 27,9 ± 2,17[b] | 45,7 ± 1,23[b] | 100 ± 0,00[a] |

Média e desvio padrão das triplicatas em três repetições, para umidade, solubilidade em água e solubilidade em ácido. Letras diferentes nas colunas representam diferença significativa (P≤0,05) entre as médias obtidas por meio do teste t. AM (Amido de milho); Av (Gel de *Aloe vera*); GEL (Gelatina); GLI (Glicerol). Todo o experimento foi realizado em três repetições e as análises em triplicata.

Os resultados da Tabela 03, nos permite observar uma diferença estatisticamente significativa (P≤0,05) (entre as análises, filme de amido (AM 6%/GLI 3%/Av 20%) e gelatina (GEL 10%/GLI 10%/Av 20%). O Bioplástico de gelatina apresentou valores superiores de umidade e solubilidade em água, quando comparado ao de amido (Tabela 03)

Pode ser devido a concentração de glicerol (10%) no filme de gelatina comparado a concentração presente no filme de amido (3%), visto que a molécula de glicerol possui caráter higroscópico, o que consequentemente eleva o teor umidade, além disso, o glicerol pode elevar o grau de solubilidade em água, aumentando o espaço livre ao interagir com a matriz do filme, facilitando assim a entrada de água (21).

A umidade de um modo geral, interfere nas propriedades físicas de barreira do bioplástico. De acordo com Latif et al., (22), a umidade de um bioplástico deve estar abaixo de 40% para não afetar a elasticidade do filme. Já a solubilidade em água é vantajosa em situações que o bioplástico seja produzido com a finalidade de revestimento para alimentos, podendo ser consumido, visto que para tal finalidade o bioplástico deve ter no mínimo 18% de solubilidade em água. Apesar das diferenças encontradas para bioplásticos de amido e gelatina os valores obtidos no presente trabalho para umidade e solubilidade em água seguem os princípios descritos pelos autores citados.

Para a solubilidade em ácido, não foi observada diferença significativa (P≥0,05) entre os filmes de amido (AM 6%/GLI 3%/Av 20%) e gelatina (GEL 10%/GLI 10%/Av 20%), que foram 100% solubilizados. Essa característica é vantajosa para embalagem de alimentos, uma vez que, podem ser consumidas, pelo fato de ser totalmente solubilizadas no pH ácido do organismo humano (23).

Os valores de espessura (mm), tensão máxima (MPa) e trabalho (*J*) encontrados no ensaio de tração para os bioplásticos estão presentes na Tabela 04. Com o objetivo de avaliar o comportamento do adjuvante gel de *Aloe vera* nas propriedades mecânicas dos filmes (AM 6%/GLI 3%/Av 20% e GEL10 %/GLI 10%/Av 20%), foram formuladas amostras de controle sem o gel.

**Tabela 04** - Valores de espessura (mm), tensão máxima (MPa) e trabalho (*J*) dos bioplásticos de amido e gelatina com e sem incorporação de gel de *Aloe vera*.

| TRATAMENTOS | Espessura (mm) | Tenção Máxima (MPa) | Trabalho (J) |
|---|---|---|---|
| AM 6%/GLI 3% | 0,24 ± 0,06b | 0,94 ± 0,17b | 0,09 ± 0,03c |
| AM 6%/GLI 3%/Av 20% | 0,23 ± 0,05b | 1,69 ± 0,43ª | 0,14 ± 0,04c |
| GEL 10%/GLI 10% | 0,34 ± 0,03ab | 1,25± 0,24ab | 0,53 ± 0,07b |
| GEL 10%/GLI 10%/Av 20% | 0,53 ± 0,04a | 0,95 ± 0,13b | 0,56 ± 0,08a |

Média e desvio padrão de duas repetições em quintuplicata, para espessura, tensão máxima e trabalho. Letras diferentes nas colunas representam diferença significativa (P≤0,05) entre as médias obtidas por meio da análise de variância (ANOVA), no método Dunn (espessura e tenção máxima) e no modelo de Tukey (trabalho). T AM (Amido de milho); Av (Gel de *Aloe vera*); GEL (Gelatina); GLI (Glicerol). Todo o experimento foi realizado em três repetições e as análises em triplicata.

Foi observada uma diferença significativa (P≤0,05) para espessura do bioplástico elaborado a partir da gelatina com *Aloe vera* (GEL 10%/GLI 10%/Av 20%) em relação aos tratamentos de amido com e sem gel de *Aloe vera* (AM 6%/GLI 3%/Av 20% e AM 6%/GLI 3%), isso é justificado pela concentração maior de glicerol e do polímero gelatina nos filmes (21).

Houve diferença significativa (P≤0,05) nos valores de tensão máxima entre os tratamentos de amido com gel de *Aloe vera* (AM 6%/GLI 3%/Av 20%) em relação aos tratamentos de amido sem gel de *Aloe vera* (AM 6%/GLI 3%) e gelatina com gel de *Aloe vera* (GEL 10%/GLI 10%/Av 20%). O valor superior encontrado no filme de amido com gel de *Aloe vera* para tensão máxima retrata a aplicação da força necessária para deformá-lo. Uma vez que, esse valor é a razão entre a força máxima aplicada sobre uma área (24).

Os valores obtidos para o trabalho (J) tiveram efeito significativo (P≤0,05) em relação aos diferentes tratamentos. Os bioplásticos de gelatina com gel *Aloe vera* (GEL 10%/GLI 10%/Av 20%) e gelatina sem gel de *Aloe vera* (GEL 10%/GLI 10%) tiveram os maiores valores para o parâmetro avaliado. Apesar da diferença estatística existir, ambos tiveram um alongamento máximo aplicado pelo equipamento que foi de 200%. Fakhouri et al., (15), atribui este resultado a propriedade elástica encontrada nas proteínas de um modo geral e especificamente no caso do colágeno hidrolisado (gelatina), já nas composições de amido foi observado uma perda das propriedades de elasticidade ao se romper em valores de trabalho de 0,09 (J) (AM 6%/GLI 3%) e 0,14 (J) (AM 6%/GLI 3%/Av 20%), uma justificativa para a perda de elasticidade pode ser explicado pelo fato, provavelmente, do amido possuir uma cadeia molecular de tamanho grande e uma estrutura ramificada com a presença de anéis benzeno, que provoca limitações em sua estrutura (25).

Como resultados para o teste de biodegradabilidade, usando um solo não padronizado, observou-se que o processo de biodegradação após 60 dias foi de 100% para o filme de amido e gelatina, seguindo a determinação de tempo de decomposição proposto pela ASTM D6400-12 (26), e assim caracterizar a real biodegradabilidade dos bioplásticos produzidos. O processo de biodegradação do bioplástico acontece porque o polímero orgânico em sua composição química serve como uma fonte de carbono e energia para os microrganismos no solo. Fatores climáticos, como calor, umidade e radiação, assim como as condições do solo, como a presença ou ausência de nutrientes, podem influenciar ou ajudar na degradação do bioplástico (27).

**CONCLUSÕES**

Os bioplásticos de amido e colágeno (gelatina) foram produzidos por meio da técnica de *casting*, o procedimento se mostrou simples por depender apenas da temperatura para a formação da solução filmogênica, podendo deste modo ser empregados no setor de embalagens. O uso do glicerol como plastificante melhorou as propriedades de homogeneidade e flexibilidade dos bioplásticos, quando em concentração 1:1 de glicerol e gelatina e 1:2 de glicerol e amido. Os valores de umidade de 17,5% para o bioplástico de amido (AM 6%/GLI 3%/Av 20%) e 27,9% para o bioplástico de gelatina (GEL 10%/GLI 10%/Av 20%) são favoráveis para a melhoria da elasticidade. A solubilidade em água de 22,3% para o bioplástico de amido (AM 6%/GLI 3%/Av 20%) e 45,7% para o bioplástico de gelatina (GEL 10%/GLI 10%/Av 20%) direciona os bioplásticos para uma possível utilização como revestimento de alimentos. A solubilidade total dos filmes em ácido clorídrico 1N, viabiliza a possibilidade do consumo do produto. As formulações de gelatina como e sem *Aloe vera* (GEL 10%/GLI 10%/Av 20% e GEL 10%/GLI 10%), por apresentarem uma rede proteica na sua estrutura, atingiu o alongamento máximo no aparelho sem se romper. Como resultados preliminares, os bioplásticos apresentaram biodegradação comprovada acima de 50%, após 30 dias. Por fim, novas pesquisas são necessárias para consolidar a utilização de polímeros naturais como o amido e a gelatina na produção em larga escala de embalagens biodegradáveis, a fim de substituir os plásticos convencionais.

## AGRADECIMENTOS

Ao Edital Centelha 2 integrante do Programa Nacional de Apoio à Geração de Empreendimentos Inovadores - Programa CENTELHA. Iniciativa desenvolvida pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB, vinculada à Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação – SECTI, em parceria com a Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, e demais parceiros do Programa Centelha, como, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, o Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa – CONFAP e a Fundação CERTI.

## REFERÊNCIAS

1. FERREIRA, Elora; FILLIPY, Barros; LÍVIA, Cezareti; *et al*. Produção de bioplástico à base de amido de batata reforçado com fibra vegetal: uma alternativa ao uso do plástico. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Piracicaba: Centro de Educação Tecnológica Paula Souza Etec Cel. Fernando Febeliano Da Costa/ Curso Técnico em Meio Ambiente); 2023.
2. PANSIERI, F. A indústria do petróleo e gás natural e o desenvolvimento nacional. Revista de Direito Administrativo, v. 278, n. 1, 2019.
3. ABDULLA, S.F.; SHAMS, R.; DASH, K. K. Edible packaging as sustainable alternative to synthetic plastic: a comprehensive review. Environmental Science and Pollution Research, 2024.
4. LOUREIRO, Amanda Oriani. Bioplásticos e Plásticos Biodegradáveis: revisão bibliográfica dos principais materiais e seus impactos ambientais. [Trabalho de Conclusão de Curso]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos

/Departamento de Engenharia Química; 2021.
5. RAMOS JÚNIOR, Gilberto da Silva. Obtenção e caracterização de amido termoplástico: um estudo da sua termodegradação e fotodegradação após exposição à radiação ultravioleta. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Ananindeua: Universidade Federal do Pará- Campus Universitário de Ananindeua - Faculdade de Engenharia de Materiais; 2023.
6. RIGUETO, Cesar Vinicius Toniciolli; ROSSETO, Marieli; LOSS, Raquel Aparecida; *et al*. Gelatin-based polymeric films for applications in food packaging: an overview of advances, challenges, and perspectives. Ciência Rural, v. 53, n. 2, 2023.
7. IAHNKE, Aline; DICK, Melina; CAMILA DE CAMPO; et al. Farinha de Cacto (*Opuntia Monacantha*) e resíduo de gelatina: matérias-primas potenciais para embalagens biodegradáveis. Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisa e Práticas Contemporâneas, v. 3, n. 1, p. 124–133, 2022.
8. PATEL, M., ISLAM, S., KALLEM, P. et al. Potato starch-based bioplastics synthesized using glycerol–sorbitol blend as a plasticizer: characterization and performance analysis. Int. J. Environ. Sci. Technol. 20, 7843–7860 (2023).
9. CARVALHO, J. T de., CALETTI, R. P. K., JORGE, M. F., NASCENTES, A. L. et al. Produção de plástico biodegradável a partir de Aloe vera e *Ipomoea batatas* (L.) Contribuciones a Las Ciencias Sociales, São José dos Pinhais, v.16, n.12, p. 33635-33650, 2023.
10. ZAPATA CRIOLLO, D. M. Evaluación de biopelículas formuladas a partir de almidón de banano verde (Musa paradisiaca) y yuca (Manihot esculenta) con gel de sábila (Aloe vera). [Trabalho de Conclusão de Curso]. Piura: Universidad Nacional de Piura; 2019.
11. GODINHO, J. F. Hidrogéis de celulose bacteriana incorporados com frações de Aloe vera. [Dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química; 2014.
12. SANTANA, R. F., et al. Caracterização de bioplásticos à base de amido de sementes de jaca plastificadas com glicerol. Jornal de Ciência e Tecnologia de Alimentos, *55* (1), 278-286, 2018.
13. CRUZ, W. F. Aplicação e avaliação de biopolímeros de amido e gelatina como revestimento em materiais de embalagens. [Tese]. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas; 2018.
14. DOS SANTOS, F. K., et al. Extração da Papaína e Produção de Bioplástico para Tratamento Alternativo de Feridas. Revista Eletrônica Biociências Biotecnologia e Saúde, v. 9, n. 18, p. 51-60, 2016.
15. FAKHOURI, F. M., et al. Effect of fatty acid addition on the properties of biopolymer films based on lipophilic maize starch and gelatin. Starch-Stärke, v. 61, n. 9, p. 528-536, 2009.
16. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. Standard Test Methods for Tensile Properties of Thin Plastic Shelling. ASTM D882-95a. New York, 1995.
17. DE SOUZA, G. T. A. M., et al. Biodegradação de polietileno e bioplástico no solo. Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 11, p. 1172-1180, 2016.
18. TAN S.X., ONG H.C., ANDRIYANA A., LIM S., PANG Y.L., KUSUMO F., NGOH G.C. Characterization and Parametric Study on Mechanical Properties Enhancement in Biodegradable Chitosan-Reinforced Starch-Based Bioplastic

Film. Polymers (Basel). 2022 Jan 11;14(2):278. doi: 10.3390/polym14020278. PMID: 35054685; PMCID: PMC8778006.

19. PIMENTEL, T., et al. Development of Multilayer Films Obtained From Epoxidized Methyl Esters, Polyhydroxyalkanoates and Their Combinations. Journal of Polymers and the Environment, 2018, 26.4: 1661-1672.
20. PIRES, J. R. A.; DE SOUZA, V. G. L.; FERNANDO, A. L. Chitosan/montmorillonite bionanocomposites incorporated with rosemary and ginger essential oil as packaging for fresh poultry meat. Food packaging and shelf life, 2018, 17: 142-149.
21. PEREIRA, Glauce Vasconcelos da Silva; Aproveitamento sustentável dos resíduos de pescado para obtenção de revestimentos/filmes, aplicação na conservação pós-colheita de goiabas (psidium guajava l.), estudo da estabilidade e funcionalidade desses filmes. [Tese]. Belém: Universidade Federal do Pará/ Instituto de Tecnologia Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos; 2021.
22. LATIF, Shoomaila; AHMED, Mahmood; AHMED, Memoona; et al. Development of Plumeria alba extract supplemented biodegradable films containing chitosan and cellulose derived from bagasse and corn cob waste for antimicrobial food packaging. International Journal of Biological Macromolecules, v. 266, p. 131262–131262, 2024.
23. MUELLER, Eduarda; TUANY GABRIELA HOFFMANN; RAQUEL, Fernanda; et al. Development of ternary polymeric films based on cassava starch, pea flour and green banana flour for food packaging. International Journal of Biological Macromolecules, v. 256, p. 128436–128436, 2024.
24. ALIAS, A.R; M. KHAIRUL WAN; N.M. SARBON. Emerging materials and technologies of multi-layer film for food packaging application: A review. Food Control, v. 136, p. 108875–108875, 2022.
25. PASSAFIUME, Roberta; GAGLIO, Raimondo; SORTINO, Giuseppe; *et al*. Effect of Three Different Aloe vera Gel-Based Edible Coatings on the Quality of Fresh-Cut “Hayward” Kiwifruits. Foods, v. 9, n. 7, p. 939–939, 2020.
26. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. Standard specification for labeling of plastics designed to be aerobically composted in municipal or industrial facilities. ASTM D6400-12. New York, (2012).
27. DE SOUZA, Amanda Martinello Neres. Biodegradação em solo e em água doce de membranas de diferentes bases biopoliméricas. Bagé / RS. 2023. 108 f. Dissertação. Universidade Federal do Pampa. 2023.

**Capítulo 89**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-89**

# INOVAÇÃO EM PRODUTOS LÁCTEOS DIETÉTICOS E FUNCIONAIS: EFEITOS À SAÚDE, DESAFIOS E PERSPECTIVAS

**Maria Barbatho Goulart*; Maria Eduarda Marques Soutelino; Gabrielle de Paiva Vieira; Bianca Cristina Rocha de Oliveira; Erick Almeida Esmerino; Eliane Teixeira Márcico; Adriana Cristina de Oliveira Silva**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: mariabarbatho@id.uff.br*

**Resumo:** Pessoas com disbiose intestinal, síndrome do intestino irritável (SII), intolerância à lactose, diabetes, hipertensão, entre outras condições, enfrentam restrições dietéticas específicas. Diante do crescimento dessas condições e do aumento da conscientização da população sobre saúde e nutrição, as indústrias alimentícias têm respondido a essa demanda crescente investindo fortemente em produtos que atendam às necessidades diversificadas dos consumidores. Em particular, a indústria de laticínios tem desenvolvido opções alimentares mais saudáveis e naturais, incluindo produtos funcionais e dietéticos que visam promover benefícios à saúde. Nesta revisão, foram analisados os benefícios à saúde associados ao consumo de derivados lácteos dietéticos e enriquecidos com probióticos e prebióticos, além de estudos sobre o Kefir. As principais descobertas indicam efeitos positivos na redução de sintomas gastrointestinais e na melhora de biomarcadores relacionados a doenças cardiovasculares, diabetes, Alzheimer, depressão, infecção e estresse oxidativo. O fornecimento desses produtos lácteos não apenas atende às necessidades da população com diferentes restrições dietéticas, mas também contribui para a melhoria dos sintomas e para a nutrição dos pacientes.

**Palavras–chave:** leite A2; psicobióticos; pós-bióticos; tendências alimentares

## INTRODUÇÃO

O hábito alimentar de uma determinada população pode influenciar condições patológicas como disbiose intestinal, síndrome do intestino irritável (SII), intolerância à lactose (IL) e as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) podendo ser, inclusive, um problema de saúde pública (1,2,3).

Considerando o contexto alimentar, produtos dietéticos são formulados para atender demandas específicas relacionadas à redução de componentes do alimento, com objetivo de promover saúde ou gerenciar condições médicas, podendo ser projetadas para pessoas com necessidades especiais. Nesse contexto, a indústria de lácteos tem enfrentado uma série de críticas, muitas delas, com ausência total de informações técnicas e científicas, sendo importante considerar um contexto mais equilibrado com abordagem não tendenciosas e informativas. Desta forma, o consumo de produtos lácteos apresenta de fato algumas limitações, não sendo recomendado, por exemplo, aos pacientes hipercolesterolêmicos (4) devido à quantidade significativa de lipídeos presente. Todavia,

esses alimentos são altamente nutritivos, ricos em proteínas de alto valor biológico e de ótima aceitação sensorial, e sua exclusão da dieta usual pode ser insatisfatória para grande parte da população (5). Entretanto, o posicionamento da indústria de produtos lácteos tem sido inovador ajudando a atender a uma demanda crescente por parte dos consumidores, em especial aqueles que apresentam alguma condição especial de saúde, disponibilizando produtos lácteos sem lactose, com baixo teor de lipídeos, ou elaborados com leite A2, e novas formulações têm sido amplamente estudadas (6, 2, 7, 8, 9, 10, 11).

Além da restrição de componentes, na última década, reforçada pela pandemia Covid 19, houve um aumento na demanda por alimentos mais saudáveis e, como consequência, a necessidade de oferta destes produtos pela indústria láctea (12, 13).

Nesse contexto, os alimentos funcionais estão sendo incluídos na dieta com a finalidade de proporcionar benefícios fisiológicos e contribuir na redução do risco de doenças (14). Dentro desta categoria destacam-se os produtos probióticos, que são produtos adicionados de microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas conferem benefícios para a saúde (15), tais como a modulação da microbiota intestinal e o aumento da imunidade (16, 17, 18).

Outros benefícios associados ao consumo de probióticos já foram elucidados, como redução do risco de doença periodontal (19), melhoria dos biomarcadores de saúde óssea (20), otimização da função renal (21) e ação anti-inflamatória (22). Além disso, ao considerar a maior preocupação da população relacionada à melhoria da saúde mental nos últimos anos, descobertas recentes demonstraram a capacidade de alguns probióticos de modular os sintomas de doenças psiquiátricas. O que estabelece a categoria dos psicobióticos (23, 24, 21).

Apesar das inúmeras vantagens do uso de probióticos nas formulações, a adição de microrganismos vivos em produtos lácteos pode causar alterações nas suas características físico-químicas, reológicas, texturais e sensoriais (25). Como uma alternativa a esse problema, células não viáveis e metabólitos dos probióticos têm sido estudados, com efeitos à saúde semelhantes às células probióticas viáveis (26) e com pouca ou nenhuma alteração na matriz láctea. Esse fator torna viável sua aplicação em produtos de diversas classes, inclusive de fermentados e não fermentados (26).

Outro ingrediente que vem sendo utilizado em alimentos no intuito de conferir benefícios à saúde são os prebióticos (27) tais como a inulina, os galactooligossacarídeos, os frutooligossacarídeos e os xilooligossacarídeos. Estudos apontam efeitos promissores com a diminuição dos marcadores de inflamação (28), de alergia ao leite de vaca (29) e aumento da saúde do sistema nervoso (7).

Produtos lácteos funcionais têm sido desenvolvidos, seja com adição de frutas (30, 31, 8) ou extratos vegetais (32, 33, 10) ricos em fitoquímicos, que podem contribuir com a maior ingestão de compostos bioativos pelos consumidores. De modo geral, a utilização desses ingredientes está relacionada a aumento da atividade antioxidante (8, 34), antidiabética (10), antimicrobiana (34) e anti-inflamatória (35) nos produtos, e pode ter efeitos sobre suas características sensoriais (33).

O presente trabalho objetivou reunir estudos publicados nos últimos cinco anos (entre 2019 a 2024), usando as bases ScienceDirect, Pubmed e Periódicos Capes, as palavras chaves “funcionais”, “reduzidos”, “laticínios”, “dietéticos” e os operadores boleanos “and” e “or” sobre inovações em produtos lácteos funcionais e dietéticos, com foco na adição ou substituição de ingredientes e seus respectivos benefícios à saúde humana, além dos desafios e perspectivas para a pesquisa e produção nesse setor.

**PRODUTOS LÁCTEOS FUNCIONAIS**

*Produtos lácteos com adição de psicobióticos*

As doenças psiquiátricas apresentam um foco emergente de pesquisas, especialmente após a pandemia de Covid-19 (36, 37, 38). Nesse cenário, os psicobióticos são probióticos que produzem benefícios para saúde mental através da modulação do "eixo-intestino-cérebro", com efeitos positivos na redução da ansiedade (39, 21), depressão (21) e distúrbios do sono (21, 40).

O consumo de Kefir por indivíduos com déficit cognitivo demonstrou ser eficaz na melhoria de biomarcadores da doença de Alzheimer, como inflamação sistêmica, estresse oxidativo e dano às células sanguíneas (23). De forma semelhante, o consumo de Kefir por adultos com sobrepeso durante três semanas modulou os marcadores de disfunção da barreira intestinal, além de gerar um efeito positivo sobre o humor dos participantes (41).

Em um estudo comparativo com fórmulas infantis enriquecida e não enriquecida realizado por Nieto-Ruiz et al. (24), foi detectada uma menor incidência de problemas comportamentais em bebês de até 2 anos e 5 meses que consumiram a fórmula enriquecida com simbióticos frutooligossacarídeos, inulina, *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis* CECT7210 (*Bifidobacterium infantis* IM1) e *Lactobacillus rhamnosus* (24). Além disso, o consumo de leite fermentado com a cepa Shirota de *Lactobacillus paracasei* resultou na melhora nos sintomas de depressão em pacientes depressivos e regulação da microbiota intestinal ligado às doenças psiquiátricas (42). Por fim, o potencial efeito profilático antidepressivo também foi observado após o consumo de uma bebida de leite fermentado por duas cepas de Lactobacilos (*Lactobacillus acidophilus* LA-5 e *Lactobacillus paracasei* L. CASEI-01) em pacientes com Síndrome do Intestino Irritável (3).

De modo geral, foi observado que a melhoria da saúde mental estava relacionada principalmente às alterações na microbiota intestinal que, ao favorecer a neuromodulação, contribuíram para a liberação de neurotransmissores como a serotonina (23, 3) e à elevada presença de triptofano no kefir que exerce função de precursor deste neurotransmissor (41).

Vale acrescentar que os benefícios à saúde advindos dos psicobióticos não se limitam somente a condições psiquiátricas, podendo apresentar-se de forma sistêmica e promovendo bem-estar e longevidade saudável (39). Pode-se inferir que, dependendo do quadro clínico do indivíduo, a inclusão de psicobióticos na dieta pode ser uma alternativa interessante na redução ou substituição de medicamentos psicoativos que causam efeitos colaterais.

*Produtos lácteos com adição de pós-bióticos*

Como mencionado, os pós-bióticos são células não viáveis e/ou metabólitos de bactérias probióticas que possuem capacidade de gerar benefícios à saúde. Em outras palavras, são definidos como a complexa mistura de enzimas, proteínas, ácidos graxos de cadeia curta, vitaminas, biossurfactantes, aminoácidos, peptídeos e ácidos orgânicos secretadas por células probióticas não viáveis (26).

Esses fragmentos estão associados a resposta antimicrobiana (43), além de melhoria na força muscular, na resistência aeróbica e no desempenho físico (44, 45), bem como no retardo do envelhecimento (46) e na diminuição de marcadores de síndrome do intestino irritável (47).

Diferentes matrizes lácteas têm sido adicionadas de pós-bióticos, com uma amplitude de efeitos à saúde (48, 49, 50, 51).

Sawada et. al. (48) produziram uma bebida fermentada à base de leite contendo *Lactobacillus gasseri* CP2305 e avaliaram os efeitos do seu consumo em 39 participantes com constipação ou sem constipação. Como resultado, as características gerais das fezes foram melhoradas, principalmente no grupo com tendência à constipação, além de aumento da quantidade de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) relacionados à redução do risco de doenças (52).

Em outro estudo, Vandenplas et. al. (49) avaliaram uma fórmula infantil à base de leite de vaca fermentada com pós-bióticos derivados da fermentação de *Bifidobacterium breve* C50 e *Streptococcus thermophiles* 065 (incluindo 3'-Galactosilactose), e relataram resultados positivos no crescimento e desenvolvimento de bebês quando associado a mistura prebiótica, 2′-fucosilactose e gordura do leite (49). Além disso, a suplementação de uma mistura de pós-biótico de *Lactiplantibacillus plantarum* LRCC5314 e leite em pó demonstrou seu potencial para reduzir marcadores de diabetes tipo 2 em ratos (51).

A adição de pós-bióticos com efeitos semelhantes aos dos psicobióticos em produtos lácteos também foi relatada por de Oliveira Carvalho et. al. (50) que concluíram que a alimentação de camundongos com um queijo fermentado por *Propionibacterium freudenreichii* CIRM-BIA129, *Lactobacillus delbrueckii* CNRZ327 e *Streptococcus thermophilus* contribuiu com a produção do metabólito bioativo ácido gama-aminobutírico que é um componente anteriormente elucidado como um promotor de benefícios em quadros de doenças psiquiátricas (53). De modo geral, o consumo dos lácteos adicionados de pós-bióticos proporcionam benefícios à saúde comparáveis aos probióticos. No entanto, é importante compreender que os efeitos das células não viáveis e dos metabólitos podem variar dependendo do tipo de bactéria utilizada, do processo de produção e da concentração do ingrediente no produto final (48, 49, 50, 51).

*Produtos lácteos com adição de prebióticos*

Nos últimos anos, pesquisas sobre os efeitos à saúde pelo consumo de produtos lácteos adicionados de prebióticos têm sido direcionados principalmente às fórmulas infantis, cujo consumo está relacionado a melhorias na qualidade do sono (7) e redução do risco de infecção (29, 54). Essa matriz é vantajosa na incorporação de prebióticos, por carrear esses componentes e mantê-los viáveis por longos períodos (7).

Colombo et. al. (7) concluíram que bebês alimentados com uma fórmula a base de leite de vaca contendo polidextrose e galactooligossacarídeos apresentaram estado de vigília diurna consolidado mais rapidamente, quando comparado ao alimentados com a fórmula controle, o que estabelece uma importante conexão entre o consumo de prebióticos e sua influência no eixo-intestino-cérebro. Similarmente, Chatchatee et. al. (29) demonstraram que a inclusão dos prebióticos inulina e oligofrutose e da bactéria probiótica *Bifidobacterium breve* M-16V a uma fórmula infantil apresentou potencial para redução do risco de infecção em bebês com alergia ao leite de vaca. Ademais, a adição dos simbiontes (frutooligossacarídeos, galactooligossacarídeos e *Lactobacillus paracasei* ssp. paracasei F19) à uma fórmula a base de leite resultou na melhora do quadro de infecção respiratória por *Klebsiella* em bebês (54).

Os benefícios do consumo de prebióticos através de fórmulas infantis estão relacionados principalmente a modulação da microbiota intestinal. Entretanto, cada prebiótico favorece o crescimento de um microrganismo específico, que influencia o efeito obtido no organismo. Por exemplo, a polidextrose e os galactooligossacarídeos

estimularam o desenvolvimento do grupo *Bifidobacterium,* modulando a microbiota do eixo-intestino-cérebro, que no organismo infantil, contribuiu com a melhoria da qualidade do sono (7). Por outro lado, a interação simbiótica entre os prebióticos frutooligossacarídeo e galactooligossacarídeo com o probiótico *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* F19 também favoreceu o crescimento das bifidobactérias, porém, suprimiu as espécies *Klebsiella,* que implicou nos eixos intestino-pele e intestino-pulmão gerando menor incidência de infecção nos bebês (54).

*Produtos lácteos com adição de extratos vegetais*

Nos últimos anos, houve um aumento da utilização de extratos vegetais na produção de derivados lácteos, com o objetivo de aumentar suas propriedades funcionais e melhorar as características sensoriais dos produtos. Muitos estudos abordam o uso dos extratos como corantes naturais, especialmente como substitutos aos corantes artificiais que podem apresentar alto potencial inflamatório (55) e carcinogênico (55, 56), além da sua ampla aplicação em produtos lácteos (32, 33).

Nesse cenário, a adição de extrato de pétalas de flores comestíveis (*Dahlia mignon*, rosas, *Centaurea cyanus L.*) foi avaliada em iogurtes por Pires et al. (57). De modo geral, foi observado que a adição desse ingrediente forneceu diferentes tipos de antocianinas aos produtos, compostos estes relacionados a atividade anti-inflamatória (58), melhoria da função cognitiva e da secura ocular (59).

Iriondo-DeHond et. al. (32) adicionaram cáscara de café a um iogurte contendo inulina e concluíram que essa adição foi suficiente para elevar o teor de fibras a quantidade preconizada para declaração da alegação nutricional “fonte de fibras” nutrientes estes que, segundo Fritsch et. al. (35), cumprem um papel relevante para redução de riscos inflamação e disbiose.

Ademais, Schneider-Teixeira et. al. (33) concluíram que adição do extrato aquoso de folhas de *Alternanthera brasiliana* atua como corante e ingrediente funcional em iogurtes, devido as betacianinas e aos compostos fenólicos, respectivamente, que também são associados à atividade antioxidante (60).

Além disso, a adição de extrato de semente de *Moringa oleifera* L. nanoencapsulada e extrato de folhas de *Ocimum tenuiflorum* L a um queijo de massa mole demonstrou ser eficaz no combate a diabetes, através do efeito anti-hiperglicêmico observado em ratos diabéticos (10).

Em outro estudo com o queijo Gouda, foram avaliados os efeitos do consumo por camundongos do lácteo adicionado de extrato vegetal de *Allium hookeri.* Foi concluído, que houve uma redução das taxas de aumento de peso corporal e dos níveis de triglicerídeos no sangue dos animais (4).

A inclusão de extratos vegetais nos produtos lácteos parece contribuir não apenas com a melhora do seu perfil funcional, mas também com a diminuição do risco de doenças associadas ao consumo de laticínios por indivíduos que apresentam restrições a esses alimentos. Além disso, o consumo de herbais pode ser uma alternativa no favorecimento da qualidade de vida da população, por causarem menos efeitos secundários quando administrados de forma adequada e comparado a medicamentos sintéticos (10).

*Produtos lácteos com adição de frutas*

Os benefícios à saúde associados ao consumo das frutas são reconhecidos de forma abrangente (61, 62). Jabuticaba, açaí, araçá-boi e frutos de *Diospyros lotus* L., por exemplo, se destacam devido a presença de antocianinas, compostos fenólicos e flavonóides como a quercetina e kaempferol, associados a capacidade antioxidante (63, 61). Sendo assim, para incluir os benefícios das frutas aos alimentos e torná-los acessíveis, pesquisas da incorporação destes ingredientes à formulação dos lácteos têm sido amplamente realizadas (8, 30, 31, 34).

Coentrão et. al. (30) elaboraram um iogurte contendo xarope de jabuticaba e albumina e observaram maior concentração de flavonoides nesses produtos, que se manteve em crescimento até o vigésimo oitavo dia de armazenamento. Além disso, a capacidade prebiótica das frutas em produtos lácteos também foi estudada por Prestes et. al. (8). Os autores avaliaram os efeitos da adição de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* o. berg) a um leite fermentado com adição de *Bifidobacterium* BB-12 e relataram aumento da capacidade antioxidante e conteúdo fenólico, além de maior perfil de proteção e fornecimento de substrato para o *Bifidobacterium BB-12,* em função dos compostos bioativos presentes no fruto.

Resultados semelhantes foram observados no estudo conduzido por Yapa et. al. (31) na produção de um iogurte elaborado com leite de búfala incorporado de *Lacticacaseibacillus rhamnsonus* GG e adicionado de polpa da fruta bael (*Aegle marmelos),* observando que a incorporação da fruta bael potencializou a viabilidade da bactéria probiótica, indicando um efeito prebiótico (31).

No estudo de Sharma et. al. (34) foi observado que o consumo de queijo kalari adicionado de extrato de phalsa *(Grewia asiática*) favoreceu a redução do efeito do estresse oxidativo, melhorou o nível de enzimas antioxidantes, aumentou o peso corporal e reduziu o peso do baço e do fígado dos ratos.

A presença dos fitoquímicos presentes nesses ingredientes é capaz de promover atividade antioxidante, associada à redução do risco de doenças crônicas nos indivíduos e a maior validade comercial dos produtos. Ademais, em conjunto com ação prebiótica das fibras e outros componentes das frutas, esses fatores contribuem para a manutenção da saúde a longo prazo dos consumidores e maior qualidade dos produtos (8).

## PRODUTOS LÁCTEOS DIETÉTICOS

### *Leite A2A2*

A principal proteína do leite é a caseína, que está dividida nas frações αs1, αs2, β e κ. A fração β possui duas variações: A1 e A2, e existe uma parcela da população que tem dificuldade em digerir a fração A1 devido à liberação do peptídeo bioativo Beta-Casomorfina-7 (64). Por meio de seleção genética de vacas que não produzem a variação A1 da beta-caseína, é possível obter o leite A2, cujo consumo está relacionado a diminuição de sintomas gastrointestinais e melhor digestibilidade do leite (1).

Ramakrishnam et. al. (1) relataram que adultos com intolerância à lactose e má digestão, ou apenas com má digestão da lactose, apresentaram menor índice de sintomas gastrointestinais após consumirem leite A2 em jejum noturno, em comparação com o consumo de leite convencional. De forma semelhante, em uma pesquisa realizada com crianças entre 12 e 36 meses por Meng et al (9), o consumo do leite A2 foi associado ao menor nível de constipação, maior conforto digestivo e melhora dos sintomas gastrointestinais. Por fim, em uma investigação com mulheres com intolerância à lactose,

o consumo de leite A2 também favoreceu o conforto digestivo e favoreceu a absorção de lactose (65).

Além da melhoria da saúde gastrointestinal, outras vantagens foram associadas à ingestão de leite A2 (64, 66, 67) tais como uma recuperação muscular em atletas de alto desempenho semelhante aos indivíduos que ingeriram o leite A1, configurando uma alternativa para atletas com má digestibilidade da fração A1 da β-caseína, após exercício físico intenso (66).

O efeito antidiabético do leite A2 também foi investigado em uma pesquisa com ratos realizada por Singh e Mavai (66). Os dados obtidos revelaram que a suplementação com leite A2 causou um aumento inicial do nível de glicose sérico, seguido de uma redução significativa, sendo um potencial agente antidiabético. Por outro lado, o consumo de leite A2 por crianças pré-escolares com sintomas de intolerância à lactose demonstrou melhorias na performance cognitiva, além de efeitos positivos nas medidas de frequência e consistência de fezes (64).

O mecanismo pelo qual o consumo do leite A2 promove benefícios à saúde está associado a melhoria da estrutura das vilosidades e criptas intestinais, aumento das respostas dos anticorpos IgG e IgE e favorecimento do desenvolvimento da espécie *Lactobacillus animalis* no intestino. (68). Desta forma, o consumo de leite A2 também pode reduzir os sintomas gastrointestinais de pessoas com intolerância à lactose.

*Produtos lácteos reduzidos de lactose*

A prevalência de intolerantes à lactose (IL) é alta em todo mundo, e varia com fatores como questões genéticas, étnicas e geográficas. Nos últimos anos, tem sido detectado um aumento no número de pessoas com IL e que buscam a redução do consumo de carboidratos na dieta e efeitos adicionais à saúde (69). Desta forma, diversas pesquisas têm levado em consideração a utilização de ingredientes com contribuição nutricional e funcional, como os probióticos, para produção de lácteos reduzidos de lactose. Além disso, novas alternativas para a fermentação do leite têm sido exploradas em leites fermentados, de modo a otimizar de forma natural a redução de lactose pela produção microbiana de β-galactosidase (69).

A tecnologia primária para obtenção dos leites fermentados é a fermentação por bactérias láticas, que consomem a lactose, e, por consequência, reduzem seu teor no alimento. Por isso, os leites fermentados são uma alternativa viável da inserção de derivado lácteo na dieta de pessoas com IL (69, 70, 71,72). Nesse cenário, Vrese et al (73) concluíram que a administração conjunta de culturas de iogurte liofilizadas e lactase ácida de *Aspergillus oryzae* aumentaram a digestão da lactose em humanos, quando comparado ao nível de digestão dos mesmos isoladamente. Este aspecto de "autodigestão" dos leites fermentados pode explicar a maior aceitação pelo público intolerante (74).

Visto que as pessoas com IL têm tido exigências por produtos sem lactose que gerem efeitos benéficos à saúde, a inclusão de probióticos aos lácteos *lactose-free* foi estudada por Pereira et. al. (6), Pinto et al (75) e Dantas et al (76) e, apesar de não serem apresentados ensaios clínicos sobre os seus efeitos específicos no organismo nesses estudos, ao considerarem os aspectos destes microrganismos na modulação do microbioma intestinal, esta aplicação configura uma alternativa potencial à saúde de pessoas com IL.

A síntese de lactase na fermentação oferece uma forma mais natural e potencialmente mais eficiente para formulação de produtos reduzidos de lactose, e a

adição de ingredientes funcionais favorece a qualidade e aceitação desses produtos. No entanto, os estudos clínicos de novas formulações reduzidas de lactose ainda são escassos, sendo necessárias mais pesquisas que contribuam para oferta de produtos saudáveis que atendam a necessidade de diferentes públicos.

*Produtos lácteos com baixo teor de lipídeos*

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, a obesidade é atualmente considerada uma epidemia global e um fator de risco para doenças como diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares, hipertensão, e diferentes tipos de câncer (77). Existe uma correlação entre o consumo excessivo de gordura e o desenvolvimento de fatores de risco à saúde (78), que fomenta a necessidade de produção de produtos lácteos com teores de lipídios reduzidos.

Nesse cenário, Vasilopoulou et. al. (2) avaliaram os impactos da ingestão de leite UHT, manteiga e queijo tipo Cheddar reduzidos de gorduras saturadas e enriquecidos com gorduras insaturadas na saúde de pacientes com risco moderado de doença cardiovascular por 12 semanas. Os resultados sugeriram que o consumo destes produtos atenuou o aumento da concentração sanguínea de colesterol LDL, quando comparada ao consumo dos produtos lácteos convencionais.

No entanto, no estudo de Racourt-Bouchard et. al. (79) o consumo de leite desnatado (1% de gordura) ou queijo Cheddar (31% de gordura) pareceu não afetar a pressão arterial (PA) sistólica e a diastólica dos participantes, estabelecendo uma correlação neutra entre a quantidade de gordura ingerida e os marcadores de doença cardiovascular.

A presença de diferentes minerais, conteúdo lipídico, culturas vivas e compostos como o ácido γ-aminobutírico nos derivados lácteos fermentados contribui com os benefícios fornecidos (79). Todavia, não é de total consenso a percepção da relação entre restrição de lipídeos e a menor incidência de obesidade e doenças cardiovasculares, sendo necessários estudos mais aprofundados sobre o consumo de lácteos reduzidos de gordura e seus efeitos no organismo humano.

*Queijos reduzidos de gordura e adicionados de probióticos*

Conforme mencionado anteriormente, uma dieta excessiva em gordura pode causar obesidade e agravar os seus fatores de risco (78). Por outro lado, estudos indicam que a modulação da microbiota intestinal parece estar inversamente associada com a incidência de obesidade (11, 80).

Neste cenário, Al-Dhaheri et. al. (81) avaliaram os efeitos à saúde após adição de *Lactobacillus plantarum* (isolado do leite de camelo) no queijo *akawi* produzido com leite com baixo teor de gordura. Os autores concluíram que houve maior inibição da enzima α-amilase (associada ao desenvolvimento de diabetes) *in vitro* neste queijo, quando comparado ao elaborado com culturas comerciais. Além disso, foi observada atividade inibitória da enzima conversora de angiotensina, sugerindo uma propriedade anti-hipertensiva no queijo probiótico (81).

A bactéria probiótica *Lactobacillus plantarum*1.320 e a inulina também foram adicionados à formulação de um queijo cheddar reduzido de gordura no estudo de Zhang et. al. (82), no qual a inulina otimizou o crescimento do *L. plantarum,* que se manteve viável durante a digestão gastrointestinal simulada e promoveu um queijo reduzido de lipídeos com potencial funcional. Hasali et. al. (11) produziram um queijo com leite desnatado e adicionado de probiótico *Lactobacillus brevis* NJ42 isolado do mel. No

estudo, camundongos foram mantidos sob uma dieta rica em gordura com suplementação do queijo probiótico. Os autores revelaram que houve um efeito positivo sobre os marcadores de obesidade, pela menor taxa de ganho de peso no grupo alimentado com queijo probiótico quando comparado ao grupo não probiótico, além da regressão da síndrome metabólica nos camundongos.

A inclusão de probióticos à formulação dos queijos favorece a promoção de benefícios à saúde. Além disso, a presença de exopolissacarídeos parece estar associada ao desempenho de atividade antioxidante nos produtos (81).

## DESAFIOS E LIMITAÇÕES DAS INOVAÇÕES EM PRODUTOS LÁCTEOS FUNCIONAIS E DIETÉTICOS

O desenvolvimento de lácteos funcionais e dietéticos possui grande potencial de mercado, contudo, a indústria de laticínios enfrenta desafios para atender as demandas da população e oferecer produtos com boa qualidade sensorial e segurança.

Apesar dos inúmeros benefícios do consumo de produtos lácteos psicobióticos na dieta de indivíduos com condições mentais específicas, a falta de conhecimento dos consumidores sobre esses microrganismos é um fator limitante para sua comercialização, visto que é crucial para impulsionar sua demanda e consolidar o mercado. O uso dos pós bióticos como um ingrediente inovador em produtos lácteos se mostrou uma alternativa promissora, principalmente no que se refere a pouca ou nenhuma alteração na matriz, mas também pode apresentar desafios. A produção destes compostos envolve processos complexos e específicos para cada cepa de microrganismo, o que pode aumentar os custos pela necessidade de novos equipamentos e etapas de produção, e dificultar a escalabilidade. Por ser uma descoberta recente, a escassez de estudos sobre os efeitos da adição de pós bióticos em diferentes matrizes lácteas também pode ser um obstáculo para o lançamento de novos produtos.

Em relação aos prebióticos, observou-se que nos últimos anos as pesquisas têm sido direcionadas principalmente a fórmulas infantis. Esse fator é limitante à expansão desse mercado, visto que outros produtos lácteos também podem ser favoráveis a adição desse ingrediente e colaborar com a saúde de diferentes públicos.

Além disso, pode-se concluir que adição de frutas e extratos vegetais nas matrizes lácteas exerce uma função importante na ingestão das substâncias bioativas importantes à saúde. Todavia, a perecibilidade destes compostos é um fator limitante à produção pela indústria, sendo necessário o emprego de tecnologias adjuntas que protejam as substância de condições adversas como pH, temperatura e exposição à luz (83). O impacto sensorial desses ingredientes também deve ser avaliado em cada matriz láctea, visto que pode promover alterações no sabor, aroma e textura dos produtos (34), reduzindo sua aceitação pelos consumidores.

Por fim, a inovação em produtos lácteos dietéticos, embora seja um segmento em constante crescimento, enfrenta diversos desafios. A remoção de componentes como a porção lipídica e lactose pode comprometer o perfil nutricional do produto final, o que pressiona a indústria a desenvolver tecnologias que permitam a redução desses componentes sem afetar significativamente o conteúdo de vitaminas, minerais e proteínas (84). Ademais, a alteração da composição dos produtos lácteos pode impactar diretamente em sua textura e sabor, tornando necessárias as análises sensoriais e de percepção dos consumidores diante dos novos produtos.

## CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Em suma, o desenvolvimento de novas formulações de produtos lácteos funcionais e dietéticos tem se mostrado eficiente na diminuição da incidência e progressão de diversas doenças, além da manutenção da saúde e bem-estar (9, 51). Esse fator impulsiona a comunidade científica no desenvolvimento de pesquisas de novos ingredientes e etapas de processamento, além de tecnologias que melhorem a estabilidade de compostos bioativos e a viabilidade de microrganismos, como a nano e microencapsulação (10).

Além disso, a demanda dos consumidores por produtos mais seguros e sustentáveis estimula a indústria a adesão de tecnologias emergentes, como o ultrassom (85), plasma frio (86) e o aquecimento ôhmico (87). Essas tecnologias oferecem diversas vantagens, como maior eficiência, menor consumo energético e maior preservação da qualidade nutricional e funcional dos alimentos, alinhando-se com o menor impacto ambiental comparado às tecnologias convencionais (85). Desse modo, a indústria láctea pode atender as tendências globais do setor alimentício, através da otimização de processos para o lançamento de novos produtos que colaborem com a saúde pública.

.

## AGRADECIMENTOS

A autora agradece a Universidade Federal Fluminense e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado (88887.975383/2024-00).

## REFERÊNCIAS

1. Ramakrishnan M, Eaton TK, Sermet OM, Savaiano DA. Milk containing A2 β-casein only, as a single meal, causes fewer symptoms of lactose intolerance than milk containing A1 and A2 β-caseins in subjects with lactose maldigestion and intolerance: A randomized, double-blind, crossover trial. Nutr. 2020; 12(12): 3855
2. Vasilopoulou D, Markey O, Kliem KE, Fagan CC, Grandison AS, Humphries DJ, Lovegrove JA. Reformulation initiative for partial replacement of saturated with unsaturated fats in dairy foods attenuates the increase in LDL cholesterol and improves flow-mediated dilatation compared with conventional dairy: the randomized, controlled replacement of Saturated fat in dairy on Total cholesterol (RESET) study. Am J Clin Nutr. 2020; 111(4): 739-748.
3. Sarkawi M, Raja Ali RA., Abdul Wahab N, Abdul Rathi ND, Mokhtar NM. A randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial on Lactobacillus-containing cultured milk drink as adjuvant therapy for depression in irritable bowel syndrome. Sci. Rep. 2024; 14(1): 9478.
4. Kim YA, Lee SS, Yoo J, Kim EM, Nam MS, Kim KK. Effects of Gouda cheese and Allium hookeri on thermogenesis in mice. Food sci. nutr. 2020; 9(2):1232-1239.
5. Feng Y, Zhao Y, Liu J, Huang Z, Yang X, Qin P, Zhang M. Consumption of dairy products and the risk of overweight or obesity, hypertension, and type 2 diabetes mellitus: a dose–response meta-analysis and systematic review of cohort studies. Adv. Nutr.. 2022; 13(6): 2165-2179.
6. Pereira, JA, Pinto SS, Dias CO, Vieira MP, Ribeiro DH, Amboni RD, Fritzen-Freire CB. Potentially symbiotic fermented milk: A preliminary approach using lactose-free milk. LWT. 2020; 118: 108847.
7. Colombo J, Carlson SE, Algarín C, Reyes S, Chichlowski M, Harris CL, Berseth CL. Developmental effects on sleep–wake patterns in infants receiving a cow's milk-based infant formula with an added prebiotic blend: A randomized controlled trial. Pediatr. res. 2021; 89(5): 1222-1231.
8. Prestes AA, Verruck S, Vargas MO, Canella MHM, Silva CC, da Silva Barros EL, Prudencio ES. Influence of guabiroba pulp (campomanesia xanthocarpa o. berg) added to fermented milk on

probiotic survival under in vitro simulated gastrointestinal conditions. Int. Food Res. 2021; 141: 110135.
9. Meng Y, Zhou Y, Li H, Chen Y, Dominik G, Dong J, Liu J. Effectiveness of Growing-Up Milk Containing Only A2 β-Casein on Digestive Comfort in Toddlers: A Randomized Controlled Trial in China. Nutr. 2023; 15(6): 1313.
10. Soliman TN, Karam-Allah AAK, Abo-Zaid EM, Mohammed DM. Efficacy of nanoencapsulated Moringa oleifera L. seeds and Ocimum tenuiflorum L. leaves extracts incorporated in functional soft cheese on streptozotocin-induced diabetic rats. Phytomedicine Plus. 2024;100598.
11. Hasali NHM, Zamri AI, Lani MN, Matthews V, Mubarak A. Cheese containing probiotic Lactobacillus brevis NJ42 isolated from stingless bee honey reduces weight gain, fat accumulation, and glucose intolerance in mice. Heliyon. 2024; 10(4).
12. Werle CO, Gauthier C, Yamim AP, Bally F. How a food scanner app influences healthy food choice. Appetite. 2024; 200: 107571.
13. Soutelino MEM, de Paiva Vieira G, Goulart MB, Miranda KC, da Conceição RP, Pimentel TC, da Silva Rocha, R. Natural food dyes on dairy products: A critical approach between 2012-2023 literature regarding the technological and functional aspects, health benefits and future trends. Trends Food Sci. Technol. 2024; 104370.
14. Topolska K, Florkiewicz A, Filipiak-Florkiewicz A. Functional food—consumer motivations and expectations. Int J Environ Res Public Health. 2021; 18(10): 5327.
15. WHO Probiotics in food: health and nutritional properties and guidelines for evaluation. Rome: World Health Organization; 2006. FAO/WHO; 2006.
16. Alvarez AS, Tap J, Chambaud I, Cools-Portier S, Quinquis L, Bourlioux P, Derrien, M. Safety and functional enrichment of gut microbiome in healthy subjects consuming a multi-strain fermented milk product: a randomised controlled trial. Sci. Rep. 2020; 10(1): 15974.
17. FitzGerald J, Patel S, Eckenberger J, Guillemard E, Veiga P, Schäfer F, Derrien M. Improved gut microbiome recovery following drug therapy is linked to abundance and replication of probiotic strains. Gut Microbes. 2022; 14(1): 2094664.
18. Huang HW, Chen MJ. Exploring the Preventive and Therapeutic Mechanisms of Probiotics in Chronic Kidney Disease through the Gut–Kidney Axis. J. Agric. Food Chem. 2024; 72(15): 8347-8364.
19. Yuki ODA, Furutani C, Mizota Y, Wakita A, Mimura S, Kihara T, Nikawa H. Effect of bovine milk fermented with Lactobacillus rhamnosus L8020 on periodontal disease in individuals with intellectual disability: A randomized clinical trial.J. Appl. Oral Sci. 2019; 27: e20180564.
20. Morato-Martínez M, López-Plaza B, Santurino C, Palma-Milla S, Gómez-Candela C. A dairy product to reconstitute enriched with bioactive nutrients stops bone loss in high-risk menopausal women without pharmacological treatment. Nutrients. 2020; 12(8): 2203.
21. Zhu H, Cao C, Wu Z, Zhang H, Sun Z, Wang M, Zeng, R. The probiotic L. casei Zhang slows the progression of acute and chronic kidney disease. Cell metabolis. 2021; 33(10): 1926-1942.
22. Vieira LV, de Sousa LM, Maia TAC, Gusmão JNFM, Goes P, Pereira KMA, Gondim, DV. Milk Kefir therapy reduces inflammation and alveolar bone loss on periodontitis in rats. Biomed Pharmacother. 2021; 139: 111677.
23. Mendonça Marques Ton A, Prandi Campagnaro B, Aleixo Alves G, Aires R, Zambom Côco L, Maximo Arpini C, Corral Vasquez E. Oxidative Stress and Dementia in Alzheimer's Patients: Effects of Synbiotic Supplementation. Oxid. Med. Cell Longev. 2020; (1): 2638703.
24. Nieto-Ruiz A, Diéguez E, Sepúlveda-Valbuena N, Herrmann F, Cerdó T, López-Torrecillas F, Campoy C. The effects of an infant formula enriched with milk fat globule membrane, long-chain polyunsaturated fatty acids and synbiotics on child behavior up to 2.5 years old: the COGNIS study. Nutrients. 2020; 12(12): 3825.
25. Chelladhurai K, Ayyash M, Turner MS, Kamal-Eldin A. (2023). Lactobacillus helveticus: Health effects, current applications, and future trends in dairy fermentation. Trends Food Sci Technol . 2023; 136: 159-168.
26. Nataraj BH, Ali SA, Behare PV, Yadav H. Postbiotics-parabiotics: The new horizons in microbial biotherapy and functional foods. Microbial cell factories. 2020; 19: 1-22.
27. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Voto nº 102/2020/SEI/DIRE3/ANVISA. Processo nº 25351.923604/2019-95: Enquadramento sanitário do produto Preginal® – gel vaginal com prebiótico. Brasília: ANVISA; 2020.
28. Buhaș MC, Candrea R, Gavrilaș LI, Miere D, Tătaru A, Boca A, Cătinean A. Transforming psoriasis care: probiotics and prebiotics as novel therapeutic approaches. Int. J. Mol. Sci. 2023; 24(13): 11225.

29. Chatchatee P, Nowak-Wegrzyn A, Lange L, Benjaponpitak S, Chong KW, Sangsupawanich P, Peroni D. Tolerance development in cow's milk–allergic infants receiving amino acid–based formula: A randomized controlled trial. J Allergy Clin Immunol . 2022 149(2), 650-658.
30. de Abreu Marques Coentrão C, Teixeira Mársico E, da Silva Frasao B, de Oliveira Resende Ribeiro R, Caixeta Garcia LG, Alves da Silva F, Cristina de Oliveira Silva A. Jaboticaba yoghurts enriched with whey protein or albumin: evaluation of phenolic content and color. Brazilian Journal of Veterinary Science/Revista Brasileira de Ciência Veterinária. 2019; 26(4).
31. Yapa D, Rasika DMD, Weerathilake WADV, Siriwardhana J, Priyashantha H. Effects of fermenting with Lacticaseibacillus rhamnosus GG on quality attributes and storage stability of buffalo milk yogurt incorporated with bael (Aegle marmelos) fruit pulp. NFS Journal. 2023; 31: 102-109.
32. Iriondo-DeHond M, Iriondo-DeHond A, Herrera T, Fernández-Fernández AM, Sorzano COS, Miguel E, Del Castillo MD. Sensory acceptance, appetite control and gastrointestinal tolerance of yogurts containing coffee-cascara extract and inulin. Nutrients. 2020; 12(3): 627.
33. Schneider-Teixeira A, Molina-García AD, Alvarez I, Staffolo MD, Deladino L. Application of betacyanins pigments from Alternanthera brasiliana as yogurt colorant. LWT. 2022; 159: 113237.
34. Sharma S, Kumar A, Kumar S, Katare AK, Bhat HF, Aadil RM, Bhat ZF. Grewia asiatica fruit extract-based kalari cheese for enhanced storage stability and functional value. J. Exp. Food Chem. 2023; 3: 100520.
35. Fritsch J, Garces L, Quintero MA, Pignac-Kobinger J, Santander AM, Fernández I, Abreu MT. Low-fat, high-fiber diet reduces markers of inflammation and dysbiosis and improves quality of life in patients with ulcerative colitis. Clin. Gastroenterol H. Journal. 2021; 19(6): 1189-1199.
36. Jones EA, Mitra AK, Bhuiyan AR. Impact of COVID-19 on mental health in adolescents: a systematic review. Int J Environ Res Public Health. 2021; 18(5): 2470.
37. Riedel B, Horen SR, Reynolds A, Hamidian Jahromi A. Mental health disorders in nurses during the COVID-19 pandemic: implications and coping strategies. Public Health Front.. 2021; 9: 707358.
38. Chen PJ, Pusica Y, Sohaei D, Prassas I, Diamandis EP. An overview of mental health during the COVID-19 pandemic. Diagnosis. 2021; 8(4): 403-412.
39. Morales-Torres R, Carrasco-Gubernatis C, Grasso-Cladera A, Cosmelli D, Parada F. J, Palacios-García I. Psychobiotic effects on anxiety are modulated by lifestyle behaviors: A randomized placebo-controlled trial on healthy adults. Nutrients. 2023; 15(7): 1706.
40. Nishida K, Sawada D, Kuwano Y, Tanaka H, Rokutan K. Health benefits of Lactobacillus gasseri CP2305 tablets in young adults exposed to chronic stress: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. Nutrients. 2019; 11(8): 1859.
41. Pražnikar ZJ, Kenig S, Vardjan T, Bizjak MČ, Petelin A. Effects of kefir or milk supplementation on zonulin in overweight subjects. Int. J. Dairy Sci. 2020; 103(5): 3961-3970.
42. Zhang X, Chen S, Zhang M, Ren F, Ren Y, Li Y, Wang R. Effects of fermented milk containing Lacticaseibacillus paracasei strain Shirota on constipation in patients with depression: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. Nutrients. 2021; 13(7): 2238.
43. Lin CW, Chen YT, Ho HH, Kuo YW, Lin WY, Chen JF, Yang SF. Impact of the food grade heat-killed probiotic and postbiotic oral lozenges in oral hygiene. Aging (Albany NY). 2022; 14(5): 2221.
44. Singh A, D'Amico D, Andreux PA, Fouassier AM, Blanco-Bose W, Evans M, Rinsch C. Urolithin A improves muscle strength, exercise performance, and biomarkers of mitochondrial health in a randomized trial in middle-aged adults. Cell Rep. 2022; 3(5).
45. Cheng YC, Lee CC, Lee MC, Hsu HY, Lin JS, Huang CC, Watanabe K. Effects of heat-killed Lactiplantibacillus plantarum TWK10 on exercise performance, fatigue, and muscle growth in healthy male adults. Physiol. Rep. 2023; 11(19): e15835.
46. Kim J, Lee YI, Mun S, Jeong J, Lee DG, Kim M, Lee JH. Efficacy and safety of Epidermidibacterium Keratini EPI-7 derived postbiotics in skin aging: a prospective clinical study. Int. J. Mol. Sci. 2023; 24(5): 4634.
47. Srivastava S, Basak U, Naghibi M, Vijayakumar V, Parihar R, Patel J, Day R. A randomized double-blind, placebo-controlled trial to evaluate the safety and efficacy of live Bifidobacterium longum CECT 7347 (ES1) and heat-treated Bifidobacterium longum CECT 7347 (HT-ES1) in participants with diarrhea-predominant irritable bowel syndrome. Gut Microbes. 2024; 16(1): 2338322.
48. Sawada D, Sugawara T, Ishida Y, Aihara K, Aoki, Takehara I, Fujiwara S. Effect of continuous ingestion of a beverage prepared with Lactobacillus gasseri CP2305 inactivated by heat treatment on the regulation of intestinal function. Int. Food Res. J. 2016; 79: 33-39.
49. Vandenplas Y, de Halleux V, Arciszewska M, Lach P, Pokhylko V, Klymenko V, Porcel Rubio R. A partly fermented infant formula with postbiotics including 3′-GL, specific oligosaccharides, 2′-FL,

and milk fat supports adequate growth, is safe and well-tolerated in healthy term infants: A double-blind, randomised, controlled, multi-country trial. Nutrients. 2020; 12(11): 3560.
50. de Oliveira Carvalho RD, Rabah H, Ariute JC, Aburjaile FF, Brenig B, Guédon E, Azevedo V. Functional Swiss-type cheeses promote beneficial effects in mice gut microbiome during homeostasis and inflammation. Food Biosci. 2023; 56: 103327.
51. Kim JH, Kwak W, Nam Y, Baek J, Lee Y, Yoon S, Kim W. Effect of postbiotic Lactiplantibacillus plantarum LRCC5314 supplemented in powdered milk on type 2 diabetes in mice. Int. J. Dairy Sci. 2024; 107(8): 5301-5315.
52. de Paulo Farias D, de Araújo FF, Neri-Numa IA, Pastore GM. Prebiotics: Trends in food, health and technological applications. Trends Food Sci. Technol. 2019; 93: 23-35.
53. Duranti S, Ruiz L, Lugli GA, Tames H, Milani C, Mancabelli L, Turroni F. Bifidobacterium adolescentis as a key member of the human gut microbiota in the production of GABA. Sci. Rep. 2020; 10(1): 14112.
54. Sjödin KS, Sjödin A, Ruszczyński M, Kristensen MB, Hernell O, Szajewska H, West CE. Targeting the gut-lung axis by synbiotic feeding to infants in a randomized controlled trial. BMC Biol. 2023; 21(1): 38.
55. Zhang Q, Chumanevich AA, Nguyen, I, Chumanevich AA, Sartawi N, Hogan J, Hofseth LJ. The synthetic food dye, Red 40, causes DNA damage, causes colonic inflammation, and impacts the microbiome in mice. Toxicol. Rep. 2023; 11: 221-232.
56. Hofseth LJ, Hebert JR, Chanda A, Chen H, Love BL, Pena MM, Berger FG. Early-onset colorectal cancer: initial clues and current views. Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol. 2020; 17(6): 352-364.
57. Pires TC, Dias MI, Barros L, Barreira JC, Santos-Buelga C, Ferreira IC. Incorporation of natural colorants obtained from edible flowers in yogurts. Lwt. 2018; 97: 668-675.
58. Cremonini E, Daveri E, Iglesias DE, Kang J, Wang Z, Gray R, Oteiza PI. A randomized placebo-controlled cross-over study on the effects of anthocyanins on inflammatory and metabolic responses to a high-fat meal in healthy subjects. Redox Biol. 2022; 51: 102273.
59. Wattanathorn J, Tong-Un T, Thukham-Mee W, Paholpak P, Rangseekhajee P. A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study of an Anthocyanin-Rich Functional Ingredient on Cognitive Function and Eye Dryness in Late Adulthood Volunteers: Roles of Epigenetic and Gut Microbiome Modulations. Nutrients. 2023; 15(16): 3499.
60. Ntemiri A, Ghosh TS, Gheller ME, Tran TT, Blum JE, Pellanda P, O'Toole PW. Whole blueberry and isolated polyphenol-rich fractions modulate specific gut microbes in an in vitro colon model and in a pilot study in human consumers. Nutrients. 2020; 12(9): 2800.
61. Wu H, Zhao W, Zhou J, Xie X, Zhong X, Liu Y, Shi, L. Extraction, analysis of antioxidant activities and structural characteristics of flavonoids in fruits of Diospyros lotus L. LWT. 2024; 201: 116248.
62. Li H, Sheng LT, Jin A, Pan A, Koh WP. Association between consumption of fruits and vegetables in midlife and depressive symptoms in late life: the Singapore Chinese Health Study. J. Nutr. Health Aging. 2024; 28(6): 100275.
63. de Souza PG, de Castro MS, Pantoja L, Maeda RN, Marinho HA. Avaliação físico-química das bebidas lácteas fermentadas sabor de araçá-boi (Eugenia stipitata McVaugh) adicionadas com mel de abelhas sem ferrão nativas, da área indígena Sateré-Mawé, Amazonas, Brasil. Braz. J. 2022; 1(3): 38-45.
64. Sheng X, Li Z, Ni J, Yelland G. Effects of conventional milk versus milk containing only A2 β-casein on digestion in Chinese children: a randomized study. J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2019; 69(3): 375-382.
65. Milan AM, Shrestha A, Karlström HJ, Martinsson JA, Nilsson NJ, Perry JK, Cameron-Smith D. Comparison of the impact of bovine milk β-casein variants on digestive comfort in females self-reporting dairy intolerance: a randomized controlled trial. Am J Clin Nutr. 2020; 111(1): 149-160.
66. Kirk B, Mitchell J, Jackson M, Amirabdollahian F, Alizadehkhaiyat O, Clifford T. A2 Milk enhances dynamic muscle function following repeated Sprint exercise, a possible ergogenic aid for A1-protein intolerant athletes?. Nutrients. 2017; 9(2): 94.
67. Singh S, Mavai Y.. Evaluation of comparative antidiabetic efficacy of cow urine, A2 milk, wheatgrass juice and antidiabetic agent. Asian J. Pharm. Sci. 2018; 4(3): 358-363.
68. Liu B, Qiao W, Zhang M, Liu Y, Zhao J, Chen L. Bovine milk with variant β-casein types on immunological mediated intestinal changes and gut health of mice. Front. Nutr.. 2022; 9: 970685.
69. Li A, Zheng J, Han X, Yang S, Cheng S, Zhao J, Lu, Y. Advances in low-lactose/lactose-free dairy products and their production. Foods. 2023; 12(13): 2553.
70. Savaiano DA, Hutkins RW. Yogurt, cultured fermented milk, and health: A systematic review. Nutr. Rev. 2021; 79(5): 599-614.

71. Li A, Zheng J, Han X, Jiang Z, Yang B, Yang S, Sun M. Health implication of lactose intolerance and updates on its dietary management. Int. Dairy J. 2023; 140: 105608.
72. Liu M, Han S, Li B, Chen C, Yao L, Kwon JI, Che, H. Lactose-free milk powder can effectively relieve diarrhea symptoms in weaning SD rats and children. Food Sci. Hum. Wellness. 2024; 13(3): 1494-1502.
73. Vrese MD, Keller B, Barth CA. Enhancement of intestinal hydrolysis of lactose by microbial β-galactosidase (EC 3.2.1.23) of kefir. Br. J. Nutr. 1992;67(1):67–75.
74. Kolars JC, Levitt MD, Aouji M, Savaiano DA. Yogurt—an autodigesting source of lactose. N Engl J Med. 1984; 310(1): 1-3.
75. Pinto SS, Fritzen-Freire CB, Dias CO, Amboni RD. A potential technological application of probiotic microcapsules in lactose-free Greek-style yoghurt. Int. Dairy J. 2019; 97: 131-138.
76. Dantas A, Verruck S, Canella MHM, Hernandez E, Prudencio ES. Encapsulated Bifidobacterium BB-12 addition in a concentrated lactose-free yogurt: Its survival during storage and effects on the product's properties. Int. Food Res. J 2021; 150: 110742.
77. World Health Organization. World Obesity Day [Internet]. 2020. [acesso em 31 Jul 2024]. Disponível em: https://www.who.int/news-room/events/detail/2020/03/04/default-calendar/world-obesity-day
78. Duan Y, Zeng L, Zheng C, SongB, Li F, Kong X, Xu K. Inflammatory links between high fat diets and diseases. Front. Immunol. 2018; 9: 2649.
79. Rancourt-Bouchard M, Gigleux I, Guay V, Charest A, Saint-Gelais D, Vuillemard JC, Couture P. Effects of regular-fat and low-fat dairy consumption on daytime ambulatory blood pressure and other cardiometabolic risk factors: a randomized controlled feeding trial. Am J Clin Nutr. 2020; 111(1): 42-51.
80. Narmaki E, Borazjani M, Ataie-Jafari A, Hariri N, Doost AH, Qorbani M, Saidpour A. The combined effects of probiotics and restricted calorie diet on the anthropometric indices, eating behavior, and hormone levels of obese women with food addiction: a randomized clinical trial. Nutr. Neurosci. 2022; 25(5): 963-975.
81. Al-Dhaheri AS, Al-Hemeiri R, Kizhakkayil J, Al-Nabulsi A, Abushelaibi A, Shah NP, Ayyash M. Health-promoting benefits of low-fat akawi cheese made by exopolysaccharide-producing probiotic Lactobacillus plantarum isolated from camel milk. J. Dairy Sci. 2017; 100(10): 7771-7779.
82. Zhang X, Hao X, Wang H, Li X, Liu L, Yang W, Bora, AFM. The effects of Lactobacillus plantarum combined with inulin on the physicochemical properties and sensory acceptance of low-fat Cheddar cheese during ripening. Int. Dairy J. 2021; 115: 104947.
83. Calderón-Oliver M, Ponce-Alquicira E. The role of microencapsulation in food application. Molecules. 2002; 27(5): 1499.
84. Hernandez AJ, Truong T, Barbano DM, Drake MA. Milk beverage base with lactose removed with ultrafiltration: Effect of fat and protein concentration on sensory and physical properties. J. Dairy Sci.. 2024; 107(1): 169-183.
85. Bariya AR, Rathod NB, Patel AS, Nayak JKB, Ranveer RC, Hashem A, Rocha JM. Recent developments in ultrasound approach for preservation of animal origin foods. Ultrason. Sonochem. 2023; 101: 106676.
86. Patil V, Shams R, Dash KK. Cold plasma pretreatment for transforming fruit and vegetable waste: A comprehensive review. Future Foods. 2024; 100400.
87. Ferreira MVS, Cappato LP, Silva R, Rocha RS, Neto RP, Tavares MIB, Cruz AG. Processing raspberry-flavored whey drink using ohmic heating: Physical, thermal and microstructural considerations. Int. Food Res. J. 2019; 123: 20-26.

**Capítulo 90**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-90**

# PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS: ESTRATÉGIA DE DIVERSIFICAÇÃO DA SOCIOBIODIVERSIDADE COM A SOBERANIA ALIMENTAR

**Fabiana de Oliveira Pereira[1]; Maria José Barbosa[2]; Ingryd Rodrigues Martins[3]; André Gustavo Lima de Almeida Martins[4]; Vinícius Pereira Torres[5]; Pãmella Fronza[6]; Júlio Cesar Suzuki[7].**

[1,3]Acadêmica do curso de Doutorado em Desenvolvimento Rural e Sistemas Agroalimentares - PPDRGEA - IFPA.
[2,7]Docente/ PPDRGEA - IFPA.
[4]Docente/pesquisador do Depto. de Ensino/DE – IFMA (Campus Açailândia).
[5]Acadêmico do Curso de Especialização em Farmácia Hospitalar - FAVENI
[6]Docente/pesquisadora do Depto. de Alimentos - PPGCA - UFMG
**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: fabianaop2@hotmail.com*

**Resumo:** Na atualidade tem ocorrido mudanças no padrão alimentar da população, bem como perdas de características culturais e de identidade no consumo de alimentos regionais, associado a alterações de caráter econômico, político, social, cultural e ambiental. Com vistas a esse cenário objetivou-se sistematizar a compreensão sobre a importância da inserção das plantas alimentícias não convencionais na alimentação da população, relacionando-as ao contexto em que estão inseridas, bem como, a contribuição da soberania e segurança alimentar e nutricional. O procedimento metodológico utilizado foi uma revisão da literatura em torno da segurança e soberania alimentar, incluindo as plantas alimentícias não convencionais (PANC) nesse contexto. Pelo fato das PANC poderem ser utilizadas como mais uma alternativa para essas demandas, por estarem praticamente em todos os biomas brasileiros, pode influenciar na cultura alimentar das populações tradicionais e regionais. Os resultados apontam que as PANC podem fornecer uma variedade de nutrientes para a saúde, como proteínas e vitaminas e minerais, por esse motivo, é importante que elas sejam incluídas na dieta diária da população, especialmente para aqueles em situações de deficiências nutricionais. Para tanto, é necessário o incentivo ao consumo das PANC como forma de auxiliar na segurança alimentar e nutricional da população, além de contribuir para a soberania alimentar, uma vez que essas plantas são de fácil cultivo, baixo custo e acessíveis.

**Palavras-chaves:** Plantas alimentícias não convencionais; Segurança alimentar e nutricional; Soberania Alimentar; Sociobiodiversidade.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as principais mudanças no consumo de alimentos geraram a substituição progressiva de alimentos não processados (frutas e hortaliças) por produtos processados (1,2). Essas alterações geram transformações econômicas, políticas, sociais,

culturais e ambientais, alterando de forma significativa a distribuição e o consumo de alimentos (3).

No Brasil há redução no consumo de alimentos regionais de origem vegetal em várias regiões e entre as classes sociais, observando-se mudanças no padrão alimentar e perdas de características culturais e de identidade no consumo de alimentos (4,5). Outro fator associado a esse cenário, é que não se potencializa o uso de plantas alimentícias não convencionais (PANC) na dieta da população. Muitas espécies são conhecidas como ervas daninhas ou inços (plantas/ervas espontâneas), mas que apresentam potencial alimentar, porém, por alguns motivos, como a falta de divulgação, pesquisas, a regulamentação e mercado, não estão disponíveis comercialmente (6,7,8,9).

As PANC são espécies de plantas nativas, espontâneas, silvestres ou cultivadas, que podem ser encontradas em várias regiões do país e, muitas vezes, influenciam a cultura alimentar das populações tradicionais e regionais. Existem várias espécies botânicas com potencial alimentício no Brasil, mas devido à expansão do meio urbano os hábitos alimentares da população rural se perderam com o tempo (10). No entanto, é importante do ponto de vista da segurança e da soberania alimentar e nutricional, criar iniciativas que visem estimular o consumo de hortaliças, de espécies nativas e locais, contribuindo para a diversificação da dieta da população, bem como, para ações que busquem fortalecer iniciativas públicas para a produção, comércio local e realização de campanhas educativas para o consumo desses alimentos.

A Política Nacional de Alimentação e Nutrição enfatiza a valorização da cultura alimentar e destaca que uma alimentação saudável e adequada deve levar em conta os aspectos socioculturais e de sustentabilidade, incentivando o consumo de diversas espécies vegetais, contribuindo para o resgate e valorização da cultura no campo. Com isso, precisa-se estimular a prática de cultivo, recuperando a tradição dos sabores e técnicas de preparo tradicionais, de forma mais simples, práticas e sustentáveis, utilizando alimentos vegetais (11,12).

Tendo em vista este cenário, objetivou-se sistematizar a compreensão sobre a importância da inserção das plantas alimentícias não convencionais na alimentação da população, relacionando-as ao contexto social e ambiental em que estão inseridas, bem como, contribuir para a soberania e segurança alimentar e nutricional, como pode ser observado nos itens dessa revisão.

## PANC NO CONTEXTO DA SEGURANÇA ALIMENTAR

No Brasil, as PANC são um conceito que tem relação com os debates acerca de alternativas alimentares para auxiliar no combate à fome. O livro Plantas Alimentícias Não Convencionais – Manual ilustrativo com receitas, cujo lançamento foi em 2014, os autores Kinupp e Lorenzi, ultrapassam as pesquisas acadêmicas e dão visibilidade as PANC na sociedade. Considerando a repercussão desse termo na sociedade brasileira, bem como, a relação com a agro biodiversidade, alimentação adequada, saudável e sustentável, em questão, torna-se importante debater sobre o assunto.

A busca por fontes alimentares não convencionais de origem vegetal tem alto potencial de expansão na cadeia alimentar com menos impactos ambientais. As PANC possuem composição nutricional que atende aos anseios dos consumidores por alimentos saudáveis e contêm proteínas de alto valor biológico, minerais, vitaminas, fibras alimentares, carboidratos e ácidos graxos essenciais. Além disso, possuem bioativos de interesse para as indústrias alimentícia, química e farmacêutica. Dessa forma, sua aplicação em formulações de alimentos pode proporcionar benefícios nutricionais e

sensoriais, atendendo às demandas do mercado, principalmente para consumidores adeptos de produtos vegetais (13).

O Brasil possui uma das maiores biodiversidades de espécies de plantas do mundo com aproximadamente 15 a 20%, estando as PANC inseridas nessa biodiversidade (14). São plantas com uma ou mais partes comestíveis, podendo ser espontâneas ou cultivadas e que na maioria das vezes não fazem parte do cardápio cotidiano da população (7).

Estão disseminadas em todos os biomas brasileiros, sendo algumas conhecidas e, outras desconhecidas da população, podendo ser encontradas em várias regiões, influenciando a cultura alimentar das populações tradicionais e regionais. Existem várias espécies botânicas com potencial alimentício no Brasil, mas devido à expansão para o meio urbano fez com que alguns hábitos alimentares da população se perdessem com o tempo. Nos últimos anos as PANC vem sendo resgatada pelos próprios consumidores e pesquisadores, principalmente através da agroecologia, beneficiando a agricultura familiar, contribuindo assim, para a sustentabilidade e biodiversidade (10).

Essa classe de plantas possui espécies que ainda não foram estudadas e exploradas completamente, por isso seu consumo é local, apresentando dificuldade de aceitação em outras localidades e regiões do país (5). Pesquisas indicam que o Brasil possui mais de 3 mil espécies de PANC e cerca de 10% da flora é composta de plantas comestíveis. Em sua maioria surge em ambientes silvestres e podem ser encontradas em ambientes domésticos por agricultores familiares e, nesse último caso, o conhecimento acerca do cultivo e consumo dessas plantas é passado através das gerações.

No Brasil existe um movimento crescente que tem ganhado força com a popularização e valorização da sociobiodiversidade, impulsionado pelas PANC, que possuem um papel fundamental no enfrentamento das crises climáticas (15). Portanto, cada vez mais, tem se debatido sobre a integração das PANC na segurança e soberania alimentar a nível global, como diversificação frente a monotonia alimentar forçada pelo sistema agroalimentar hegemônico.

Segundo Goldfarb e Campos (16), as políticas agrícolas e de abastecimento devem ser voltadas para o território de proximidade, valorizando a sociobiodiversidade e a economia solidária. Uma logística inteligente, de proximidade, possibilitará reduzir processos, demandando por entrepostos locais, apoio às cooperativas, incentivo às compras institucionais para programas públicos como alimentação escolar, hospitais, presídios, equipamentos sociais, entre outros itens.

A segurança alimentar e a nutrição, segundo a World Health Organization (17), estão interligadas como resultado da saúde relacionada aos sistemas alimentares, sendo uma prioridade da saúde pública, no contexto social e econômico e será cada vez mais desafiador o fornecimento de alimentos nutritivos, seguros e com qualidade, sendo impulsionadas por fatores como urbanização, mudanças climáticas, aumento da população mundial, escassez de recursos e a globalização no fornecimento de alimentos (18,19,20,21).

A definição de segurança alimentar abrange todas as pessoas, em todos os momentos, as quais possuem acesso a alimentos de forma suficiente, nutritiva, saudável e segura e que atendam às suas necessidades alimentares para uma vida ativa (18). A compreensão da segurança alimentar nas quatro últimas décadas mudou, principalmente, no que se refere as políticas pautadas na pós-segunda guerra mundial, nas oscilações dos preços dos alimentos e na fome de forma globalizada. Muitos estados-nação, entre 1940 e 1960, convergiram sua segurança alimentar, priorizando o mercado interno mais do que o externo, contudo, em 1980, começa o atual regime alimentar corporativo, relacionando a fome em primeiro plano. A relação entre o direito à alimentação adequada, no campo

dos direitos humanos e da cidadania, introduziu o conceito de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) no mundo globalizado. Nesse contexto, a luta contra a fome e a concepção de bem-estar nutricional torna-se um desafio para a sociedade e o poder público (22).

A demanda por alimentos de qualidade e que sejam adquiridos em locais mais próximos são fatores importantes para combater a fome e as desigualdades sociais, dispostos nos sistemas alimentares baseados na agroecologia e na soberania alimentar.

Além dos benefícios nutricionais já mencionados nesse trabalho, o consumo das PANC pode contribuir para a redução do consumo excessivo de alimentos ricos em gorduras, açúcares e/ou sal. Há evidências sólidas e crescentes de que o consumo adequado de vegetais *in natura*, contribui para a prevenção de várias doenças e para a promoção da saúde. No entanto, grande parte da população mundial ainda consome esses alimentos em quantidades insuficientes.

## PANC E SOCIOBIODIVERSIDADE

Para o avanço da agroecologia, os movimentos relacionados aos grupos regionais, de conhecimento e político, visam facilitar e oferecer espaços para o engajamento entre os aspectos locais e nacionais (23,24,25,26).

As solicitações de grupos de trabalho e a participação em conselhos governo-sociedade civil levaram à articulação de várias políticas públicas. Como exemplo, a Política de Aquisição de Alimentos (PAA), a qual estabelece que instituições públicas comprem diretamente de agricultores familiares, e a Lei Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) que permite que as escolas públicas adquiram pelo menos 30% de seus alimentos diretamente de agricultores familiares locais (23).

Da mesma forma, a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (PNATER) permite que organizações de agricultores e ONGs possam ter acesso a financiamentos para projetos de extensão rural; a Política de Garantia de Preço Mínimo para a Sociobiodiversidade (PGPM-Bio) garante um preço mínimo para produtos oriundos de florestas, que ajudem a conservação da natureza e tenham valor cultural (27). Essas políticas não atendem todas as demandas sociais, mas contribuem para a redução da fome, além de amenizar os efeitos da seca e do aumento das vendas para instituições públicas.

Além do comércio e o consumo terem forte apelo social, as PANC possuem uma importante diversificação alimentar e aporte de nutrientes, atuando de forma ecológica e sustentável, tais fatores são importantes para favorecer seu consumo (28).

Várias PANC fazem parte da Lista Nacional de Espécies da Sociobiodiversidade (29). Pequenos agricultores e extrativistas produzem e comercializam espécies descritas na lista para fins de comercialização *in natura* ou de seus produtos derivados. Esses produtores possuem acesso as políticas públicas que visam fortalecer produtos da sociobiodiversidade, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) (30) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) (31). Essas plantas são cultivadas em diversos países, pois são de fácil cultivo e acesso, além de possuir baixo custo para sua produção, garantindo a segurança alimentar e valorizando a biodiversidade e a cultura das comunidades locais e regionais (32).

Nos países desenvolvidos o consumo das PANC está relacionado com vários aspectos da vida cotidiana, tornando-se de elevada importância, em diferentes locais e épocas da história humana, devido à sua capacidade de fornecer nutrientes essenciais em períodos de escassez de alimentos. Sua ingestão está atraindo a atenção de muitos

consumidores que tentam encontrar maiores teores de compostos bioativos, devido às suas características sensoriais, terapêuticas e medicinais, como propriedades anti-inflamatória, antimicrobiana, antioxidante, antitumoral, entre outras (33).

Parte da população brasileira vive em insegurança alimentar, então, torna-se necessário o conhecimento sobre a produção e o uso dessas plantas alimentícias, para suprir a alimentação com nutrientes importantes, fator que vai de encontro a processos de redução da desnutrição. Uma alternativa em direcionar a autonomia alimentar e como opção para diversificar o cardápio é a produção de hortas nos quintais, incluindo plantas comestíveis como: taioba, ora-pro-nóbis, espécies de hibiscos, beldroegas e begônias, almeirão-de-árvore, araruta, azedinha, peixinho, etc., que apesar dos altos teores de compostos fenólicos, antioxidantes, minerais e vitaminas, são raros na alimentação diária, mesmo sendo de fácil cultivo e baixo custo.

A princípio, a população em geral pode rejeitar as PANC, pois não fazem parte dos hábitos alimentares diários da maioria dos indivíduos. Entretanto, atividades relacionadas à educação alimentar, gastronomia e divulgação dos benefícios inerentes ao seu consumo podem ser uma forma de popularizá-las e resgatar sua produção. Para isso, é necessário que a educação nutricional esteja alinhada as ações governamentais, fornecendo contribuições para as políticas públicas aperfeiçoarem a qualidade da saúde, desenvolvimento econômico e ambiental (15).

As pesquisas sobre PANC, enfatizam o uso da biodiversidade na alimentação como forma de contribuir tanto para ações ambientais, sociais, culturais, como para a incorporação de fontes de nutrientes disponíveis para a alimentação da população, promovendo a soberania, a autonomia e a segurança alimentar. Ações que contribuam para a ampliação da produção e consumo das PANC são fundamentais para a promoção da segurança e da soberania alimentar e nutricional. Pois além de aumentar a diversidade da dieta alimentar, o uso de espécies mais resistentes, com alta capacidade de diminuir os impactos ocasionados pelas mudanças climáticas, é na atualidade um dos maiores fatores de emergência. Por serem de fácil cultivo e de produção em terras não agricultáveis pela agronomia cartesiana e linear, as PANC cooperam o empoderamento dos sujeitos da agricultura familiar, valorizando a prática agrícola, na qual as relações com a natureza são permeadas pela cultura (34).

Em harmonia com o debate sobre segurança e soberania alimentar, considerando as mudanças climáticas e o desenvolvimento sustentável, as PANC constituem com um papel fundamental no cumprimento da Agenda 2030 (35). Diante do que foi mencionado, observa-se que essas plantas têm potencial para promoção de alguns dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS), que se relacionam com os alimentos alternativos, tais como: fome zero e agricultura sustentável (ODS 2), saúde e bem-estar (ODS 3), desenvolvimento das cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11), consumo e produção sustentáveis (ODS 12), ação contra a mudança global no clima (ODS 13) e vida na água (ODS 14). O estabelecimento da relação das PANC com o desenvolvimento das cidades e comunidades sustentáveis, com a inclusão em hortas urbanas e periurbanas, tem sido uma tendência global, orientando a organização de políticas públicas (15,36,37).

Diante deste contexto, essas plantas podem atender as propostas relacionadas ao desenvolvimento de sistemas de produção coerentes com um mundo em desequilíbrio e à garantia de alimentação rica em nutrientes, acessíveis e sustentáveis para toda população. A centralização entre a popularização das PANC e as iniciativas de resgate, produção e uso de hortaliças convencionais e não convencionais no Brasil, vem resultando em uma maior valorização da sociobiodiversidade alimentícia nos diferentes

territórios (38). Na Tabela 1, estão demonstradas as formas de uso e aplicações de algumas PANC na alimentação humana.

Tabela 1. Formas de uso e aplicações das PANC na alimentação humana.

| Nome popular | Nome científico | Uso/Aplicações | Fonte |
|---|---|---|---|
| Almeirão-roxo | *Lactuca indica* L. | Inflorescência jovem também é comestível, como brócolis; as folhas podem ser usadas para salgados, pizzas, tortas e pães. | (38) |
| Amaranto-roxo; celósia; espinafre-africano | *Celosia argentea* L. | Sementes e folhas podem ser usadas no preparo de arroz, quiches, molho branco e tortas. | (38) |
| Araticum do mato; beldroega; bertalha; cardo-corredor; caruru; caruru-roxo; lírio-dos-incas; olho-de-pomba; coco-de-brejaúva | *Allophylus edulis* (St. Hill.); *Alstroemeria caryophylla-ea Jacq; Amaranthus hybridus; Amaranthus viridis* L.; *Annona sylvatica Dunal; Astrocaryum aculeatissimum (Schott); Basella alba* L.; *Basella rubra; Eryngium campestre L.* | As folhas, frutos, flores e raízes podem ser consumidos *in natura*, refogada, cozida ou em sopas e recheio de pastel; os frutos produzem um corante alimentar roxo. | (38,39) |
| Arpão; banana de brejo; banana de macaco; banana do mato; costela de Adão; fruta do México; pinha-anona | *Monstera deliciosa* | O fruto pode ser consumido quando maduro, podendo ser servido como sobremesa, com chantili, saladas ou suco. | (40) |
| Azedinha; azedinha de folha cortada; bertalha; capuchinha; trevo; trevinho; trevo azedo | *Basella alba; Oxalis latifólia; Rumex acetosa; Rumex acetosella* L. *Tropaeolum majus* | Partes aéreas, *in natura* ou após o cozimento, podem ser consumidas em saladas ou usadas em pratos doces, caipirinhas, sucos e geleias. | (38,39,40) |
| Batata cenoura; bokshoy; nirá | *Allium tuberosum Rottler ex Spreng; Brassica rapa subsp. Chinensis* (L.) *Hanelt); Ipomoea batatas* (L.) | A raiz e as folhas podem ser consumidas *in natura*, cozidas ou refogadas. | (39) |

Continuação

| Nome popular | Nome científico | Uso/Aplicações | Fonte |
|---|---|---|---|
| Beldroega; bertalha; bredo; capiçova; ora-pro-nobis; carne-de-pobre; serralha | *Amaranthus deflexus; Anderera cordifolia; Erechtites valeriana; Pereskia aculeata Miller; Pereskia spp. – Cactaceae; Portulaca oleracea* L.; | As folhas podem ser usadas como hortaliça tradicional *in natura*, cozida ou refogada, como acompanhamento de carnes, ou desidratadas; no preparo de farinhas; também como complementos em pizzas, quiches | (9,38,39,40) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | *Sonchus arvensis* L.; *Sonchus oleraceus* L. | e pães; flores e botões podem ser feitos à milanesa; caules (talos) podem ser usados para conservas. | |
| Castanha-do-Maranhão; monguba | *Pachira glabra* Pasq. | Frutos possuem castanhas comestíveis. | (38) |
| Chaya | *Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M.Johnst. | As folhas podem ser empregadas em caldos verdes ou cozidos com carnes. | (38) |
| Chicória-de-caboclo | *Eryngium foetidum* L.-*Apiaceae* | As folhas podem ser usadas no preparo de tempurá e como tempero para pratos à base de peixes. | (9) |
| Hibisco; vinagreira | *Hibiscus sabdariffa* L. H. *acetosella* Welw. ex Hiern | As folhas e flores podem ser usadas para preparo de chás e infusões; saladas e pratos salgados; sucos e geleias. | (6,38) |
| Ipê amarelo; ipê do morro; pau d'arco amarelo | *Handroanthus chrysotrichus* | As flores podem ser consumidas *in natura*, em saladas ou preparadas na forma empanado ou frita. | (40) |
| Jambo-vermelho | *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry | As folhas e frutos podem ser utilizados em sucos, mousses, saladas. | (6) |
| Taioba | *Xanthosoma taioba* E.G. Gonç. | As folhas podem ser utilizadas refogada, em recheio para panquecas, tortas, salgados, etc; os rizomas podem ser cozidos, frito ou em forma de purê. | (41) |

## PROMOÇÃO DA SOBERANIA ALIMENTAR

Segundo a Via Campesina, a soberania alimentar é uma opção viável para erradicar a insegurança alimentar no mundo com a utilização do princípio de produção agroecológica, valorização da agricultura familiar, técnicas prevencionistas e comercialização local, possibilitando o fornecimento de alimentos saudáveis, promovendo manejos e práticas que proporcionem às futuras gerações o direito a alimentos saudáveis e seguros, que defendem o respeito à cultura e o modo de vida de cada povo, fortalecendo o agronegócio e a agroindústria de transformação alimentar (42).

O conceito de soberania alimentar garante os direitos humanos, o direito à terra e ao território, a alimentação de qualidade e em quantidade adequada em todo o percurso da vida, com respeito ao direito das mulheres, à diversidade dos povos indígenas, comunidades quilombolas, povos tradicionais (povos e comunidades tradicionais e camponeses), em toda cadeia produtiva até seu consumo; traz ainda o concepção de sociobiodiversidade, culturas alimentares, práticas ancestrais, manejo das ervas e da medicina tradicional e dimensão sagrada dos alimentos (43).

Conforme dados do censo agropecuário do IBGE de 2017 (44), a agricultura familiar no Brasil representava 77% dos estabelecimentos rurais, com a ocupação de uma área de 80,9 milhões de hectares, ou seja, 23% do total da área ocupada pelos

estabelecimentos agropecuários brasileiros. A agricultura familiar é responsável por 67% da força de trabalho ocupada na agropecuária. Também foram identificados 51.203 estabelecimentos com mil hectares ou mais, o que representava apenas 1% do total, com a concentração de 47,6% da área ocupada pelos estabelecimentos. Portanto, essa desigualdade gera conflitos e pobreza para o país, sendo a luta por infraestrutura nos assentamentos, por assistência técnica, pela educação no campo, pelo acesso ao crédito, um dos maiores motivos de lutas para mudar essas desigualdades sociais (45,46).

O sistema agroalimentar brasileiro possui um território apto a gerar alimento saudável e de forma sustentável, porém é cheio de contradições. Nas diversas regiões, existem comunidades cujo modo de vida gera alimentação de qualidade, saudável e passível de ser comercializada, porém, tem o acesso aos seus territórios ameaçado ou impedido, possuí uma crescente população que esta subnutrida e que passa fome e que ainda enfrenta vários problemas recorrentes de saúde pública, tais como diabetes incluindo a infantil, hipertensão, sobrepeso resultantes de uma alimentação com muitos produtos processados, além de um ambiente contaminado por agrotóxicos. Faz-se necessário a articulação entre a cidade, campo, floresta e águas, sendo urgente lidar com essas desigualdades nas comunidades e territórios, para então, garantir a soberania alimentar dessas populações e o desenvolvimento sustentável (45).

Nesse cenário, a soberania alimentar diz respeito a promoção das condições e de autonomia dos indivíduos que produzem o alimento de maneira saudável e interligado às realidades sociais, ambientais, culturais e de produção de um território. No contexto da soberania alimentar, a sociobiodiversidade se constitui como um instrumento fundamental e estratégico, reconhecendo nas pessoas e nas suas diversidades, o conhecimento necessário para intensificar a diversidade produtiva de um território, atendendo também as demandas por uma alimentação saudável e adequada (46). Gliessman *et al*., (47) afirmam que, uma das maneiras de estimular os fatores que se relacionam com o sistema alimentar é requerer o papel dos povos tradicionais e do campesinato de fornecer ao mundo alimentos de forma sustentáveis através de sua agrobiodiversidade. A agroecologia incentiva e se compromete desde o cultivo até a chegada dos alimentos em nossas mesas, isso em função da saúde para a terra e dos indivíduos, ou seja, tem o poder de conectar alimentos, terra, cultura, pessoas, além de articular e coordenar atividades locais.

Todavia, para que haja essas conexões que a agroecologia nos propõe, é necessário que as pessoas reflitam sobre o modo de alimentação atual e como fazer para que ocorra mudanças nos hábitos alimentares, e com isso, valorizar a soberania alimentar e a base das produções agroecológica. Além disso, é importante destacar que a promoção da sociobiodiversidade é uma alternativa para superação das crises globais, bem como, um dos caminhos para alcançar a segurança e soberania alimentar, além de contribuir para a conservação dos recursos naturais através do uso da sustentabilidade. Essa ideia tem como base os princípios da agroecologia que, enquanto ciência, movimento e prática, agrupa vários saberes para a construção de sistemas alimentares sustentáveis e ratifica, sobretudo a soberania alimentar, portanto, traz benefícios à conservação sociocultural e de manejo adequado da produção (48).

Nesse cenário, observa-se a necessidade de refletir sobre os aspectos que envolvem a alimentação e que estabelecem uma questão de soberania alimentar, para que se garanta alimentação saudável para a população futura, tornando-se fundamental realizar uma transição da agricultura para um sistema de desenvolvimento sustentável, sendo este, um dos caminhos para contribuir com essa construção e com o incentivo ao cultivo e consumo de plantas alimentícias não convencionais.

## CONCLUSÃO

Com base no que foi exposto, verifica-se que as PANC podem fornecer uma variedade de nutrientes que são importantes para a manutenção e promoção da saúde, podendo ser utilizadas para a suplementação alimentar de macro e micronutrientes, além de fornecerem quantidades significativas de compostos bioativos. Incentivar o consumo das PANC pode auxiliar na segurança alimentar da população, além de contribuir para a soberania alimentar, pois são de fácil cultivo, baixo custo e acessíveis.

Constatou-se ainda que, é de suma importância compreender as funcionalidades das PANC e suas aplicações na culinária cotidiana, tornando-as mais uma alternativa complementar para a alimentação. Várias preparações podem ser realizadas ou suplementadas a partir dessa matéria-prima, tais como doces, geleias e temperos. Contudo, ainda são necessárias estratégias que contribuam para esclarecer sobre o cultivo dessas plantas, seu preparo e o consumo, pois nem sempre são compreendidas pela população como alimento e que podem contribuir de forma significativa para minimizar os impactos sociais, econômicos e ambientais.

Portanto, as PANC possuem grande potencial para complementar a alimentação como forma de inclusão de novos sabores, contribuem para a diversificação de cardápios na área gastronômica, podendo também constituir fonte de renda para a agricultura familiar através da comercialização em feiras livres, fomentando o turismo local, rural ou gastronômico, abrindo novos caminhos para a promoção da sociobiodiversidade alimentar.

## REFERÊNCIAS

1. Monteiro C, Claro GCR, Levy RB, Moubarac JC, Martins APB, Louzada ML, et al. *O Sistema Alimentar. Classificação dos Alimentos. Saúde Pública.* World Nutrition. 2016;7(1-3):28-40.

2. Brasil, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares 2017–2018: primeiros resultados/IBGE. Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro. 2019.

3. Swinburn AB, Kraak VI, Allender S, Atkins VJ, Baker PI, Bogard JR. A Sindemia global de obesidade, desnutrição e mudança climática: o relatório da comissão Lancet. Lancet. 2019;791:846-393.

4. Chaves MS. Plantas alimentícias não convencionais em comunidades ribeirinhas na Amazônia [dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2016.

5. Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa. Manual de Hortaliças Não-Convencionais. Brasília (DF); 2010.

6. Liberato PDS, Lima DVT, Silva GMB. PANCs - Plantas Alimentícias Não Convencionais e seus benefícios nutricionais. Environmental Smoke. 2019; 102:101-2.

7. Minello L, Sartori VC, Andrade TLBA, Agostini F, Silva SD, Salvador M. Estudo comparativo de diferentes métodos de extração de compostos bioativos de plantas alimentícias não convencionais (PANC). Research, Society and Development, 2021; 1:16-10.

8. Kinupp VF, Barros IBI. Riqueza de Plantas Alimentícias Não Convencionais na Região Metropolitana de Porto Alegre. Revista Brasileira de Biociências. 2007; 5(1):63-65.

9. Kinupp VF, Lorenzi H. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: Guia de identificação, aspectos e receitas. Instituto Plantarum de estudos da Flora, São Paulo; 2014.

10. Filho JM. Revista Brasileira de Nutrição Funcional. 2016;(15):65.

11. Brasil. Ministério da Saúde. Política Nacional de Alimentação e Nutrição. 2013 [Acesso em 18 abr. 2023]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_alimentacao_nutricao.pdf

12. Jacob MCM. Biodiversity of underutilized food plants in a community-based learning garden. Demetra: Alimentação, Nutrição e Saúde. 2020;(15):1-18.

13. Pinela J, Carvalho AM, Ferreira ICFR. Wild edible plants: Nutritional and toxicological characteristics, retrieval strategies and importance for today's society. Food and Chemical Toxicol. 2017;110:165-188.

14. Borges CKGD, SILVA CC. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC): a divulgação científica das espécies na cidade de Manaus. Revista Eletrônica Científica Ens. Inter. 2018;4:11.

15. Mariutti LRB, Rebelo KS, Bisconsin-Junior A, Morais JS, Magnani M, Maldonade IR, et al. The use of alternative food sources to improve health and guarantee access and food intake. Food Res. Inter. 2021;149:1-22.

16. Goldfarb Y, Campos AL. Desafios para o abastecimento e soberania alimentar no Brasil. 1. ed. São Paulo: FES, 2021;1:2-20.

17. WHO (World Health Organization). Draft WHO global strategy for food safety 2022-2030, towards stronger food safety systems and global cooperation, Department of Nutrition and Food Safety Prepared by WHO Secretariat, 2021.

18. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Declaration of the World Summit on Food Security, World Summit on Food Security, Rome, 16-18 November, 2009. [Acesso em 20 mai. 2023]. Disponível em: https://www.fao.org/right-to-food/news/news-detail/en/c/157364.pdf.

19. Govindan K. Sustainable consumption and production in the food supply chain: A conceptual framework. Inter. Jour. of Prod. Econ. 2018;195:419-431.

20. Klosse PR. The taste of a healthy and sustainable diet: What is the recipe for the future? Res. in Hospitality Manag. 2019;9(1):35-42.

21. Knorr D, Khoo CSH, Augustin MA. Food for an urban planet: Challenges and research opportunities. Frontiers in Nut. 2018;4:73.

22. McMichael P. A food regime genealog. Journal of Peasant Studies. 2009;36(1): 139-169.

23. Niederle PA, Sabourin E, Schmitt CJ, Ávila ML, Petersen P, Assis WS. A trajetória brasileira de construção de políticas públicas para a agroecologia. Redes. 2019;24(1):270-291.

24. Schmitti C. J. A transformação das "ideias agroecológicas" em instrumentos de políticas públicas: dinâmicas de contestação e institucionalização de novas ideias nas políticas para a agricultura familiar. Política & Sociedade. 2016;15:16-48.

25. Bensadon L. A agroecologia como um problema público: um olhar a partir da trajetória da Articulação Nacional de Agroecologia. Desenvolvimento e Meio Ambiente. 2019; 50:254-271.

26. Petersen P, Mussoi EM, Dal Soglio F. Institutionalization of the agroecological approach in Brazil: advances and challenges. Agroecology and Sustainable Food Systems. 2013;37(1):103-114.

27. Berg LVD, Behagel JH, Verschoor G, Petersen SMG. Between institutional reform and building popular movements: The political articulation of agroecology in Brazil, Journal of Rural Studies. 2022;89:140-148.

28. Barbosa DM, Santos GMC, Gomes DL, Santos EMC, Silva RRV, Medeiros PM. Does the label 'unconventional food plant' influence food acceptance by potential consumers? A first approach, Heliyon. 2021;7:1-7.

29. Brasil. Portaria Interministerial nº 284, de 30 de maio de 2018. Institui a lista de espécies da sociobiodiversidade, para fins de comercialização in natura ou de seus produtos derivados, no âmbito das operações realizadas pelo Programa de Aquisição de Alimentos-PAA. Brasília, 2018 [acesso em 12 Abr 2023]. Disponível em: https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=515&pagina=92&data=10/07/2018.pdf.

30. Brasil. Lei nº 10.696, de 2 de julho de 2003**.** O Programa de Aquisição de Alimentos – PAA. Brasília. 2003. [acesso em 25 Abr 2023] Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.696.htm

31. Brasil. Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da

educação básica. Brasília. 2009 [acesso em 25 Abr 2023] Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11947.htm

32. Kibar B, Temel S. Evaluation of mineral composition of some wild edible plants growing in the Eastern Anatolia Region grasslands of Turkey and consumed as vegetable. Journal of Food Processing and Preservation. 2016;40(1):56-66, 2016.

33. Ahmad K, Khalil AT, Yusra, Somayya R. Antifungal, phytotoxic and hemagglutination activity of methanolic extracts of Ocimum basilicum. Journal of Traditional Chinese Medicine. 2016;36(6):794-798.

34. Durigon J, Madeira NR, Kinupp VR. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) da construção de um conceito à promoção de sistemas de produção mais diversificados e resilientes. Revista Brasileira de Agroecologia. 2023;18(1):268-291.

35. ONU - Organização Das Nações Unidas. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. 2022. [acesso em 15 Mai 2023] Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs

36. Borelli T, Hunter D, Powel B, Ulian T, Mattana E, Termote C, et al. Born to Eat Wild: An Integrated Conservation Approach to Secure Wild Food Plants for Food Security and Nutrition. Plants. 2020;9(10):1-36.

37. Durigon J, Melo GCB, Valente CO. Plantas Alimentícias Não Convencionais em Espaços Urbanos In: OLIVEIRA, Giovana (Org) Hortas Urbanas: quando a sustentabilidade encontra a cidade. Pelotas, RS: Editora UFPel. 2021:112-136.

38. Ranieri GR. Guia prático sobre PANCs: plantas alimentícias não convencionais. 1 ed. São Paulo: Instituto Kairós. 2017. [acesso em 15 Mai 2023] Disponível em: https://institutokairos.net/wp-content/uploads/2017/08/Cartilha-Guia-Pr%C3%A1tico-de-PANC-Plantas-Alimenticias-Nao-Convencionais.pdf.

39. Silva A, Silva AJ, Benevides CMJ. Revisão sistemática sobre PANC no Brasil: aspectos nutricionais e medicinais. Rev Scientia. 2023;7(1):132-152.

40. Terra SB, Vieira TR. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs): levantamento em zonas urbanas de Santana do Livramento, RS. Ambiência Guarapuava (PR). 2019;5(1):112-130.

41. Kinupp VF, Lorenzi H. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: Guia de identificação, aspectos e receitas. Instituto Plantarum de estudos da Flora, São Paulo, 2014.

42. Conti IL, Bazotti A, Finokie M. "Interfaces entre Direito Humano à Alimentação Adequada, Soberania Alimentar e Segurança Alimentar e Nutricional e Agricultura Familiar". *III Jornada Questão Agrária e Desenvolvimento: os sujeitos na soberania alimentar*, Curitiba. 2015:12-13.

43. Consea. *Relatório Final da 5ª Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional: Comida de Verdade no Campo e na Cidade*, Brasília. 2015. CONSEA; 143.

44. IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Censo agropecuário 2017. Rio de Janeiro; 2017.

45. Goldfarb Y, Campos AL. Desafios para o abastecimento e soberania alimentar no Brasil. 1. ed. São Paulo: FES. 2021;1:22.

46. Durigon J, *Seifert JC. A. Caminhos para diversidade e soberania alimentar: A contribuição das plantas alimentícias não convencionais (PANC). Revista Arqueologia Pública. 2022;17:1-16.*

47. Gliessman S. A vision for future food and agriculture systems. Journal Agr. and Sust. Food Systems. 2019;44:137-138.

48. Seifert JR, Carlos Alberto; Durigon, Jaqueline. Sociobiodiversidade como o caminho à Soberania Alimentar em Sucessivas Crises Globais. Democracia e Direitos Fundamentais. 2021. Disponível em: https://direitosfundamentais.org.br/sociobiodiversidade-como-o-caminho-a-soberania-alimentar-em-sucessivas-crises-globais/.

**Capítulo 91**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-91**

# EXTRAÇÃO MEDIADA POR TECNOLOGIAS NÃO CONVENCIONAIS: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AQUECIMENTO ÔHMICO E ULTRASSOM DE ALTA INTENSIDADE

**Gabrielle de Paiva Vieira*; Carolina Pinto de Carvalho Martins; Maria Barbatho Goulart; Camile de Oliveira Luz Farias; Mônica Marques Pagani; Eliane Teixeira Mársico; Erick Almeida Esmerino**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:gabriellevieira@id.uff.br*

**Resumo:** A crescente demanda por alimentos naturais seguros, vinculados aos impactos na saúde a longo prazo e a sustentabilidade em seus processamentos tecnológicos, têm estimulado pesquisas voltadas para o desenvolvimento de tecnologias emergentes. Dentre essas tecnologias, destacam-se o aquecimento ôhmico e o ultrassom de alta intensidade aplicados a vegetais. Ambas têm sido objeto de investigação devido aos seus potenciais efeitos térmicos e não térmicos na extração de compostos bioativos de diferentes partes de vegetais, com menor impacto ambiental quanto ao consumo de energia e à geração de resíduos, quando comparadas aos métodos convencionais. Portanto, nesta revisão, as duas tecnologias são comparadas, explorando o seu potencial na obtenção de extratos vegetais para aplicação em produtos lácteos, considerando a necessidade de um extrato inócuo com propriedades bioativas preservadas, alinhando-se à demanda de consumidores por alimentos com propriedades funcionais e potencial nutracêutico e à necessidades da indústria de alimentos, por processos eficientes com custos reduzidos.

**Palavras–chave:** aquecimento ôhmico; extração vegetal; tecnologias emergentes; ultrassom;

## INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, tem sido crescente a busca pelo consumo de produtos com ingredientes naturais, com o mínimo de processamento e de preferência com o adicional de propriedades funcionais, sem alteração nas características sensoriais (1, 2). Essa escolha é motivada pelo número crescente de doenças relacionadas à alimentação e ao estilo de vida, como a diabetes e a obesidade, despertando maior atenção para o consumo de alimentos que promovam a saúde e que contribuam para a diminuição de incidência de doenças crônicas (1). Os compostos bioativos presentes nos vegetais, especialmente nas frutas, têm sido associados a diversos efeitos benéficos à saúde. Entre eles, destacam-se os efeitos antioxidante, anti-inflamatório, citotóxico a células cancerígenas e microrganismos com potencial patogênico, efeito neuroprotetor, antidiabético e antiobesidade. (3, 4, 5, 6, 7). Essas propriedades conferem aos extratos vegetais, um grande potencial nutracêutico e de aplicação como ingredientes de formulações de alimentos funcionais (3). Esses fatores somados ao conhecimento quanto

às emissões geradas por atividades industriais tradicionais, contribuem para mudanças nos hábitos de consumidores que optam por produtos elaborados com menor impacto ambiental, trazendo por consequência, o interesse da indústria para o desenvolvimento de alimentos e ingredientes promotores da saúde, com características sensoriais aceitáveis e o uso de tecnologias emergentes. (1, 8, 2)

Diversas tecnologias emergentes foram desenvolvidas nos últimos anos ou ainda se encontram em desenvolvimento, algumas já sendo utilizadas em nível industrial (9, 10). Dentre elas se encontram o ultrassom, micro-ondas, eletrotecnologias, fluido supercrítico, radiação ionizante e plasma a frio (2, 3, 7, 11). Seus principais objetivos são reduzir o consumo de energia e, consequentemente, os custos de produção, promovendo a sustentabilidade da cadeia de produção, além de conferir melhorias em processos aos quais os alimentos são submetidos (10, 12).

Tecnologias como o aquecimento ôhmico e o ultrassom tem sido utilizadas para diversas finalidades no processamento de alimentos, sendo em especial, associadas a estudos de extração de compostos funcionais de vegetais, demonstrando eficiência de processamento superior às metodologias tradicionais (3, 4). A tendência de pesquisa dessas tecnologias baseia-se no potencial que elas apresentam de reduzir a degradação térmica ou mecânica de componentes sensíveis dos alimentos, com mínimas alterações nutricionais, estruturais e sensoriais (13).

Na extração assistida por aquecimento ôhmico, a energia elétrica é convertida em energia térmica sob o efeito de resistência, aquecendo o produto e formando poros nas paredes celulares do vegetal, aumentando assim a sua permeabilidade. Já no mecanismo de extração assistida por ultrassom, a energia elétrica é convertida em energia mecânica, resultando em mudanças de temperatura e pressão, com formação de bolhas, que ao colapsarem, causam alterações nas membranas celulares e favorecem a saída do conteúdo intracelular dos vegetais. (11, 14)

Essas alterações nas membranas celulares contribuem para um aumento do rendimento de compostos bioativos de extratos vegetais, relacionado a fenômenos não térmicos desses processamentos. No aquecimento ôhmico, o evento de eletroporação é associado à transferência de componentes para o solvente, enquanto no ultrassom, a cavitação se torna responsável por essa transferência de massas (13, 15, 16).

Além disso, através dessa propriedade de alterar a estabilidade de membranas celulares, essas tecnologias emergentes contribuem para a segurança microbiológica dos extratos, reduzindo o número de bactérias que possam estar presentes nos vegetais, assegurando assim, a inocuidade do produto final (10, 13). Este é um fator importante a ser considerado, especialmente quando os extratos são destinados a uma posterior aplicação em produtos alimentícios.

Desta forma, este estudo tem como objetivo analisar e comparar o uso do aquecimento ôhmico e do ultrassom como métodos para a extração de compostos bioativos de vegetais. E a partir disto, pretende-se examinar suas particularidades e investigar a eficiências das tecnologias na obtenção dos extratos, avaliando a sua aplicabilidade industrial em produtos alimentícios, com foco especial em produtos lácteos.

## TECNOLOGIAS NÃO CONVENCIONAIS

### Aquecimento ôhmico

Classificado como uma tecnologia emergente no processamento de alimentos, o aquecimento ôhmico utiliza campos elétricos de baixa a média intensidade que são conduzidos diretamente na matriz alimentar, gerando um aquecimento rápido com distribuição uniforme do calor no interior do alimento (7, 9, 13).

Esta tecnologia elétrica vem sendo desenvolvida desde o século XIX. No início do século XX, seis estados norte-americanos já possuíam pasteurizadores elétricos comerciais operantes realizando o tratamento térmico de variados alimentos, obtendo-se aspectos de textura, cor, sabor e retenção de nutrientes semelhantes ou superiores a processamentos tradicionais (9, 11, 17).

Em 1919, foi publicado um estudo intitulado "*A Study of the Electro-Pure Process of Treating Milk*" que descreveu o processo de pasteurização do leite, a temperatura de 70 ºC com a tecnologia do aquecimento ôhmico. Neste, foi utilizada uma planta de corrente alternada, operando em alta voltagem de 2300 V, uma amperagem de 14 A e frequência de 25 Hz. Os resultados demonstraram a eficácia do processo na redução de bactérias presentes no leite, sem comprometer o seu valor nutricional e com mínima alteração em suas propriedades, sendo um dos primeiros experimentos que utilizou a tecnologia para o tratamento de alimentos (18). Atualmente, além do tratamento térmico de produtos, mecanismos térmicos e não térmicos desta tecnologia têm sido utilizados para a inativação de enzimas, secagem, extração, fermentação, destilação e na remoção de cascas de frutas (3, 4, 12, 15).

O processo do aquecimento ôhmico consiste na passagem controlada da corrente elétrica alternada através do alimento, auxiliada por eletrodos metálicos. A corrente originada em uma fonte de energia, ao fluir através do produto em uma frequência variando de 50 Hz a 25 kHz, encontra resistência elétrica no próprio alimento. A energia então é perdida e dissipada por meio do calor, gerando o seu aquecimento. O calor gerado pode ser controlado para ser mantido por períodos para pasteurizar, cozinhar ou aquecer alimentos (11, 19). O processo é ilustrado na figura 1, com esquema adaptado de Calleja-Gómez *et al*. (7).

O aquecimento rápido e homogêneo proporcionado por esta tecnologia resulta em danos reduzidos a vitaminas, pigmentos e outros compostos dos alimentos (7, 12, 15). Além disso, a passagem da corrente elétrica é capaz de promover o fenômeno de eletroporação celular (12). A formação de poros na superfície da membrana da célula eleva a sua permeabilidade, possibilitando a extração de substâncias como óleos essenciais, pigmentos, carboidratos e compostos bioativos (15).

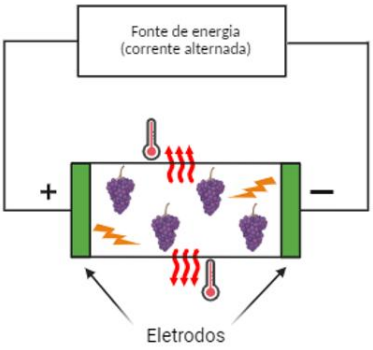



Figura 1 – Esquematização do aquecimento ôhmico, adaptado de Calleja-Gómez *et al*. (7).

**Ultrassom de alta intensidade**

A tecnologia de ultrassom tem sido utilizada com sucesso na indústria alimentícia para diversos fins. Dentre eles, destacam-se a alteração da viscosidade, a polimerização, detecção de corpos estranhos, emulsificação, a inativação de microrganismos, cristalização, filtração e extração de diferentes produtos naturais, como compostos fenólicos, antioxidantes, pigmentos, aromas, enzimas e proteínas (11, 14, 20, 21, 22).

Algumas das vantagens proporcionadas por esta tecnologia emergente incluem a redução do tempo de extração e da emissão de CO2, o aumento do rendimento de extração e a diminuição do uso de solventes, possibilitando a realização de extração aquosa ou a utilização de solventes verdes (4, 16). Apresenta maior eficiência de energia, podendo ser associada a outras técnicas de extração (4,16, 20, 22). Adicionalmente, esta tecnologia pode ser aplicada sob temperaturas mais baixas, prevenindo a oxidação e decomposição de substâncias termossensíveis (20, 22).

As ondas de ultrassom apresentam frequências que variam de 20 kHz a 1 GHz e podem ser classificadas como elásticas quando propagadas em meio sólido e acústicas quando propagadas em meio líquido (14, 21). Enquanto ultrassons de baixa intensidade permitem a passagem de ondas com frequências superiores a 100 kHz e intensidade inferior a 10 $kW/m^2$ sem provocar modificações do estado da matéria, ultrassons de alta intensidade apresentam ondas de maior amplitude e são utilizados para extração de substâncias, pois são capazes de provocar uma alteração permanente da matéria (11, 14). Sua frequência é superior a 100 kHz e a intensidade é superior a 10 $kW/m^2$. (14, 22).

Para a realização do processo de extração com a tecnologia de ultrassom, a amostra sólida ou líquida é imersa em um solvente e exposta a ondas ultrassônicas. A energia mecânica gerada por ondas do ultrassom provoca perturbações no estado de equilíbrio do meio, induzindo a formação, crescimento e colapso de bolhas de cavitação no solvente em contato com a amostra, resultando em alterações de pressão e temperatura (16, 21). O processo eleva a passagem de soluto para o solvente e maior penetração do solvente no material celular, facilitando a transferência de massas (14, 16, 23). O processo de extração utilizando um reator do tipo sonda, que transmite a energia acústica diretamente ao material, é ilustrado na figura 2. Dentre os materiais piezoelétricos que

compõem os transdutores geradores de ondas, encontram-se o quartzo, o titanato de bário, o metaniobato de chumbo e o cristal misto titanato zirconato de chumbo (11).

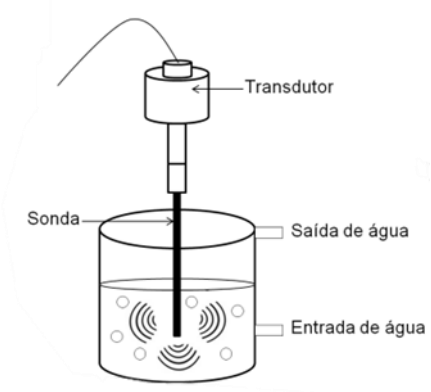



Figura 2 – Esquematização da extração assistida por sistema ultrassônico de sonda. Fonte: Verruck e Prudêncio (14).

**Extração vegetal mediada por aquecimento ôhmico e extração assistida por ultrassom**

Os compostos bioativos presentes nos vegetais tratam-se de metabólitos secundários produzidos em resposta a fatores ambientais aos quais estão expostos, como temperatura, radiação UV e doenças. (3, 24). Esses fitoquímicos possuem propriedades terapêuticas, proprocionando diversos benefícios à saúde devido ao potencial antioxidante, anti-inflamatório, anti-hiperglicêmico, antimicrobiano, anticancerígenos e antitrombótico (4, 7, 25). Além do aspecto funcional, compostos vegetais, como a pectina, podem ser úteis para a indústria alimentícia, por apresentarem propriedades de gelificação, emulsificação, espessamento e texturização (15).

Para extrair esses componentes vegetais, são comumente empregados métodos convencionais que utilizam solventes orgânicos e aquecimentos por longos períodos, ocasionando a degradação de algumas substâncias de interesse. Além disso, esses processos são frequentemente caros e altamente poluentes (3, 4, 24).

Metodologias emergentes como ultrassons, micro-ondas, eletrotecnologias e extração supercrítica e subcrítica, têm se mostrado métodos de extração mais rápidos e eficazes na extração de compostos fenólicos e outros bioativos, proporcionando redução do consumo de energia e de solventes convencionais, bem como na redução do impacto ambiental, além de diminuir custos de processamento (3, 4, 7).

Ao contrário de metodologias tradicionais de extração térmica de compostos vegetais, o aquecimento ôhmico é um processo mais rápido, que possibilita o controle preciso da temperatura, gerando menos danos aos compostos funcionais e o aumento do rendimento dessas substâncias devido a seus efeitos de eletroporação (3, 7, 12). Ferreira-Santos *et al.* (3) verificou a eficiência do aquecimento ôhmico (campo elétrico de 7-14 V/cm) a 80 ºC por 30 min em combinação com um solvente hidroetanólico (50:50) para extração de bioativos do resíduo do bagaço de uva, onde obteve um maior rendimento de extração de compostos fenólicos com alta capacidade antioxidante do que a extração térmica convencional, além de ação seletiva contra células cancerígenas e de

prevenção de espécies reativas de oxigênio intracelulares, demonstrando seu potencial nutracêutico.

Gahruie *et al.* (4), investigou a extração de compostos bioativos de pétalas de açafrão assistida por tecnologias emergentes de aquecimento ôhmico, ultrassom e micro-ondas, além do método convencional utilizando água quente. Avaliou-se o consumo de tempo e energia das técnicas, além do rendimento e propriedades físico-químicas de cada extrato. O aquecimento ôhmico com voltagem de 225 V por 45 min demonstrou-se superior quando comparado aos outros tratamentos testados, em relação ao rendimento dos compostos fenólicos, de flavonoides e de antocianinas extraídos na solução aquosa, ainda apresentando um melhor desempenho antimicrobiano e inibitório da enzima lipase (enzima-chave relacionada a obesidade), sendo o método mais recomendado para este tipo de extração.

Utilizando diferentes mecanismos de extração de tecnologias emergentes, Lakshmipatia *et al.* (26) investigou o efeito do aquecimento ôhmico, do ultrassom e do micro-ondas como pré-tratamentos no processamento de um extrato seco de gengibre. O ultrassom utilizado promoveu um maior aumento do teor de fenólicos totais e da capacidade antioxidante, seguido pelo aquecimento ôhmico. A análise por Cromatografia Gasosa associada à Espectrometria de Massas do extrato aquoso de gengibre pré-tratado por aquecimento ôhmico, verificou uma maior presença de compostos bioativos com benefícios terapêuticos do que em outros tratamentos. Além disso, o tratamento ôhmico melhorou o conteúdo de flavonoides totais desse mesmo extrato, evidenciando que a tecnologia favorece a separação de moléculas vegetais e promove a sua estabilidade em extrato aquoso, possibilitando a sua utilização como ingrediente saborizante natural e na incorporação de compostos bioativos em alimentos.

A fruta Gac aril (*Momordica cochinchinensis* Spreng) é rica em compostos bioativos, porém facilmente suscetível à oxidação e degradação por oxigênio, luz, temperatura e ação de microrganismos. Investigando uma tecnologia que reduzisse a perda de compostos valiosos do fruto, Aamir e Jittanit (24) compararam tratamentos de aquecimento ôhmico e convencional para a extração de óleo desse fruto, quanto a eficiência de extração, propriedades físicas e conteúdo. O aquecimento ôhmico demonstrou uma maior eficácia na extração quando comparada ao aquecimento convencional, assim como uma coloração avermelhada mais intensa em função do maior conteúdo de pigmentos β-caroteno e de licopeno, que não foi detectado no tratamento convencional, devido a sua sensibilidade ao calor e oxidação. Em análises de microestruturas do resíduo do extrato, amostras submetidas ao tratamento ôhmico apresentaram maior ruptura de parede celular (com sinais de fraturas e alterações de morfologia de superfície) - que as amostras aquecidas convencionalmente e do pó de Gac aril sem tratamento, que apresentaram paredes mais densamente compactadas. Dessa forma, esse estudo confirmou o efeito de alteração de membrana de parede celular da planta, ocasionada pelo aquecimento ôhmico, contribuindo para o aumento da eficiência de extração e de compostos bioativos, em similaridade com outros trabalhos citados anteriormente. Além disso, a alta condutividade elétrica da água adicionada ao solvente hexano e pó de Gac aril, evidencia a redução do uso de solventes ao utilizar essa tecnologia emergente.

Devido à sua habilidade na extração de compostos valiosos dos vegetais, o aquecimento ôhmico também é empregado para a valorização de subprodutos industriais, contribuindo para redução de resíduos e desenvolvimento de produtos nutritivos. Nesse sentido, Gavahian e Chu (25) utilizaram o aquecimento ôhmico para o aproveitamento do núcleo do abacaxi, avaliando posteriormente os efeitos da temperatura, tempo, tensão e frequência de processamento sobre o consumo de energia, eficiência do sistema, e composição de fenólicos totais e capacidade antioxidante do extrato, em comparação com uma extração convencional. Tempo e temperatura de processamento foram os principais parâmetros que impactaram negativamente o teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante, havendo redução de ambos quando a temperatura de processamento foi superior a 80 ºC e o tempo superior a 30 min, indicando a deterioração de compostos do produto. Condições de processamento ôhmico de 30 min, temperatura de 80 ºC, voltagem de 160 V e frequência de 900 Hz, foram consideradas ideias para a extração de bioativos do núcleo do abacaxi pois promoveram a obtenção de níveis de compostos fenólicos e atividade antioxidante superiores ao aquecimento convencional, além da economia de 50% no tempo e 80% na energia, evidenciando o potencial sustentável do aquecimento ôhmico e do potencial de valorização do subproduto do abacaxi.

Desta forma, os estudos apresentados demonstram a eficácia do aquecimento ôhmico sobre métodos convencionais e até mesmo sobre outros métodos alternativos para o aumento de rendimento na extração de compostos bioativos em vegetais, economia de energia e redução do uso de solventes químicos. Similarmente, tratamentos com ultrassons têm sido também utilizados para o processamento de extratos.

Jan *et al.* (27), realizaram a extração de gengibre (*Zingiber officinale*) e alcaçuz (*Glycyrrhiza glabra* L.) com diferentes solventes utilizando a tecnologia ultrassom. No preparo, rizomas frescos de gengibre foram misturados a diferentes solventes (etanol, acetato de etila, acetona e água) e sonicados por 15 min em uma frequência de 60 Hz em pulso de 5 s ligado e 2 s desligado, sob temperatura abaixo de 35 ºC. Posteriormente, os extratos foram centrifugados, filtrados e liofilizados. Para a extração do alcaçuz, o pó do rizoma seco foi adicionado a solventes nas seguintes proporções: etanol e água (50:50 e 70:30), metanol e água (50:50 e 70:30) e água (100%). Cada mistura foi submetida ao mesmo tempo, frequência e pulso de tratamento ultrassom que o gengibre, sendo depois, centrifugadas, filtradas, evaporadas e liofilizadas. Dos resultados apresentados, o extrato aquoso de gengibre demonstrou uma maior eficiência de extração de polifenóis em comparação a outros solventes e ao gengibre fresco, enquanto o extrato etanólico apresentou maior teor de fenólicos e de flavonoides. Para o alcaçuz, o melhor desempenho de extração foi atribuído ao extrato aquoso, seguido do extrato de etanol e água (50:50) e metanol e água (50:50), com extrato de etanol e água apresentando o maior teor de polifenóis. Quanto aos compostos fitoquímicos encontrados nos extratos de gengibre e alcaçuz, ambos apresentaram flavonoides, fenólicos, taninos, carboidratos, esteroides, glicosídeos e alcaloides, com presença de saponinas, proteínas e aminoácidos apenas nos extratos de gengibre. Dessa forma, a técnica de extração utilizada corrobora com outros estudos que demonstram o aumento da eficiência de extração de compostos bioativos ocasionada por ultrassom e adição de água, além da redução do uso de solventes químicos e possibilidade da utilização de água como solvente verde.

No mesmo contexto de extração por meio de tecnologias verdes, Rodsamran e Sothornvit (28) compararam a extração assistida por micro-ondas à extração assistida por ultrassom, aplicadas a resíduos industriais de casca de limão (*Citrus aurantiifolia*), com o intuito de agregar valor ao subproduto, com a recuperação de compostos fenólicos naturais. Para a obtenção do extrato assistido por ultrassom, a casca de limão em pó foi adicionada a diferentes concentrações de etanol, variando de 50 a 100%, sendo depois processadas em amplitudes de ultrassom de 20 a 40%. A concentração de solvente etanólico a 100% apresentou o menor teor de componentes fenólicos, sendo este mais alto em soluções menos concentradas. A adição de água também contribuiu para o aquecimento das amostras, facilitando a liberação dos componentes antioxidantes das células vegetais. Os melhores parâmetros de extração definidos para o ultrassom foram de amplitude de 38%, tempo de 4 min e concentração de 55% de etanol, sendo o método mais eficiente para extração de compostos fenólicos totais, apresentando alta atividade antioxidante e 33% de economia de tempo de processamento em comparação à tecnologia de micro-ondas, evidenciando a sustentabilidade do processamento ultrassônico.

Em paralelo, com o objetivo de extrair um pigmento natural da pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) utilizando um método verde de extração, Vieira *et al.* (29) processaram em frequência de 20 kHz e potência de 275 W, a polpa liofilizada da fruta imersa em etanol, com posterior microencapsulação do extrato por atomização. A eficiência na extração dos compostos fenólicos foi influenciada pelo tempo de exposição ao efeito de cavitação, sendo maior em 20 min de tratamento. Associada a esse tempo, a concentração de 30% de solvente foi suficiente para apresentação de níveis mais altos de compostos extraídos, demonstrando a economia e sustentabilidade do processo. Comparado com a tecnologia convencional de maceração, o ultrassom apresentou teores mais elevados de betalaínas, compostos fenólicos e de atividade antioxidante, além de características físico-químicas mais promissoras. Em análise de estabilidade do micro encapsulado por 90 dias, houve pequena redução de betalínas e compostos fenólicos, demonstrando potencial da sua utilização na elaboração de produtos alimentícios como ingrediente funcional ou pigmento natural, em substituição a pigmentos sintéticos.

Assim, a utilização do ultrassom associado a diversos solventes demonstrou que a adição de água contribuiu para a maior penetração do solvente na célula vegetal, aumentando a superfície de contato com a matriz celular e por consequência favorecendo a extração de seus componentes, além de proporcionar o aumento da polaridade de solventes orgânicos, ocasionando maior extração de compostos fenólicos polares e por consequência o aumento da atividade antioxidante. (27, 28)

**Desafios da utilização do aquecimento ôhmico e do ultrassom de alta intensidade**

Embora promissora, a implementação da extração vegetal utilizando tecnologias emergentes demanda um investimento inicial alto para aquisição dos equipamentos e materiais resistentes ao calor em câmaras de aquecimento, além de taxas para sua manutenção, elaboração de projetos de engenharia e contratação de funcionários capacitados para esta linha de produção (12). Esses desafios financeiros podem representar obstáculos importantes para a utilização das tecnologias em nível industrial.

Além das questões financeiras diretas, outros pontos críticos incluem o desenvolvimento de protocolos para a garantia de qualidade e segurança do processo, avaliação da condutividade do aquecimento ôhmico no material processado e a otimização dos parâmetros de extração para diferentes produtos, a fim de obter melhores rendimentos de extração com qualidades nutricional, sensorial e eficiência dos compostos bioativos, assegurando sua biodisponibilidade para promover a saúde. Esses aspectos exigem estudos adicionais para a implementação bem-sucedida das tecnologias na indústria (2, 7, 12).

Contudo, uma compreensão aprofundada dos mecanismos envolvidos no processamento da extração mediada por aquecimento ôhmico e da extração assistida por ultrassom, juntamente com o conhecimento de seus efeitos nas propriedades dos alimentos funcionais e em sua composição geral, é fundamental para impulsionar a adoção dessas tecnologias pela indústria de alimentos. É essencial aprimorar os processos de ambas as tecnologias para melhorar a eficiência energética do processamento, reduzir os custos de manutenção, facilitar a instalação dos sistemas, diminuir o consumo de energia e a geração de resíduos. Dessa forma, elas se tornam tecnologias viáveis para implementação industrial em larga escala, com benefícios econômicos significativos (2).

## APLICAÇÃO DE EXTRATOS VEGETAIS EM PRODUTOS LÁCTEOS

Extratos vegetais obtidos por processamento em aquecimento ôhmico e ultrassom de frutos como uva, abacaxi, limão, pitaya e Gac aril, além de petálas de açafrão e rizomas de gengibre e alcaçuz, demonstraram um grande potencial como ingredientes naturais com propriedades funcionais diversas, que podem ser incorporados na formulação de produtos alimentícios (3, 4, 24, 25, 26, 27, 28, 29).

Componentes vegetais têm sido utilizados como corantes naturais em produtos lácteos como iogurtes, cream cheese, leite saborizado, queijos e sorvete. Dentre os compostos adicionados, encontram-se as antocianinas presentes em arroz negro e pétalas de flores, betalaínas encontradas na beterraba, folhas da planta penicilina e o fruto da pitaya, assim como carotenóides da cúrcuma, tomate e abacaxi, além da clorofila de microalgas e a genipina do fruto do jenipapo. Além da alteração da coloração, nesses alimentos, essas substâncias vegetais também promoveram efeitos antioxidantes associados a seus compostos bioativos (30, 31, 32, 33, 34).

Outras propriedades dos vegetais, como ingredientes em produtos lácteos foram investigadas. Cunha *et al.* (35), constataram níveis maiores de lipídeos, polifenóis, flavanóides e o aumento da capacidade antioxidante em um leite em pó enriquecido com extrato de soja (*Glycine max*) em concentrações de 30 a 49%. Adicionalmente, foi observado um aumento significativo do teor de minerais como ferro, manganês, fósforo, cobre e magnésio. Apesar da adição do extrato em altas concentrações ter provocado alterações de densidade, fluidez e reidratação do leite em pó, o seu valioso potencial nutricional deve ser considerado para novos estudos do produto.

Vieira *et al.* (36), avaliaram características sensoriais de uma bebida láctea tipo iogurte adicionada de farinha de tremoço (*Lupinus albus*), que apresentou rigidez e viscosidade mais elevadas que a amostra controle de iogurte natural e de iogurte

comercial, não havendo diferenças sensoriais significativas entre as amostras. Com relação a aspectos nutricionais, foi encontrado um alto teor de proteínas, fibras e de ácido alfa-linolênico (um ácido graxo essencial ômega 3) e discreto teor mais elevado de magnésio, zinco, manganês e cobre. No entanto, o iogurte adicionado da farinha apresentou características desfavoráveis como sabor amargo, granularidade e sabor residual, sendo um possível campo para estudos aprofundados da aplicação de tecnologias emergentes ao produto, bem como para adição de extratos de vegetais como frutas, para melhorias desses aspectos.

Sharma *et al*. (37) adicionaram extrato da fruta *Grewia asiatica* como aditivo ao queijo *kalari*, feito com leite de búfala, desempenhando melhorias quanto à estabilidade lipídica, microbiana e sensorial do produto, impactando positivamente sua qualidade durante o tempo de 4 semanas de armazenamento. Em ratos, o consumo do queijo enriquecido proporcionou o aumento de enzimas antioxidantes endógenas e a redução dos níveis de enzimas marcadoras hepáticas, da peroxidação lipídica e de pesos relativos do fígado e baço comparados ao controle, indicando grande valor funcional atribuído ao extrato da fruta.

A utilização de extratos vegetais para substituição de aditivos alimentares também tem sido estudada com recorrência. Ban *et al.* (38) investigaram os efeitos da fortificação de um iogurte com extrato em pó da fruta-dos-monges (*Siratia grosvenorii*), adicionada ao produto como adoçante substituto da sacarose. A adição de 0,1% do extrato foi suficiente para adoçar a formulação do iogurte, sendo observados valores maiores de viscosidade, quando comparado às amostras de iogurte natural, iogurte natural com sacarose e iogurte natural com sacarose e extrato da fruta. Houve também maior atividade antioxidante no iogurte fortificado apenas com o extrato em pó, associada à presença de polifenóis e mogrosídeos da fruta. O estudo evidenciou o potencial de utilização de extratos vegetais em produtos lácteos para alcance não apenas de desempenho tecnológico no alimento, mas também do viés funcional.

## CONCLUSÕES

A extração mediada por aquecimento ôhmico e a extração assistida por ultrassom de alta intensidade são tecnologias emergentes que otimizam e melhoram a eficiência na separação de substâncias de vegetais, demonstrando-se mais sustentáveis e econômicas quando comparadas às metodologias convencionais. Além disso, ambas contribuem para a preservação dos compostos bioativos, como os fenólicos, flavonoides, antocianinas, β-caroteno, licopeno, esteroides, glicosídeos, alcaloides, betacianinas, betaxantinas e betalaínas, minimizando sua degradação ao longo do processamento.

Enquanto a tecnologia ôhmica é predominantemente utilizada para a extração térmica, efetivada por seu efeito de eletroporação, a tecnologia ultrassônica baseia-se principalmente no efeito mecânico, gerado pelas bolhas de cavitação e pelas alterações nas membranas vegetais. Desta forma, ambas possibilitam a redução do uso de solventes convencionais, favorecendo o uso de água e de solventes ecológicos no processo de extração.

A aplicação dos extratos vegetais em produtos lácteos tem demonstrado melhorias em diversos aspectos tecnológicos, funcionais e sensoriais dos produtos. Isso torna

promissora a implementação da extração de vegetais por meio de tecnologias emergentes em nível industrial. No entanto, são necessários estudos mais aprofundados para otimizar o processo, bem como para a instalação e uso dos equipamentos em larga escala, pois parâmetros de processamento das tecnologias abordadas precisam ser adaptados de acordo com o vegetal a ser extraído.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal Fluminense, à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) (processo E-26/203.732/2024) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido por meio de bolsas de estudo.

## REFERÊNCIAS

1. Saraiva A, Carrascosa C, Raheem D, Ramos F, Raposo A. Natural Sweeteners: The Relevance of Food Naturalness for Consurmes, Food Security, Sustainability and Health Impacts. Int J Environ Res Public Health. 2020; 17(7):6285. https://doi.org/10.3390/ijerph17176285
2. Hernández-Hernández HM, Moreno-Vilet LM, Villanueva-Rodríguez SJ. Current status of emerging food processing in Latin America: Novel non-thermal processing. Innov Food Sci Emerg Technol. 2019; 58:102233. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102233
3. Ferreira-Santos P, Nobre C, Rodrigues RM, Genisheva Z, Botelho C, Teixeira JA. Extraction of phenolic compounds from grape pomace using ohmic heating: Chemical composition, bioactivity and bioaccessibility. Food Chem. 2024; 436:137780. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137780
4. Gahruie HH, Parastoueu MM, Mokhtarian M, Rostami H, Niakousari M, Mohsenpour Z. Application of innovative processing methods for the extraction of bioactive compounds from saffron (Crocus sativus) petals. J Appl Res Med Aromat Plants. 2020; 19:100264. https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2020.100264
5. Jain E, Tripathi AD, Agarwal A, Mauraya KK, Rai DC, Mishra R *et al.* Anticancerous compounds in fruits, their extraction, and relevance to food. Func Foods Nutraceuticals Metab Non-Commun Dis. 2022; 517-532. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819815-5.00022-7
6. Suriyaprom S, Mosoni P, Leroy S, Kaewkod T, Desvaux M, Tragoolpua Y. Antioxidants of Fruit Extracts as Antimicrobial Agents against Pathogenic Bacteria. Antioxidants (Basel). 2022; 11(3):602. https://doi.org/10.3390%2Fantiox11030602
7. Calleja-Gómez M, Roig P, Pateiro M, Domínguez-Valência R, Lorenzo JM, Fernández-López J, *et al*. Health-promoting benefits of plant-based by-product extracts obtained by innovative Technologies. Curr Opin Food Sci. 2024; 57:101161. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2024.101161
8. Martins CPC, Cavalcanti RN, Rocha RS, Esmerino EA, Freitas MQ, Pimentel TC *et al*. Microwave heating impacts positively on the physical Properties of orange juice-milk beverage. Society of Dairy Technology. 2021; 75(1):129-138. https://doi.org/10.1111/1471-0307.12830

9. Ruan R, Ye X, Chen PL, Doona CJ. Ohmic heating. Boca Raton: Woodhead Publishing Ltda. 2001. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/128439/mod_resource/content/1/cr1216_13.pdf
10. Coimbra LO, Vidal V, Silva R, Rocha RS, Guimarães JT, Balthazar CF et al. Are ohmic heating-treated whey dairy beverages an innovation? Insights of the Q methodology. LWT. 2020; 134:110052. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110052
11. Cristianini M, Cruz AG, Prudêncio ES, Esmerino EA, Rodrigues S, Pimentel TC. Tecnologias emergentes no processamento de alimentos. São Paulo: Blucher; 2023
12. Gavahian M, Sastry S, Farhoosh R, Farahnaky A. Ohmic heating as a promising technique for extraction of herbal essential oils: Understanding mechanisms, recent findings, and associated challenges. Adv in Food and Nutr Res. 2020. 91:227-273. https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.09.001
13. Silva R, Rocha RS, Ramos GLPA, Xavier-Santos D, Pimentel TC, Lorenzo JM et al. What are the challenges for ohmic heating in the food industry? Insights of a bibliometric analysis. Food Res Int. 2022; 157:111272. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111272
14. Verruck S, Prudencio ES. Ultrassom na indústria de alimentos: aplicações no processamento e conservação. Ponta Grossa: Atena Editora; 2018.
15. Sharifi A, Hamidi-Esfahani Z, Gavlighi HÁ, Saberian H. Assisted ohmic heating extraction of pectin from pomegranate peel. Chem Eng Process Process Intensif. 2022; 172:108760. https://doi.org/10.1016/j.cep.2021.108760
16. Linares G, Rojas ML. Ultrasound-Assisted Extraction of Natural Pigments From Food Processing By-Products: A Review. Front Nutr. 2022; 9:891462. https://doi.org/10.3389%2Ffnut.2022.891462
17. Eliot-Godéreaux SC, Zuber F, Goullieux A. Processing and stabilisation of cauliflower by ohmic heating technology. Innov Food Emerg Technol. 2001, 2(4):279-287. https://doi.org/10.1016/S1466-8564(01)00047-9
18. Anderson AK, Finkelstein R. A Study of the Electro-Pure Process of Treating Milk. J Dairy Sci. 1919; 2(5):374-406. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(19)94338-4
19. Ferreira S, Machado L, Pereira RN, Vicente AA, Rodrigues RM. Unraveling the nature of ohmic heating effects in structural aspects of whey proteins – The impact of electrical and electrochemical effects. Innov Food Sci Emerg Technol. 2021; 74:102831. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102831
20. Louie KB, Kosina SM, Hu Y, Otani H, Raad M, Kuftin AN *et al*. Mass Spectrometry for Natural Product Discovery. Chem Biol. 2020; 6:263-306. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409547-2.14834-6
21. Fioruz MS, Farahmandi A, Hosseinpour S. Recent advances in ultrasound application as a novel technique in analysis, processing and quality control of fruits, juices and dairy products industries: A review. Ultrason Sonochem. 2019; 57:73-88. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.05.014
22. Chavan P, Sharma P, Sharma SR, Mittal TC, Jaiswal AK. Application of High-Intensity Ultrasound to Improve Food Processing Efficiency: A Review. Foods. 2022; 11(1):122. https://doi.org/10.3390/foods11010122

23. Pacheco-Fernández I, Pino V. Extraction With Ionic Liquids – Organic Compounds. Handb Sep Sci. 2020; 499-537 https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816911-7.00017-7
24. Aamir M, Jittanit W. Ohmic heating treatment for Gac aril oil extraction: Effects on extraction efficiency, physical properties and some bioactive compounds. Innov Food Sci Emerg Technol. 2017; 41:224-234. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.03.013
25. Gavahian M, Chu R. Ohmic Heating Extraction at Different Times, Temperatures, Voltages, and Frequencies: A New Energy-Saving Technique for Pineapple Core Valorization. Foods. 2022; 11(14):2015. https://doi.org/10.3390/foods11142015
26. Lakshmipatia K, Thirunavookarasu N, Kalathil N, Chidanand DV, Rawson A, Sunil CK. Effect of different thermal and non-thermal pre-treatments on bioactive compounds of aqueous ginger extract obtained using vacuum-assisted conductive drying system. J Food Process Eng. 2022; 46(2):14223. https://doi.org/10.1111/jfpe.14223
27. Jan R, Gani A, Dar MM, Bhat NA. Bioactive characterization of ultrasonicated ginger (*Zingiber officinale*) and licorice (*Glycyrrhiza Glabra*) freeze extracts. Ultrasonics Sonochem. 2022; 88:106048. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106048
28. Rodsamran P, Sothornvit R. Extraction of phenolic compounds from lime peel waste using ultrasonic-assisted and microwave-assisted extractions. Food Bioscience. 2019; 28:66-73. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.01.017
29. Vieira TRR, Lima AB, Ribeiro CMCM, Medeiros PVQ, Converti A, Lima MS *et al*. Red pitaya (Hylocereus polyrhizus) as a source of betalains and phenolic compounds: Ultrasound extraction, microencapsulation, and evaluation of stability. LWT. 2024; 196:115755. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.115755
30. Soutelino MEM, Vieira GP, Goulart MB, Miranda KC, Conceição RP, Pimentel TC *et al*. Natural food dyes on dairy products: A critical approach between 2012-2023 literature regarding the technological and functional aspects, health benefits and future trends. Treds Food Sci Technol. 2024; 146:104370. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104370
31. Soutelino MEM, Silva DB, Rocha RS, Oliveira BCR, Esmerino EA, Cruz AG et al. Yogurt added with beetroot extract: Physochemical parameters, biological activities and sensory evaluation by CATA method. International Journal of Food Sci and Technol. 2022; 58(6):3303-3309. https://doi.org/10.1111/ijfs.16214
32. Sarkar T, Salauddin M, Hazra SK, Chakraborty R. The impact of raw and differently dried pineapple (*Ananas comosus*) fortification on the vitamins, organic acid and carotene profile of dairy rasgulla (sweetened cheese ball). Heliyon. 2020; 6(10):e05233. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05233
33. Durmaz Y, Kilicli M, Toker OS, Konar N, Palabiyik I, Tamturk F. Using spray-dried microalgae in ice cream formulation as a natural dye: Effect on physicochemical and functional properties. Algal Res. 2020; 47:101811. https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.101811
34. Teixeira VMC, Silva RFG, Gonçalves OH, Pereira C, Barros L, Ferreira ICFR *et al.* Chemometric approaches to evaluate the substitution of synthetic food dyes by natural compounds: The case of nanoencapsulated curcumin, spirulina, and

hibiscus extracts. LWT – Food Sci and Technol. 2022; 154:112786. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112786

35. Cunha TMP, Haas ICS, Costa MAJL, Luna AS, Góis JS, Aboni RDMC *et al*. Dairy powder enriched with a soy extract (Glycine max): Physicochemical and polyphenolic characteristics, physical and rehydration properties and multielement composition. Food Res Int. 2022; 162(B):112144. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112144
36. Vieira EDF, Styles D, Sousa S, Santos C, Gil AM, Gomes AM, Vasconcelos MW. Nutritional, rheological sensory characteristics and environmental impacto f a yogurt-like dairy drink for children enriched with lupin flour. In J Gastron Food Sci. 2022; 30:100617. https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100617
37. Sharma S, Kumar A, Kumar S, Katare AK, Bhat HF, Aadil RM, Bhat ZF. *Grewia asiatica* fruit extract-based *kalari* cheese for enhanced storage stability and functional value. Food Chem Advances. 2023; 3:100520. https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100520
38. Ban Q, Liu Z, Yu C, Sun X, Jiang Y, Cheng J *et al*. Physiochemical, rheological, microstructural, and antioxidant properties of yogurt using monk fruit extract as a sweetener. J of Dairy Sci. 2020; 103(11):10006-10014. https://doi.org/10.3168/jds.2020-18703

**Capítulo 92**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-92**

# COMPOSIÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E FÍSICO-QUÍMICA DE GELEIA DE MANGA ENRIQUECIDA COM FARINHA DE LINHAÇA

**Adolfo Pinheiro de Oliveira*; Larissa Monique de Sousa Rodrigues ; Maria Suiane de Moraes; Semirames do Nascimento Silva; Nailton de Macedo Albuquerque Junior; Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo; Josivanda Palmeira Gomes.**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:* adolfopoliveira@gmail.com

**Resumo:** A manga (*Mangifera indica* L.) é uma das frutas mais produzidas e comercializadas mundialmente, sendo utilizada em diversas preparações e finalidades, e não somente a polpa, mas também as cascas e o caroço vem sendo aproveitado em diferentes abordagens e temáticas de pesquisa científica. O trabalho teve como objetivo elaborar e analisar a composição físico-química de geleias de manga formuladas com diferentes concentrações de farinha de linhaça. As geleias foram elaboradas na proporção de 50/50 (polpa/sacarose). As três formulações (F1, F2 e F3) foram elaboradas nas concentrações de 1,5%, 2,5% e 3,5% de farinha de linhaça e 0,5 % de pectina. Foi realizada a caracterização físico-química da polpa da manga e geleia, dos parâmetros sólidos totais, pH, acidez, sólidos solúveis totais (ºBrix), açúcares redutores, açúcares totais, açúcares não-redutores, vitamina C, atividade de água, lipídios, proteínas, cinzas, carboidratos, valor energético, em quadriplicata. A geleia de manga enriquecida com adição de 35 gramas de farinha de linhaça obteve maior teor proteico, lipídico e valor nutricional, podendo ser associado ao fato de conter maior quantidade da farinha em comparação as outras duas formulações que utilizaram 15 e 25 gramas. A geleia apresentou-se como alternativa viável para aproveitamento da manga com adição da linhaça, constituindo como opção de apresentação diversificada ao mercado de geleia com enriquecimento nutricional merecendo destaque os benefícios do seu consumo à saúde.

**Palavras-chave:** aproveitamento; elaboração; produto alimentício

## Introdução

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma das frutas mais importantes em todo o mundo devido ao seu valor nutricional e conteúdo de diversos fitoquímicos, com diversas funções (1). A produção mundial de frutas tropicais está em expansão. A manga (*Mangifera indica* L.) é uma fruta tropical com posição de destaque no mercado e consumo mundial. O Brasil ocupa o sétimo lugar no cenário mundial produzindo 2,1 milhões de toneladas de manga, com uma das maiores produtividades médias (22,7 t/ha). A Índia é o principal produtor, com 24,7 milhões de toneladas em 2020 (2). A cultura da manga vem ganhando destaque no mercado brasileiro de exportação de frutas in natura

devido à produtividade e qualidade desta cultura, tornando-se uma das frutas mais exportadas do país (3).

Os compostos bioativos da manga conferem propriedades benéficas à saúde humana, embora seu conteúdo seja variável devido à variação genotípica, às condições climáticas e aos tratamentos pré e pós-colheita (4). Os frutos de manga representam uma fonte significativa de micronutrientes, vitaminas, compostos funcionais e outros fitoquímicos (5).

Alguns dos principais compostos bioativos identificados na manga incluem ácidos fenólicos (ácido cumárico, ácido ferúlico e ácido hidroxibenzóico), polifenóis (quercetina, mangiferina, catequinas, taninos, kaempferol, antocianinas, ácido gálico, ácido elágico), carotenoides, que são os mais abundantes, e as vitaminas ácido ascórbico, tiamina, riboflavina e niacina (6).

A manga é uma fruta climatérica, capaz de desenvolver mudanças características associadas ao amadurecimento, como cor, aroma e sabor, antes ou depois da colheita. Vários processos de manuseio pós-colheita afetam a composição da manga, incluindo transporte, armazenamento e processamento (7). A manga é consumida como fruta fresca, e a polpa é processada industrialmente como produtos congelados, enlatados, concentrados e secos. Como a manga é uma fruta saborosa e nutritiva, diferentes produtos, como sucos, geleias, geleias, fatias enlatadas, couro de manga, pedaços e fatias congelados, picles, chutney e pó de manga, foram desenvolvidos (8).

Geléia é o produto obtido pela cocção, de frutas, inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar, água, pectina e ácido cítrico e concentrado até consistência gelatinosa. As geleias são classificadas como comum, quando preparadas com 40% de frutas frescas para 60% de açúcar, e extra quando preparadas numa proporção de 50% de frutas frescas para 50% de açúcar. Quanto às características, o produto deve ser preparado com frutas sãs, limpas, isentas de parasitos, detritos, animais ou vegetais ou de fermentação (9).

A linhaça é uma boa fonte de óleo, fibra dietética, carboidratos, proteínas, minerais e ácidos fenólicos (ácido p-couárrico e ferúlico) que são benéficos para a saúde humana de várias maneiras devido às suas atividades biológicas (10). A farinha e o óleo de linhaça têm vários benefícios para a saúde, como prevenção de diabetes, redução do risco de doenças cardíacas, câncer de cólon e mama. O ácido graxo ω-3 presente na linhaça (ácido α-linolênico) exibe propriedades antitrombóticas, antiarrítmicas e anti-inflamatórias (11).

O trabalho teve como objetivo elaborar e analisar a composição físico-química de geleias de manga formuladas com diferentes concentrações de farinha de linhaça.

**Material e métodos**

O trabalho foi realizado no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande.

Foram utilizadas como matéria-prima mangas da variedade *Tommy Atkins*, adquiridas em estádio de maturação maduro, farinha de linhaça dourada e açúcar cristal, adquiridos em mercado local da cidade de Campina Grande-PB, pectina cítrica (Daxia - ingredientes e aditivos.) oriunda de São Paulo.

As mangas foram selecionadas manualmente, retirando-se os frutos que apresentavam danos físicos, presença de injúrias e estádio de maturação divergente de maduro, em seguida foram submetidas à lavagem em água corrente e em seguida foram

sanitizadas, submergindo-as em recipientes contendo uma solução de hipoclorito de sódio com concentração de 200 ppm, por um período de 15 min, finalizando com o enxágue em água corrente para remover o excedente da solução sanitizante.

Os frutos foram distribuídos em bancada e conduzidos para o descascamento manual com faca de aço inoxidável. Em seguida, fez-se a separação da polpa, separando o caroço e a casca. Para obtenção do rendimento, fizeram-se as pesagens da polpa e dos resíduos obtidos (casca e caroço). A polpa da manga foi liquidificada, fracionada em porções de 0,5 kg e acondicionadas em sacos de polietileno de baixa densidade e armazenada em freezer a -18°C.

As geleias foram elaboradas na proporção de 50/50 (polpa/sacarose), sendo caracterizadas como tipo extra. As três formulações (F1, F2 e F3) foram determinadas através de testes experimentais, no qual foram utilizadas, respectivamente, as concentrações de 1,5%, 2,5% e 3,5% de farinha de linhaça e 0,5 % de pectina. O processo de elaboração das geleias consistiu na cocção das matérias-primas, previamente homogeneizadas, até obtenção de sólidos solúveis totais entre 60 e 65 °Brix e pH final de 3,5, tendo sido ajustado com ácido cítrico quando necessário. Ao final desta etapa, a geleia foi envasada a quente em embalagens de vidro próprias para o produto e previamente esterilizadas. As embalagens foram fechadas com tampa de metal, também esterilizadas, e invertidas, como mecanismo de prevenção da proliferação de microrganismos. Em seguida, os vidros foram imersos em água fria até temperatura de ± 25 °C e foram armazenadas sob temperatura de refrigeração. Em seguida, foi dado início às avaliações físico-químicas, realizadas em quadruplicata.

Na Tabela 1, pode-se verificar as três formulações definidas experimentalmente para o processamento das geleias.

Tabela 1. Formulações utilizadas nas elaborações das geleias de manga com diferentes concentrações de farinha de linhaça.

| Matéria-prima | Formulação 1 | Formulação 2 | Formulação 3 |
|---|---|---|---|
| Polpa (g) | 500 | 500 | 500 |
| Açúcar cristal (g) | 500 | 500 | 500 |
| Pectina cítrica (g) | 5 | 5 | 5 |
| Farinha de linhaça (g) | 15 | 25 | 35 |

Os parâmetros avaliados foram atividade de água a 25°C, quantificada por leitura direta em higrômetro Aqualab, modelo 3TE de Decagon Devices; acidez total titulável, por volumetria potenciométrica (12); pH pelo método eletrométrico, utilizando-se potenciômetro de acordo com metodologia descrita (12); açúcares redutores e totais através do método baseado na redução de sais cúpricos e óxidos cuprosos presente na solução de Fehlin (13); açúcares não redutores em sacarose, pela diferença entre açucares totais e redutores; sólidos solúveis totais e sólidos totais (12); ácido ascórbico, através do método de Tillmans (12); lipídios (13); proteínas (12); cinzas e umidade (12) sendo a umidade através do método sob pressão reduzida em estufa à vácuo a 70 °C, ambas até peso constante. Foi realizado o cálculo dos carboidratos das geleias, por diferença de 100 subtraído do somatório dos valores obtidos das análises de teor de água, cinzas, lipídios e proteínas. O valor energético foi obtido utilizando-se o fator de conversão de 4 kcal determinado em bomba calorimétrica para proteínas e carboidratos e 9 kcal de conversão em kcal em bomba calórica para lipídios.

Os dados foram submetidos à análise estatística. O delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados foi aplicado aos tratamentos em quatro repetições,

utilizando-se o programa computacional STATISTICA 7.0. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Resultados e discussão**

Os resultados médios das características físicas, químicas e físico-químicas da polpa das mangas estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Valores médios das características físicas, químicas e físico-químicas da polpa da manga (*Mangifera indica* L), variedade Tommy Atkins, no estádio de maturação maduro.

| Parâmetros | Média e Desvio padrão | CV (%) |
|---|---|---|
| Rendimento (%) | 68,02* | - |
| Teor de água (%) | 83,34 ± 0,16 | 0,19 |
| Atividade de água | 0,988 ± 0,005 | 0,46 |
| Sólidos totais (g/100g) | 16,66 ± 0,13 | 0,80 |
| Cinzas (g/100g) | 0,31 ± 0,01 | 2,76 |
| pH | 3,89 ± 0,01 | 0,25 |
| Acidez (% de ácido cítrico) | 0,48±0,01 | 0,85 |
| Sólidos solúveis totais (ºBrix) | 11,12 ± 0,25 | 2,25 |
| Relação SST/ATT | 23,16 ± 0,68 | 2,92 |
| Açúcares redutores (g/100g de glicose) | 2,25 ± 0,02 | 0,81 |
| Açúcares totais (g/100g de glicose) | 8,21 ± 0,02 | 0,24 |
| Açúcares não-redutores (g/100g de sacarose) | 5,66 ± 0,03 | 0,56 |
| Vitamina C (mg/100g) | 3,58 ± 0,14 | 4,06 |
| Lipídios (g/100g) | 0,38 ± 0,02 | 6,35 |

*Valor calculado de acordo com o peso da polpa das mangas e dos resíduos (caroços e cascas, não possuindo desvio padrão tampouco coeficiente de variação). CV - Coeficiente de variação

O rendimento da polpa assemelhou-se a outras valores encontrados em estudos anteriores 83,16% (14); 75,5% (15); 59,2% (16). O rendimento em polpa de frutos pequenos é de cerca de 50% a 60%, enquanto para frutos grandes, o rendimento é de cerca de 60% a 70%.

O teor de água indicou que a polpa de manga possui alto teor de água, outras pesquisas reportam valores semelhantes 81,9% (16); 87,38 (17). A partir das informações desse parâmetro, é possível presumir sobre a perecibilidade do produto, visto que o meio aquoso é um dos principais meios em que ocorrem as reações enzimáticas e crescimento microbiano que promovem a deterioração do alimento (18). Valores semelhantes de atividade de água foram encontrados em outros estudos, 0,982 (19), 0,99 (20).

O parâmetro de atividade de água tem relação com a proliferação de microrganismos que causam deterioração em alimentos, teor de água com menores valores promove extensão na vida útil do produto (21), como percebido a polpa de manga

é consiste no produto com alto teor de atividade de água, sendo necessário maior atenção as possíveis reações de deterioração que possa ocorrer no produto.

O teor de cinzas corrobora com outros estudos, 0,40 (17), 0,33 (16), 1,7% em manga convencional (22). Este conteúdo é o ponto de partida para a análise de minerais específicos que podem ser encontrados em alimentos de origem animal e vegetal. Nem sempre o resíduo encontrado representa toda a substância inorgânica presente na amostra, devido a alguns sais sofrerem redução ou volatilização durante o aquecimento (23). O pH apresentado assemelha-se com valores apresentados anteriormente de 3,13 (22), 5,0 (17). Quanto a acidez, outros autores trazem resultados semelhantes 0,21 (16), 0,34 (24), 0,39 (17).

Valores de sólidos solúveis são apresentados por outras pesquisas corroborando com dados apresentados, 15,00ºBrix (17). A maior parte do açúcar da manga consiste nos monossacarídeos, glicose e frutose. A proporção deles depende da variedade e da extensão da maturidade da fruta, com a glicose dominando durante o desenvolvimento inicial, a determinação de °Brix fornece uma estimativa da concentração de açúcar, definido como gramas de sólidos solúveis por 100 g de solução, sendo uma medida de todos os sólidos solúveis, incluindo açúcar, pigmentos, ácidos e glicerol (18).

Com o amadurecimento dos frutos, a acidez total titulável diminiu e aumenta-se os teores de sólidos solúveis totais, relação SST/ATT e o pH, em função da respiração e/ou da conversão de ácidos orgânicos em açúcares. A relação SST/ATT é uma boa expressão para a definição do sabor da polpa da manga, o incremento de sólidos solúveis e a diminuição da acidez com o avanço da maturação, resulta no acréscimo da relação SST/ATT - ratio, o que ratifica que além de estar ligado com a qualidade sensorial, pode ser um bom indicador durante o processo de maturação de frutas (25).

Açúcares redutores são carboidratos que possuem carbono anomérico livre, capazes de se oxidar na presença de agentes oxidantes em solução alcalina (26). Em outros estudos foram revelados teores de 1,75 % (manga Palmer), 2.08% (manga Tommy Atkins), 6.03% (manga Rosa) (27), 1.54% (17).

Vale ressaltar que os teores de carboidrato de baixo peso molecular em diferentes alimentos podem variar de uma região para outra, tendo em vista que depende do estágio de maturação, condições de adubação do local de plantio, fatores climáticos e condições genéticas da planta, principalmente nas frutas, onde esse processo ocorre de forma mais intensa (27).

Quanto aos açúcares totais, valores semelhantes foram apresentados anteriormente 11,4 ($g/100g^{-1}$) (16), 15,54% (12). E os açúcares não redutores em outros estudos apresentaram teores de 9,52 (12), 3,35 (17). A doçura da fruta é determinada pela quantidade e composição de açúcares na polpa comestível, o acúmulo de açúcar é um processo altamente orquestrado que requer coordenação de inúmeras enzimas metabólicas e transportadores de açúcar (27).

O teor de vitamina C apresentado diferiu de outros estudos, 48,44 mg/100g (17), 73,25 $g.100g^{-1}$ (13), 60,80 mg/100g (12). Este grau de variabilidade é provavelmente uma consequência da variação nos fatores pré e pós-colheita que afetam a biossíntese e o metabolismo desta vitamina. As mudanças no conteúdo de vitamina C durante o amadurecimento da manga incluem níveis mais altos em mangas parcialmente maduras do que em mangas totalmente maduras (4).

Outros valores de lipídeos em manga já foram relatados 0,24 g/100g (28), 0,22 (27). A polpa da manga contém um teor lipídico muito baixo, mas as sementes e as cascas contêm quantidades relativamente altas de ácidos graxos. Os ácidos graxos contribuem

com 0,8 a 1,36% da porção comestível da manga, e o amadurecimento da fruta favorece um aumento nos ácidos graxos insaturados (7).

Os resultados médios da composição físico-química das geleias de manga enriquecidas com farinha de linhaça podem ser observados na Tabela 3. Observou-se que todas as formulações apresentaram diferença significativa (p>0,05).

Tabela 3. Valores médios da composição física, química e físico-química das geleias de manga enriquecidas com farinha de linhaça.

| Parâmetros | Formulação 1 | Formulação 2 | Formulação 3 |
|---|---|---|---|
| Sólidos totais | $68,96^{b} \pm 1,34$ | $65,55^{a} \pm 1,23$ | $77,06^{c} \pm 1,24$ |
| pH | $3,84^{c} \pm 0,01$ | $3,79^{b} \pm 0,01$ | $3,70^{a} \pm 0,01$ |
| Acidez | $0,27^{c} \pm 0,01$ | $0,29^{b} \pm 0,01$ | $0,34^{a} \pm 0,01$ |
| Sólidos solúveis totais (ºBrix) | $59,75^{b} \pm 0,5$ | $55,13^{a} \pm 0,25$ | $63,13^{c} \pm 0,25$ |
| Açúcares redutores | $8,36^{c} \pm 0,06$ | $7,78^{b} \pm 0,06$ | $7,38^{a} \pm 0,04$ |
| Açúcares totais | $50,22^{c} \pm 0,25$ | $47,67^{b} \pm 0,22$ | $46,84^{a} \pm 0,21$ |
| Açúcares não-redutores | $39,77^{b} \pm 0,28$ | $37,90^{a} \pm 0,25$ | $37,49^{a} \pm 0,22$ |
| Vitamina C | $2,72^{a} \pm 0,07$ | $2,80^{a} \pm 0,03$ | $2,72^{a} \pm 0,04$ |
| Atividade de água | $0,864^{b} \pm 0,011$ | $0,894^{c} \pm 0,011$ | $0,831^{a} \pm 0,009$ |
| Teor de água (%) | $31,04^{b} \pm 1,34$ | $34,45^{c} \pm 1,23$ | $22,94^{a} \pm 1,39$ |
| Lipídios | $0,55^{a} \pm 0,02$ | $0,91^{b} \pm 0,05$ | $1,49^{c} \pm 0,11$ |
| Proteínas | $0,86^{a} \pm 0,00$ | $0,87^{ab} \pm 0,01$ | $0,88^{b} \pm 0,01$ |
| Cinzas | $0,25^{a} \pm 0,01$ | $0,26^{b} \pm 0,01$ | $0,31^{c} \pm 0,01$ |
| Carboidratos | $67,30^{b} \pm 1,34$ | $63,51^{a} \pm 1,22$ | $74,38^{c} \pm 1,34$ |
| Valor energético | 277,63 kcal/100g | 265,75 kcal/100g | 314,48 kcal/100g |

As médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

O pH das geleias diminuiu à medida que foi acrescentada a farinha de linhaça. Em outro estudo foi obtido valores inferiores para geleia mista de umbu com mangaba, pH variando entre 1,94 e 2,62 (29), porém a geleia elaborada com resíduo de abacaxi o pH foi semelhante de pH 3,52 (24), pH 3,06 (30). Valores de acidez semelhantes foram revelados em pesquisas com pH de 3,66 da geleia de manga *light* com canela e com açúcar (31).

Os teores de acidez e pH são parâmetros de qualidade, visto sua relação direta com a contaminação microbiana e firmeza do gel. O quantitativo de ácidos orgânicos presentes na fruta tem relação a acidez apresentada na geleia produzida, principalmente o ácido cítrico, que auxilia na formação da textura adequada, este é uma característica importante no controle de qualidade de geleias (32).

Alimentos com valor de acidez elevado apresentam conservação melhorada, devido essa condição não ser favorável para o crescimento microbiano. Na produção de geleias, a redução do pH utilizando-se de acidulantes tem intuito de geleificação da pectina em meio com elevada concentração de açúcar. É recomendado que a acidez da geleia deve estar entre 0,5-0,8%, valores superiores a 1% leva a ocorrência de sinérese (33).

O teor de sólidos solúveis totais (ºBrix) de geleia de manga adicionada de pimenta rosa revelou uma média de 52,5ºBrix e geleia de manga com pimenta dedo de moça com 57,8ºBrix (26). Com o aumento do período de armazenamento, a quantidade de conteúdo total de sólidos solúveis é levemente aumentada em geleias, isso provavelmente ocorre devido à conversão de polissacarídeos em açúcar durante o período de armazenamento (34).

O açúcar é um dos componentes na formulação para elaboração de geleias, atua como agente conservante, quando adicionado em quantidade elevada tem ação de inibição do crescimento microbiano. Os açúcares solúveis (sacarose, glicose e frutose) são utilizados no processamento de geleias, a partir do aquecimento, ocorre o desdobramento de suas estruturas, transformando-se em açúcar invertido, com melhoria do brilho, translucidez e sabor. A adição de açúcar invertido possui o intuito de reduzir ou impedir a cristalização (35).

O valor de umidade em torno de 19% foi encontrado na geleia de manga com maracujá (30), geleia de buriti 35,3% (36). Esse parâmetro avaliado apresenta variações decorrentes da quantidade de água utilizada na formulação e o teor de água da fruta, tempo de concentração ao qual as geleias foram submetidas, que resultou em maior ou menor teor de água no produto (30). A geleia de manga com maracujá elaborada em outro estudo, apresentou valores de 45,7% para carboidratos totais, 0,59% de proteínas e 0,79% para lipídeos (30), o teor de lipídeos elevou-se com uma maior proporção de farinha de linhaça na formulação, devido a quantidade de ácidos graxos presentes na linhaça.

## Conclusões

A geleia de manga enriquecida com farinha de linhaça é uma alternativa viável para aproveitamento da manga, a adição da linhaça ao produto mostrou-se como opção de apresentação diversificada ao mercado de geleia mista e variação do cardápio. Através dos resultados, é perceptível que não modificações significativas de forma negativa na geleia elaborada com as concentrações de farinha utilizadas na formulação. A utilização da farinha de linhaça como enriquecimento nutricional merece destaque, quando aos benefícios do seu consumo à saúde.

## Referências

1. Gupta AK, Gurjar PS, Beer K, Pongener A, Ravi SC, Singh S, et al. A review on valorization of different byproducts of mango (*Mangifera indica* L.) for functional food and human health. Food Biosci. 2022;48:1-12.

2. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. Crops. Rome, 2020. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL. Acesso em: 25 jul. 2024.

3. Kist BB, Carvalho CD, Treichel M, Santos CD. Anuário brasileiro da fruticultura. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018.

4. Matheyambath A.C., Subramanian J., Paliyath G., 2016, Mangoes reference module in food science, Chapter In: B Caballero, P.M. Finglas, F. Toldrà (Eds.), Encyclopedia of food and health, Vol 2, Elsevier Limited, Oxford, UK, 641–645.

5. Lebaka, VR, Wee, Y.-J, Ye, WM. Korivi, Nutritional composition and bioactive compounds in three different parts of mango fruit. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2021;18:1-12.

6. Zapata-Londoño MB, Ramos-Polo A, Alzate-Arbeláez AF, Restrepo-Betancur LF, Rojano BA, Maldonado-Celis ME. Effect of mango (Mangifera indica) cv. Azucar juice consumption on plasma and oxidative stress biomarkers. Vitae. 2020;27:1-12.

7. Yahia EM, Ornelas-Paz JJ, Brecht JK, García-Solís P, Celis MEM. The contribution of mango fruit (*Mangifera indica* L.) to human nutrition and health. Arab. J. Chem.2023;16:1-12.

8. Wall-Medrano A, Olivas-Aguirre FJ, Ayala-Zavala JF, Domínguez-Avila JÁ, Gonzalez-Aguilar GA, Herrera-Cazares LA, et al. Health Benefits of Mango By-products. Food. 2020;22:1-12.

9. Brasil. Resolução n.12 - CNNPA, de 24 julho de1978. A CNNPA do Ministério da Saúde aprova 47padrões de identidade e qualidade relativos aalimentos e bebidas para serem seguidos em todoterritório brasileiro. Diário Oficial da União. 197824 jul; Seção 1.

10. Suri K, Singh B, Kaur A, Yadav MP, Singh N. Influence of microwave roasting on chemical composition, oxidative stability and fatty acid composition of flaxseed *(Linum usitatissimum* L.) oil. Food Chem. 2020;326:1-12.

11. Kaur M, Singh B, Kaur A. Dry-air roasting impact on physicochemical, functional, antioxidante properties, phenolic profile and Maillard reaction products of flaxseed flour and cake flour. Food Chem. 2024;442:1-12.

12. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4ª ed. 2008. 1020 p.

13. Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. 1959;8:911-17.

14. Manso AJC, Resende ED. Determinação do rendimento de polpa e resíduos de variedades comerciais de manga. Anais do XIII Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica / VI Congresso Fluminense de Pós-Graduação. 2021 Ago 22-25; Campos dos Goytacazes, RJ. Disponível: https://proceedings.science/confict-conpg/confict-conpg-2021/trabalhos?lang=pt-br.

15. Wurlitzer NJ, Lima JR, Adriano AF, Damião BS, Oliveira MF, Souza ACR. Avaliação de características físico-químicas de polpas e sensoriais de sucos de manga das variedades Tommy Atkins, Palmer, Kent e Keitt [Internet]. 2019 [acesso em 2024 Ago 01]. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1109229/avaliacao-de-caracteristicas-fisico-quimicas-de-polpas-e-sensoriais-de-sucos-de-manga-das-variedades-tommy-atkins-palmer-kent-e-keitt.

16. Fonseca AAO, Jesus RS, Carneiro CN, Hansen DS, Silva SMPC, Valentim SS. Biometric and chemical aspects of mango fruits (*Mangifera indica* L.) varietie. "Carlota". Diversitas J. 2021;6:1853-70.

17. Rocha MVG, Oliveira ABS, Profirio LS, Cruz ARN, Sousa FC. Avaliação físico-química da polpa de manga (*Tommy atkins*) em pó obtida por meio da secagem em camada de espuma. Rev. Sem. Vis. 2023;11:1-12.

18. Celestino, S. M. C. Princípios de secagem de alimentos. Planaltina - DF: Embrapa Cerrados, 2010.

19. Oliveira MN, Figueiredo RMF, Queiroz AJM, Diógenes AMG, Sousa ABB, Vasconcelos UAA. Physical-chemical characterization of freeze-dried mango 'Rosa' pulps. Revista Verde. 2017;12:5:902-06.

20. Silva MJS. Produção de cerveja artesanal tipo weiss adicionada de manga cv. Espada [dissertação]. Campina grande: Faculdade de Engenharia Agrícola; 2020.

21. Araújo KTA, Silva RM, Silva RC, Figueirêdo RMF, UEIROZ AJM. Caracterização físico-química de farinhas de frutas tropicais. Rebagro. 2017;7:110-15.

22. Menezes LMF, Souza AGR, Sousa AV, Silva DH, Passos AAC. Comparação físico-química de frutos convencionais e orgânicos da região de Sobral/CE. Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Editora Poisson, Belo Horizonte - MG: Poisson – 2020. Acesso em: https://www.poisson.com.br/livros/alimentos/volume8/Alimentos_vol8.pdf

23. Cossa DSM. Uso da osmose como pré-tratamento na desidratação da fruta da *Mangífera índica* (manga) [monografia]. Chócue: Instituto Superior Politécnico de Gaza; 2021.

24. Lima TLB, Pereira JCA, Silva RC, Araújo KTA, Gomes JP. Qualidade físico-química de polpas de manga e umbu provenientes do semiárido paraibano. In Anais do 4º Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia [Internet]; 2018 Ago 22-24; Maceió, AL. Brasília: Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Disponível em:https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/agronomia/204_qfdpdmeupdsp.pdf.

25. Amoriello T, Ciccoritti, R, Paliotta M, Carbone K. Classification and prediction of early-to-late ripening apricot quality using spectroscopic techniques combined with chemometric tools. Sci. Hortic. 2018;240:310-17.

26. Santos AA, Deoti JR, Muller G, Dário MG, Stambuk BU, Alves Junior SL. Dosagem de açúcares redutores com o reativo DNS em microplaca. Braz. J. Food Technol. 2017;20:1-9.

27. Cunha KT, Mendes TSR, Costa CLS. Detecção de carboidratos de baixo peso molecular em diferentes variedades de manga, em dois estágios de maturação. Res., Soc. Dev. 2022;11:1-12.

28. Silva ES. Influência do processamento industrial nos compostos bioativos e voláteis de polpa de manga (*Mangifera indica* L.) [dissertação]. Aracaju: Faculdade de Engenharia de Alimentos; 2018.

29. Souza HRS, Carvalho MG, Santos AM, Ferreira IM, Silva AMO. Bioactive compounds and mixed jelly stability of umbu (*Spondias tuberosa* arr. C.) And mango (*Hancornia speciosa* g.). Rev. Bras. Hig. San. Ani. 2018;12:236.

30. Rodrigues IL, Oliveira MCP, Versonito PP, Morgado CMA, Silva FA. Elaboration and physicochemical characterization of mixed mango and passion fruit jelly. Ver. Agrotec. 2023;14:22-6.

31. Semedo AJT, Tavares WPS. Formulation, sensory and physico-chemical characteristics of light mango jelly. Kwanissa, 2022;12:392-407.

32. Ribeiro LMP, Damasceno KA, Gonçalves RMS, Gonçalves CAA, Cunha ANAMF. Acidez, sua relação com pH e qualidade de geleias e doces em barra. Bol. Tec. IFTM. 2016;2:14-9.

33. Souza RS, Cuellar JP, Donadon JR, Guimarães RCA. Bioactive compounds in bocaiuva jelly with passion fruit. Multitemas. 2019;24:79-94.

34. Hazo H, Girma G. Postharvest Utilization and Physic-Chemical Properties of Mango (*Mangifera Indica*) Jam as Influenced by Different Storage Temperature and Storage Periods. J Nutr Food Sci,. 2022;4: 1-12.

35. Silva ACR, Silvina MB. Desenvolvimento e caracterização de geleia de acerola com maracujá [monografia]. Campo Mourão: Faculdade de Tecnologia de alimentos; 2019.

36. Garcia LGC, Guimarães WF, Rodovalho EC, Peres NRA, Becker FS, Damiani C. Geleia de buriti (*Mauritia flexu-osa*): agregação de valor aos frutos do cerrado brasileiro. Braz J Food Technol. 2017;20:1-12.

**Capítulo 93**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-93**

# SORO DE LEITE COMO MATERIAL DE PAREDE PARA MICROENCAPSULAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS: UMA REVISÃO

**Ana Thaís Campos de Oliveira[2]*; Vitória Silva de Sousa[1] ; Dilson Cristino da Costa Reis[2]; Ana Beatriz Cordeiro Queiroz[2]; Ícaro Gonçalves Azevedo Vinhal Borges[1]; Elisamar Rodrigues Magalhães[2]; Juliane Döering Gasparin Carvalho[3]**

*[1]Pós-Graduando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos - Universidade Federal do Ceará.*
*[2]Graduando em Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos - Universidade Federal do Ceará.*
*[3]Docente, Departamento de Engenharia de Alimentos - Universidade Federal do Ceará.*

**Ana Thaís Campos de Oliveira – Email: euthaiscampos.alimentos@gmail.com*

**Resumo:** A alimentação é um fator fundamental na vida das pessoas que, nos últimos anos, despertaram interesse em desenvolver hábitos alimentares mais saudáveis. Essas mudanças têm levado a inserção de alimentos contendo compostos bioativos como polifenóis e flavonoides na dieta, que podem favorecer o melhor funcionamento do organismo e contribuir para a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. Porém, essas substâncias bioativas são instáveis e há a necessidade da aplicação de técnicas para melhorar a sua biodisponibilidade. A microencapsulação é uma técnica bastante utilizada na proteção dos bioativos, e o soro de leite por suas propriedades emulsificantes e geleificantes pode ser um interessante material de parede nesse processo. Assim, este estudo teve como objetivo identificar, através da literatura científica, o potencial tecnológico do soro de leite como material para microencapsulação de compostos bioativos, analisando sua influência na estabilidade, eficiência de encapsulante e características físico-químicas. O soro de leite, sozinho ou combinado, mostrou ser um excelente material de parede, aumentando a eficiência da microencapsulação e gerando microcápsulas com boas propriedades físico-químicas, preservando a estabilidade oxidativa e térmica de biocompostos, aumentando o rendimento e reduzindo a atividade de água e higroscopicidade.

**Palavras–chave:** microcápsulas; coproduto lácteo; substâncias bioativas

## INTRODUÇÃO

A alimentação é um dos pilares fundamentais na vida dos seres humanos. O fenômeno de conscientização sobre a importância da ingestão de alimentos mais saudáveis contendo componentes que podem favorecer o melhor funcionamento do organismo, como os compostos bioativos, vem aumentando. Esses compostos podem prevenir o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, entre elas, a

obesidade e diabetes, devido suas propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes dentre outras (1)(2). Diversos alimentos podem conter substâncias bioativas, como uma grande variedade de frutas, legumes e grãos. Sua presença é afetada devido sua baixa estabilidade, principalmente em decorrência da variação na temperatura e pH ao longo das etapas de produção (1).

A microencapsulação é uma técnica já bastante estudada e aplicada na área de alimentos, cuja finalidade é aumentar a efetividade desses compostos, por formar uma barreira física entre o componente do núcleo e o meio externo. Assim, a técnica promove um empacotamento do material ativo na forma sólida, líquida ou gasosa, em um material encapsulante (3).

A escolha do material de parede é de extrema importância, pois influencia na eficiência da microencapsulação e na estabilidade da micropartícula. A natureza do material ativo também vai impactar na seleção desses encapsulantes, sendo os polissacarídeos e proteínas os materiais de parede mais frequentemente utilizados (4). Por seu elevado conteúdo proteico, o soro de leite é um material bastante estudado na microencapsulação.

O soro de leite é um coproduto da indústria de laticínios que corresponde a parte aquosa liberada durante a produção de queijos, chegando a reter cerca de 55 % dos nutrientes presentes no leite (5). Ele possui propriedades emulsificantes, geleificantes e contribui na formação de uma estrutura de membrana compacta, propriedades importantes e úteis na microencapsulação de bioativos (6). Todas essas características são decorrentes de sua constituição proteica, sendo composta de β-lactoglobulina, α-lactoalbumina e imunoglobulina (7).

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo identificar através da literatura científica, o potencial tecnológico do soro de leite como material para microencapsulação de compostos bioativos, compreendendo qual a sua influência na estabilidade, eficiência de encapsulação e características físico-químicas das microcápsulas formadas. As bases de dados consultadas foram: Sciencedirect, Scopus, scielo e pubmed.

## SORO DE LEITE: DEFINIÇÃO E APLICAÇÕES

No setor alimentício, a indústria de laticínios tem apresentado um expressivo crescimento nos últimos anos devido ao aumento da produção e consumo de produtos lácteos como o queijo, o que tem levado a uma considerável geração de soro de leite, o qual pode levar a preocupações ambientais se não utilizado e descartado corretamente (8).

Liberado durante a fabricação convencional de queijos, o soro de leite representa 85 a 90 % do volume de todo o leite que é utilizado na produção, chegando a reter cerca de 55 % dos nutrientes. É um líquido opaco de cor amarelo-esverdeado de aspecto turvo e sabor fresco, ligeiramente doce ou ácido. Possui uma composição complexa contendo os principais componentes: água (93%), lactose (4,8%), proteína (0,9%) e minerais (0,6%) com traços de gordura (0,5%) e ácido láctico (0,2%) (5).

Assim, devido a sua alta carga orgânica, demanda química de oxigênio (50–80 g $L^{-1}$) e alto volume produzido, o soro de leite pode ser um desafio do ponto de vista ecológico. Cerca de 90% desta matéria-prima não é aproveitada, ou seja, a cada 10 litros de leite, é produzido 1 kg de queijo e 9 litros de soro de leite, o qual constantemente não é aproveitado, o que gera um grande problema ambiental quando descartado de maneira incorreta (9). Estima-se que cerca de 10 bilhões de toneladas de soro de leite são produzidas por ano e somente 50% de todo esse volume é processado e transformado em produtos e reaproveitado (5).

Quando o soro de leite é processado, diversos produtos podem ser obtidos, como concentrados proteicos de soro, isolados de proteínas do soro e soro em pó (10). Além disso, a indústria de laticínios utiliza o soro como ingrediente de bebidas lácteas fermentadas ou não, ricota, mistura láctea, creme culinário, composto lácteo, dentre outros. Assim, alguns estudos têm buscado maneiras de aproveitar esse coproduto, visando principalmente o seu valor biológico que pode agregar valor na produção de alimentos. O soro contém um proeminente valor nutricional com alto teor de cálcio, peptídeos bioativos e aminoácidos essenciais (11).

Dentre os aspectos tecnológicos, o soro destaca-se por apresentar propriedades de solubilidade, gelatinização, formação de espuma, tamponamento e emulsificação, por conta das proteínas que o compõem. As proteínas também liberam peptídeos bioativos para o organismo, através do processo digestivo, promovendo diversos efeitos benéficos para a saúde (12). Assim, há uma diversidade de formas de aproveitamento do soro de leite.

Zhao et. al. (6), afirmam que o soro de leite pode ser utilizado na produção de embalagens de alimentos, bem como emulsificante. Kononiuk e Karwowska (13) substituíram o conteúdo de nitrito por soro ácido em linguiças fermentadas, obtiveram melhoria na segurança alimentar do produto. Serdaroğlu (14) incorporou concentrações de soro em pó (2% ou 4%) em almôndegas preparadas com diferentes níveis de gordura de carne bovina (5%, 10%, 20%), o que melhorou as características de cozimento sem alterar as propriedades sensoriais das almôndegas. Zacometti et al. (5) mostraram que o soro pode ser utilizado na produção de bebidas fermentadas e doces cremosos, aumentando a viscosidade, firmeza e capacidade de ligação de água.

Toda essa versatilidade de aplicações do soro de leite se deve a sua composição, em especial as proteínas. A fração protéica contém, aproximadamente, 50% de β-lactoglobulina, 25% de α-lactoalbumina e 25% de outras frações proteicas, incluindo imunoglobulinas. Comparado com a caseína, o soro possui alguns aspectos superiores, principalmente na composição de aminoácidos sulfurados (metionina e cistina), além de apresentar alto conteúdo dos aminoácidos essenciais, especialmente lisina, treonina, triptofano, fenilalanina, tirosina e a presença da proteína superior lactalbumina (7). Segundo Silva Júnior et. al. (15), a quantidade de α-lactalbumina contida no soro de leite é mais elevada que a presente na clara do ovo.

A proteína de soro de leite é nutricionalmente completa, de fácil digestão e absorção. Os seus derivados como isolados, concentrados e hidrolisados, representam mais de um quinto do mercado global de ingredientes proteicos (16). Ela pode formar uma estrutura de membrana consistente durante a microencapsulação, acondicionando de maneira efetiva nutrientes essenciais e protegendo os ingredientes ativos (6). O isolado tem mais de 90% de proteína, principalmente β-lactoglobulina. Graças à sua atividade anfifílica, biológica e emulsificante, o uso do isolado protéico de soro gera emulsões e sua combinação com técnicas de secagem promovem uma melhor proteção dos compostos bioativos encapsulados (17). O concentrado de proteína de soro de leite contém grupos hidrofílicos e hidrofóbicos que manifestam boas propriedades de gelificação e ligação com várias substâncias bioativas aumentando sua estabilidade, como a antocianina, curcumina e β-caroteno (18).

Dessa forma, por suas propriedades de emulsificação, gelificação e formação de filme, o soro de leite é considerado um excelente material de parede no processo de microencapsulação (5).

**MICROENCAPSULAÇÃO: FUNDAMENTOS E TÉCNICAS**

A microencapsulação é uma técnica promissora e tem sido amplamente empregada para embalar ingredientes naturais, assim proteger os bioativos sensíveis, como antioxidantes, ácidos graxos insaturados, vitaminas e minerais da ação do ambiente. Durante o microencapsulamento ocorre o aprisionamento da substância (material do núcleo) dentro de uma substância imiscível (material da parede), que promove uma barreira para proteger o material do núcleo das condições externas indesejáveis, preservando as propriedades benéficas e aumentando a biodisponibilidade e eficácia (19)(20).

As primeiras tentativas de realização do processo de microencapsulação ocorreram nos anos de 1930, porém somente em 1954 surgiu o primeiro produto com material microencapsulado, onde criou-se um papel cópia sem carbono. A empresa norte-americana National Cash Register foi a primeira a comercializar o material (papel de cópia sem carbono), o que revolucionaria a indústria de formulários (21). Na indústria farmacêutica, as primeiras pesquisas datam da década de 1950. Esse campo trouxe muitas contribuições para a técnica de microencapsulação, onde foram desenvolvidas fórmulas de liberação controlada.

No setor alimentício a microencapsulação surge nos Estados Unidos entre as décadas de 1960 e 1970, a partir de microencapsulação de óleos essenciais, prevenindo a oxidação e perda de substâncias voláteis (22). Esta tecnologia está sendo amplamente estudada, pois previne oxidação, minimiza sabores desagradáveis, mascara cores e odores, garante liberação controlada, aumenta biodisponibilidade, separa materiais reativos, prolonga a vida de prateleira dos produtos, reduz a toxicidade do material ativo, diminui a volatilidade de líquidos e protege da ação da luz, água e calor, mantendo o valor nutricional dos mesmos (23).

A seleção da técnica de microencapsulamento dependerá do tipo do material ativo, do mecanismo de liberação desejado, do custo do processo e da escolha dos materiais da parede (20). A diferença entre os métodos está no tipo de aprisionamento do material ativo pelo agente encapsulante, que pode ser de ordem física, química ou físico-química (Quadro 1).

Quadro 1 - Principais técnicas de microencapsulação e transformação das microcápsulas em pó.

| **Métodos Físicos** | **Métodos Químicos** | **Métodos Físico-Químicos** |
|---|---|---|
| Spray dryer | Inclusão molecular | Coacervação |
| Spray cooling | Polimerização interfacial | Emulsificação seguida de evaporação do solvente |
| Leito fluidizado | | Pulverização em agente formador de reticulação |
| Extrusão | | Envolvimento lipossômico |
| Liofilização | | |

Fonte: adaptado de Suave et al. (21).

Dentre os métodos de desidratação das microcápsulas, a liofilização e a secagem por aspersão (Spray dryer), são mais comumente utilizados. Mas apesar da efetividade e ser um processo útil para a secagem de substâncias termossensíveis, a liofilização é uma técnica relativamente lenta e cara. Assim, devido ao menor custo e flexibilidade, a

secagem em por aspersão em spray dryer é amplamente utilizada na indústria alimentícia (24).

Spray dryer é uma tecnologia onde um líquido é aspergido em ar quente contra corrente, formando um pó que apresenta boa qualidade devido à baixa atividade de água, facilidade de armazenamento e estocagem, além de proteger o material ativo contra reações indesejáveis (22). Na microencapsulação, a técnica de spray dryer é constituída de quatro etapas: preparo, homogeneização e aspersão de uma solução, seguida da desidratação (secagem) (25).

No preparo da solução, o material de parede é selecionado e hidratado em água. Em seguida, o ingrediente ativo é adicionado ao material de parede hidratado, e ocorre então um bombeamento para a câmara de secagem que passará pelo processo de aspersão e secagem. Na aspersão dos líquidos há a formação de gotículas, com intuito de melhorar a transferência de calor e massa entre o líquido e o ar aquecido através do aumento da superfície de contato entre os dois componentes. Essa etapa pode ser realizada através de pressão ou energia centrífuga, por meio de aspersores de pressão, bico duplo fluido, sônico, pneumático ou de disco giratório. Posteriormente, é realizada a secagem, a qual promove evaporação da água das gotículas, onde a temperatura do ar de entrada varia de 160 a 220 ºC. Ao findar dessa etapa, forma-se uma crosta seca (filme) nas superfícies da gotícula, originando as microcápsulas desidratadas. O produto seco é separado do ar através de um ciclone localizado na parte inferior do *spray dryer* (26).

A qualidade da secagem da microencapsulação vai depender das condições de operação do *spray dryer*, as quais são consideradas adequadas quando após a secagem são obtidas partículas que não tenham sofrido expansão e rachaduras em sua estrutura (20). Outro fator importante é a escolha do material de parede, pois eles criam uma rede cuja principal finalidade é a proteção do material do núcleo. Essa escolha também depende das propriedades específicas do material ativo, das condições de processamento e das exigências da aplicação final do produto encapsulado. Os materiais microencapsulantes mais utilizados são: amidos, açúcar, gomas, alginatos, cera, parafina, gordura hidrogenada, poliésteres naturais, polímeros sintéticos, glúten, caseína, quitosana (4)(17)(22). Os principais requisitos para um bom material encapsulante são:

- Baixa higroscopicidade;
- Facilidade de manipulação;
- Baixa viscosidade;
- Habilidade para se dispersar e emulsificar;
- Não reagir com o material do núcleo;
- Propriedades para formação de filme.

## COMPOSTOS BIOATIVOS E SUAS PROPRIEDADES

Os bioativos são componentes presentes nos alimentos e possuem ação metabólica ou fisiológica específica no organismo humano, desempenhando papel ativo na promoção da saúde (27). Eles podem ser nutrientes e identificados como essenciais para o bom funcionamento do organismo por desempenhar papel importante na síntese de macromoléculas no corpo, como DNA, RNA e proteína. Também podem ser classificados como não nutrientes, que não são essenciais, mas desempenham papel importante para manutenção da saúde com papel ativo e protetor, sendo metabólitos secundários desenvolvidos no decurso das fases de crescimento e reprodução de plantas em resposta do seu sistema de proteção contra agentes agressores (2)(28)(29).

Esses compostos promovem vários benefícios, incluindo efeitos anti-inflamatórios, antioxidantes, hipoglicemiantes, anti-hipertensivos e de regulação

genética, que podem contribuir para a prevenção e modulação das vias metabólicas associadas ao desenvolvimento de doenças não transmissíveis como obesidade, diabetes, câncer, doenças cardíacas e Alzheimer (2)(30).

Vários alimentos podem incluir tais compostos e contribuir para o bom funcionamento do organismo como uma grande variedade de frutas, legumes, grãos, especiarias e seus alimentos e bebidas derivados, sendo recomendada a ingestão diária desses compostos, para atender às necessidades e apresentar ação multifatorial (1). Os compostos bioativos possuem diferentes estruturas químicas, e geralmente são categorizados em compostos fenólicos, terpenos e terpenóides, fitosteróis, polissacarídeos, alcalóides, ácidos graxos, peptídeos, entre outros (31). A seguir estão descritas as especificidades dos compostos bioativos citados:

- Compostos fenólicos: São substâncias compostas de um anel aromático com um ou mais grupos hidroxila. Estão presentes em uma diversidade de frutas e verduras. Exercem efeitos benéficos à saúde como redução do risco de desenvolver doenças crônicas, devido às propriedades antioxidantes. Dentre os fenólicos, destacam-se os flavonóides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis. Os flavonóides fazem parte de um grande grupo de compostos polifenólicos (32);
- Terpenos e terpenóides: Os terpenos são compostos com estruturas de hidrocarbonetos simples. Os carotenóides e tocoferóis são as substâncias mais conhecidas do grupo classificado como tetraterpenos. Os terpenóides são uma classe modificada de terpenos, formados por hidrocarbonetos contendo oxigênio. Alguns exemplos encontrados de terpenóides são carvacrol, citronelal, linalol, entre outros. Esses compostos possuem ação anticancerígena, antialérgico, antibacteriano e antioxidante (33);
- Polissacarídeos: são macromoléculas composta por mais de dez monossacarídeos através de ligações glicosídicas. Podem ser divididos em homopolissacarídeos (celulose, amido e glucano) e heteropolissacarídeos (glucomanano e pectina). São extraídos ou obtidos de plantas, microrganismos, animais, e possuem ação bioativa importante como antioxidantes, antibacterianos, anti-inflamatórias, regulação imunológica, antitumorais e anticoagulantes (34);
- Alcalóides: são compostos nitrogenados, sendo um dos metabólitos secundários vegetais mais comuns. Possuem diversas ações biológicas com atividades antidiabéticas, anti-inflamatórias, imunomoduladoras e de promoção hematopoiética, por isso são de importância médica (35);
- Ácidos graxos: São agrupados em ácidos graxos saturados e ácidos graxos insaturados, sendo o último eficaz na inibição do desenvolvimento de algumas doenças como doenças cardiovasculares. O ômega-3 é um dos principais ácidos graxos insaturados com potente efeito benéfico à saúde humana. Os ácidos graxos insaturados são abundantemente encontrados em sementes de plantas (18);
- Peptídeos: podem ser obtidos de plantas, animais e microrganismos, ocorrendo por meio da hidrólise de proteínas com enzimas proteolíticas de qualidade alimentar para liberar vários fragmentos de peptídeos no hidrolisado. Esses fragmentos de proteínas podem exercer efeitos biológicos específicos, como propriedades anti-hipertensivas ou antioxidantes (36).

A bioacessibilidade desses compostos bioativos é impactada por diversos fatores, como estrutura química, material vegetal, conteúdo proteico, pH, temperatura, e presença de enzimas que podem atuar tanto inibindo como potencializando a absorção. Além disso, o processamento dos alimentos vai influenciar na quantidade de compostos bioacessíveis,

devido principalmente a variação na temperatura e pH, ao longo das etapas, por isso a importância de microencapsular essas substâncias bioativas (1).

## USO DO SORO DE LEITE NA MICROENCAPSULAÇÃO DE BIOATIVOS

A partir da compreensão sobre a importância da microencapsulação para a preservação dos bioativos, e que o soro de leite apresenta propriedades relevantes como material de parede nesse processo, foram selecionados estudos e extraídas informações significativas para uma maior compressão sobre o assunto. No Quadro 2 estão apresentados os artigos selecionados.

**Quadro 2 –** Contribuição científica acerca do potencial tecnológico do soro de leite como material encapsulante.

| | **Referência** | **Material Microencapsulado** | **Material de Parede** | **Principais Resultados** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ferraz et al. (17) | Oleorresina de páprica e canela | Isolado da proteína de soro de leite, maltodextrina e suas combinações | - Soro de leite sozinho ou combinado aumentou a eficiência da microencapsulação;<br>- Microcápsulas com boas propriedades físico-químicas. |
| 2 | Vijayan e. al. (37) | Curcumina | Isolado da proteína de ervilha *e isolado* da proteína de soro de leite | - Soro de leite obteve melhor solubilidade aquosa para a curcumina em pH variável (3, 5 e 7). |
| 3 | Liu et al. (18) | Astaxantina | Concentrado da proteína de soro de leite e o pululano | - Gel formado pela proteína do soro de leite e pupulano aumentou a eficiência na microencapsulação;<br>-Melhorou a estabilidade e bioacessibilidade das microcápsulas. |
| 4 | Anand et al. (23) | Óleo de semente de chia | Amido de tapioca modificado (MTS) e concentrado proteico do soro de leite (WPC) | -A proporção de MTS/WPC de 25:75 foi a melhor combinação para encapsular o óleo de semente de chia. |
| 5 | Silva et al. (25) | Açaí | Isolado protéico de soro | -Reduziu atividade de água e higroscopicidade;<br>-Aumentou a densidade e o rendimento;<br>-Preservou os compostos bioativos. |
| 6 | Maqsoudlou et al. (38) | Proteína de pólen de abelha bioativa | Maltodextrina e proteína de soro de leite | -Apresentaram maior eliminação de radicais livres durante a exposição à radiação UV; |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | - Manutenção da estrutura química da proteína hidrolisada. |
| 7 | Huang et al. (4) | Di-hidromiricetina | Proteína do soro de leite e goma xantana | -Encapsulamento maior que 85%. |
| 8 | Deng et al. (39) | Antocianinas de milho roxo (PCA) | Maltodextrina combinado ao isolado de proteína de soro de leite ou goma arábica | -Boa estabilidade no armazenamento e digestão. |
| 9 | Abdel-Razek et al. (40) | Mistura de óleos ômega (ômega-6/ômega-3) | Concentrado de proteína de soro de leite combinado a maltodextrina e goma arábica | - Maior eficiência de encapsulamento foi obtida utilizando a secagem por aspersão. |
| 10 | Zhao et al (6) | Luteína | Proteína de soro de leite e amido de batata esterificado | - O soro de leite promoveu a maior solubilidade;<br>- Melhorou a eficiência da encapsulação e as propriedades térmicas. |

Ferraz et. al. (17) produziram e caracterizaram micropartículas de oleorresinas de páprica e canela utilizando isolado de proteína de soro de leite (WPI), maltodextrina (MD) e suas combinações como agentes encapsulantes em secagem por aspersão. Os resultados mostraram que WPI, tanto puro quanto em combinação com MD, é um excelente material de parede com eficiência de encapsulamento satisfatória (>83%). As formulações de WPI geraram pós com propriedades físico-químicas mais viáveis para manuseio e armazenamento do que os pós produzidos com MD puro. A formulação contendo 25% de MD e 75% de WPI foi considerada a melhor, com base em suas características físico-químicas, boa proteção dos compostos ativos durante o armazenamento e baixo custo.

Buscando identificar as condições do processo para buscar a máxima solubilidade, Vijayan et. al. (37) avaliaram isolado de proteína de ervilha (PPI), e isolado de proteína de soro de leite (WPI) como materiais de parede no processo de microencapsulação em secagem por aspersão. A interação da curcumina com WPI e PPI foi predominantemente hidrofóbica por natureza. As condições que favoreceram as interações máximas de curcumina-proteínas foram pH neutro e temperatura ambiente (28 °C). O complexo WPI-curcumina mostrou melhor solubilidade aquosa para a curcumina em pH variável (3, 5 e 7). No geral ambas as proteínas apresentaram uma pontuação similar para bioacessibilidade da curcumina.

A astaxantina (AST) apresenta propriedade antioxidante, antitumoral e anti-inflamatória, porém devido à sua baixa solubilidade em água, instabilidade e baixa bioacessibilidade, o seu uso na indústria é limitado. Visando isso, Liu et. al. (18), prepararam géis contendo concentrado da proteína de soro de leite (WPC) e o pululano (PUL) como materiais de paredes para a microencapsulação da astaxantina. O gel WPC/PUL formado pelo aquecimento contendo 10% WPC e 8,0% PUL (pH 7,0) a 80 ºC, foi escolhido como o melhor material de parede por liofilização. A maior eficiência de encapsulamento atingiu 93,14% com volume da solução de AST para o gel WPC/PUL de

1:2. A estabilidade de AST encapsulado em gel WPC/PUL foi significativamente aumentada durante a digestão gastrointestinal simulada, bem como a sua bioacessibilidade, crescendo em até 5,1 vezes. A retenção de AST foi significativamente melhorada após 26 semanas de armazenamento entre 4 ºC e 25 °C.

O óleo de semente de chia (CSO) é um ingrediente alimentar funcional que possui cerca de 80 a 83% de ácidos graxos poliinsaturados. A partir desse contexto Anand et. al. (23) investigou uma matriz de amido de tapioca modificado (MTS) e concentrado proteico do soro de leite (WPC) para microencapsular o CSO pelo método de liofilização. Um delineamento composto central foi usado para as melhores condições de processamento das microcápsulas, tendo como variáveis independentes (razão MTS:WPC, pressão de homogeneização e teor de óleo) e variáveis respostas a eficiência de encapsulamento (EE) e o teor de ácido α-linolênico (ALA). Os resultados mostraram que as maiores proporções de WPC levaram ao máximo de EE. Assim, as condições otimizadas resultaram em alto EE (97%), teor de ALA (59,54%) e uma proporção de ácido α-linolênico e ácido linoleico (3,34%), e que a proporção MTS/WPC de 25:75 foi a melhor combinação para encapsular o CSO, em relação composição de ácidos graxos, estabilidade oxidativa e térmica.

O açaí é uma fruta reconhecida por suas propriedades funcionais, contendo alto teor de flavonoides. Dentre os flavonoides do açaí, destacam-se as antocianinas que Silva et. al. (25) estudaram a otimização do encapsulamento da polpa de açaí utilizando o isolado proteico do soro de leite pela secagem por aspersão. Foi realizado um delineamento composto central com metodologia de superfície de resposta (RSM). As variáveis independentes foram temperatura de entrada (Te), vazão de ar de secagem ($V_A$) e vazão de ar comprimido ($V_B$), e as variáveis de resposta: rendimento de encapsulamento, atividade de água, higroscopicidade, densidade, cinzas e proteína, além do conteúdo dos compostos bioativos antocianinas e flavonoides. De maneira geral, as análises de otimização mostraram que Te entre 150 e 165 °C, $V_A$ abaixo de $2{,}9\times10^{-5}$ m³ /s e $V_B$ menor que 0,0006 m³ /s, reduziram a atividade de água e higroscopicidade, 0,25 e 2,9 g/100 g, respectivamente, e aumentaram a densidade e rendimento de encapsulamento, bem como preservaram tanto as antocianinas (170 mg .100 $g^{-1}$) quanto os flavonoides (420 mg. 100 $g^{-1}$).

Compostos proteicos e peptídicos são muito sensíveis às condições ambientais. Portanto, Maqsoudlou et al. (38), avaliaram a utilização de maltodextrina e proteína de soro de leite usando o método de secagem por aspersão para microencapsular o hidrolisado de proteína de pólen de abelha bioativa, observando as mudanças estruturais e a estabilidade das microcápsulas que foram submetidas a radiação UV como um sistema modelo de oxidação acelerada. Os resultados mostraram que a cápsula preparada usando a mistura de maltodextrina e WPC apresentou a maior eliminação de radicais livres durante a exposição à radiação UV e que a mistura do material de parede mostrou o melhor desempenho na manutenção da estrutura química da proteína hidrolisada.

A di-hidromiricetina (DMY) é um dos principais ingredientes bioativos das folhas de *Ampelopsis grossedentata*, porém sua baixa estabilidade, solubilidade e biodisponibilidade limitam suas aplicações. Assim, Huang et al., (4) desenvolveram microcápsulas de DMY a estabilizando internamente com monoestearato de glicerila (GMS) octil e decil glicerato (ODO). A proteína do soro de leite (WPC) e goma xantana (XG) foram materiais encapsulantes, pelo método da liofilização. Os resultados mostraram que apesar de todas as microcápsulas desenvolvidas apresentarem eficiência de encapsulamento maior que 85%, a goma xantana foi mais eficaz como material encapsulante.

As antocianinas são pigmentos encontrados em vegetais, frutas e grãos roxos, pretos e vermelhos e apresentam efeitos antioxidantes, anticancerígenos e antidiabéticos, no entanto sua estabilidade é limitada. Dessa forma, Deng et. al. (39) microencapsulou antocianinas de milho roxo (PCA) pelo método da secagem por aspersão e utilizou a maltodextrina (MD) e sua combinação com isolado de proteína de soro de leite (WPI) ou goma arábica (GA) como materiais de parede. A microencapsulação proporcionou um aumento na estabilidade de armazenamento e digestão de PCA e todos os três tipos de microcápsulas de PCA obtiveram baixo teor de água e higroscopicidade e boa solubilidade em água. A maior eficiência de encapsulamento, cor adequada e teor de antocianina foram alcançados nos tratamentos com proporções de massa 1:1 de PCA para MD, 2:3 PCA de para MD–GA e 1:1 de PCA para MD–WPI.

Em seu estudo Abdel-Razek et. al. (40) procuraram estabilizar uma mistura de óleos ômega (ômega-6/ômega-3) através da microencapsulação. As microcápsulas foram obtidas pelos métodos de aspersão ou liofilização utilizando o concentrado de proteína de soro de leite combinado a maltodextrina e goma arábica na proporção de 8:2:1 como material de parede. A proteína do soro de leite mostrou ser um bom material de parede em combinação aos outros adjuntos. O maior nível de eficiência de encapsulamento foi obtido usando um microfluidizador e secagem por aspersão, onde as microcápsulas mostraram a maior estabilidade de emulsão e oxidativa.

A luteína é um carotenoide amplamente encontrada em frutas, vegetais, ovos, flores e possui atividade antioxidante, mas a baixa solubilidade e estabilidade limitam sua aplicação. Zhao et. al. (6) analisaram as propriedades físico-químicas e estabilidade de armazenamento de microcápsulas de luteína preparadas com diferentes proporções de proteína de soro de leite e amido de batata esterificado com ácido cítrico pelo método de secagem por aspersão. Após a microencapsulação a solubilidade da luteína aumentou significativamente atingindo mais de 49,71%, e cresceu gradualmente com maior conteúdo de proteína do soro de leite. Além disso, a alta proporção de proteína de soro de leite ajudou a melhorar a eficiência da encapsulação (máxima 89,36%) e as propriedades térmicas das microcápsulas.

## CONCLUSÕES

Os artigos selecionados mostraram o enorme potencial do soro de leite como material encapsulante no processo de microencapsulação de bioativos, devido as suas propriedades emulsificantes e geleificantes, que contribuíram na formação de uma estrutura de membrana compacta protegendo as substâncias bioativas.

O soro de leite sozinho ou combinado, mostrou-se um excelente material de parede, aumentando a eficiência da microencapsulação e gerando microcápsulas com boas propriedades físico-químicas. Assim, tanto na forma de concentrados ou isolados proteicos e nos diferentes métodos de microencapsulação (liofilização e spray drying) o soro foi eficaz em proteger os diversos bioativos estudados (óleos, luteína, peptídeos bioativos, antocianinas), melhorando a estabilidade oxidativa e térmica, aumentando o rendimento de encapsulamento e reduzindo a atividade de água e higroscopicidade.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Ceará (UFC) por todo suporte técnico oferecido e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro.

**REFERÊNCIAS**

1. Oliveira CBC, Brito LA, Freitas MA, Souza MPA, Rêgo JMC, Machado RJA. Obesity: inflammation and bioactive compounds. J Heal Biol Sci. 2020;8(1):1-5. https://doi:10.12662/2317-3076jhbs.v8i1.2785.p1-5.2020

2. Xavier JR. Sameer B, Gupta D, Mehta S, Chauhan OP. Bioactive compounds of foods: Phytochemicals and peptides. Food Humanity. 2024;3:100354. https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100354

3. Pereira KC, Ferreira DCM, Alvarenga, GF, Pereira MSS, Barcelos MCS, Costa JMG. Microencapsulação e liberação controlada por difusão de ingredientes alimentícios produzidos através da secagem por atomização: revisão. Braz J Food Technol. 2018; 21:e2017083. https://doi.org/10.1590/1981-6723.08317

4. Huang J, Feng X, Wang Q, Liu D, Zhang S, Chu L. Fabrication and characterization of dihydromyricetin-loaded microcapsules stabilized by glyceryl monostearate and whey protein–xanthan gum. Int JBiolMacromol. 2024;254:128039. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.128039

5. Zacometti C, Khassar S, Massaro A, Tata A, Riuzzi G, Piro R, et al. DART-HRMS reveals metabolic changes of whey through microparticulation and fermentations. Appl Food Res. 2024;4(2):100443. https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100443

6. Zhao W, Zhang B, Liang W, Liu X, Zheng J, Ge X, et al. Lutein encapsulated in whey protein and citric acid potato starch ester: Construction and characterization of microcapsules. Int J Biol Macromol. 2022;220(1):1-12. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.08.068

7. Pacheco MM, Porras OO, Velasco E, Morales-Valencia EM, Navarro A. Efecto de la relación leche-lactosuero sobre las propiedades fisicoquímicas y reológicas en una bebida láctea fermentada. Inycomp. 2017;19(2):80-88. https://doi.org/10.25100/iyc.v19i2.5295

8. Besediuk V, Yatskov M, Korchyk N, Kucherova A, Maletskyi Z. Whey-from waste to a valuable resource. J Agric Food Res. 2024;18:101280. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101280

9. Bebek M, Sert D, Mercan E. Effects of the demineralisation degree on physicochemical, functional, microstructural and powder flow properties of whey powder. Int Dairy J. 2024;156:105982. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.105982

10. Kim JH, Yeon SJ, Hong GE, Park W, Lee CH. Effects of whey powder supplementation on dry-aged meat quality. JFood Sci Anim Resour. 2016;36(3):397-404. https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.3.397

11. Vilela ME, Braz JM, Mariano MM, Bullhões NG, Santos DC, Dutra MBL. Avaliação sensorial e físico-química de doce de leite pastoso contendo diferentes concentrações de soro de leite. Rev Inst Laticínios Cândido Tostes. 2020;75(1):22-33. https://doi.org/10.14295/2238-6416.v75i1.767

12. Bedendo A et al. (2019). Substituição de leite em pó por concentrado proteico de soro de leite (WPC–WheyProteinConcentrate) na elaboração de bolo sem glúten. Braz J Dev. 2019;5(7):8062-8073. https://doi.org/10.34117/bjdv5n7-2183

13. Kononiuk AD, Karwowska M. Comparison of selected parameters related to food safety of fallow deer and beef uncured fermented sausages with freeze-dried acid whey addition. Meat Sci. 2020;161:108015. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108015

14. Serdaroğlu M. Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. Meat Sci. 2006;72(1):155-163. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.06.012

15. Silva Junior AF, Oliveira ARG, Silva CO, Cascardo WM, Souza Oliveira L. Development of a thermogenic drink from whey. Braz JDev. 2020;6(2):5676-5696. https://doi.org/10.34117/bjdv6n2-026

16. Hinnenkamp,C, Reineccius G, Ismail BP. Efficient encapsulation of fish oil: Capitalizing on the unique inherent characteristics of whey cream and hydrolyzed whey protein. J Dairy Sci. 2021;104(6):6472-6486. https://doi.org/10.3168/jds.2020-19880

17. Ferraz MC, Procopio FR, Furtado GF, Hubinger MD. Co-encapsulation of paprika and cinnamon oleoresin by spray drying using whey protein isolate and maltodextrin as wall material: Development, characterization and storage stability. Food Res Int. 2022;162:112164. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112164

18. Liu Y, Li X, Sun H, Zhang J, Cai C, Xu N, et al. Whey protein concentrate/pullulan gel as a novel microencapsulated wall material for astaxanthin with improving stability and bioaccessibility. Food Hydrocoll. 2023;138:108467. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108467

19. Wangkulangkool M, Ketthaisong D, Tangwongchai R, Boonmars T, Lomthaisong K. Microencapsulation of chia oil using whey protein and gum arabic for oxidation prevention: A comparative study of spray-drying and freeze-drying methods. Process. 2023;11(5):1462. https://doi.org/10.3390/pr11051462

20. Lu W, Yang X, Shen J, Li Z, Tan S, Liu W, et al. Choosing the appropriate wall materials for spray-drying microencapsulation of natural bioactive ingredients:

Taking phenolic compounds as examples. Powder Technol. 2021;394:9562-574. https://doi.org/10.1016/j.powtec.2021.08.082

21. Suave J, Dall'Agnol EC, Pezzin APT, Silva DAK, Meier MM, Soldi V. Microencapsulação: Inovação em diferentes áreas. Rev Saúde Ambient. 2006;7(2):12-20.

22. Griesang JI, Rosso AC, Kuzniewski FC, Bertoldo VC, Oliveira MS, Severo J. Microencapsulação de compostos bioativos em alimentos. BTC. 2019;5(2):63-76. https://doi.org/10.26669/2359-2664.2019.227

23. Anand V, Ksh V, Kar A, Varghese E, Vasudev S, Kaur C. Encapsulation efficiency and fatty acid analysis of chia seed oil microencapsulated by freeze-drying using combinations of wall material. Food Chem. 2024;430:136960. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136960

24. Ledri SA, Milani JM, Shahidi SA, Golkar A. Comparative analysis of freeze drying and spray drying methods for encapsulation of chlorophyll with maltodextrin and whey protein isolate. Food Chem X. 2024;21:101156. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101156

25. Silva JJ, Costa TV, Santos ML, Silva LTS, Santos PH, Tavares IMC, et al. Encapsulation of açaí (*Euterpe oleracea*) pulp with whey protein isolate by spray-drying: An optimization study using response surface methodology (RSM). Food and Humanity. 2023;1:1539-1546. https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.10.019

26. Carmo EL, Fernandes RVB, Borges SV. Microencapsulação por spray drying, novos biopolímeros e aplicações na tecnologia de alimentos. J Eng Exact Sci. 2015;1(2):30-44. https://doi.org/10.18540/jcecvl1iss2pp30-44

27. Sorrenti V, Burò I, Consoli V, Vanella L. Recent advances in health benefits of bioactive compounds from food wastes and by-products: Biochemical aspects. I J Mol Sci. 2023;24(3):2019. https://doi.org/10.3390/ijms24032019

28. Rodríguez LGR, Gasga VMZ, Pescuma M, Nieuwenhove CV, Mozzi F, Burgos JAS. Fruits and fruit by-products as sources of bioactive compounds. Benefits and trends of lactic acid fermentation in the development of novel fruit-based functional beverages. Food Res Int. 2021;140:109854. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109854

29. Milanezzi GC, Mello BCBS. Compostos bioativos em frutas exóticas brasileiras: revisão bibliográfica. *In:* Medeiros JA, Niro CM. Pesquisas e Atualizações em Ciência dos Alimentos. 2. ed. Jardim do Seridó-RN: Agron Food Academy; 2022. https://doi.org/10.53934/9786599539657-125

30. Nawaz M, Afridi MN, Ullah I, Khan IA, Ishaq MS, Su Y, et al. The inhibitory effects of endophytic metabolites on glycated proteins under non-communicable disease conditions: A review. Int J Biol Macromol. 2024;2069:131869. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.131869

31. Zhang ZH, Peng H, Woo MW, Zeng XA, Brennan M, Brennan CS. Preparation and characterization of whey protein isolate-chlorophyll microcapsules by spray drying: Effect of WPI ratios on the physicochemical and antioxidant properties. J Food Eng. 2020;267:109729. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.109729

32. Rocha BR, Maciel EA, Oliveira SRM, Terence YS, Silva BA. Influência dos alimentos funcionais na incidência das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Intercont J Phys Educ. 2020;3(1):1-20.

33. Masyita A, Sari RM, Astuti AD, Yasir B, Rumata NR, Emran TB, et al. Terpenes and terpenoids as main bioactive compounds of essential oils, their roles in human health and potential application as natural food preservatives. Food C X. 2022;13:100217. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100217

34. Wang Z, Zhou X, Sheng L, Zhang D, Zheng X, Pan Y, et al. Effect of ultrasonic degradation on the structural feature, physicochemical property and bioactivity of plant and microbial polysaccharides: A review. Int J Biol Macromol. 2023;236:123924. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123924

35. Liang L, Liu Z, Xu W, Mao X, Wang Y. Discovery and identification of natural alkaloids with potential to impact insulin resistance syndrome in *Cyclocarya paliurus*.(Batal) leaves by UPLC-QTOF-MS combined with HepG2 cells. Food Res Int. 2024;190:114545. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114545

36. Matos FM, Castro RJS. Insetos comestíveis como potenciais fontes de proteínas para obtenção de peptídeos bioativos. Braz J Food Technol. 2021;24:e2020044. https://doi.org/10.1590/1981-6723.04420

37. Vijayan UK, Shah NN, Muley AB, Singhal RS. Complexation of curcumin using proteins to enhance aqueous solubility and bioaccessibility: Pea protein vis-à-vis whey protein. J Food Eng. 2021;292:110258. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110258

38. Maqsoudlou A, Mahoonak AS, Mohebodini H, Koushki V. Stability and structural properties of bee pollen protein hydrolysate microencapsulated using maltodextrin and whey protein concentrate. Heliyon. 2020; 6(5): 03731. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03731

39. Deng W, Li X, Ren G, Bu Q, Ruan Y, Feng Y, et al. Stability of purple corn anthocyanin encapsulated by maltodextrin, and its combinations with gum arabic and whey protein isolate. Foods. 2023;12(12):2393. https://doi.org/10.3390/foods12122393

40. Abdel-Razek AG, Hassanein MM, Ozçelik B, Baranenko DA, El-Messery TM. Omega fatty acid-balanced oil formula and enhancing its oxidative stability by encapsulation with whey protein concentrate. Food Biosci.2022;50,:101975. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101975

**Capítulo 94**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-94**

# POTENCIAL NUTRICIONAL E ANTIOXIDANTE DE FRUTOS ENDÊMICOS E PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANCs) DA CAATINGA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

**Roselita Floriano Patú e Silva Andrade [1]; Christine Maria Carneiro Maranhão Ribeiro [2]**

** [1]Docente da Unifafire Corresponding authors: Email: roselitaf@prof.unifafire.edu.br (Roselita F. Patú e S. Andrade)*
*[2]Doutora em ciência e Tecnologia de Alimentos-UFPB.* https://orcid.org/0000-0003-0472-3954

**Resumo:** A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro que cobre aproximadamente 900.000 km² e é caracterizada por florestas secas e vegetação arbustiva decíduas, cujas folhas são perdidas durante a estação seca. Apesar desta aparência, a Caatinga possui uma rica biodiversidade, incluindo várias espécies de plantas com potencial alimentar e algumas espécies de frutos aromáticos e nutritivos, porém sazonais ou conhecidos apenas pela população local. Assim, o presente trabalho teve por objetivo apresentar algumas plantas alimentícias e frutos comestíveis encontrados no bioma Caatinga, estabelecendo aspectos relacionados com suas propriedades nutricionais, antioxidantes, viabilidade de uso industrial e utilização na alimentação local. Foram utilizados artigos científicos publicados nos últimos sete anos nas plataformas de dados da Lilacs, Pubmed, Scielo, Science Direct, Portal de Periódicos da CAPES e Portal Regional da BVS. Os estudos evidenciaram uma variedade de plantas e frutos comestíveis com excelente composição nutricional e ricos em compostos bioativos que podem enriquecer e diversificar a alimentação da população, mas que são poucos utilizados por falta de conhecimento sobre seus benefícios nutricionais e o seu potencial uso na indústria de alimentos. Deste modo, é importante fomentar novas pesquisas sobre Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) e frutos endêmicos, a fim de ampliar o conhecimento e o consequente uso dos frutos e plantas alimentícias oriundos da Caatinga.

**Palavras-chaves:** biodiversidade; compostos bioativos; frutos endêmicos**;** plantas comestíveis; semiárido.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um dos países com a maior biodiversidade do planeta, sendo distribuído em seis diferentes biomas denominados Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampas e Pantanal. A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro, situado no centro do nordeste do país e caracterizado por florestas secas e vegetação arbustiva decíduas, cujas folhas são perdidas durante a estação seca (1).

É essa vegetação sem folhas com troncos e galhos de cor branco-acinzentada que recebeu de povos nativos, na língua tupi-guarani, a denominação de mata branca ou "Caatinga". Contudo, a Caatinga está longe de ser homogênea e, devido à variação existente na topografia, solos e clima, é possível encontrar também florestas úmidas, cerrados e campos rupestres nas encostas e topos dos planaltos, conferindo a este bioma uma rica variedade de recursos vegetais (2).

Apesar desta aparência seca, a Caatinga possui uma rica biodiversidade, incluindo várias espécies de plantas com potencial alimentar. A abundância de recursos vegetais deste bioma permite que os moradores da região os utilizem para diversos fins, principalmente para alimentação (3).

Dentre as plantas comestíveis encontradas nesta biodiversidade, estão algumas espécies de frutos aromáticos e nutritivos, porém sazonais em certas regiões da Caatinga ou conhecidos apenas pela população local. Embora essas espécies de frutos nativos que ocorrem no Nordeste sejam consumidos diretamente pelas famílias e também vendidos em feiras livres da região, ainda são pouco conhecidos cientificamente (4).

No semiárido, o uso de frutas nativas da Caatinga, principalmente umbu, maracujá, caju e jenipapo servem como alimento complementar para as famílias, além de configurarem uma fonte de renda alternativa para pequenos agricultores, que disponibilizam estes produtos da agrobiodiversidade da Caatinga em feiras livres (4).

As agroindústrias, por sua vez, também perceberam o crescente interesse da população por produtos saudáveis, com sabores diferenciados e importante valor nutricional e começaram a processar polpas de frutas, conservas, geleias e bebidas a partir de frutos da Caatinga, criando uma importante fonte de renda e mão de obra para o setor industrial e beneficiando os pequenos produtores rurais locais (5).

Neste contexto, desenvolver o cultivo de plantas comestíveis e árvores frutíferas adequadas, respeitando a natureza e garantindo a produção e comercialização de alimentos, baseadas na agroecologia, têm contribuído nos últimos anos para o fortalecimento e sustentabilidade das famílias e de suas unidades produtivas (6).

Assim, este estudo teve por objetivo apresentar algumas plantas alimentícias e frutos comestíveis decorrentes do bioma Caatinga, estabelecendo aspectos relacionados com suas propriedades nutritivas, antioxidantes e sua utilização na produção alimentícia.

## 1. CARACTERIZAÇÃO E POTENCIAL DO BIOMA CAATINGA

Um bioma consiste em um agrupamento de tipos de vegetação adjacentes que podem ser identificados em nível regional, com condições geológicas e climáticas semelhantes e que historicamente passaram pela mesma vegetação, processos de formação da paisagem, resultando em diversidade de flora e fauna (7).

A Caatinga é um bioma de clima semiárido e rica em biodiversidade que cobre aproximadamente 900.000 km² e abrange áreas nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, sudoeste do Piauí, partes do interior da Bahia e norte de Minas Gerais e foi reconhecida como um dos biomas mais heterogêneos do Brasil (8).

A vegetação da Caatinga possui características específicas como a queda das folhas na estação seca, árvores baixas e tortas e a paisagem composta por arbustos e cactos. Entre as principais características está o xeromorfismo, ou seja, a adaptação das plantas para sobreviver em regiões com baixa disponibilidade hídrica e climas secos por meio de mecanismos como o armazenamento de água (9).

As raízes dessa vegetação geralmente cobrem o solo para coletar o máximo de água possível. Mas também se observa uma variação na biodiversidade da Caatinga

associada às regiões mais elevadas, que apresentam encostas mais protegidas servindo de refúgio para espécies florestais e matas pantanosas nesta região (10).

A distribuição irregular das chuvas é uma outra característica da Caatinga que, interagindo diretamente com o solo desta região, confere uma vegetação heterogênea ao bioma, que vão desde florestas altas e secas, com 15 a 20 m de altura, até áreas de arbustos baixos, atingindo no máximo 8 m de altura. Durante secas prolongadas, estas plantas garantem a sobrevivência acumulando, durante meses, água e nutrientes em seus caules e raízes, que cobrem o solo para coletar o máximo de água possível. Esta adaptação característica de plantas da Caatinga denomina-se xeromorfismo (11).

## 2. PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANCs): DEFINIÇÃO E CONSIDERAÇÕES

Plantas alimentícias não convencionais (PANCs) são plantas ou partes de plantas que possuem potencial alimentício e nutricional, sendo fonte de vitaminas e minerais. No entanto, não são consumidas amplamente pela população de uma região. Portanto, uma planta pode ser definida como PANC em um local, e ser amplamente consumida e comercializada em outra (12).

Essas plantas podem crescer de forma espontânea na natureza ou serem cultivadas intencionalmente, podendo ser nativas ou exóticas. Quando espontâneas, muitas vezes são rotuladas de plantas do mato, ou plantas invasoras. Muitas crescem em áreas de produção agrícola comercial, podendo causar competição com as espécies cultivadas. Muitas possuem potencial alimentício ainda desconhecido pela maior parte da população (13).

A expressão “não convencionais” se aplica a plantas nativas ou exóticas, espontâneas ou cultivadas, que estão à margem da cadeia produtiva e, por isso, desconhecidas e ignoradas pela maior parte da população. Como exemplo, pode-se citar o umbu (*Spondias tuberosa* Arruda), que em grande parte das cidades sulistas é considerado uma PANC, mas, no N ordeste, integra o cardápio cotidiano (14).

As PANCs apresentam uma composição nutricional muito rica em vitaminas, fibras, compostos antioxidantes e sais minerais. Os alimentos com função antioxidante possuem substâncias capazes de inibir a oxidação, reduzindo a concentração de radicais livres no organismo. Entre os antioxidantes não enzimáticos estão as vitamina C (ácido ascórbico), vitamina E (tocoferol), os carotenoides e os flavonóides, incluídos no grupo dos compostos fenólicos (15).

Estes compostos, além de atuarem na captura de radicais livres, podem estar envolvidos em outros mecanismos fisiológicos que estimulam a atividade das enzimas antioxidantes ou como sinalizadores celulares que ativam e/ou inibem a expressão de algumas enzimas relacionadas com o processo cancerígeno (15).

Assim, somado aos efeitos protetores das defesas antioxidantes no organismo, o consumo de compostos com capacidade antioxidante através da dieta é de grande importância, pois podem promover benefícios à saúde (16).

## 3. FRUTOS COMESTÍVEIS E PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANCs) DA CAATINGA

A pesquisa realizada evidenciou trabalhos citando a biodiversidade da Caatinga e o potencial nutricional e antioxidante de frutas e PANCs encontradas nesse bioma. Os estudos incluídos na presente revisão destacam mangaba da Caatinga, maracujá do mato,

murici da Caatinga, pitomba, siriguela, umbu da Caatinga, bredo e ora-pro-nobis. Os estudos selecionados foram organizados na tabela 1, onde é possível verificar informações como nome científico, nome popular, formas de uso e compostos bioativos.

Tabela 1 – Frutos endêmicos e Plantas Alimentícias Não Convencionais oriundos da Caatinga com informações de nome científico, nome popular, formas de uso e compostos bioativos.

| Nome científico | Nome popular | Formas de uso | Compostos bioativos |
|---|---|---|---|
| ***Hancornia speciosa* Gomes** | Mangaba da Caatinga | *In natura*, compotas, gelados, licores e vinho | Vitamina C e flavonóides (rutina, luteolina, apigenina). |
| ***Passiflora cincinnata* Mast** | Maracujá do mato | Sucos, polpas, sorvetes e geléia | Ácido ascórbico, β-caroteno, flavonóides totais, potássio, cálcio e compostos fenólicos (isoquercetina, ácido caftárico e rutina). |
| ***Byrsonima crassifólia (L.) Rich*** | Murici da Caatinga | Polpas, licores, geléias, doces, sorvetes, conservas, licores e farinhas | Cálcio, fósforo, ferro, vitaminas C, B1 e B2, niacina e flavonóide (quercetina). |
| ***Talisia esculenta*** | Pitomba | *In natura*, sucos, geléias e doces | Compostos fenólicos, carotenóides, ácido ascórbico, tocoferóis, flavonóides (miricetina e quercetina) e compostos aromáticos (fenetila acetato e isopentil e 2-fenil etanol). |
| ***Spondias purpurea*** | Seriguela | Sucos, sorvetes, geléias, xaropes, licores e doces em calda | Carotenóides, pró-vitamina A, vitaminas do complexo B, ácido ascórbico, quercetina, ácidos hidroxicinâmicos, ácido elágico, ácido clorogênico, ácido protocatecuico, flavonóides, ácido gálico, ácido vanílico, ácido p-cumárico e ácido ferúlico, cálcio, fósforo e ferro. |
| ***Spondias tuberosa*** | Umbu da Caatinga | *In natura*, sucos, sorvetes, doces, bebidas alcoólicas e polpas congeladas | Riboflavina, nicotinamida, ácido pantotênico, vitamina C, fósforo, potássio, cálcio, |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | magnésio, ferro, cobre, sódio, zinco, selênio, cobalto e níquel. |
| ***Amaranthus viridis*** | Bredo | Refogados e frituras | Carotenóides, vitamina C fósforo, magnésio, cobre, enxofre, cálcio, zinco, potássio, sódio, manganês, boro, molibdênio, ferro corantes (betalaínas, betaxantinas, clorofilas e betacianinas), fenóis e flavonóides. |
| ***Pereskia aculeata*** | Ora-pro-nobis | Salada, suco e geléia e infusões | Compostos fenólicos (quercetina, rutina, catequina, ácidos cafeico, ferúlico, gálico, clorogênico e protocatecuico), ferro e cálcio |

(17)

**3.1 Mangaba da Caatinga** (*Hancornia speciosa* Gomes)

A mangabeira pertence ao grupo das Eudicotiledoneas, ordem Gentianales, família Apocynaceae e a espécie *Hancornia speciosa* Gomes. É uma árvore rústica, com tronco sinuoso e casca áspera encontrada nas áreas de divisa com a Bahia, o Piauí e o Maranhão. O fruto pequeno tem formato de pêra, com polpa branca, cremosa e suculenta, levemente ácida e leitosa, por isso seu nome, de origem tupi-guarani, significa "boa comida" (DA SILVA *et al.*, 2022). Este fruto pode ser consumido *in natura* e usado para a produção de compotas, compotas, gelados, licores, vinho (5).

A mangaba, fruto da mangabeira possui teor de proteína que varia de 1,3 a 3% e é rica em vitamina C e flavonóides (rutina, luteolina, apigenina). Esses compostos são conhecidos por suas atividades antiinflamatória e antioxidante (18).

O fruto também auxilia no controle glicêmico e hipertensivo, além de apresentar efeitos gastroprotetores (17). Suas propriedades antiinflamatórias o tornam benéfico no tratamento de edema pulmonar e danos renais induzidos por toxinas (19).

**3.2 Maracujá do mato** (*Passiflora cincinnata* Mast)

O maracujazeiro pertence ao grupo das Magnoliopsidas, ordem Malpighiales, família Passifloraceae e a espécie *Passiflora cincinnata* Mast. Trata-se de uma trepadeira com grande variabilidade quanto ao tamanho e formato do fruto. Seus frutos pesam de 30 a 250 gramas e permanecem com a casca verde ou ligeiramente amarelada, quando maduros. Os frutos possuem polpa bastante ácida e com coloração variando de amarelo-claro a creme, quando maduros (20).

Também conhecido como maracujá da Caatinga, é uma fruta nativa do semiárido nordestino. É tolerante à seca, bem como a uma série de pragas que atacam o maracujá comum. A sua casca é esverdeada e a polpa branca, onde se escondem dezenas de sementes (21).

Diversos trabalhos mostraram potenciais benefícios à saúde devido ao seu potencial antinflamatório, antibiótico, propriedades anti-hipertensivas e sedativas. Silva (21) analisaram polpas de maracujá do mato em variados graus de maturação, sendo identificado em polpas maduras alto teor de ácido ascórbico (17,67 mg 100 g−1), açúcares (3,16%), β-caroteno (16,62 μg 100 g−1) e flavonóides totais (155,62 mg 100 g−1).

Também foram encontradas potássio em polpas maduras e cálcio em polpas com maturação intermediária. E os principais fenólicos encontrados nas polpas são a isoquercetina, ácido caftárico e rutina (21).

Além disso, seus frutos apresentam agradável sabor exótico e aroma distinto e intenso e esta combinação de nutrição, sabor e aroma fazem do maracujá do mato matéria-prima para produção de produtos como sucos, polpas, geleias e sorvetes (5).

**3.3 Murici da Caatinga** (*Byrsonima crassifólia (L.)* Rich)

O muricizeiro é uma árvore da família Malpighiaceae, ordem Malpighiales, nativa do norte e nordeste do Brasil, que pode atingir até cinco metros. Seu fruto, também conhecido como Mirici, muricizinho, murici-da-praia ou murici-do-brejo, é esférico (1-2 cm de diâmetro), carnudo, macio e quando maduro apresenta cor amarela forte e odor semelhante ao do queijo envelhecido (22).

O Murici é rico em fibras, cálcio, fósforo, ferro, vitaminas C, B1 e B2 e niacina. Além disso, estudos evidenciaram a presença do flavonóide quercetina, que apresenta atividade antiinflamatória e atua como inibidor de enzimas lisossômicas, sendo responsável por aumentar a filtração transcapilar de água e proteínas, reduzindo o número e o diâmetro de poros capilares e promovendo o retorno do fluxo sanguíneo para o coração (23).

A rutina é outro flavonóide encontrado no murici, e dentre as suas atividades terapêuticas está a melhora nos sintomas de insuficiência dos vasos linfáticos e venosos, associados a algumas doenças hemorrágicas ou de hipertensão (23).

O seu sabor agradável o torna popular nas feiras e lojas locais para ser consumido fresco, mas também processado na forma de polpas, licores, geleias, doces, sorvetes, conservas, licores e farinhas (5).

**3.4 Pitomba** (*Talisia esculenta*)

É uma fruta nativa pertencente à família botânica Sapindaceae, encontrada e consumida principalmente nas regiões norte e nordeste do Brasil. Trata-se de um fruta de época, onde sua árvore floresce de agosto a outubro, com pronunciada maturação de janeiro a março, podendo se estender até abril, dependendo da localidade (1).

A polpa desta fruta é bastante apreciada devido seu característico sabor agridoce e pode ser consumida *in natura* e também no preparo de sucos, geleias e doces. Os compostos bioativos mais conhecidos e encontrados nesta fruta incluem compostos fenólicos, carotenóides, ácido ascórbico e tocoferóis, que apresentam atividades antioxidantes, antitumorais, anti-inflamatórias e antiproliferativas pronunciadas. Alguns estudos identificaram os flavonóides, miricetina e quercetina e compostos aromáticos, incluindo fenetila acetato e isopentil e 2-fenil etanol (24).

**3.5 Seriguela** (*Spondias purpurea*)

A seriguela ou ciriguela, também conhecida como “cirouela” (português), “jocote”, “jobo” e “*ciruelo*” (espanhol), “*purple mombim*”, “*red mombim*” e “*spanish plum*” (inglês) pertence à família Anacardiaceae. O fruto é doce, ácido e apresenta sabor

agradável, podendo ser consumido *in natura* ou processado na forma de sucos, sorvetes, geléias, xaropes, licores e doces em calda (25).

O fruto *in natura* da seriguela é rico em carotenóides e micronutrientes, como cálcio, fósforo, ferro, pró-vitamina A, vitaminas do complexo B e ácido ascórbico. A casca e a semente são compostas por quercetina, ácidos hidroxicinâmicos, ácido elágico, ácido clorogênico, ácido protocatecuico, flavonóides, ácido gálico, ácido vanílico, ácido p-cumárico e ácido ferúlico (26).

**3.6 Umbu da Caatinga** (*Spondias tuberosa*)

O umbuzeiro é uma árvore frutífera nativa do bioma Caatinga, pertencente à família Anacardiaceae. Seu fruto, *Spondias tuberosa* (umbu), é redondo, tem casca lisa ou pilosa e pesa entre 5,5 e 130 g e a época de frutificação é entre novembro a março. O umbu pode ser consumido *in natura* ou processado para produzir sucos, sorvetes, doces, bebidas alcoólicas e polpas congeladas (27).

Estudos identificaram que a polpa, a casca e a semente da fruta apresentam propriedades antioxidantes e a composição das frutas frescas apresenta componentes bioativos, como antocianinas, flavonóides, carotenóides e clorofila (RIBEIRO *et al.*,2019). Os compostos bioativos identificados neste fruto foram riboflavina, nicotinamida, ácido pantotênico, vitamina C, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, cobre, sódio, zinco, selênio, cobalto e níquel (28).

**3.7 Bredo** (*Amaranthus viridis*)

O bredo, também chamado de caruru, pertence à família Amaranthaceae e é considerada uma espécie infestante, devido à ampla adaptabilidade e rusticidade. As folhas possuem consistência tenra e coloração esverdeada, por vezes com nervuras violáceas ou manchas escuras e são utilizadas no preparo de refogados e frituras. O caule e as flores são utilizados como ingredientes em sucos verdes e as sementes no preparo de pães (1).

As folhas do bredo são abundantes em proteínas, fibras solúveis, carotenóides, vitamina C e diversos minerais, como fósforo, magnésio, cobre, enxofre, cálcio, zinco, potássio, sódio, manganês, boro, molibdênio e ferro (29). Também possui corantes abundantes, como betalaínas, betaxantinas, carotenóides, clorofilas e betacianinas (30) (SARKER & OBA, *et al.*, 2019) e bioativos, incluindo vitamina C, fenóis, seus ácidos e flavonóides (31)(SARKER *et al.*, 2022).

Tais pigmentos e fitoquímicos apresentam importante potencial no combate aos radicais livres, contribuindo para a profilaxia e tratamento de diversas doenças, como doenças cardíacas, melanoma, aterosclerose, enfisema, catarata, doenças da retina, inflamação das articulações e degeneração cerebral (29).

**3.8 Ora-pro-nobis** (*Pereskia aculeata*)

A ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*) é uma planta da família Cactaceae, com caules delgados, ramos longos parcialmente lignificados e topo herbáceo com presença de espinhos ao longo desses ramos. As folhas são geralmente consumidas como salada, suco e geléia, além de serem utilizadas pela medicina popular como extratos (infusões) para tratar diversas doenças, por exemplo, anemia e sífilis (32).

As folhas da ora-pro-nobis são ricas em proteína (23% do peso seco), em carboidratos, fibras alimentares solúveis e diversos compostos fenólicos, como

quercetina, rutina, catequina, ácidos cafeico, ferúlico, gálico, clorogênico e protocatecuico, além de presença significativa de ferro e cálcio (33).

## 3. CONCLUSÕES

O presente trabalho verificou a riqueza do bioma Caatinga, sendo possível encontrar frutos comestíveis e PANCs com potencial nutricional, antioxidante e farmacológico, porém ainda pouco explorados comercialmente, sendo apreciados apenas pela população local.

Embora haja muitas pesquisas sobre a biodiversidade da Caatinga, são poucos os registros científicos sobre espécies de plantas alimentícias com importante potencial nutricional, bioativo e econômico. Mais escassos ainda são os estudos acerca da bioacessibilidade dos compostos bioativos responsáveis por respostas biológicas. E esta é uma questão relevante devido aos diversos processos catabólicos que ocorrem no sistema digestivo e podem modificar a estrutura química das moléculas, podendo melhorar ou piorar a reatividade dos compostos

Deste modo, é necessária a realização de mais estudos sobre o potencial nutricional, antioxidante e principalmente da bioacessibilidade dos compostos bioativos presentes nos frutos e plantas alimentícias oriundos do bioma Caatinga.

## 4. REFERÊNCIAS

1. Bezerra JA, de Brito MM. Potencial nutricional e antioxidantes das Plantas alimentícias não convencionais (PANCs) e o uso na alimentação: Revisão. Res Soc Dev. 2020;9(9).
2. DIOGO IJS, MARTINS FR, DA COSTA IR. Aspectos ambientais de florestas serranas úmidas no nordeste do Brasil. DIOGO IJS, MARTINS FR, COSTA IR DA, editors. Maringá, PR: Uniedusul Editora; 2019. 46 p.
3. Santos VS, Previero CA, Santos L, Nunes DM, Oliveira SB, de Sousa AMR. Plantas Alimentícias Não Convencionais nativas, espontâneas e cultivadas no Terraquarium do CEULP/ULBRA. Cad Agroecol. 2020;15(2).
4. Lima MR, Souza AS, Fontes RF, Santos TS, Vasconcelos AK. Levantamento de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) conhecidas e utilizadas por moradores do município de Nossa Senhora da Glória–SE. Cad Agroecol. 2020;15(2).
5. Camacam BLM, Messias CMB de O. Food potential of fruits and plants of the caatinga: integrative review. Res Soc Dev [Internet]. 2022 [cited 2024 Aug 15];11(9):e39911931997. Available from: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31997/27251
6. de Menezes Souza V, Júnior A de FS, de Jesus Benevides CM. Agrobiodiversidade e Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCS): inter-relações com povos tradicionais e comunidades locais. Cad ciências sociais Apl. 2019;163–78.
7. Freire NCF, Moura DC, da Silva JB, da Penha Pacheco A. Mapeamento e análise espectro-temporal das unidades de conservação de proteção integral da administração federal no bioma caatinga. Brazilian J Dev. 2020;6(5):24773–81.

8. Souza MP, Coutinho JM da CP, Silva LS, Amorim FS, Alves AR. Composição e estrutura da vegetação de caatinga no sul do Piauí, Brasil. Rev Verde Agroecol e Desenvolv Sustentável. 2017;12(2):210–7.

9. Fernandes M, Queiroz L. Vegetação e flora da Caatinga. Cienc Cult. 2018;70:51–6.

10. de Abreu FB, Borges EF. Análise espacial do uso e cobertura das terras no município de São Gabriel-Bahia, 2007 e 2018. Rev Ibero-Americana Ciências Ambient. 2021;12(7):535–48.

11. Teixeira CTM, Pires MLLS. Análise da Relação Entre Produção Agroecológica, Resiliência e Reprodução Social da Agricultura Familiar no Sertão do Araripe. Rev Econ e Sociol Rural [Internet]. 2017 Jan [cited 2024 Aug 15];55(1):47–64. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032017000100047&lng=pt&tlng=pt

12. Casemiro Í de P, Vendramin AL do A. Plantas alimentícias não convencionais no Brasil: o que a Nutrição sabe sobre este tema? Demetra. 2020;15(1):e42725–e42725.

13. Biondo E, Fleck M, Kolchinski EM, Voltaire S, POLESI RG. Diversidade e potencial de utilização de plantas alimentícias não convencionais no Vale do Taquari, RS. Rev Eletrônica Científica da UERGS. 2018;4(1):61–90.

14. Silva B, Andrade LP de. Plantas indesejadas ou alimentos nutritivos? análise de aceitação e viabilidade do consumo de plantas alimentícias não convencionais (PANC's). Divers J [Internet]. 2022 Jan 1 [cited 2024 Aug 15];7(1):0082–9. Available from: https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/2060

15. da Silva Liberato P, de Lima DVT, da Silva GMB. PANCs-Plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. Environ smoke. 2019;2(2):102–11.

16. Cristine Medeiros Jacob M. Biodiversidade de plantas alimentícias não convencionais em uma horta comunitária com fins educativos. DEMETRA Aliment Nutr Saúde [Internet]. 2020 Jan 30 [cited 2024 Aug 15];15:e44037–e44037. Available from: https://www.e-publicacoes.uerj.br/demetra/article/view/44037

17. Oria V, De Oliveira H, Reis T, Rodrigues BM, Ergio PS, Filho L, et al. Biotechnological potential of Hancornia speciosa whole tree: A narrative review from composition to health applicability. Heliyon [Internet]. 2022 [cited 2024 Aug 15];8:e11018. Available from: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11018

18. Francisca Abreu F DE. Efeito anti-inflamatório do óleo fixo das sementes da Hancornia speciosa Gomes. Universidade Federal de Sergipe; 2019.

19. Oliveira Yamashita F, Torres-Rêgo M, dos Santos Gomes JA, Félix-Silva J, Passos JGR, de Santis Ferreira L, et al. Mangaba (Hancornia speciosa Gomes) fruit juice decreases acute pulmonary edema induced by Tityus serrulatus venom: Potential application for auxiliary treatment of scorpion stings. Toxicon. 2020;179:42–52.

20. de ARAUJO FP, FALEIRO FG, AIDAR S de T, de MELO NF. Passiflora cincinnata: Maracujá-da-caatinga. In: Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste. Distrito Federal: MMA; 2018. p. 217–24.

21. de Souza Silva G, da Silva Campelo Borges G, Pinho da Costa Castro CD, de Tarso Aidar S, Telles Biasoto Marques A, Tonetto de Freitas S, et al. Physicochemical quality, bioactive compounds and in vitro antioxidant activity of a new variety of passion fruit cv. BRS Sertão Forte (Passiflora cincinnata Mast.) from Brazilian Semiarid region. Sci Hortic (Amsterdam). 2020 Oct 15;272:109595.

22. Moreira-Araújo RS dos R, Barros NV dos A, Porto RGCL, Brandão A de CAS, Lima A de, Fett R. Bioactive compounds and antioxidant activity three fruit species from the Brazilian Cerrado. Rev Bras Frutic [Internet]. 2019 Jun 3 [cited 2024 Aug 15];41(3):e-011. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452019000300901&tlng=en

23. Baziquetto VH, Guilhermino J de F. Caracterização química de Byrsonima Crassifólia (L.) Rich. (MALPIGHIACEAE) / Chemical characterization of Byrsonima Crassifólia (L.) Rich. (MALPIGHIACEAE) [Internet]. 2020 [cited 2024 Aug 15]. p. 77323–9. Available from: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/18128/14642

24. Nascimento Fraga L, Karoline de Souza Oliveira A, Pinheiro Aragão B, Alves de Souza D, Willian Propheta dos Santos E, Alves Melo J, et al. Mass spectrometry characterization, antioxidant activity, and cytotoxicity of the peel and pulp extracts of Pitomba. Food Chem. 2021 Mar 15;340:127929.

25. Ribeiro CMCM, Magliano LC dos SA, de Costa MMA, Bezerra TKA, da Silva FLH, Maciel MIS. Optimization of the spray drying process conditions for acerola and seriguela juice mix. Food Sci Technol. 2019;39:48–55.

26. Nascimento Filho E do, Barroca Silva NN, Converti A, Ferreira Grosso CR, Pinheiro Santos AM, Silva Ribeiro D, et al. Microencapsulation of acerola (Malpighia emarginata DC) AND ciriguela (Spondias purpurea L) mixed juice with different wall materials. Food Chem Adv. 2022 Oct 1;1:100046.

27. Rodrigues NL, da Costa Souza AL, de Oliveira CC, de Carvalho MG, de Lima BR, de Almeida Akutsu R de CC, et al. Nutritional and biological attributes of Spondias tuberosa (Umbu) fruit: An integrative review with a systematic approach. J Food Compos Anal. 2024 Jun 1;130:106196.

28. Carmo De Assis R, De Lima R, Soares G, Camurça A, Siqueira P, Vera De Rosso V, et al. Determination of water-soluble vitamins and carotenoids in Brazilian tropical fruits by High Performance Liquid Chromatography. Heliyon [Internet]. 2020 [cited 2024 Aug 15];(6):e05307. Available from: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05307

29. Sarker U, Oba S, Ullah R, Bari A, Ercisli S, Skrovankova S, et al. Nutritional and bioactive properties and antioxidant potential of Amaranthus tricolor , A. lividus , A viridis, and A. spinosus leafy vegetables. Heliyon [Internet]. 2024 [cited 2024

Aug 15];10:e30453. Available from: http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

30. Sarker U, oba S. Antioxidant constituents of three selected red and green color Amaranthus leafy vegetable. [cited 2024 Aug 15]; Available from: https://doi.org/10.1038/s41598-019-52033-8

31. Sarker U, Rabbani MG, Oba S, Eldehna WM, Al-Rashood ST, Mostafa NM, et al. Phytonutrients, colorant pigments, phytochemicals, and antioxidant potential of orphan leafy Amaranthus species. Molecules. 2022;27(9):2899.

32. de Camargos TCC, Rodrigues FC, de Almeida MEF. Conhecimento e utilização de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) por universitários. Res Soc Dev. 2022;11(12):e359111233936–e359111233936.

33. Moraes TV, Montenegro J, Marques TS, Evangelista LM, Rocha CB, Teodoro AJ, et al. Perfil fitoquímico e atividade antioxidante de flores e frutos de Pereskia aculeata Miller. Sci Plena. 2021;17(5):1–17.

**Capítulo 95**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-95**

# INFLUÊNCIA DO TAMANHO E APLICAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA MATURAÇÃO DA BANANA NANICA (*MUSA SPP.*)

**João Paulo ZAGONEL*; Mariza Cunha de LIMA; Mayana Dutra SAMURIO; Bruno Spindola MONDINI; Nathaly Calister MORETTO; Vinicius Nelson Barbosa de SOUZA; Silvia Maria MARTELLI.**

**João Paulo Zagonel – Email: joaopaulozagonel15@gmail.com*
*Silvia Maria Martelli – Email:* silviamartelli@ufgd.edu.br

**Resumo:**

O Brasil é o terceiro maior produtor global de frutas, com uma produção anual superior a 40 milhões de toneladas, mas menos de 3% desse volume é exportado, refletindo um consumo interno significativo e perdas pós-colheita. A rápida deterioração das bananas, uma fruta climatérica sensível à temperatura, é causada por processos metabólicos e práticas inadequadas durante a colheita, transporte e armazenamento. Este estudo visa avaliar o efeito da emulsão de óleos essenciais de cravo-da-índia, limão siciliano e tangerina cravo (0,5%), na conservação de bananas nanicas de diferentes tamanhos armazenadas a aproximadamente 22°C. As bananas foram divididas em duas classes, pequenas e grandes e foram tratadas com a emulsão de OEs e armazenadas por 10 dias. As análises mostraram que as bananas pequenas amadureceram de forma mais lenta, enquanto as grandes amadureceram mais rapidamente. Isso se deve à maior disponibilidade de substrato nas bananas grandes, que acelera a taxa de respiração e a produção de etileno, acelerando o amadurecimento. As bananas menores, revestidas ou não preservaram melhor a qualidade durante o armazenamento. Em conclusão, bananas grandes têm um índice de maturação mais elevado, indicando uma vida útil mais curta em comparação com as menores, que se beneficiam de maior conservação.

**Palavras–chave:** banana nanica; maturação; óleos essenciais; pós-colheita

## INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como um dos principais produtores mundiais de banana, uma das frutas mais consumidas no país. Embora a produção anual seja expressiva, uma parte significativa da colheita é perdida antes de chegar ao consumidor, principalmente devido a problemas de armazenamento e à ação de organismos prejudiciais na fase pós-colheita. A rápida deterioração das bananas, causada por processos metabólicos naturais e por práticas inadequadas durante a colheita, transporte e armazenamento, compromete a qualidade do fruto e limita seu potencial no mercado, tanto internamente quanto nas exportações. Dessa forma, a adoção de técnicas pós-colheita é fundamental para prolongar a vida útil das bananas e assegurar a qualidade do produto até o consumo final (1, 2, 3, 4).

Desse modo, faz-se necessário adotar precauções especiais para conservar as bananas, que são frutas climatéricas e altamente sensíveis à temperatura. Devido a essa

sensibilidade, as perdas podem ser significativas se as frutas não receberem o tratamento adequado após a colheita. Assim, a banana tem uma durabilidade limitada, tornando-se mais propensa a perdas em termos de quantidade e qualidade durante o armazenamento e vendas (5, 6).

Para prolongar a vida útil da banana, diversas técnicas são empregadas, como a aplicação de revestimentos. Formados por materiais atóxicos, esses revestimentos podem aumentar a durabilidade das frutas apresentando atividade antimicrobiana e antifúngica. Além de ser atóxica, biocompatível e biodegradável, podem ser amplamente utilizados na preservação pós-colheita, reduzindo a perda de água, a respiração e a degradação de nutrientes (6). Entre as doenças que mais prejudicam a colheita e pós colheita está a antracnose que afeta diversas culturas como mamão, banana, manga, entre outras plantas, causada por diferentes espécies de fungos. Causando prejuízos econômicos e retardando o desenvolvimento da indústria, devido às grandes perdas provocadas pelos fitopatógenos (7, 8).

O eugenol, principal composto do óleo essencial do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), compromete a integridade da membrana celular dos fungos ao interagir com os fosfolipídios da membrana. Essa desestruturação leva à morte celular e à inibição da síntese de biomoléculas essenciais, como proteínas e ácidos nucleicos, prejudicando os processos metabólicos vitais para a sobrevivência do fungo (9, 10).

Já o óleo essencial de limão siciliano (*Citrus limon*) possui compostos como limoneno, β-pineno e γ-terpineno, que conferem propriedades antifúngicas, além da sua ação antioxidante (11). Por sua vez, o óleo essencial de tangerina cravo (*Citrus reticulata v. tangerine*), rico em limoneno e outros terpenos, apresenta propriedades antifúngicas significativas e também apresenta ação antioxidante (11,12).

Em todos esses casos, os componentes dos óleos essenciais descritos desempenham um papel crucial na desestruturação da membrana celular dos microrganismos, resultando em sua desestabilização, aumento da permeabilidade e consequente morte celular. Além disso, a ação antioxidante dos óleos essenciais contribui para a preservação de alimentos, retardando o amadurecimento, reduzindo perdas pós-colheita e garantindo a qualidade durante o armazenamento (13).

Considerando o exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de uma emulsão composta por óleos essenciais de cravo da índia, limão siciliano e tangerina cravo (0,5%), na conservação de bananas nanicas (*Musa spp*.) de diferentes tamanhos, armazenadas por 10 dias a 22 ºC. Foram analisados pH, Brix, acidez titulável, perda de massa e aparência. Os resultados visam beneficiar a indústria alimentícia, permitindo melhores condições de transporte e armazenamento, ampliando a disponibilidade de bananas e reduzindo desperdícios.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1.1 Preparo dos tratamentos

Para realização dos experimentos, as bananas foram adquiridas de uma propriedade rural (Fazenda Raio de Sol) com as seguintes coordenadas 21°39'00.6"S 55°14'29.9"W localizado na cidade de Maracaju-MS no mês de Fevereiro do ano de 2024. As bananas foram selecionadas quanto a homogeneidade do tamanho (grandes e pequenas) formato e grau de maturação. Para a elaboração da emulsão foram utilizados os óleos essenciais de cravo da índia + limão sciliano + tangerina cravo (1:1:1 - 0,5% v/v) da marca Ferquimica e tween 80 (0,25% v/v) da marca Synth como emulsificante. Foram realizados quatro tratamentos, sendo esses: Amostra controle, frutos Pequenos não

revestidos (CT P); Amostra controle, frutos Grandes não revestidos (CT G); Frutos Pequenos revestidos com emulsão de OE (OE P) e Frutos Grandes revestidos com emulsão de OE (OE G).As análises físicas e químicas foram realizadas periodicamente durante 10 dias. Durante todo o experimento, os frutos foram armazenados sob refrigeração (~22°C).

### 1.2 Caracterização das bananas

**Análise visual**

No decorrer do experimento foram coletados registros fotográficos a fim de se realizar a avaliação visual das frutas, coletadas após 0, 3, 6, 8 e 10 dias de armazenamento a 22°C. As imagens obtidas foram classificadas em uma sub escala subjetiva de notas segundo o índice de maturação definido por Von Leesecke que classifica os frutos em 7 categorias.

**Figura 2**. Subclasse de homogeneidade de maturação feita a partir do índice de maturação definido por Von Loesecke (14).




1. Totalmente Verde
2. Verde com traços amarelos
3. Mais verde do que amarelo
4. Mais amarelo do que verde
5. Amarelo com a ponta verde
6. Amarelo
7. Amarelo com áreas marrons

Fonte: Autores, 2024.

A Figura 2 demonstra a subclasse de homogeneidade de maturação feita a partir do índice de maturação definido por Von Loesecke. Este índice é utilizado para categorizar os frutos em diferentes estágios de maturação, permitindo uma análise mais precisa da uniformidade do amadurecimento entre os lotes estudados.

**Perda de massa**

Para a perda de massa das bananas, foram realizadas pesagens periodicamente em balança analítica Ohaus® (PA214CP). O valor da perda de massa foi calculado em percentual de acordo com a equação 1:

Perda de massa (%): $PM = \frac{Mo - Mf}{Mo} * 100$ **(1)**

Onde: $M_o$= Peso inicial da amostra (g); $M_f$= Peso final da amostra (g).

**Potencial hidrogeniônico (pH)**

O pH foi obtido pelo uso do pHmetro digital (PH-2000 - Instrutherm), sendo calibrado com soluções padrão de pH 4, 7 e 10. As análises foram realizadas em triplicata.

**Acidez titulável**

A acidez total titulável foi determinada pelo método de titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N e calculada de acordo com a Equação 2:

$$\text{ATT}: \quad \frac{g\ \text{ácido málico}}{100g\ amostra} = \frac{V.N.fac.100}{P.100} \qquad \textbf{(2)}$$

Onde: ATT= Acidez Titulável; Pm= Peso molecular do ácido predominante (Ác. Málico); N= Número de mols (0,1); V= Volume gasto de NaOH (mL).

**Sólidos solúveis (Brix)**

A polpa foi triturada e fez-se então a refratometria utilizando o refratômetro, conforme Instituto Adolf Lutz (2008) e os resultados foram expressos em ºBrix (15).

**Análises estatísticas**

Os resultados obtidos foram submetidos à diferenças estatísticas entre as médias serão identificadas pelo teste de comparação de médias (Tukey) a 5% de significância ($p<0,05$).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Análise visual**

A uniformidade da coloração e a ausência de danos físicos nas bananas são características importantes para os consumidores. Estudos destacam que a aparência visual é determinante na seleção de frutas pelos consumidores e pode influenciar na decisão de compra (16).

Na casca da banana, a coloração indica um estágio adequado de maturação e qualidade. Bananas com coloração uniforme são geralmente associadas a frutas de boa qualidade e sabor. Além disso, a ausência de danos físicos, como amassados, cortes ou arranhões, é um indicador de frescor e integridade do produto, assim como a quantidade de bananas no cacho, textura, aroma, tamanho e outros aspectos (17).

A Tabela 1 mostra que os frutos menores, independentemente de estarem revestidos ou não, apresentaram uma maturação mais lenta em comparação com os frutos maiores, o que provavelmente se deve à menor disponibilidade de nutrientes.

Além disso, Henz *et al*., (2007) afirma que o aumento do tamanho de algumas partes das plantas tornam frutos, folhas e caules mais suscetíveis ao ataque de pragas e doenças (18). Assim, neste estudo foi possível observar que frutos maiores, revestidos ou não com a emulsão de OE, tiveram uma maturação mais rápida e maior ataque por microrganismos quando comparado aos frutos menores.

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o desenvolvimento de certos fungos pós-colheita em frutos é causado principalmente pelo fungo *Collectotrichum gloeosporioides*, sendo a antracnose a principal a principal doença apresentando resistência aos fungicidas convencionais (19).

De modo geral, os microrganismos precisam dos açúcares que vão se formando quando o amido é convertido em açúcares simples causando aumento no teor de sólidos solúveis ao longo do processo de amadurecimento da banana (20). Por isso, quanto maior a quantidade de açúcares, maior a chance de crescimento microbiano. Neste sentido, a comercialização do produto é afetada diretamente pela aparência do fruto, que é essencial no momento da compra. Assim, injúrias na casca são pouco toleradas, o que representa um grande desafio considerando a alta sensibilidade do fruto (21).

**Tabela 1.** Imagens coletadas a fim de avaliar a aparência visual das frutas durante 10 dias de armazenamento a 22 ºC em 5 pontos de análise.

| Armazenamento | CT P | CT G | OE P | OE G |
|---|---|---|---|---|
| **Dia 0** |  |  |  |  |
| **Dia 3** |  |  |  |  |
| **Dia 6** |  |  |  |  |
| **Dia 8** |  |  |  |  |
| **Dia 10** |  |  |  |  |

CT P: Amostra controle, frutos Pequenos não revestidos; CT G: Amostra controle, frutos Grandes não revestidos; OE P: Frutos Pequenos revestidos com emulsão de OE e OE G: Frutos Grandes revestidos com emulsão de OE.

Neste estudo, observou-se que, de maneira geral, os frutos menores, independentemente de estarem revestidos ou não, apresentaram menos injúrias na casca e menor porcentagem na classificação de acordo com a subclasse de maturação definida pelo índice de Von Loesecke. Esses resultados indicam que os frutos menores são melhores candidatos para comercialização, considerando os aspectos de aparência, homogeneidade da cor da casca e ataque por fitopatógenos.

**Perda de massa**

A perda de massa dos frutos é uma variável crucial que está diretamente associada à qualidade dos mesmos, a qual resulta da transpiração e respiração dos frutos (22). Esta deve-se principalmente pelo processo de transpiração, causado pela diferença de pressão de vapor entre o fruto e o ambiente (22). A perda de água pela transpiração leva ao murchamento e amolecimento dos tecidos, tornando os frutos mais suscetíveis à deterioração, além de afetar seu sabor, aparência e suscetibilidade a microorganismos, que de modo geral pode aumentar a respiração do fruto e consequentemente, a perda de umidade e deterioração do fruto (21).

A Tabela 2 demonstra que a perda de massa aumenta progressivamente ao longo do tempo, com valores iniciais mais baixos e um aumento significativo nos dias finais. Estratificando os tratamentos no mesmo dia (indicados pelas letras maiúsculas), observamos que, no dia 3, a perda de massa varia entre 5,94% e 6,54%. O tratamento OE P foi o único que apresentou uma perda de massa significativamente diferente dos demais tratamentos (CT P, CT G e OE G), que por sua vez, não diferem entre si. No dia 6, a perda de massa aumenta, variando entre 9,76% e 11,19%. Nesse ponto, as diferenças entre os tratamentos se tornam mais evidentes, com apenas CT G e OE G não apresentando diferenças significativas entre si.

**Tabela 2.** Perda de massa dos frutos durante 10 dias de armazenamento.

| | PERDA DE MASSA (%) | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Dias** | **CT P** | **CT G** | **OEP** | **OEG** |
| 3 | 5,94 $^{Bd}$ ± 0,18 | 6,11 $^{Bd}$ ± 0,01 | 6,54 $^{Ad}$ ± 0,00 | 5,92 $^{Bd}$ ± 0,04 |
| 6 | 9,76 $^{Cc}$ ± 0,18 | 10,59 $^{Bc}$ ± 0,01 | 11,19 $^{Ac}$ ± 0,00 | 10,42 $^{Bc}$ ± 0,05 |
| 8 | 12,81 $^{Db}$ ± 0,01 | 14,31 $^{Ab}$ ± 0,00 | 14,15 $^{Bb}$ ± 0,01 | 13,13 $^{Cb}$ ± 0,05 |
| 10 | 15,00 $^{Ba}$ ± 0,01 | 16,17 $^{Aa}$ ± 0,05 | 16,39 $^{Aa}$ ± 0,09 | 15,36 $^{Ba}$ ± 0,17 |

CTP: Amostra controle, frutos Pequenos não revestidos; CTG: Amostra controle, frutos Grandes não revestidos; OEP: Frutos Pequenos revestidos com emulsão de OE; OEG: Frutos Grandes revestidos com emulsão de OE.***** Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ** Letras maiúsculas comparam médias na horizontal (entre tratamentos em um mesmo dia), enquanto letras minúsculas comparam médias na vertical (entre os dias em um mesmo tratamento). Os dados são apresentados como média com seu desvio padrão (±).

No dia 8, a perda de massa continua a crescer, com variações de 12,81% a 14,31%. No dia 10, a perda de massa atinge seu valor máximo, variando entre 15,00% e 16,39%. Onde os tratamentos CT P e OE G não diferiram significativamente entre si, mas foram diferentes dos tratamentos CT G e OE P, que também não apresentaram diferenças entre si.

Em relação à comparação do mesmo tratamento ao longo dos diferentes dias de armazenamento (indicados pelas letras minúsculas), todos os tratamentos mostraram uma perda de massa crescente ao longo do tempo, com diferenças entre todos os dias. De modo geral, as diferenças entre os tratamentos se tornam mais evidentes a partir do 8 dia de armazenamento, com diferenças significativas observadas no dia 10, onde os tratamentos OE G e CT G apresentam as maiores perdas de massa, provavelmente porque os frutos maiores possuem maior área superficial para que ocorra a transpiração.

Durante todo período de armazenamento, no segundo dia já foi possível notar a perda de massa dos frutos. Apesar dos tratamentos apresentarem uma perda de massa progressiva ao longo dos dias de armazenamento, isso provavelmente ocorreu devido à baixa capacidade de barreira à umidade apresentada pela emulsão quando seca na superfície das frutas, além da temperatura controlada e efeitos de patógenos, como as manchas pretas/marrons, também denominada como podridão negra das frutas maduras que são os primeiros sinais do surgimento da antracnose (23). Segundo Mannozzi e colaboradores (2017), essa perda é mais acentuada quando os frutos são armazenados em ambientes de alta temperatura ou baixa umidade, condições não controladas que intensificam a transpiração e aceleram a desidratação, condições favoráveis para desenvolvimento de microorganismos (24).

**Potencial hidrogeniônico**

Os resultados de pH apresentados na Tabela 3 mostram variações significativas ao longo do tempo entre os diferentes tratamentos.

**Tabela 3.** Valores de pH apresentados pelos frutos durante 10 dias de armazenamento.

| | pH |
|---|---|

| Dias | CT P | CT G | OEP | OEG |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 6,64 $^{Aa}$ ± 0,00 | 6,53 $^{Aa}$ ± 0,00 | 6,64 $^{Aa}$ ± 0,00 | 6,53 $^{Aa}$ ± 0,00 |
| 3 | 6,02 $^{Ad}$ ± 0,01 | 6,02 $^{Ac}$ ± 0,01 | 6 $^{ABc}$ ± 0,00 | 5,99 $^{Ac}$ ± 0,00 |
| 6 | 5,63 $^{Ae}$ ± 0,01 | 5,63 $^{Ad}$ ± 0,01 | 5,56 $^{Bd}$ ± 0,01 | 5,48 $^{Cd}$ ± 0,01 |
| 8 | 6,09 $^{Bc}$ ± 0,01 | 6,05 $^{Bc}$ ± 0,10 | 6,33 $^{Ab}$ ± 0,04 | 6,15 $^{ABb}$ ± 0,10 |
| 10 | 6,24 $^{Cb}$ ± 0,02 | 6,37 $^{Bb}$ ± 0,01 | 6,58 $^{Aa}$ ± 0,01 | 6,6 $^{Aa}$ ± 0,01 |

CTP: Amostra controle, frutos Pequenos não revestidos; CTG: Amostra controle, frutos Grandes não revestidos; OEP: Frutos Pequenos revestidos com emulsão de OE; OEG: Frutos Grandes revestidos com emulsão de OE.***** Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ** Letras maiúsculas comparam médias na horizontal (entre tratamentos em um mesmo dia), enquanto letras minúsculas comparam médias na vertical (entre os dias em um mesmo tratamento). Os dados são apresentados como média com seu desvio padrão (±).

No dia 0, o pH das bananas variou entre 6,53 e 6,64, indicando um nível de acidez relativamente baixo, típico de frutas frescas. Com o passar dos dias, observa-se uma tendência de diminuição do pH, com valores caindo para 5,63 no dia 6 e estabilizando-se entre 6,24 e 6,58 no dia 10, dependendo do tratamento. Essa variação no pH pode ser atribuída a processos fisiológicos que ocorrem durante a maturação das bananas, como a degradação de ácidos orgânicos e a produção de compostos voláteis. A diminuição do pH indica que a fruta está se tornando mais ácida, o que pode afetar tanto o sabor quanto a aceitação pelo consumidor.

De acordo com a Instrução Normativa nº37 publicada em 8 de outubro de 2018 pelo Governo Federal, o pH da polpa de banana deve se situar no valor mínimo de 4,1, condizendo com o presente estudo que apresentou um pH mínimo de 5,48 (25).

Em estudo de Ribeiro *et al*., (2012) a banana caipira, em sistemas convencional e orgânico, apresentou os maiores valores de pH em 5,10 os valores de pH observados para a cultivar Prata-Anã ficaram em 4,54 o que difere dos resultados obtidos neste estudo onde os valores maiores de pH foram 6,64 (26). Entretanto, quanto mais próximo do valor de 4,1 mais maduro está o fruto, logo, no trabalho em questão observou-se um pH brevemente elevado, mantendo uma maturação relativamente lenta comparado aos da literatura.

O pH é um parâmetro crítico que influencia não apenas o sabor, mas também a textura e a vida útil das frutas. A queda no pH observada ao longo dos dias de avaliação sugere que as bananas estão passando por um processo de maturação, onde a acidez inicialmente aumenta, o que é desejável para o sabor, mas pode eventualmente levar à deterioração se não for controlado. A maturação das bananas é acompanhada por uma série de reações bioquímicas, que resultam na degradação de ácidos orgânicos, como o ácido cítrico e o ácido málico, que são predominantes em frutas.

Estudos mostram que a degradação desses ácidos durante a maturação pode levar a um aumento do pH, o que é consistente com os resultados observados na Tabela 3. Kader (2002) indica que a maturação de frutas, incluindo bananas, é frequentemente acompanhada por mudanças no pH que afetam a percepção de sabor e qualidade (27). Portanto, a manutenção de um pH adequado é crucial para a aceitação pelo consumidor. Bananas com pH muito alto podem ser percebidas como menos saborosas, enquanto um pH muito baixo pode indicar deterioração.

De acordo com Santos *et al*., (2009), a acidez das frutas é um fator determinante na aceitação do consumidor e tende a diminuir conforme seu estágio de maturação; contudo, em algumas frutas, esse teor pode aumentar (28). Além disso, a relação entre o

pH e a perda de massa observada nos resultados pode indicar que a degradação da qualidade do fruto está interligada à acidez, uma vez que frutas que mantêm um pH mais estável tendem a ter melhor conservação e menor perda de massa. Viviani e Leal (2007) discutem que, durante o processo de maturação, ocorre um aumento no teor de açúcares simples, ácidos simples e orgânicos, e uma diminuição dos compostos fenólicos, o que acarreta redução de peso e aumento da acidez, além da liberação de compostos voláteis, fatores responsáveis pelo aroma e sabor, que são características fundamentais para a aceitação da fruta (29).

Os dados dos sólidos solúveis, acidez total titulável e índice de maturação estão apresentados na Tabela 4. Os dados de °Brix indicam a concentração de sólidos solúveis, principalmente açúcares, em bananas ao longo de diferentes dias de armazenamento. O °Brix é um parâmetro importante que reflete a doçura e a qualidade sensorial das frutas, sendo um indicador crucial para a aceitação do consumidor. A partir da Tabela 4 é possível notar que os valores de °Brix aumentam ao longo do tempo, especialmente nos primeiros dias de armazenamento. Nesse sentido, esse aumento é esperado, pois as bananas amadurecem e os amidos se convertem em açúcares, resultando em um fruto mais doce.

**Sólidos solúveis (ºBrix), acidez titulável e índice de maturação**

**Tabela 4.** Valores de ºBrix, Acidez titulável e Índice de maturação apresentados durante 10 dias de armazenamento.

| **ºBRIX** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Dias** | **CT P** | **CT G** | **OE P** | **OE G** |
| 0 | 4,9 $^{Bd}$ ± 0,00 | 5,14 $^{Ae}$ ± 0,01 | 4,9 $^{Bd}$ ± 0,00 | 5,14 $^{Ad}$ ± 0,01 |
| 3 | 22,3 $^{Ac}$ ± 0,28 | 22,15 $^{ABc}$ ± 0,10 | 22,7 $^{Ab}$ ± 0,14 | 21,55 $^{Bc}$ ± 0,10 |
| 6 | 22,65 $^{Bbc}$ ± 0,10 | 22,65 $^{Bb}$ ± 0,10 | 23,6 $^{Aa}$ ± 0,14 | 22,5 $^{Ba}$ ± 0,14 |
| 8 | 23,15 $^{Ba}$ ± 0,10 | 23,65 $^{Aa}$ ± 0,10 | 22,15 $^{Cc}$ ± 0,10 | 22,15 $^{Cb}$ ± 0,10 |
| 10 | 22,7 $^{Abc}$ ± 0,14 | 21,85 $^{BCd}$ ± 0,10 | 22,2 $^{Bc}$ ± 0,00 | 21,75 $^{Cc}$ ± 0,10 |
| **ACIDEZ TITULÁVEL (g de ácido málico / 100 g de amostra)** | | | | |
| **Dias** | **CT P** | **CT G** | **OE P** | **OE G** |
| 0 | 0,03 $^{Bd}$ ± 0,00 | 0,03 $^{Ae}$ ± 0,00 | 0,03 $^{Bd}$ ± 0,00 | 0,03 $^{Ad}$ ± 0,00 |
| 3 | 0,07 $^{Ca}$ ± 0,00 | 0,08 $^{Aa}$ ± 0,00 | 0,07 $^{Ba}$ ± 0,00 | 0,07 $^{BCa}$ ± 0,00 |
| 6 | 0,07 $^{Aa}$ ± 0,00 | 0,06 $^{Bb}$ ± 0,00 | 0,05 $^{BCb}$ ± 0,00 | 0,05 $^{Cb}$ ± 0,00 |
| 8 | 0,04 $^{ABc}$ ± 0,00 | 0,04 $^{ABc}$ ± 0,00 | 0,05 $^{Ac}$ ± 0,00 | 0,04 $^{Bc}$ ± 0,00 |
| 10 | 0,05 $^{Ab}$ ± 0,00 | 0,04 $^{Bd}$ ± 0,00 | 0,04 $^{Ac}$ ± 0,00 | 0,04 $^{Ac}$ ± 0,00 |
| **ÍNDICE DE MATURAÇÃO (RATIO)** | | | | |
| **Dias** | **CT P** | **CT G** | **OE P** | **OE G** |
| 0 | 188,15 $^{Ad}$ ± 6,27 | 149,01 $^{Ad}$ ± 0,63 | 188,14 $^{Bd}$ ± 6,27 | 149,01 $^{Be}$ ± 0,63 |
| 3 | 335,28 $^{Ac}$ ± 1,82 | 290,07 $^{Cc}$ ± 1,43 | 320,88 $^{Bc}$ ± 3,95 | 314,74 $^{Bd}$ ± 4,17 |
| 6 | 332,17 $^{Cc}$ ± 0,23 | 403,79 $^{Bb}$ ± 5,89 | 439,29 $^{Ab}$ ± 8,04 | 438,61 $^{Ac}$ ± 4,92 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 8 | 532,67 $^{Aa}$ ± 10,66 | 538,26 $^{Aa}$ ± 10,82 | 483,11 $^{Ba}$ ± 15,72 | 538,46 $^{Aa}$ ± 9,32 |
| 10 | 478,18 $^{Bb}$ ± 5,71 | 555,00 $^{Aa}$ ± 4,51 | 507,14 $^{Ba}$ ± 6,02 | 490,22 $^{Bb}$ ± 18,52 |

CTP: Amostra controle, frutos Pequenos não revestidos; CTG: Amostra controle, frutos Grandes não revestidos; OEP: Frutos Pequenos revestidos com emulsão de OE; OEG: Frutos Grandes revestidos com emulsão de OE.***** Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ** Letras maiúsculas comparam médias na horizontal (entre tratamentos em um mesmo dia), enquanto letras minúsculas comparam médias na vertical (entre os dias em um mesmo tratamento). Os dados são apresentados como média com seu desvio padrão (±).

Ribeiro *et al*., 2012 em seu estudo analisou e diferenciou os teores de açúcar redutores, não redutores e totais no sistema de cultivo orgânico e convencional, e constatou que esse teor de açúcares estando relacionado a hidrólise do amido a nível pós colheita é importante economicamente para comercialização dos produtos, sendo mais atrativo pelo paladar (26). Em contrapartida, quanto maior a quantidade de açúcares, maior o aumento da contaminação.

Os dados mostram variações significativas entre os diferentes tratamentos (CT P, CT G, OE P, OE G) ao longo dos dias. Por exemplo, no dia 3, o tratamento CT P apresenta um valor de 22,3 °Brix, enquanto o OE G apresenta 21,55 °Brix. Essas diferenças podem ser atribuídas a fatores como o tipo de tratamento aplicado, que pode influenciar a taxa de maturação e a conversão de amido em açúcar e o tamanho dos frutos. Para além disso, a média do teor de sólidos solúveis expresso em °Brix na tabela 4 foi em torno da média 22, assim como achados de Silva *et al*., (2018) e Moro (2016) (30, 31).

O aumento nos níveis de °Brix é um indicativo de que as bananas estão se tornando mais palatáveis e atraentes para os consumidores. Estudos anteriores indicam que frutas com maior teor de açúcar são geralmente preferidas, pois oferecem uma experiência gustativa mais agradável. Sendo a doçura, um dos principais fatores que influenciam a aceitação do consumidor em frutas frescas (27).

Kader (2002) sugere que o controle das condições de armazenamento, como temperatura e umidade, pode afetar significativamente a taxa de maturação e consequentemente, os níveis de °Brix (27). Portanto, estratégias de manejo pós-colheita que visem otimizar o °Brix podem resultar em melhores vendas e satisfação do consumidor.

A acidez titulável é um parâmetro importante que mede a quantidade de ácidos presentes em uma amostra, refletindo a acidez geral do fruto. A acidez é um fator crítico que influencia o sabor, a qualidade e a aceitação do consumidor. Conforme expresso na tabela 4, a acidez diminui à medida que a fruta amadurece. Isso ocorre porque os ácidos orgânicos, como o ácido cítrico e o ácido málico, são metabolizados durante o processo de maturação, resultando em um aumento da doçura (°Brix) e uma diminuição da acidez (22).

Resultados semelhantes foram encontrados por Rinaldi e colaboradores (2010) que com exceção dos frutos da cultivar nanicão sob refrigeração, todos os demais tratamentos apresentaram aumento nos valores de acidez titulável inicial com posterior decréscimo (32). Botrel *et al*., (2001), que afirmam que a acidez de frutos de banana aumenta até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela, para depois decrescer, predominando o ácido málico (33). Esse decréscimo pode estar relacionado com um consumo de substâncias de reserva. O mesmo foi observado por Lucena *et al*., (2004) que verificaram um aumento na acidez em frutos de banana nanicão, com decréscimo no sexto dia de armazenamento, resultados condizentes com o presente estudo (34).

Viviani e Leal (2007) quando avaliaram bananas sob atmosfera modificada e colheram bananas 'Prata' no inverno apresentando uma acidez titulável (0,64%), porém, quando esta mesma cultivar foi colhida no verão, a acidez titulável foi bem menor (0,33%) (29). Além disso, Siddiq (2012) afirma que a relação SS/AT (média e desvio padrão) é usada como um indicador de qualidade e colheita, pois normalmente os teores de sólidos solúveis aumentam e a acidez diminui à medida que o fruto amadurece, condizente com os achados deste estudo (35).

A relação entre acidez e doçura é fundamental para a aceitação do consumidor. Frutas com um equilíbrio adequado entre acidez e açúcar tendem a ser mais apreciadas. Um aumento na doçura (°Brix) combinado com uma diminuição na acidez pode resultar em um sabor mais agradável e em uma melhor aceitação no mercado (27).O índice de maturação é uma medida que relaciona a doçura (°Brix) e a acidez, fornecendo uma visão geral do estado de maturação do fruto. Um índice de maturação mais alto geralmente indica que a fruta está mais madura e portanto, mais doce.

Segundo os dados da Tabela 4, é possível notar um aumento significativo no índice de maturação ao longo dos dias. Por exemplo, no dia 0, o índice varia de 149,01 a 188,15, enquanto no dia 10, os valores variam de 490,22 a 555,00 2. Esse aumento é um indicativo de que as bananas estão se tornando mais maduras e doces ao longo do tempo. Picanço *et al*., apresentaram o ratio da banana cv. nanica que variou de 22,11 a 70,28 no estádio de maturação avançado da fruta, valores bem abaixo dos resultados encontrados neste estudo (36).

Assim como no °Brix, os diferentes tratamentos (CT P, CT G, OE P, OE G) apresentam variações no índice de maturação. Por exemplo, no dia 3, o tratamento CT P apresenta um índice de 335,28, enquanto o OE G apresenta 314,74. Essas diferenças podem ser atribuídas a como cada tratamento afeta a maturação e a conversão de açúcares e ácidos e os diferentes tamanhos dos frutos. Um índice de maturação elevado é desejável, pois indica que a fruta está em um estado ideal para consumo. A literatura sugere que um índice de maturação acima de um certo limite é preferido para a comercialização de frutas, pois está associado a uma melhor qualidade sensorial e aceitação do consumidor (27).

Assim, o monitoramento do índice de maturação é crucial para a indústria de frutas, pois permite que os produtores e comerciantes determinem o momento ideal para a colheita e a venda. Um índice de maturação adequado pode resultar em melhores vendas e maior satisfação do consumidor.

## CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de uma emulsão composta por óleos essenciais de cravo-da-índia, limão siciliano e tangerina cravo (0,5%) na conservação de bananas nanicas (*Musa spp.*) de diferentes tamanhos, armazenadas por 10 dias a 22 ºC. As bananas pequenas tratadas com a emulsão apresentaram menor perda de massa e melhor manutenção da acidez em comparação com o grupo controle, indicando que os óleos essenciais contribuíram para retardar o processo de maturação e deterioração. Além disso, as análises de pH e °Brix mostraram que as frutas pequenas tratadas mantiveram características organolépticas mais agradáveis, o que é crucial para a aceitação do consumidor.

Esses resultados corroboram a hipótese de que a aplicação de óleos essenciais pode ser uma estratégia eficaz para a conservação de frutas, especialmente em condições de armazenamento que favorecem a maturação acelerada e que frutos maiores tendem a amadurecer mais rápido devido a disponibilidade de nutrientes (açúcares) e ataques de patógenos. Para trabalhos futuros, sugere-se a investigação de diferentes concentrações

de óleos essenciais e a avaliação de sua eficácia em outras variedades de frutas de diferentes tamanhos, bem como a análise de seus efeitos em condições de armazenamento variadas, como temperaturas mais baixas ou ambientes com diferentes níveis de umidade.

**AGRADECIMENTOS**

Agradeço sinceramente à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e à Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas (FACET) pelo apoio contínuo fundamental na execução desta pesquisa e suporte financeiro. Seu apoio foi crucial para a execução deste estudo.

**REFERÊNCIAS**

[1] Kist BB. Anuário brasileiro de horti&fruti 2019. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz; 2018.

[2] Borges IV, Cavalcanti LS, Figueirêdo Neto A, Almeida JRGS, Rolim LA, Lima MAG. Aplicação de revestimento com extratos de jurema preta no controle de antracnose em frutos de manga. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. 2016;17(2):205 216.

[3] Perosa JMY, Pierre FC. Técnicas de pos-colheita e expansão da cultura da manga no estado de São Paulo. Rev Bras Frutic. 2002;24(2):381 384.

[4] Carvalho HA. Utilização da atmosfera modificada na conservação pós-colheita de goiaba Kumagai [(Doutorado em Ciência dos Alimentos]. Universidade Federal de Lavras; 1999.

[5] Mahajan P, Caleb OJ, Singh Z, Geyer CW. Postharvest treatments of fresh produce. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. 2014;372(2017): 20130309.

[6] Li J, Li Y, Dong H. Controlled release of herbicide acetochlor from clay/carboxylmethylcellulose gel formulations. Agricultural and Food Chemistry. 2008;56(4):1336 1342.

[7] Coelho AFS, Carvalho Dias MS, Rodrigues MLM, Leal PAM. Controle pos-colheita da antracnose da banana-prata ana tratada com fungicidas e mantida sob refrigeração. Ciênc agrotec. 2010;34(4):1004 1008.

[8] Sharma P, Shehin VP, Kaur N, Vyas P. Application of edible coatings on fresh and minimally processed vegetables: a review. International Journal of Vegetable Science. 2019;25(3):295 314.

[9] Kaur K, Kaushal S, Rani R. Chemical Composition, Antioxidant and Antifungal Potential of Clove (Syzygium aromaticum) Essential Oil, its Major Compound and its Derivatives. Journal of Essential Oil Bearing Plants.2019;22(5):1195 1227.

[10] Rana IS, Rana AS, Rajak RC. Evaluation of antifungal activity in essential oil of the syzygium aromaticum (l.) by extraction, purification and analysis of its main component eugenol. Brazilian Journal of Microbiology. 2011;42(4):1269 1277.

[11] Oliveira EG, da Silva ME, Teles AM, Mouchrek AN. Atividade antioxidante e antimicrobiana das folhas e frutos de *Citrus limon L. Burn* (limão siciliano). Revista Cubana de Plantas Medicinales. 2018;23(4).

[12] Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Pérez-Álvarez J. Antifungal activity of lemon (*Citrus lemon L.*), mandarin (*Citrus reticulata L.*), grapefruit (*Citrus paradisi L.*) and orange (*Citrus sinensis L.*) essential oils. Food Control. 2018;19(12):1130 1138.

[13] Jayaprakasha GK, Negi PS, Sikder S, Mohanrao LJ, Sakariah KK. Antibacterial Activity of *Citrus reticulata* Peel Extracts. Zeitschrift für Naturforschung C. 2000;11(12):1030 1034.

[14] CEAGESP. Normas de classificação de Banana (*Musa spp*.). São Paulo; 2006.

[15] Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos; 2008.

[16] Maia VM, Salomão LCC, Siqueira RPDL, Mota Filho VJG, Cecon PR. Tipos e intensidade de danos mecânicos em bananas 'prata-anã' ao longo da cadeia de comercialização. Revista Brasileira de Fruticultura. 2008;30(2):365 370.

[17] Matsuura, F. C. A. U.; Folegatti, M. I. da S. Banana: Pós-Colheita. [S.l.], 2001.

[18] Henz G, Moretti C, Calbo A. Pós-colheita de Hortaliças; 2007.

[19] EMBRAPA. Manga para exportação: Procedimentos de colheita e pós-colheita. Série Publicações Técnicas FRUPEX. 1994:1 45.

[20] Maduwanthi S, Marapana R. Biochemical changes during ripening of banana: A review. International Journal of Food Science and Nutrition. 2017;2(5):166 169.

[21] Lemos EEP. A produção de anonáceas no Brasil. 2014;36:77 85.

[22] Chitarra MIF, Chitarra AB. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2nd ed. UFLA; 2005.

[23] Nababo A, Alam F, Hasnain A. Mango kernel starch as a novel edible coating for enhancing shelf- life of tomato (Solanum lycopersicum) fruit. Int J Biol Macromol. 2017;103:581 586.

[24] Mannozzi C, Cecchini J, Tylewicz U, Siroli L, Patrignani F, Lanciotti R, *et al*. Study on the efficacy of edible coatings on quality of blueberry fruits during shelf-life. LWT - Food Science and Technology. 2017;85:440 444.

[25] Brasil. Instrução Normativa n. 37, de 08 de outubro de 2018. Continuação, Anexo II, Parâmetros analíticos e quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta. 2018.

[26] Ribeiro LR, Oliveira LMD, Silva SDOE, Borges AL. Caracterização física e química de bananas produzidas em sistemas de cultivo convencional e orgânico. Rev Bras Frutic. 2012;34(3):774 782.

[27] Kader A. Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California, Agriculture and Natural Resources; 2002.

[28] Santos SB, Silva SO, Amorim EP. Determinação do ponto ideal de consumo de banana cultivar-FHIA-21. In: 50 Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas. Guarapari; 2009.

[29] Viviani L, Leal P. Qualidade pós-colheita de banana Prata Anã armazenada sob diferentes condições. Revista Brasileira de Fruticultura. 2007;29:465 470.

[30] Silva MTNL, Santos APD, Soares AEA, Martins ER. Uso de óleos essenciais em pós-colheita de banana prata. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC. Maceió; 2018.

[31] Moro KIB. Desenvolvimento e caracterização de aguardente de frutas a base de polpa de banana (*Musa spp*.) e de suco de abacaxi (*Ananas comusus L. Merril*) [Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos]. Universidade Federal de Santa Maria; 2016.

[32] Rinaldi MM, Carmo NR, Sales RN. Conservação pós-colheita de banana nanicão e prata. Planaltina; 2010.

[33] Botrel N, Silva OF, Bittencourt AM. Procedimentos pós-colheita. In: Matsuura UFCA, Folegatti MI. Banana. Pós-Colheita. Brasília; 2001. p. 32 39.

[34] Lucena C, Feitosa H, Rosa R, Silva A. Avaliação de tratamentos alternativos na pós-colheita de banana cv.“Nanicão“. Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida. 2004;24(1):93 98.

[35] Siddiq M. Tropical and Subtropical Fruits: Postharvest Physiology, Processing and Packaging. WileyBlackwell Press; 2012.

[36] Picanço NFM, da Silva Arcas A, Faria R, de Moura Santana G, Arruda LC, Rosa JS, *et al*. Características físico–químicas de banana comercializada sob temperatura ambiente em Cuiabá-MT. In: Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos. Campinas: Anais; 2013.

**Capítulo 96**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-96**

# INFLUÊNCIA DE REVESTIMENTOS NATURAIS À BASE DE CARBOXIMETILCELULOSE DE SÓDIO NA VIDA ÚTIL DE OVOS

**Nathaly Calister MORETTO*; Vinicius Nelson Barboza de SOUZA ; Suelen Riquelme CORREA; Laura Aparecida Medeiros FRATARI; Caio Cesar dos OUROS; Rodrigo Garóffalo GARCIA; Silvia Maria MARTELLI**

**Nathaly Calister Moretto – Email: nathymoretto@hotmail.com*

**Resumo:** O ovo de galinha é um alimento amplamente apreciado e consumido, cuja qualidade é influenciada por diversos fatores intrínsecos e extrínsecos. Longos períodos de armazenamento acabam afetam negativamente a qualidade interna dos ovos, resultando em alterações na gema, como mudanças na textura, coloração e opacidade, e no albúmen, como densidade, viscosidade e altura. Considerando isto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a aplicação de coberturas comestíveis à base de carboximetilcelulose de sódio (CMC), com a incorporação de uma emulsão contendo óleo essencial de Menta arvensis L.,visando preservar a qualidade dos ovos para prolongar sua vida útil. Os ovos foram distribuídos em três grupos: grupo controle (CT), CMC 0,5% e CMC 0,5% + OE. Foram armazenados durante 42 dias em temperatura ambiente (25˚C) e submetidos semanalmente a avaliações dos parâmetros de qualidade, incluindo perda de peso, unidade de Haugh (UH) e pH. Os resultados demonstraram que os ovos revestidos com CMC e CMC 0,5% + OE foram mais eficazes na manutenção da qualidade durante o período de armazenamento, com o tratamento CMC 0,5% + OE apresentando resultados mais promissores. Portanto, a aplicação de CMC e OE revela-se um método potencialmente eficaz para prolongar a vida útil de prateleira dos ovos, sem comprometer a qualidade interna do produto.

**Palavras–chave:** biopolímeros; carboximetilcelulose; ovo de galinha;

## INTRODUÇÃO

O ovo de galinha é frequentemente considerado um alimento nutricionalmente completo, equilibrado e rico em proteínas, gorduras insaturadas, vitaminas, minerais, antioxidantes e ácidos graxos. Além de ser uma opção alimentar de baixo custo, apresenta-se como uma alternativa viável para a população de baixa renda (1). No entanto, a qualidade das aves de um determinado dia pode influenciar significativamente o rendimento e, consequentemente, os custos associados à criação de frangos de corte, os quais estão diretamente ligados à qualidade dos ovos incubáveis produzidos nas granjas de matrizes de corte (2).

Os ovos destinados à comercialização "*in natura*", além de perecíveis, são geralmente conservados em temperatura ambiente durante o armazenamento. Ao longo desse período, os ovos começam a sofrer alterações em suas propriedades químicas e funcionais, resultando em prejuízos econômicos significativos para a indústria de ovos (3). O tempo de armazenamento e a temperatura são critérios extremamente importantes, que precisam ser gerenciados com rigor, pois podem influenciar negativamente a qualidade dos ovos, causando alterações em propriedades como altura do albúmen, Unidade Haugh (HU), cor da gema, pH da gema e do albúmen, e resistência da membrana vitelina, entre outros (4).

A comercialização de ovos é influenciada por múltiplos fatores, dentre os quais se destaca o seu curto prazo de validade, o que gera desafios significativos na logística. À vista disso, as indústrias devem adotar novas tecnologias que visem preservar a qualidade interna dos ovos, garantindo assim sua integridade e segurança para o consumo (5). Por essa razão, a utilização de revestimentos biodegradáveis revela-se uma alternativa eficaz para mitigar este problema. Esses revestimentos atuam diretamente na superfície da casca dos ovos e auxiliam no controle das trocas gasosas, as quais são responsáveis por variações no pH, nas proteínas e nas propriedades nutricionais dos ovos (6).

A cobertura comestível é definida como uma camada de revestimento, elaborada a partir de materiais químicos ou biológicos, que é aplicada como uma única membrana fina ou em camadas sobrepostas (layer by layer) na superfície do alimento. Seu propósito é impedir trocas gasosas, bem como perdas ou ganhos de compostos voláteis e aromáticos, retardando, dessa forma, o processo de envelhecimento do produto (7).

Atualmente, existe uma ampla diversidade de compostos disponíveis para a formulação de revestimentos ou filmes comestíveis. A seleção desses compostos depende principalmente da aplicação desejada, visto que o sucesso do revestimento exige propriedades específicas dos materiais utilizados, tais como solubilidade, densidade, viscosidade e tensão superficial (8, 9). Dessa maneira, os revestimentos comestíveis são, em suma, materiais poliméricos e biodegradáveis aplicados diretamente na superfície de interesse, cujas propriedades são determinadas pela composição da solução filmogênica precursora. A matriz polimérica, um componente essencial dessa solução, é o principal

responsável pela estrutura do filme e pode ser classificada em três tipos: polissacarídica, proteica e lipídica (10).

Um bioolímero aniônico derivado da celulose, a carboximetilcelulose (CMC) é comumente encontrado na forma de sal de sódio, podendo ser produzida em condições atmosféricas normais (11). Ela é amplamente empregada em diversas indústrias, incluindo a farmacêutica, alimentícia, agrícola, construção civil, produção de tintas, detergentes, adesivos e cosméticos,devido às suas propriedades físico-químicas, sendo utilizada como agente espessante, estabilizante de fluidos, emulsificante, engomante, agente adesivo, de suspensão e tixotrópico (12).

A característica deste polímero em formar filmes maleáveis e transparentes, que podem ser ajustados para controlar a permeabilidade ao vapor de água e gases, além de sua biodegradabilidade, permitem sua aplicação como um ótimo revestimento comestível em alimentos (13, 14)

Os óleos essenciais (OE) apresentam propriedades hidrofóbicas e contêm substâncias antioxidantes e antimicrobianas, as quais têm o potencial de aprimorar as propriedades das matrizes poliméricas (15). Nesse sentido, o óleo essencial de hortelã *Menta arvensis L*. atua como uma fonte natural de propriedades anti-aflatoxigênicas e antioxidantes, contribuindo para a preservação de alimentos armazenados (16).

Esta pesquisa desenvolveu coberturas comestíveis à base de carboximetilcelulose de sódio (CMC), com a incorporação de uma emulsão contendo óleo essencial de *Menta arvensis L.*. O objetivo principal foi investigar a capacidade dessas coberturas de prolongar a vida útil dos ovos sob refrigeração ao longo de 42 dias de armazenamento em temperatura controlada de 20ºC. Para isso, foram realizadas análises físicas (perda de massa, pH e unidade de Haugh), além de análises estatísticas.

# 1. MATERIAL E MÉTODOS

## 1.1. Material

Para a realização do experimento, os ovos de galinha foram doados pelo curso de Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados – MS (UFGD). Foram selecionados apenas os ovos que estavam em perfeito estado. Para a elaboração das coberturas, foram utilizadas carboximetilcelulose (CMC) de sódio (CAS: 9000-11-17) e óleo essencial *Menta arvensis L.* (CAS: 68917-18-0) da marca Ferquimica.

## 1.2. Elaboração das coberturas

Os revestimentos a base de carboximetilcelulose foram obtidos a partir da solubilização do polímero com concentrações finais de 0,5% (m/v) em água destilada à 40°C, sendo homogeneizados com agitador mecânico (IKA, HS7) a 500 rpm durante 60 minutos, utilizando como plastificante o sorbitol (20% m/m polímero). Foram elaboradas coberturas com e sem adição do óleo essencial. Para melhor incorporação do óleo essencial na matriz polimérica foi elaborada uma emulsão concentrada com o óleo de *Menta arvensis* L. em água destilada e emulsificada com um dispersor ultra-turrax (T25 IKA) a 10.000 rpm por 10 minutos, sendo então adicionada ao tratamento pré-estabelecido até a concentração final de óleo de 0,4% (v/v). As composições de cada tratamento estão descritas na Tabela 1, assim como seus códigos.

Tabela 1- Detalhamento dos componentes e respectivos códigos dos tratamentos aplicados em coberturas comestíveis incorporadas com óleos essenciais.

| **Tratamentos** | **Composição** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Código** | **CMC (g/100mL)** | **Emulsão (g/100mL)** | **Sorbitol (g/100g)** | **Tween 80 (g/100g)** |
| **CT** | - | - | - | - |
| **CMC 0,5%** | 0,5 | - | 0,1 | - |
| **CMC 0,5% + E** | 0,5 | 0,4 | 0,1 | 0,2 |

Os revestimentos foram aplicados pelo método de pincelagem, após a aplicação os ovos foram deixados para secar em temperatura ambiente (25°C). Posteriormente, os ovos foram armazenados em ambiente com temperatura controlada a 20°C, visando simular as condições típicas de armazenamento encontradas em supermercados. O detalhamento do processo de elaboração e aplicação das diferentes coberturas está apresentado na Figura 3.

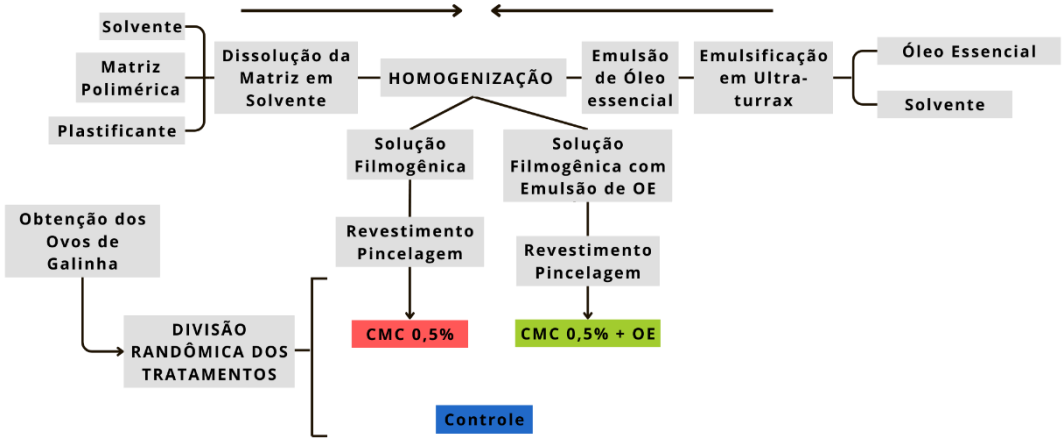



Fig. 3 Metodologia do preparo e da aplicação das coberturas comestíveis nos ovos de galinha.

## 1.3. Perda de massa

A perda de peso foi determinada a partir da pesagem dos ovos em uma balança analítica (Analyser-Mark500) utilizando cinco ovos para cada tratamento por dia de análise. Os resultados foram expressos em porcentagem, relativo ao peso inicial das amostras, conforme descrito (17) utilizando a Equação 1:

$$\% = \frac{P_i - P_f}{P_i} \, x \, 100 \qquad \textbf{Eq. 1}$$

Onde: Pi = Peso inicial do ovo, em g; Pf = Peso final do ovo, em g;

## 1.4. Unidade Haugh (UH)

A qualidade interna do ovo foi medida pela unidade "Haugh", utilizando três ovos de cada tratamento para cada dia de análise, e determinado por meio da Equação 2:

$$UH = 100 * \log(H + 7{,}57 - 1{,}7 * W^{0{,}37}) \qquad \textbf{Eq. 2}$$

em que: H = altura da clara espessa (milímetros); G = constante gravitacional de valor 32; W = peso do ovo (gramas) (18, 19).

## 1.5. Potencial hidrogeniônico (pH) do Albúmen (pH A) e Gema (pH G)

O albúmen e a gema foram separados manualmente e colocados em recipientes individuais e as medidas de pH foram realizadas com um medidor de pH digital (Testo 205), em triplicata para cada tratamento.

## 1.6. Análises Estatísticas

O programa StatSoft, Inc. (2014). STATISTICA (data analysis software system), versão 12, foi utilizado para calcular as análises de variância (ANOVA) e Tukey. O teste de Tukey foi utilizado para determinar diferenças significativas entre as médias das amostras no intervalo de 95% de confiança ($p<0{,}05$), com três repetições, sendo os resultados expressos em média ± desvio padrão (DP).

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os 42 dias de armazenamento dos ovos em temperatura ambiente (25˚C), foram observadas inúmeras reações bioquímicas que resultaram em variações significativas nos valores de perda de peso, UH e pH entre os tratamentos CT, CMC 0,5% e CMC 0,5% + OE. A perda de massa dos ovos é uma das medidas mais importantes no controle de qualidade de ovos frescos durante o armazenamento (20). Os dados médios de perda de massa das amostras são apresentados na Figura 6 e no material Suplementar 1B.

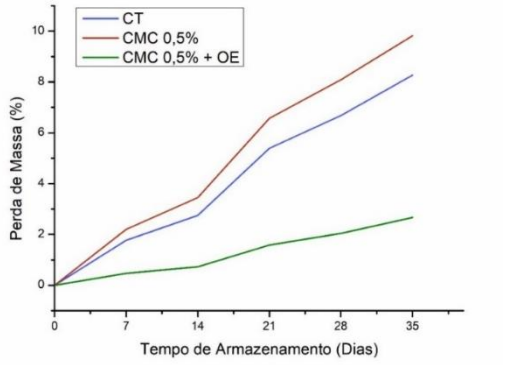



Figura 6. Gráficos de percentual de perda de massa dos tratamentos.

Observando a Figura 6, nota-se que houve perda de peso (P>0,05) durante o período experimental em todos os tratamentos. Os ovos revestidos com CMC 0,5% + OE demonstraram melhor eficácia na manutenção do peso comparados aos do grupo CMC 0,5%, que apresentaram maior perda de peso, seguidos do grupo CT ao longo da pesquisa. A perda de peso ocorre devido ao declínio de água no albúmen, que se acelera com o período de estocagem (21). Isso se deve à transferência de umidade do albúmen para o ambiente externo através dos poros da casca, facilitando a evaporação gradual da água e a liberação de $CO_2$, promovendo assim a perda de peso, a diminuição da UH e o aumento do pH ao longo do tempo (22, 23, 24). A natureza hidrofóbica do OE pode ter auxiliado a reduzir a perda de água durante o período de armazenamento dos ovos.

A UH é uma medida universal amplamente utilizada no controle de qualidade industrial devido à sua facilidade de aplicação e alta correlação com a aparência do ovo quando aberto em uma superfície plana (24). Este método classifica os ovos em qualidade AA (UH ≥ 72), qualidade A (72 > UH ≥ 60), qualidade B (60 > UH ≥ 31) e qualidade C (UH < 30) (6).

Os valores da Unidade Haugh (UH) dos ovos durante o período de armazenamento de 42 dias em temperatura ambiente (25°C) estão na Tabela 2.

| | UH | | |
|---|---|---|---|
| **Dias** | **CT** | **CMC 0,5%** | **CMC 0,5% + OE** |
| **0** | $100,42^{Aa} \pm 3,91$ | $100,42^{Aa} \pm 3,91$ | $100,42^{Aa} \pm 3,91$ |
| **7** | $74,39^{Aab} \pm 8,17$ | $82,13^{Aab} \pm 2,74$ | $82,07^{Ab} \pm 7,00$ |
| **14** | $63,94^{Ab} \pm 10,22$ | $91,73^{Abc} \pm 14,54$ | $79,20^{Ab} \pm 3,61$ |
| **21** | $71,71^{Ab} \pm 3,81$ | $77,48^{Aab} \pm 4,40$ | $58,59^{Ab} \pm 11,37$ |
| **28** | $66,12^{Ab} \pm 12,41$ | $81,71^{Aabc} \pm 6,09$ | $64,94^{Ab} \pm 8,19$ |
| **35** | $67,41^{Ab} \pm 12,00$ | $64,78^{Ac} \pm 1,31$ | $67,54^{Ab} \pm 7,50$ |
| **42** | $50,83^{Bb} \pm 14,09$ | $78,71^{Abc} \pm 1,98$ | $63,67^{ABb} \pm 5,83$ |

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade (P>0,05) pelo teste de Tukey. ** Letras maiúsculas comparam médias na horizontal (entre tratamentos em um mesmo dia), enquanto que letras minúsculas comparam médias na vertical (entre os dias em um mesmo tratamento). Os dados são apresentados como média ± desvio padrão.

Ovos armazenados entre 5°C e 29°C têm sua qualidade comprometida, especialmente no albúmen, devido à quebra das ligações proteicas, resultando em declínio nos resultados de UH para todos os tratamentos (25). À medida que o período de armazenamento aumentava, observou-se uma diminuição gradual nos valores de UH nos ovos revestidos e uma diminuição mais acentuada nos ovos controle. No último dia de armazenamento, os valores médios da UH diminuíram de 100,42 para 50,83 nos ovos CT, enquanto os valores médios de CMC 0,5% (78,71) e CMC + OE (63,67) permaneceram similares após sete dias de armazenamento, ambos sendo considerados de qualidade AA segundo o padrão americano de classificação de ovos (6). O tratamento CMC 0,5% apresentou menor diminuição no valor de UH em relação ao controle, indicando o potencial dessa cobertura em manter a altura do albúmen e, consequentemente, sua qualidade. (26) utilizaram coberturas comestíveis baseadas em amido de mandioca e de inhame em ovos de galinha, demonstrando resultados que corroboram os evidenciados nesta pesquisa, uma vez que os ovos tratados com coberturas polissacarídicas apresentaram melhor preservação nos valores de UH.

A diminuição do índice de albúmen ocorre ao longo do armazenamento devido à liquefação da albumina presente no albúmen, causando a queda de sua altura e reduzindo a UH (24). Constatou-se diferenças estatísticas significativas, com os valores de CMC 0,5% sendo superiores aos dos outros tratamentos, mantendo sua qualidade A ao longo das análises. O tratamento CT manteve sua qualificação A até o trigésimo quinto dia, mas no quadragésimo segundo dia alterou-se para qualidade B, enquanto o tratamento

CMC+OE manteve qualidade AB desde a primeira semana até a última. O CMC provavelmente criou uma barreira que dificulta a perda de água e a saída de $CO_2$, conservando a qualidade do albúmen, resultando em maior altura da clara e, consequentemente, UH mais elevada (27).

O tratamento controle (CT) manteve um valor médio de UH entre 72 e 60 durante 35 dias, sendo classificado como qualidade A; entretanto, na última semana, houve uma queda nos valores de UH abaixo de 60, passando a ser classificado como qualidade B. Já os tratamentos com CMC 0,5% e CMC + OE demonstraram variação nos valores de UH ao longo do experimento, mas ambos foram classificados como qualidade A na última semana. Portanto, os tratamentos CMC e CMC+OE foram eficientes no retardamento da entrada de gases que facilitam a degradação da albumina, sendo o CMC 0,5% mais eficaz que o CMC + OE.

Alterações no pH dos ovos durante armazenamento demonstram gradativa liquefação do albúmen (28). Inicialmente, o pH do albúmen em ovos recém-postos varia entre 7,6 e 7,9; no entanto, com o tempo, esse valor tende a aumentar, podendo alcançar até 9,5 (24). Durante o armazenamento, a liberação de $CO_2$ pelos poros da casca do ovo contribui para o aumento do pH do albúmen (23). A variação do pH da gema também é observada durante o armazenamento. O pH da gema de ovos recém-postos situa-se em torno de 6,0; no entanto, ao longo do armazenamento, esses valores podem variar de 6,4 a 6,9 (29). Os valores de pH do albúmen e da gema para cada tratamento estão apresentados nas Figuras 4 e 5 e no material Suplementar 1A.

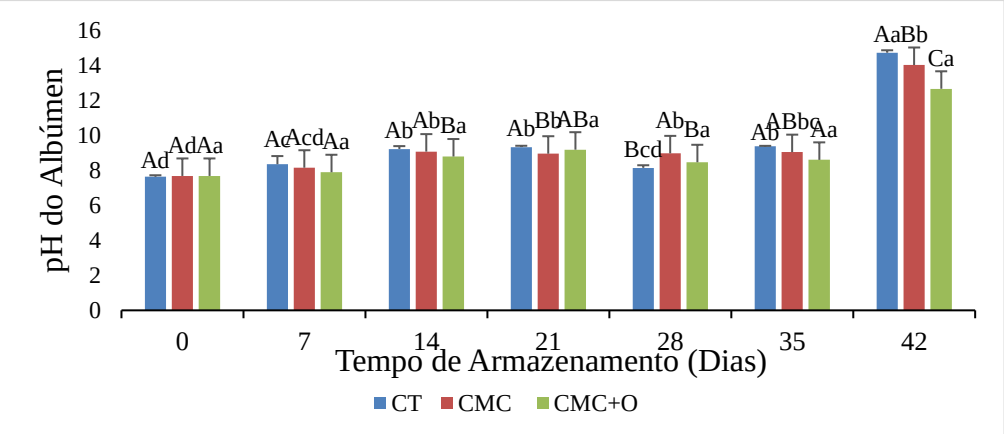



Figura 4 - Correlação entre os valores dos pH da clara de ovos armazenados a 25°C, por períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42) dias de armazenamentos, respectivamente).

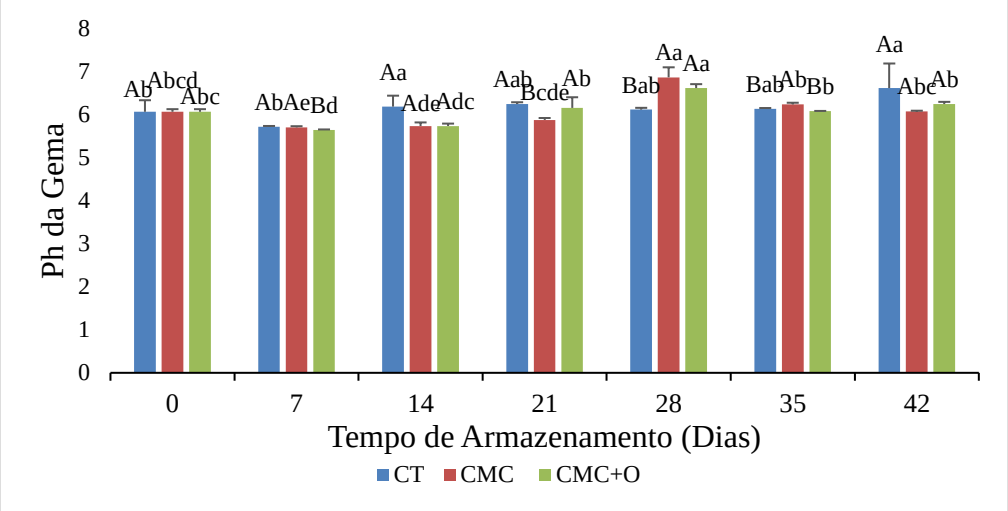



Figura 5 - Correlação entre os valores dos pH da gema de ovos armazenados a 25°C, por períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42) dias de armazenamentos, respectivamente).

Observa-se que os valores de pH do albúmen dos ovos aumentaram ao longo das análises. O pH dos ovos CT elevou-se de 7,64 para 14,72 durante todo o período de análise. O tratamento com CMC apresentou um aumento de 7,64 para 14,02, enquanto o tratamento com CMC+OE aumentou de 7,64 para 12,66. Por outro lado, o pH da gema mostrou uma pequena alteração (P>0,05) durante o período de armazenamento. O pH dos ovos CT aumentou de 6,06 para 6,60; o tratamento com CMC 0,5% variou de 6,06 para 6,07; e o tratamento com CMC+OE aumentou de 6,06 para 6,24.

Essas variações no pH de cada tratamento ocorreram devido à perda de água, que provoca alterações na viscosidade do albúmen por liquefação. Isso permite a migração da água da clara para a gema em função da pressão osmótica, resultando em uma diminuição da altura e do percentual do albúmen, tornando-o mais alcalino com o tempo (30).

Por ser um polissacarídeo, a CMC apresenta propriedades hidrofílicas que não impedem eficazmente a evaporação, resultando em propriedades precárias como barreira de umidade, apesar de uma permeabilidade seletiva ao $O_2$ e $CO_2$, além de resistência à óleo (31). Apesar dos inúmeros benefícios das coberturas polissacarídicas, como proteção mecânica e controle microbiano, elas não são as mais indicadas para reduzir a perda de umidade em alimentos. No entanto, o CMC 0,5% foi eficaz na prorrogação da liquefação do albúmen, resultando em uma pequena diminuição da UH e, consequentemente, obtendo pouca elevação no pH ao longo do tempo.

Coberturas com maior caráter hidrofóbico, como as baseadas em lipídios, seriam mais eficazes nesse aspecto (32). Revestimentos polissacarídicos com adição de

óleo essencial, devido às suas propriedades hidrofóbicas, podem aprimorar as características das matrizes poliméricas, proporcionando uma menor perda de massa nos ovos durante o armazenamento. Esse tratamento potencializa o efeito de barreira, auxiliando na formação do revestimento e mantendo a qualidade do albúmen e da gema intactas. Essa proteção adicional resulta em uma menor perda de massa ao longo dos tempos (33). Diante disso, foi notado que no decorrer das análises, o tratamento CMC 0,5% + OE além de impossibilitar a perda de peso, também obteve ótimos resultados tanto na UH quanto no pH.

## 3. CONCLUSÕES

Conclui-se, portanto, que essa análise constatou que a utilização de CMC 0,5% e CMC 0,5% + OE influencia significativamente a qualidade interna e a preservação da vida de prateleira do produto durante o armazenamento. As análises realizadas, incluindo a UH, pH e perda de peso evidenciaram que os tratamentos com CMC 0,5% e CMC 0,5% + OE promoveram uma maior prevenção na qualidade dos ovos em comparação ao grupo CT.

Precisamente, os ovos tratados com CMC 0,5% manifestaram uma menor redução nos valores UH, além de garantir uma elevada qualidade do albúmen durante o período de armazenamento. Em contrapartida, o CMC 0,5%+ OE além de manter a qualidade do albúmen, diminuiu também a perda de peso dos ovos, por conta de suas propriedades hidrofóbicas concedidas pelo óleo essencial.

Já a análise de pH comprovou que os ovos dos grupos com revestimentos obtiveram uma menor alteração, quando comparados com o grupo CT que mostrou um aumento mais acentuado no pH do albúmen, estando relacionado com a perda de $CO_2$ e umidade durante o armazenamento. Sendo confirmado através da analise visual, onde o grupo CT demonstrou maios deteriorações, enquanto que os grupos tratados com CMC 0,5% e CMC 0,5% +OE tiveram melhores características visuais do albúmen e da gema.

Com isso, fica claro que os revestimentos a base de CMC, principalmente quando adicionados óleo essencial *Menta arvensis* L. tem a capacidade de preservar a qualidade interna dos ovos ao longo do tempo. Essas coberturas comestíveis, acabam gerando uma barreira protetora, que dificulta a perda de água e a liberação de $CO_2$, resultando assim, em uma menor degradação das propriedades visuais e físicas do albúmen e da gema, e consequentemente, em um aumento de vida útil dos ovos.

## 4. AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo apoio contínuo e imprescindível na realização desta pesquisa, bem como pelo suporte financeiro concedido a CAPES.

## REFERÊNCIAS

1. Rodrigues, J. C.; Oliveira, G. D. S; Santos, V. M. D. (2019). Manejo, processamento e tecnologia de ovos para consumo. Nutritime Revista Eletrônica, 16(2): 8400-8418. Scheurmann, G. N.; Rosa, P. S. (2017). Ovo, um alimento nutritivo, saudável e delicioso. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166224/1/final8684.pdf.
2. CARVALHO, T. M. R. DE et al. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 351–361, 1 abr. 2011.
3. Illera, A. E., et al. (2023). "Effect of high voltage atmospheric cold plasma on chicken eggs quality during refrigerated storage." Food Bioscience **53**: 102754.
4. MH Lee, E. C., ES Choi, MH Bang, SH Sohn (2016). "O efeito do período de armazenamento e da temperatura na qualidade dos ovos comerciais." Jornal Coreano de Ciência Poultry **43**: 4.
5. Carvalho, J. X. d. C. R. O. S. F. Q. M. R. V. d. B. F. M. C. d. C. A. M. X. d. (2013). Extensão da vida de prateleira de ovos pela cobertura com própolis. Semina: Ciências Agrárias, Londrina. **34:** 5.
6. Caner, C. and M. Yüceer (2015). "Efficacy of various protein-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs during storage." Poultry Science **94**(7): 1665-1677.
7. Jurić, M., et al. (2024). "Technological advancements in edible coatings: Emerging trends and applications in sustainable food preservation." Food Bioscience **58**: 103835.
8. Costa, M. J., et al. (2018). "Use of edible films and coatings in cheese preservation: Opportunities and challenges." Food Res Int **107**: 84-92.
9. HARSHIT RAJIAL; VARMA, S. Edible Coatings: A Novel Approach to Extending the Shelf Life of Fruits and Vegetables. **Journal of Advances in Biology & Biotechnology**, v. 27, n. 7, p. 25–37, 3 jun. 2024.
10. Lacroix, M. and K. D. Vu (2014). Chapter 11 - Edible Coating and Film Materials: Proteins. Innovations in Food Packaging (Second Edition). J. H. Han. San Diego, Academic Press**:** 277-304.
11. Klemm, D. O., et al. (1998). Comprehensive cellulose chemistry. Volume 1: Fundamentals and analytical methods.
12. Heinze, T. and A. Koschella (2005). "Solvents applied in the field of cellulose chemistry - a mini review." Polimeros-ciencia E Tecnologia **15**: 84-90.
13. Ramos, F. J., & I. Ayala Hernandez. (2019). Synergic Effects on the Viscosity of Sodium Carboxymethylcellulose in Mixtures with Xanthan, Guar and Tara Gum. Springer EBooks, 113–117. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27701-7_24
14. Bourbon, A. I., Costa, M. J., Maciel, L. C., Pastrana, L., Vicente, A. A., & Cerqueira, M. A. (2021). Active Carboxymethylcellulose-Based Edible Films: Influence of Free and Encapsulated Curcumin on Films' Properties. Foods, 10(7), 1512. https://doi.org/10.3390/foods10071512
15. Ju, J., et al. (2019). "Application of edible coating with essential oil in food preservation." Critical Reviews in Food Science and Nutrition **59**(15): 2467-2480.
16. Ashok Kumar, R. S., Priyanka Singh, Amit K Singh, Nawal K Dubey (2009). "Use of essential oil from Mentha arvensis L. to control storage moulds and insects in stored chickpea." Journal of the Science of Food and Agriculture **89**.
17. Yüceer, M., et al. (2016). "Ozone treatment of shell eggs to preserve functional quality and enhance shelf life during storage." J Sci Food Agric **96**(8): 2755-2763.

18. ROMANOFF, A.L.; ROMANOFF, A.J. **The avian egg** 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1963. 918p.
19. SILVERSIDES, F.G.; TWIZEYIMANA, F.; VILLENEUVE, P. A study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. **Poultry Science Journal,** v.72, n.4, p.760-764, 1993.
20. SUPPAKUL, P.; JUTAKORN, K.; BANGCHOKEDEE, Y. Efficacy of cellulose-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs. **Journal of Food Engineering**, v. 98, n. 2, p. 207–213, maio 2010.
21. RÊGO, I.O.P.; CANÇADO, S.V; FIGUEIREDO, T.C.; MENEZES, L.D.M.; OLIVEIRA, D.D.; LIMA, A.L.; CALDEIRA,L.G.M.; ESSER, L.R. Influência do período de armazenamento na qualidade do ovo integral pasteurizado refrigerado. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 64, n.3, p.735-742. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352012000300027&script=sci_arttext.
22. CHERIAN, G.; LANGEVIN, C.; AJUYAL, A.; LIEN, K.; SIM, J.S. Research note: Effect of storage conditions and hard cooking on peelability and nutrient density of white and brown shelled eggs. Poultry Science, v.69, p.1614-1616, 1990.
23. FIGUEIREDO, T. C. et al. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 3, p. 712–720, jun. 2011.
24. ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. Scientia Agricola, Piracicaba, v.58, n. 4, p. 681-685, Dec. 2001. DOI: 10.1590/S0103-90162001000400005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162001000400005&lng=en&nrm=iso.
25. Shin, Daekeun, Carlos Narciso-Gaytán, Joe Mac Regenstein e Marcos X. Sanchez-Plata. "Efeito de várias temperaturas de refrigeração na qualidade de ovos com casca." Journal of the science of food and agriculture 92 7 (2012): 1341-5.
26. Mota, A. S. B., Lima, P. M. S., Silva, D. S., Abreu, V. K. G., Freitas, E. R., & Pereira, A. L. F. (2017). Internal quality of eggs coated with cassava and yam starches. Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences, 12(1), 47–50. https://doi.org/10.5039/agraria.v12i1a5420
27. SCHMIDT, G. S.; FIGUEIREDO, E. A. P. DE; AVILA, V. S. DE. Incubação: estocagem dos ovos férteis. **www.infoteca.cnptia.embrapa.br**, 2002.
28. LOPES, L . L. A.; SILVA, Y. L.; NUNES, R. V.; TAKAHASHI, S. E.; MORI, C. Influência do tempo e das condições de armazenamento na qualidade de ovos comerciais. Revista eletrônica de Medicina Veterinária. n. 18. 2012. Disponível em: http://www.revista.inf.br/veterinaria18/artigos/art11.pdf. Acesso em: 23 out. 2012.
29. Oliveira, B. L., and D. D. Oliveira. "Egg quality and technology." *UFLA: Lavras* (2013): 223.
30. SCOTT, T.A.; SILVERSIDES, T.B. The effect of storage and strain of hen on egg quality. **Poultry Science**, v.79, p.1725-1729, 2000.
31. Wang, W., Wang, C., Liu, X., Zhang, L., Hu, Y., Chen, J., Li, J., & Liu, W. (2023). Evaluation of the application effect of visual indicator coatings based on H2S for predicting the shelf-life of eggs. *Food Packaging and Shelf Life*, *39*, 101156. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2023.101156
32. ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. DE. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87–97, jun. 2014.

33. JU, J.; XIE, Y.; GUO, Y.; CHENG, Y.; QIAN, H.; YAO, W. Application of edible coating with essential oil in food preservation. Critical Reviews In Food Science And Nutrition, [S.L.], v. 59, n. 15, p. 2467-2480, 30 dez. 2018. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2018.1456402

## 34. MATERIAL SUPLEMENTAR

**Suplementar 1ª**

| **pH - CLARA** | | | |
|---|---|---|---|
| **Dias** | **CT** | **CMC 0,5%** | **CMC 0,5% + OE** |
| **0** | $7,64^{Ad} \pm 0,08$ | $7,64^{Ad} \pm 0,08$ | $7,64^{Aa} \pm 0,08$ |
| **7** | $8,35^{Ac} \pm 0,46$ | $8,15^{Acd} \pm 0,63$ | $7,89^{Aa} \pm 0,81$ |
| **14** | $9,22^{Ab} \pm 0,16$ | $9,07^{Ab} \pm 0,09$ | $8,79^{Ba} \pm 0,03$ |
| **21** | $9,33^{Ab} \pm 0,07$ | $8,95^{Bb} \pm 0,12$ | $9,18^{ABa} \pm 0,19$ |
| **28** | $8,14^{Bcd} \pm 0,15$ | $8,97^{Ab} \pm 0,06$ | $8,46^{Ba} \pm 0,18$ |
| **35** | $9,38^{Ab} \pm 0,02$ | $9,04^{ABbc} \pm 0,49$ | $8,60^{Aa} \pm 0,01$ |
| **42** | $14,72^{Aa} \pm 0,14$ | $14,02^{Bb} \pm 0,41$ | $12,66^{Ca} \pm 0,32$ |
| **pH - GEMA** | | | |
| **Dias** | **CT** | **CMC 0,5%** | **CMC 0,5% + OE** |
| **0** | $6,06^{Ab} \pm 0,26$ | $6,06^{Abcd} \pm 0,06$ | $6,06^{Abc} \pm 0,06$ |
| **7** | $5,71^{Ab} \pm 0,02$ | $5,70^{Ae} \pm 0,02$ | $5,64^{Bd} \pm 0,01$ |
| **14** | $6,18^{Aa} \pm 0,25$ | $5,73^{Ade} \pm 0,08$ | $5,73^{Adc} \pm 0,05$ |
| **21** | $6,24^{Aab} \pm 0,04$ | $5,87^{Bcde} \pm 0,04$ | $6,15^{Ab} \pm 0,24$ |
| **28** | $6,11^{Bab} \pm 0,04$ | $6,86^{Aa} \pm 0,23$ | $6,61^{Aa} \pm 0,09$ |
| **35** | $6,13^{Bab} \pm 0,01$ | $6,23^{Ab} \pm 0,04$ | $6,08^{Bb} \pm 1,08$ |
| **42** | $6,6^{Aa} \pm 0,57$ | $6,07^{Abc} \pm 0,01$ | $6,24^{Ab} \pm 0,05$ |

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade (P>0,05) pelo teste de Tukey. ** Letras maiúsculas comparam médias na horizontal (entre tratamentos em um mesmo dia), enquanto que letras minúsculas comparam médias na vertical (entre os dias em um mesmo tratamento). Os dados são apresentados como média ± desvio padrão.

**Suplementar 1B**

| **Perda de Peso** | | | |
|---|---|---|---|
| **Dias** | **CT** | **CMC 0,5%** | **CMC 0,5% + OE** |
| **7** | $1,77^{Ae} \pm 0,10$ | $2,27^{Acd} \pm 0,62$ | $0,47^{Bb} \pm 0,37$ |
| **14** | $2,75^{Ad} \pm 0,15$ | $3,45^{Abcd} \pm 0,96$ | $0,73^{Bab} \pm 0,58$ |
| **21** | $5,39^{Ac} \pm 0,27$ | $6,57^{Aabc} \pm 1,88$ | $1,58^{Bab} \pm 1,12$ |
| **28** | $6,68^{Ab} \pm 0,34$ | $8,09^{Aab} \pm 2,31$ | $2,04^{Bab} \pm 1,37$ |
| **35** | $8,27^{ABa} \pm 0,42$ | $9,82^{Aa} \pm 2,82$ | $2,67^{Ba} \pm 1,66$ |

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade (P>0,05) pelo teste de Tukey. ** Letras maiúsculas comparam médias na horizontal (entre tratamentos em um mesmo dia), enquanto que letras minúsculas comparam médias na vertical (entre os dias em um mesmo tratamento). Os dados são apresentados como média ± desvio padrão.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

**Capítulo 97**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-97**

# AVALIAÇÃO CENTESIMAL E DE COMPOSTOS FENÓLICOS DE *BLEND* DE FARINHAS DO BAGAÇO DE MALTE

**Williames Fabio de Souza Bezerra Filho*; Flavia Isaura Soares de Lima; Thatiane Maria Soares de Sousa; Iris Barbosa de Souza**

**Autor correspondente – Email: williamesfabio_2001@outlook.com*

**Resumo:** A indústria de cerveja tem sido responsável por uma alta geração de resíduos, sendo estimado um total de 20 kg de bagaço de malte o para produção de 1 L de cerveja, que estão disponíveis anualmente devido a produção em fluxo contínuo. O bagaço de malte apresenta sem sua composição altos valores de fibras e proteínas, passíveis de serem reaproveitados em formulações alimentícias. Logo o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento, análise centesimal e de compostos fenólicos do *blend* de bagaço de malte, que foi obtido pela mistura de três tipos de resíduos (*IPA*, *APA* e *Stout*). O experimento foi realizado na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE, nos Laboratórios Multiusuários de Ciência e Tecnologia de Alimentos - LACTAL. A farinha do bagaço de malte obtida, foi analisada quanto aos parâmetros de umidade e cinzas segundo as metodologias propostas pelo Instituto Adolfo Lutz, proteínas e lipídeos seguindo as metodologias referenciadas por Detmann *et al.*, carboidratos realizados pelo método da diferença em relação ao demais constituintes e compostos fenólicos por metodologia adaptada de Perin e Schott. O *blend* de farinha analisado apresentou 5,68% de umidade, 2,50% de cinzas, 18,84% de proteínas, 10,05% de lipídeos e 71,93% de carboidratos. Em relação aos compostos fenólicos, foi encontrado 1,12 EAG mg/g. O *blend* de farinha do bagaço de malte produzido no estudo apresentou-se estável físico-quimicamente para utilização na produção de novos produtos, com alto valor nutricional agregado, destacando-se o alto teor de proteínas encontrado.

**Palavras–chave:** composição centesimal; farinha; resíduo de malte; subprodutos agroindustriais.

## INTRODUÇÃO

A atividade industrial tem sido responsável pela grande quantidade de resíduos gerados, porém uma boa parte tem grande potencial de reaproveitamento em diversos segmentos industriais. No setor alimentício, a indústria cervejeira tem como maior e principal resíduo, o bagaço de malte, oriundo do processo de filtração do mosto cervejeiro (1).

Segundo os dados apresentados pelo Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja - SINDICERV (2), o Brasil apresenta fortes atividades no setor produtivo, consolidando-se como o terceiro maior produtor mundial de cerveja, ficando atrás apenas da China e dos Estados Unidos, com uma produção de 15,1 bilhões de litros/ano, contribuindo com 2% do PIB do país, totalizando mais de 2 milhões de empregos gerados, de forma direta e indireta.

Com a crescente atividade do setor produtivo, a geração de resíduos tem sido abundante o ano todo, gerando preocupações ambientais, quando destinado de maneira irregular no meio ambiente. Estima-se que para cada 100 L de cerveja produzidos, são gerados 20 kg de bagaço de malte (3), que em fluxo contínuo de produção, gera um montante considerável.

O resíduo de malte apresenta potencial para reaproveitamento na dieta humana, por apresentar em sua composição, altos valores de fibras e proteínas, além de compostos bioativos (4), sendo possível a inserção em formulações alimentícias por meio da secagem e processamento em farinha, podendo ser adicionado ou substituído parcialmente ou totalmente por outro tipo de farinha em formulações de pães, biscoitos, entre outros panificáveis.

A utilização de resíduos agroindustriais para produção de farinha apresenta viabilidade, por se tratar de uma matéria prima de baixo custo e com valor nutricional agregado, proporcionando tecnologias alternativas para a indústria. Vale salientar, que as características obtidas no produto final irão depender do tipo de cevada, das condições de colheita, tipo de lúpulo utilizado e o tipo de cerveja produzido (5).

Tendo em vista a grande oferta anual do resíduo de malte e o seu alto valor nutricional para alimentação humana, este estudo teve como objetivo desenvolver e avaliar a composição fisico-química do *blend* de farinha do bagaço de malte produzida a partir de resíduos cervejeiros artesanais oriundos do município de Garanhuns - PE.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE, no prédio de Laboratórios Multiusuários de Ciência e Tecnologia de Alimentos - LACTAL, situados na cidade de Garanhuns-PE.

O resíduo cervejeiro foi cedido de produções artesanais realizadas no Laboratório de Fenômenos de Transportes e Operações Utilitárias do LACTAL/UFAPE, sendo elas do tipo *IPA*, *APA* e *Stout*. Após a coleta, as amostras foram fracionadas em 600 gramas, armazenadas em embalagens plásticas sob congelamento (-30°C), permanecendo até o momento da secagem.

A secagem foi realizada no Laboratório de Cereais e Panificação do LACTAL/UFAPE, em estufa de secagem com circulação e renovação de ar de marca Limatec (modelo LT 100 CR), à 72 °C por 4h45min. O processamento em farinha foi realizado em um moedor de café de uso doméstico de marca Cadence (modelo MDR 302), em porções de 40 gramas por 60 segundos, sendo padronizada em peneira de uso doméstico com abertura de 0,5 milímetros, sendo as três amostras (IPA, APA e *Stout*) misturadas uniformemente para formação de um *blend* de farinha do bagaço de malte. O *blend* formado foi armazenado em embalagem plástica selada a vácuo e acondicionada sob congelamento (-30°C) até o momento das análises.

As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos do LACTAL/UFAPE, onde a farinha foi analisada quanto os parâmetros de umidade em estufa de secagem a 105 °C, até obtenção do peso constante, e cinzas em mufla a 550 °C por 4 horas, conforme as metodologias propostas pelo manual de Métodos Físico-Químicos Para Análise de Alimentos do Instituto do Adolfo Lutz (6). O teor de lipídeos foi determinado pela extração em aparelho Soxhlet, utilizando hexano como solvente orgânico, e a quantificação de proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl considerando o fator de conversão de 6,25, adaptando as metodologias referenciadas por

Detmann *et al.* (7) no manual de Métodos para Análise de Alimentos do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal.

O teor de carboidratos incluindo fibras foi determinado por meio da diferença, subtraindo de 100 o teor de proteínas, cinzas, umidade e lipídeos encontrado por meio das análises realizadas. Já o quantitativo de compostos fenólicos foi determinado seguindo metodologia adaptada de Perin e Schott (8) utilizando reagente de Folin-Ciocalteau por leitura em espectrofotômetro (modelo NOVA 2000-UV) a 765 nm, sendo resultado final expresso em EAG mg/g de alimento para matéria seca.

Todas as análises foram realizadas em triplicata com base em uma amostragem. Os resultados obtidos foram tabulados no *softwar*e Excel, para obtenção das médias e desvio padrão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 está representado o *blend* de farinha do bagaço de malte produzido, fracionado e já embalado para armazenamento.




Figura 1 – *Blend* de farinha do bagaço de malte produzido pronto para armazenamento.

O *blend* apresentado foi formulado depois de processar os resíduos cedidos das produções ocorridas no LACTAL/UFAPE como matéria-prima base para o andamento do estudo. Na sequência são apresentados, na Tabelas 1, os dados de cada um dos resíduos adquiridos, incluindo os dados do *blend* de farinhas obtido, denominado FRM.

Tabela 1 – Informações sobre o *blend* de farinha de bagaço de malte produzido.

| **Amostra de Bagaço de Malte** | **Tipo de Cerveja** | **Recebimento** | **Farinha produzida (g)** | **(%)** | **Umidade (%)** |
|---|---|---|---|---|---|
| SC | *APA* | novembro/2023 | 618,30 | 28,38 | 5,68 |
| MC | *IPA* | novembro/2023 | 967,50 | 44,42 | 7,93 |
| BP | *Stout* | dezembro/2023 | 592,61 | 27,20 | 5,32 |
| **Farinha final (FRM)** | *Blend* | - | 2.178,41 | 100 | 5,68 |

O *blend* denominado FRM, composto por resíduos de cervejas dos tipos *APA*, *IPA* e *Stout*, rendeu 2.178,41 gramas e apresentou umidade de 5,68%. O mesmo foi embalado à vácuo, em porções de aproximadamente 500 gramas, e submetido à armazenamento sob congelamento até o momento da realização de suas análises. A Tabela 2 apresenta os resultados da composição centesimal do *blend* de farinhas (FRM) produzido.

Tabela 2 – Resultados da composição centesimal do *blend* de farinhas (FRM) produzido.

| **Parâmetros** | ***Blend* FB** |
|---|---|

| | |
|---|---|
| Umidade (%) | 5,68 ± 0,43 |
| Cinzas (%) | 2,50 ± 0,04 |
| Proteínas (%) | 18,84 ± 0,68 |
| Lipídios (%) | 10,05 ± 0,16 |
| *Carboidratos (%) | 71,93 |
| **Fenólicos totais (EAG mg/g) | 1,12 |

**Legenda:** * O teor de fibras está incluso com valor de carboidratos; ** Teor de equivalente de ácido gálico em base seca.

A vida de prateleira de farinhas com percentuais de umidade mais altos terá adversidades. Logo, o teor máximo de umidade para farinha, de acordo com a RDC Nº 711/2022, é de no máximo 15% (9). O percentual de umidade apresentado pelo *blend* FRM foi de 5,68%, estando dentro do padrão estabelecido por legislação e menor que o teor da farinha de bagaço de malte, processada a 50°C/24h estufa de circulação de ar, por Almeida (4), que foi de 6,32%. Já Rigo e colaboradores (10), avaliando a composição centesimal de sua farinha de bagaço de malte encontraram um teor menor, em comparação ao *blend* produzido neste estudo, de 5,2% para umidade, isso porque a secagem do resíduo foi realizada a 70°C/38h em secador de bandejas de fluxo ascendente de ar. Portanto, o binômio (tempo/temperatura) e o equipamento utilizado para secagem do material influenciaram no teor final de umidade pós-processamento.

O teor de cinzas está sujeito às práticas de colheita e maltagem dos grãos e ao fato de que durante o processo de combustão alguns minerais voláteis podem ser perdidos (11). O valor de cinzas encontrado para FRM foi de 2,50%. Carvalho *et al*. (12) encontraram o valor de 2,74%, caracterizando o farelo do bagaço de malte. Além disso, os teores de cinzas encontrados para ambas farinhas são maiores quando comparado com o valor apresentado pela farinha de aveia, que varia entre 1,13 a 1,30% e são maiores em relação a farinha de trigo, que possui teor de 0,8% (13;14;15). Nocente et al (16) alegam que altos valores de cinzas estão atrelados a presença de pericarpo e casca na farinha produzida.

Pela determinação do valor proteico, pôde-se observar conforme a Tabela 2, que o *blend* obtido apresenta em sua composição 18,84% de proteínas. Conforme análises realizadas, Wust (1) obteve um percentual de 17,37% de proteínas para sua farinha do bagaço de malte, a partir do resíduo oriundo de produção de cerveja do tipo *APA.* Glüguer e Gurak (17), encontraram 16,61% de proteínas para sua farinha do bagaço de malte.

Quando comparado a farinha de trigo, o *blend* produzido possui valor proteico superior, pois, em sua composição, a farinha de trigo apresenta um percentual de 10,7% de proteínas (15). Logo, o desenvolvimento de formulações alimentícias com substituição, parcial ou total, da farinha de trigo pela farinha do bagaço de malte acarretará em um alimento com um maior valor proteico. Esse comportamento é evidenciado na pesquisa realizada por Glüguer e Gurak (17), onde seus biscoitos desenvolvidos com substituição parcial da farinha do bagaço de malte, em percentuais de 0 e 50%, obtiveram respectivamente 9,82 e 12,62 % de proteínas, resultando em um aumento de 2,8%. O mesmo aconteceu para o pão desenvolvido por Kuiavski e coautores (18), em sua formulação de pão com adição de 12,5% do bagaço de malte, o valor de proteínas foi de 8,56 para 10,9%.

No perfil de ácidos graxos presentes no bagaço de malte, destacam-se os insaturados, sendo eles o ácido oleico, linoleico e linolênico e os saturados ácido palmítico e o esteárico (4). No *blend* desenvolvido no presente estudo foi encontrado 10,05% de lipídeos, sendo o mesmo superior ao encontrado por Glüguer e Gurak (17), que foi de 4,79%. Conforme apresentado por Wust (1), o percentual de lipídeos poderá

sofrer alteração de acordo com o tipo de cerveja que foi originário o resíduo para compor a farinha, tendo suas amostras diferido entre 4,66 e 5,18, para os tipos *APA* e *Saison*, respectivamente.

Os compostos fenólicos estão relacionados à capacidade antioxidante e são encontrados em diversas matérias-primas vegetais e seus derivados, visto que esses compostos são sintetizados de forma natural e são benéficos para conservação dos alimentos e para saúde humana, auxiliando no combate aos radicais livres, que promovem patologias ao organismo. Do ponto de vista sensorial esses componentes podem vir a influenciar a intensidade da cor e a adstringência do alimento (4).

Conforme Almeida (4), o bagaço de malte tem se apresentado como fonte de compostos fenólicos com potencial de serem reaproveitados, visto que, em sua maioria, os compostos fenólicos estão presentes em maior quantidade na casca do grão de cevada, sendo o resíduo cervejeiro composto em maior quantidade por cascas, pericarpo e sementes, então grande parte dos compostos fenólicos são conservado após a etapa de mosturação.

O bagaço de malte *in natura* analisado por Almeida (4) apresentou 3,80 EAG mg/g, em base seca. Costa (19) encontrou 1,40 EAG mg/g, em base seca, presente em sua farinha do bagaço de malte produzida a 60°C/10h, valor maior que o encontrado para o *blend* analisado nesta pesquisa, produzido a 72°/4h45min, apresentando 1,12 EAG mg/g, mas que ainda assim é um teor considerável, indicando que devido a sua sensibilidade, o processamento do alimento sob altas temperaturas pode vir a ocasionar redução do teor de fenóis (20). E que a cada nova transformação sofrida o teor desses compostos presente no alimento tende a diminuir.

## CONCLUSÕES

O *blend* de farinha do bagaço de malte produzido no estudo apresentou-se estável físico-quimicamente para utilização na produção de novos produtos, com alto valor nutricional agregado, destacando-se o alto teor de proteínas encontrado, estando os resultados entre os já encontrados na literatura. Com a comparação entre outras farinhas produzidas por outros autores, é possível comprovar que as características visuais e físico-químicas de diferentes resíduos cervejeiros, bem como o processo cervejeiro que foi aplicado, irão fornecer resultados diferentes na caracterização intrínseca da farinha ou *blend* de farinhas que venha a ser produzido, tornando-o singular.

Para maior controle dos parâmetros físico-químicos, a melhor opção para estabelecer um determinado padrão seria restringir o tipo de resíduo utilizado para produzir a farinha, de maneira a utilizar-se apenas um tipo de resíduo ou resíduos com características similares, além do fato de seguir-se metodicamente o fluxograma de processamento e obtenção do *blend*.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela condição de bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica. Aos Coordenadores dos Laboratórios Multiusuários de Ciência e Tecnologia de Alimentos por terem cedido o espaço e estrutura para realização do estudo. A professora Drª. Iris Barbosa pela dedicação à nossa orientação.

## REFERÊNCIAS

1. Wust DM. Elaboração e caracterização de biscoito tipo cookie com bagaço de malte proveniente da produção de cerveja artesanal [monografia]. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados; 2018.

2. Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja - SINDICERV. O setor em números. 2024 [acesso em 2024 Ago 10]. Disponível em: https://www.sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros/.

3. Mussatto S I, Dragone G, Teixeira J A, Roberto I C. Total reuse of brewer's spent grain in chemical and biotechnological processes for the production of addedvalue compounds. In: International Conference and Exhibition on Bioenerg; 2008 April 6–9; Guimarães, Portugal.

4. Almeida AR. Compostos bioativos e elaboração do bagaço de malte: fenólicos, capacidade antioxidante in vitro e atividade antibacteriana [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2014.

5. Santos M, Jiménez JJ, Bartolomé B, Gómez-Cordovés C, Nozal M J. Variability of brewer's spent grain within a brewery. Food Chem. 2003;80:17-21.

6. Padilha P, Medeiro M, Duarte V, Figueiredo E, Abreu P, Zenebon C. Manual de Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 1 ed. digital. São Paulo: NIT/IAL; 2008.

7. Detmann EMA, Souza MA, Valadares Filho SC, Queiroz C, Berchielli TT, Saliba EOS, Cabral LS, Pina DS, Ladeira MM, Azevedo JAG. Métodos para análise de alimentos. Instituto nacional de ciência e tecnologia de ciência animal. Viçosa: Publicação Independente; 2012.

8. Perin EC, Schott IB. Utilização de farinha extraída de resíduo de uva na elaboração de biscoito tipo cookie [monografia]. Francisco Beltrão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2011.

9. Ministério da Saúde (BR). Resolução de Diretoria Colegiada nº 711, de 1 de julho de 2022: Dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícia e pães. Diário Oficial da União. 01 jul 2022.

10. Rigo M, Bezerra JRMV, Rodrigues DD, Teixeira AM. Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farinha de bagaço de malte como fonte de fibra. Ambiência. 2017;13:47-57.

11. Cecchi HM. Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos. 2 ed. rev. Campinas:Editora da UNICAMP; 2003.

12. Carvalho LFMC, Trevizan JAC, Bido GS, Felipe DF. Análise físico-química do bagaço do malte. Maringá; 2020.

13. Schmiele M, Silva LH, Costa PFP, Rodrigues R da S, Chang YK. Influência da adição de farinha integral de aveia, flocos de aveia e isolado proteico de soja na qualidade tecnológica de bolo inglês. B. CEPPA. 2011;29:71-82.

14. Lima DM, Padovani RM, Rodriguez-Amaya DB, Farfán JA, Nonato CT, Lima MT, Salay E, Basile FA, Galeazzi MAM. Tabela de Composição de Alimentos - 4. ed. rev. e ampl. - Campinas: NEPA - UNICAMP; 2011.

15. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Composição de Alimentos (Em Medidas Caseiras). 2023 [acesso em 2024 Jul 15]. Disponível em: http://www.fcf.usp.br/tbca.

16. Nocente F, Taddei F, Galassi E, Gazza L. Upcycling of brewers spent grain by production of dry pasta with higher nutritional potential. Food Sci. and Tec. 2019;114: 108421.

17. Glüger HD, Gurak PD. Desenvolvimento de biscoitos salgados com uso de subprodutos da indústria de cerveja. Segur. Aliment. Nutr. 2020;27:1-12.

18. Kuiavski MP, Bezerra JRMV, Teixeira AM, Rigo M. Elaboração de pães com adição de farinha do bagaço de malte. Braz. J. of Develop. 2017;6:53208-53221.

19. Costa, GM. Elaboração e caracterização físico-química de farinha de bagaço de malte e utilização em produtos de panificação [dissertação]. Rio Pomba: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais; 2019.

20. Lemos LCS, Cavalcante ACFPS, Cândido CJ, Guimarães RCA, Siroma PAH. Avaliação sensorial, microbiológica e dos compostos bioativos de biscoitos tipo cookie desenvolvido com bagaço de cerveja e castanha de baru. Braz. J. of Develop. 2019;5:31030-31041.

**Capítulo 98**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-98**

# ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER BOVINO CLEAN LABEL COM SUBSTITUIÇÃO DE SAL DE CURA E GLUTAMATO MONOSSÓDICO POR SAL DE ERVAS.

**Karina Barbosa dos Santos*; Larissa Mylena Mendes Dias ; Giovanna Gabrielle de Aguiar Nascimento; Aline Samara Moraes Silva; Jadielson Francisco Silva de Melo; Jamilly de Souza Silva; Raimundo Bernardino Filho**
**Autor correspondente (Corresponding author) - Email: Karina.bds00@gmail.com*

**Resumo:** O papel cada vez mais influente da indústria de alimentos sobre a dieta e estilo de vida da população vem acompanhado do desafio em atender a demanda dos consumidores por produtos que sejam saborosos, visualmente atrativos e que, ao mesmo tempo, visem à saúde e o bem-estar. O termo *clean label* que significa em português "rótulo limpo" é uma nova ideia de mercado que vem crescendo com o intuito de produzir alimentos livre de aditivos e conservantes químicos e com a adição de ingredientes naturais conhecidos da população. Nesta pesquisa objetivou-se o desenvolvimento de hambúrguer bovino baseado na tendência *clean label*, nas formulações produzidas ocorreu a substituição total e parcial dos aditivos glutamato monossódico e sal de cura (nitrito e nitrato de sódio) por sal de ervas (manjericão, orégano e salsinha). Realizou-se análises de determinação do valor energético, análises físico-químicas e físicas. As análises físico-químicas atenderam ao padrão de identidade e qualidade exigido pela legislação vigente no Brasil. As formulações apresentaram um valor energético, que variou de 207,16, à 214,80. Em relação a cor, o valor L* que mede a luminosidade do produto cárneo variou entre os hambúrgueres, com valores de 66,2 para FP, 63,3 para FCL1 e 62,1 na FCL2. De maneira geral, esses resultados evidenciam um produto com boas características tecnológicas, apresentando potencial para produção e possível aceitação por parte dos consumidores.

**Palavras–chave:** Carne vermelha; Ervas, Embutido; Frescal; Produto cárneo.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, órgãos de saúde pública e agências reguladoras têm recomendado a redução na ingestão de produtos industrializados como uma forma de reduzir os fatores de risco no surgimento de doenças, principalmente as cardiovasculares, devido a elevada quantidade de aditivos alimentares sintéticos e de gorduras presentes em algumas categorias desses alimentos. Baseado neste fato, os consumidores estão cada vez mais conscientes da importância de reduzir a ingestão destes componentes buscando alimentos que além da função nutricional, possam ajudar na promoção da saúde, e nesse contexto é que surge o termo *clean label*, o qual significa em português "rótulo limpo", que busca ser um produto sem aditivos e conservantes e com ingredientes conhecidos pela população.

A dificuldade na busca por alimentos industrializados e práticos associados à saudabilidade está impulsionando o desenvolvimento de produtos que promovam benefícios à saúde (1), assim como o surgimento de novas tendências no mercado. A tendência *Clean Label*, objetiva facilitar o entendimento do consumidor perante as informações do produto contidas no rótulo, além de entregar um produto saudável, com a menor quantidade de ingredientes possíveis e que esteja ligado a questões ambientais (2).

A tendência *clean label* surgiu na Europa e espalhou-se para todo o mundo, buscando atender este mercado que preza a segurança e a naturalidade dos alimentos, empresas de bebidas e alimentos, reinventaram sua forma de produção, outras apenas intensificaram aos clientes os valores existentes em seus produtos.

Para Ingredion (3), o conceito *clean label* está relacionado com uso de ingredientes que são aceitos pelos consumidores, ou seja, algo que eles possam encontrar em seus armários da cozinha ou simplesmente produtos conhecidos como: sal, açúcar, amido de milho e assim por diante. Além disso, a lista de ingredientes deve ser curta, simples e não deve incluir nomes que soam como produtos químicos ou aditivos e priorizando ingredientes que sejam minimamente processados.

De acordo com Agência Internacional Euromonitor o Brasil é o 4º colocado em consumo de alimentos saudáveis no mundo. Chegando a movimentar cerca de US$ 35 bilhões por ano. Os dados da pesquisa ainda mostram que no período dos últimos cinco anos o setor de alimentos e bebidas saudáveis teve um crescimento médio de aproximadamente 12% ao ano (4).

Segundo Mintel (5), fica claro que os consumidores brasileiros querem ser mais seguros de sua alimentação voltando suas aspirações para alimentos tradicionais, que sejam novos, porém reconhecível, e que permitam o acesso a esses produtos pela comunidade no geral. E isso faz com que a corrida para lançar produtos com ênfase em estilo saudável esteja crescendo a cada dia, assim fica evidente a importância de as indústrias processadoras de carne começarem a utilizar diferentes tecnologias e métodos para substituições de suas formulações, principalmente de alimentos muito consumidos, como os produtos cárneos.

No Brasil, o hambúrguer é um dos produtos cárneos mais fabricados e consumidos, provavelmente pelo fato de sua elaboração não requerer tecnologia sofisticada, exigir poucos equipamentos e, consequentemente, apresentar baixo custo Milani *et al.* (6). Segundo a Portaria nº 724, de 23 de dezembro de 2022 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), entende-se por hambúrguer, o produto cárneo industrializado obtido da carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado na forma de disco ou na forma oval, e submetido a processo tecnológico adequado, tendo como ingrediente obrigatório carne obtida das massas musculares esqueléticas das espécies utilizadas (7).

Essa nova linha de pensamento de rótulo limpo está sendo incluída no mercado brasileiro aos poucos, o desafio de tornar-se um alimento *clean label* se concentra em encontrar ingredientes substitutos que satisfaçam os aspectos da tendência e estejam disponíveis no mercado brasileiro. E isso faz com que a corrida para lançar produtos com ênfase em estilo saudável esteja crescendo a cada dia, assim fica evidente a importância

de as indústrias processadoras de carne começarem a utilizar diferentes tecnologias e métodos para substituições de suas formulações.

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de hambúrguer de carne bovina utilizando tendência *clean label*, substituindo aditivos e conservantes sintéticos por ingredientes naturais. O estudo também buscou determinar a composição físico-química e física de hambúrgueres bovino *clean label.*

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nas dependências do Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados e no Laboratório de Análise de Alimentos da UFAPE, Garanhuns-PE. A matéria-prima (acém), gordura suína e insumos necessários para elaboração das formulações foram adquiridos no mercado local de Garanhuns.

### Metodologia

O sal de ervas foi preparado com uma mistura de ervas desidratadas (manjericão, orégano e salsinha) na proporção de 25% de cada erva mais 25% de cloreto de sódio. A mistura de ervas com sal foi triturada em liquidificador doméstico por 3 minutos até a obtenção de um pó, seguido de armazenamento em pote de vidro com tampa e acondicionado em temperatura ambiente até a elaboração das formulações.

### Elaboração do hambúrguer bovino *clean label*

Foram desenvolvidas uma formulação padrão de hambúrguer bovino sem adição de sal de ervas (FP), uma formulação com substituição de 50% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas (FCL1) e uma formulação com substituição de 100% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas (FCL2). As formulações e o fluxograma de elaboração dos hambúrgueres foram realizados obedecendo à linha de processamento apresentada na Tabela 1 e Figura 1, respectivamente.

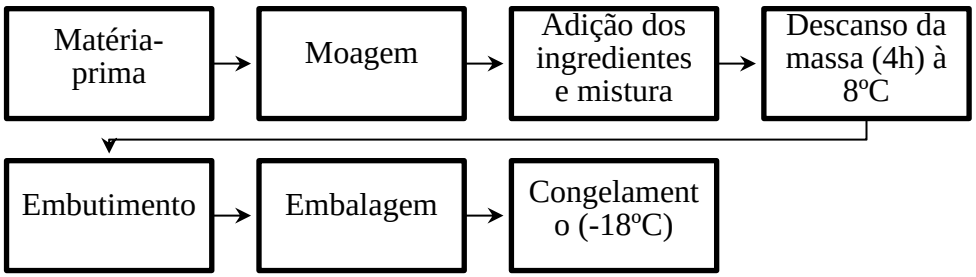
Tabela 1. Formulações de hambúrguer bovino *clean label*

| **Matéria-prima** | **FP (%)** | **FCL1 (%)** | **FCL2 (%)** |
|---|---|---|---|
| Carne bovina | 80 | 80 | 80 |
| Gordura suína | 20 | 20 | 20 |
| **Ingredientes** | | | |
| Sal | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| Pimenta-do-reino | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Alho em pó | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Cebola em pó | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Páprica doce | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| Noz-moscada | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Antioxidante Eritorbato de sódio | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Glutamato monossódico | 0,06 | 0,03 | - |
| Sal de cura 1 (nitrito e nitrato) | 0,30 | 0,15 | - |
| Sal de ervas* | - | 0,15 | 0,30 |
| Água mineral gelada | 7,0 | 7,0 | 7,0 |

*Sal de ervas (manjericão, orégano, salsinha)

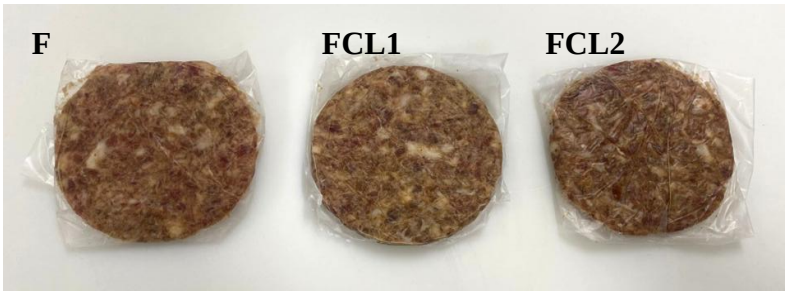
**FP =** formulação padrão de hambúrguer bovino sem adição de sal de erva. **FCL1 =** substituição de 50% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas. **FCL2 =** 100% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas.

Figura 1 - Fluxograma de elaboração dos hambúrgueres bovino




O corte de carne bovina (acém) e a gordura suína foram submetidos ao processo de moagem em moedor de carne com disco de 8 mm de diâmetro em temperatura de 7°C, para evitar o aquecimento indesejável no processo; A etapa de mistura da matéria-prima e dos ingredientes foi de forma manual até obtenção de uma mistura homogênea, em seguida a massa passará por uma etapa de descanso para melhor absorção dos condimentos, em temperatura de 5°C, por um período de 12 horas; A massa cárnea obtida foi modelada em forma de 8 cm de diâmetro por 1 cm de espessura. Os hambúrgueres foram embalados em embalagem de polietileno e acondicionados em bandejas de isopor envolvidas em plástico filme de PVC e armazenados em freezer a -18 ºC até o início das análises, como mostra a figura 2.

Figura 2 - Hambúrgueres desenvolvidos.




**FP =** formulação padrão de hambúrguer bovino sem adição de sal de erva. **FCL1 =** substituição de 50% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas. **FCL2 =** 100% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas.

## Determinação da composição química

Para avaliar as características físico-químicas e físicas das formulações foram determinados: composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos), pH, atividade de água, cor, rendimento de Cocção, porcentagem de encolhimento e capacidade de retenção de água.

A composição centesimal foi realizada de acordo com a metodologia proposta pelo Instituto Adolf Lutz (8). O teor de umidade foi determinado por secagem em estufa a 105° C e o de cinzas em forno mufla a 550 °C. O teor de proteína total foi mensurado, por meio do método de Kjeldahl, utilizando-se o fator de 6,25 para conversão de nitrogênio total em proteína total. A extração de gordura foi realizada pelo método de extração Soxhlet

na presença de hexano, na qual o solvente orgânico (hexano) extraiu os lipídios que foram quantificados através da pesagem do resíduo após a eliminação do solvente. Os carboidratos foram calculados por diferença de acordo com a Instrução Normativa n° 75, de 08 de outubro de 2020 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (9).

**Determinação dos parâmetros físico-químico**

As medidas de pH foram realizadas em temperatura ambiente utilizando potenciômetro, homogeneizando 5g de amostra com 50mL de água destilada, de acordo com metodologia proposta pelo IAL (8). A atividade de água (Aw) foi avaliada a 25ºC em determinador de atividade de água (4TE, Aqualab). Para a medida da cor foi utilizado o colorímetro. Os valores de L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul) foram expressos conforme o sistema de cor da Commission Internationale de L'Eclairage (CIELAB) MINOLTA.

**Determinação do valor energético total**

O valor energético total (VET), em kcal $g^{-1}$, foi calculado de acordo com a Equação 1:

$$VET = (C \times 4) + (P \times 4) + (L \times 9) \quad (1)$$

Onde, C = carboidratos, P = proteínas, L = lipídios, (10).

**Avaliação Física**

- Desempenho de cozimento

O desempenho no cozimento foi avaliado de acordo com metodologias adaptadas de Piñero et al. (11), Aleson-Carbonell et al. (12) e El-Magoli et al. (13). O percentual de rendimento de cozimento dos hambúrgueres foi calculado pela diferença entre o peso da amostra crua e depois do cozimento, de acordo com a equação 2.

$$RC\ (\%) = [PACo\ PACr\ ] \times 100 \quad (2)$$

Onde: RC = Rendimento de cozimento. PACo = Peso da amostra cozida. PACr = Peso da amostra crua.

- Percentual de encolhimento

O percentual de encolhimento e redução de diâmetro foi obtido através da medição das dimensões dos hambúrgueres (diâmetro e espessura) antes e após a cocção com o auxílio de um paquímetro eletrônico. Para cálculo dos percentuais foram utilizadas as equações 3 e 4.

$$Enc\ (\%) = \left[\frac{(E\ crua - E\ cozida) + (D\ crua - D\ cozida)}{(E\ crua + D\ crua)}\right] \times 100 \quad (3)$$

$$RD\ (\%) = \left[\frac{(D\ crua - D\ cozida)}{D\ crua}\right] \times 100 \quad (4)$$

Onde: Enc = Encolhimento. Ecrua = Espessura (mm) da amostra crua. Ecozida = Espessura (mm) da amostra cozida. Dcrua = Diâmetro (mm) da amostra crua. Dcozida = Diâmetro (mm) da amostra cozida. RD = Redução de diâmetro.

- Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água (CRA) foi calculada a partir do rendimento após cocção e do teor de umidade da amostra cozida. Este valor foi obtido através da equação 5

$$RA\ (\%) = \left[ \frac{UAC\%}{RC\%} \right] \times 100 \qquad (5)$$

Onde: RA = Retenção de água. RC = Rendimento de cozimento. UAC = Umidade da amostra cozida.

**Análise estatística**

Diante dos dados coletados pelas análises físico-químicas e físicas dos hambúrgueres bovinos formulados, foram calculados os desvios padrões e as médias. Em seguida foi realizada a Análise de Variância (ANOVA), para as médias serem comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, através do programa software ASSISTAT, versão 7.7 (14).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de umidade, proteína e lipídios não apresentaram diferença significativa, demonstrando que o uso do sal de ervas não interferiu nesses parâmetros. Os valores obtidos para o parâmetro de umidade dos hambúrgueres mostraram-se está dentro do recomendado pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (15) que é 63,6% para hambúrguer cru. Assim, como apresentado na Tabela 2. Estes valores estão de acordo com os reportados na literatura. Segundo Borba *et al.* (16) a umidade constitui um importante parâmetro para suculência e palatabilidade da carne e dos produtos cárneos Soltanizadeh e Ghiasi-Esfahani (2015) observaram 63% e 68% de umidade em hambúrgueres adicionados de Aloe vera como diluente funcional para melhorar a qualidade de hambúrgueres com baixo teor de carne e prolongar sua vida útil durante o armazenamento refrigerado, (17).

As amostras não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5%, indicando que a adição do sal de ervas não interfere diretamente na composição proteica dos hambúrgueres. Comparando os resultados das formulações com o parâmetro estabelecido pela legislação vigente (7) que define no mínimo 15% composição proteica, diante dos valores obtidos, constatou-se que todas as amostras estão de acordo com o Regulamento de Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer Bovino. Siqueira (18) encontrou teores de proteínas na faixa de 17,8 a 18,5%, no desenvolvimento de um hambúrguer bovino com baixo teor de gordura, estando próximos aos teores encontrados neste trabalho. O teor proteína é considerado bom agente emulsificante porque possui a mesma molécula de regiões hidrofílicas e hidrofóbicas, as quais reduzem a tensão superficial e interagem na interface da emulsão Elizalde *et al.* (19).

Os teores de lipídios (Tabela 2) se mostraram de acordo com o preconizado pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer do MAPA (7), que preconiza o máximo de 25% para hambúrgueres. A quantidade de gordura adequada permite dar suculência ao produto, quanto maior sua porcentagem maior será sua suculência. (20).

Como apresentado na Tabela 2, os valores de cinzas se mostram dentro do limite recomendado pela TACO (15) que é 3% para hambúrgueres. Houve uma diferença significativa entre os teores de cinzas da formulação FP com os demais tratamentos. Esta

oscilação pode estar associada ao sal de ervas que foi adicionado em concentrações variadas. As ervas adicionadas são fonte de minerais ricas em vitamina A e C, além de ter vitaminas B (1, 2, 3) e são uma fonte de minerais (cálcio, fósforo e ferro). (21; 22). Assim o uso do sal de ervas podem ser uma opção para diminuir o uso excessivo de sal nas preparações culinárias, pois conferem sabor aos alimentos. Os resultados encontrados nesta pesquisa são semelhantes aos reportados por Borba *et al.* (23) em hambúrguer de carne bovina submetidos a diferentes processamentos térmicos, com 2,86% de cinzas. O teor de cinzas em alimentos refere-se provavelmente à utilização de cloreto de sódio, sais de cura (nitrito), condimentos e especiarias na formulação, em acordo com o que afirmaram Fernández-López *et al.* (24), e Fisher, Hoffmam & Mellett (25).

Tabela 2. Resultados encontrados em g/100g para a avaliação físico-químicas

| | **Formulações** | | |
|---|---|---|---|
| | **FP** | **FCL1** | **FCL2** |
| **Umidade** | 64,49 ± 0,38$^{a}$ | 63,51 ± 0,65$^{a}$ | 64,27 ± 0,56$^{a}$ |
| **Proteína** | 16,44 ± 0,37$^{a}$ | 15,64 ± 0,53$^{a}$ | 15,56 ± 0,28$^{a}$ |
| **Lipídios** | 15,67 ± 1,33$^{a}$ | 16,74 ± 0,68$^{a}$ | 17,15 ± 0,42$^{a}$ |
| **Cinzas** | 2,97 ± 0,02$^{a}$ | 2,78 ± 0,04$^{b}$ | 2,73 ± 0,04$^{b}$ |
| **Carboidratos** | 0,43 ± 0,81$^{a}$ | 1,33 ± 0,27$^{a}$ | 0,29 ± 0,42$^{a}$ |
| **Valor energético kcal/100g** | 208,51$^{a}$ | 218,54$^{a}$ | 217,75$^{a}$ |

**FP** = formulação padrão de hambúrguer bovino sem adição de sal de erva. **FCL1** = substituição de 50% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas. **FCL2 =** 100% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas. Nos resultados valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Os resultados para carboidratos (Tabela 2) estão de acordo com o Regulamento Técnico de Hambúrguer do MAPA (7), que preconiza carboidratos totais máximo de 3% e foram semelhantes aos encontrados por Santos Júnior *et al.* (26) em estudo de elaboração e aceitabilidade de hambúrguer de bovino. A carne é um alimento que possui um teor insignificativo de carboidrato, visto que parte dele é consumido durante o processo de transformação do músculo em carne Bernadino Filho et.al. (27).

Ao avaliar os resultados presentes na tabela 2, pode-se observar que os valores energéticos são semelhantes aos estabelecidos pela TACO (15) que é 215kcal/100g. Houve uma diferença entre os tratamentos, porém, isto pode ser explicado pelo fato da variação do valor de proteínas e lipídio, visto que quanto maior o teor de gordura mais energético será o produto. Os valores energéticos encontrados nesta pesquisa foram menores que o encontrado por Mansour; Khalil, (28), que ao analisar formulações de hambúrgueres padrão encontrou valores de 237,06 kcal/100g.

Com relação ao parâmetro L*(preto/branco), os valores diminuíram de acordo com a maior concentração presente na formulação do sal de ervas, isto pode ser consequência do uso do sal de ervas que apresentou uma cor mais escura devido a utilização das ervas desidratadas. A coordenada cromática a* (verde/vermelho) neste caso indica a intensidade da cor vermelha, enquanto a coordenada b* intensifica a presença da cor azul/amarela, como apresentado na Tabela 3 variaram nas formulações dos hambúrgueres analisados. A cor da carne e dos produtos cárneos é uma característica que o consumidor leva em consideração no momento da compra, constituindo o critério básico para a sua escolha, a não ser que outros fatores, como o odor, sejam marcadamente deficientes Pinheiro *et al.* (29); Zeola *et. al.* (30).

Tabela 3. parâmetro de cor, pH e atividade de água dos tratamentos.

| Formulações | Análise de cor | | | pH | Atividade de água |
|---|---|---|---|---|---|
| | L* | a | b | | |
| **FP** | 66,2 ± 0,28ª | 7,2 ± 0,90ª | 5,8 ± 1,20ª | 5,84 ± 0,18ª | 0,96 ± 0,0ª |
| **FCL1** | 63,3 ± 1,70ª | 4,5 ± 0,70ª | 6,6 ± 1,30ª | 5,90 ± 0,12ª | 0,97 ± 0,0ª |
| **FCL2** | 62,1 ± 1,10ª | 3,7 ± 1,20ª | 7,5 ± 0,86ª | 5,82 ± 0,12ª | 0,97 ± 0,0ª |

**FP** = formulação padrão de hambúrguer bovino sem adição de sal de erva. **FCL1** = substituição de 50% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas. **FCL2 =** 100% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas. Nos resultados valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Os resultados das análises de pH presentes na tabela 3, Zeola *et al.* (31) obtiveram valores próximos do estudo analisado, ao elaborarem hambúrguer bovino. Segundo Brasil (1989) (32), são consideradas aceitáveis para o consumo carnes com pH entre 5,8 e 6,2. Portanto, os valores de pH apresentados estão dentro desse limite, podendo ser destinado para alimentação humana. Os valores encontrados para atividade de água (Tabela 3) são semelhantes ao encontrado por Marques encontrou valores entre 0,97 e 0,98 para esse parâmetro em produtos "tipo hambúrguer" bovino (33).

A atividade de água é indicadora de como a água afeta processos bioquímicos e outros fatores, como a disponibilidade de nutrientes para os microrganismos (34). Pode ser utilizada como parâmetro de controle de qualidade, mostrando valores efetivos da disponibilidade da água no alimento para participar de reações de deterioração, enzimáticas e microbiológicas, sendo que estes fatores podem afetar diretamente a qualidade sensorial ou sanitária do alimento (35). O valor de Aw, juntamente com pH e temperatura, é determinante para o crescimento microbiano em alimentos altamente perecíveis como carnes.

De acordo com a Tabela 4, pode-se observar que os tratamentos que tem menor percentual de sal de ervas perderam maior porção de água, proporcionando uma menor capacidade de retenção de água após cocção e por consequência uma maior taxa de encolhimento, portanto o sal de ervas contribuiu para uma maior retenção de água. Segundo Roça (36), o sal e sais presentes em produtos cárneos com adição de sal de ervas ajudam a reter água no produto. Com relação a redução do diâmetro não ocorreu diferença significativa, Trevisan *et al.* (37), também obtiveram resultados próximos ao presente

trabalho entre amostras de hambúrguer com redução de gordura e sal e adição de fibra de aveia.

No presente estudo, a porcentagem de encolhimento para os tratamentos citados na Tabela 4 respectivamente. Não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém, estes valores foram inferiores aos encontrados por Seabra *et al.* (38), em hambúrgueres de carne ovina com adição de fécula de mandioca e farinha de aveia que foi 15,47% a 15,45%, respectivamente. Esses valores relatados podem ser maiores pelo fato de ter ocorrido a inclusão de farinha de aveia na formulação proporcionando maior rendimento, contribuindo para um menor percentual de encolhimento dos hambúrgueres. O encolhimento é causado principalmente pela desnaturação de proteínas durante o cozimento e parcialmente pela evaporação de água e fusão das gorduras da carne Choi *et al.* (39).

Tabela 4. Médias e desvios padrões dos resultados das propriedades físicas dos hambúrgueres desenvolvidos.

| Variáveis (%) | Tratamentos | | |
|---|---|---|---|
| | **FP** | **FCL1** | **FCL2** |
| **Rendimento na Cocção** | $61,97 \pm 0,17^{b}$ | $62,10 \pm 1,05^{b}$ | $64,00 \pm 0,09^{a}$ |
| **Redução de diâmetro** | $25,50 \pm 0,32^{a}$ | $26,41 \pm 0,43^{a}$ | $26,96 \pm 0,32^{a}$ |
| **Porcentagem de encolhimento** | $23,51 \pm 0,70^{a}$ | $22,63 \pm 0,24^{a}$ | $21,80 \pm 0,87^{a}$ |
| **Capacidade de retenção de água** | $63,74^{a}$ | $67,06^{b}$ | $70,26^{b}$ |

**FP** = formulação padrão de hambúrguer bovino sem adição de sal de erva. **FCL1** = substituição de 50% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas. **FCL2 =** 100% de glutamato monossódico e sal de cura por sal de ervas. Nos resultados valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Somado a isso, o sal de ervas contribui para o aumento da hidratação e capacidade de retenção de água; aumento do rendimento e suculência após o cozimento e maior viscosidade das massas de carne. Inguglia *et al.*, (40), Stanley; Bower; Sullivan, 2017). (41)

## CONCLUSÕES

De maneira geral, podemos considerar que, do ponto de vista nutricional e físico, existe um espaço para a formulação *clean label* conquistar os consumidores de hambúrguer, visualizando que todos os ingredientes utilizados na sua produção são de fácil acesso e identificação.

O experimento realizado evidencia um produto dentro dos valores físico-químicos exigidas pelo RTIQ de hambúrguer. Os valores de pH corroboram com os reportados na literatura e a coloração teve uma pequena variação devido ao uso do sal de ervas, mas ainda assim tem muita possibilidade de aceitação no mercado.

Diante disso, podemos deduzir, que sobre os aspectos físico-químico e físicos das formulações desenvolvidas tem potencial para contribuir com o oferecimento de um alimento com características mais saudável e se tornar uma possível alternativa para o consumo das pessoas que buscam melhorar sua alimentação.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha gratidão ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro que tornou este trabalho possível. Agradeço também à Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE) pela disponibilização dos laboratórios e pela infraestrutura oferecida para a realização das pesquisas. Por fim, meus sinceros agradecimentos ao Grupo de Pesquisa GPCarnes pelo apoio contínuo e pela colaboração ao longo de todo o desenvolvimento deste estudo.

## REFERÊNCIAS

1. Mattar, T. V. Mercado de alimentos funcionais: percepção do consumidor brasileiro. 2019. 84f. Tese (doutorado). Universidade Federal de Lavras. Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. Lavras, Minas Gerais, 2019.
2. Venâncio, D. P.; Pandolfi, M. A. C. Clean Label na Comercialização de Produtos. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 535-541, 2020
3. Ingredion. The clean label guide in Europe. Retrieved from http://www.alimentatec.com/wp-content/uploads/2014/10/The-Clean-Label-Guide ToEurope.pdf, 2014
4. Euromonitor Internacional, 2021. Disponível em: https://www.euromonitor.com/, acesso em 03 de abril de 2024.
5. Mintel. Tendências em alimentos e bebidas 2017. Disponível em: <http://brasil.mintel.com/tendencias-globais-em-alimentos-e-bebidas>. acesso em: 03 de abril de 2022.
6. Milani, L. I. G.; Fries, L. L. M.; Paz, P. B.; Bellé, M.; Terra, N. N. Bioproteção de linguiça de frango. Ciência e Tecnologia de Alimentos. v. 23. n. 2. p. 161-166. Campinas/SP, 2003.
7. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 724/ de 23 de dezembro de 2022. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Hambúrguer. Brasília, 2022. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 29 de março de 2024.
8. Ial. Instituto Adolf Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.
9. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa nº 75, de 08/10/2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 09 de outubro de 2020. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br> Acesso em: 26 de março de 2024.

10. Butte, N.F; Caballero, B. Energy needs: Assesssment and Requirements. In: Modern Nutrition in Health and Disease, Maurice Shils et al. (eds.), 10th Edition. Philadelphia, PA. (USA): Lippincott Williams & Wilkins, 2006, 2069 p.
11. Piñero, M. P., Parra, K., Huerta-Leidenz, N. et al. Effect of oat´s soluble fibre (β-glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. Meat Science, v. 80, n. 3, p. 675-680, 2008. https://doi. org/10.1016/j.meatsci.2008.03.006
12. Aleson-Carbonell, L., Fernández-López, J., Pérez-Alvarez, T. et al. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. Innovative Food Science and Emerging Technologies, v. 6, n. 2, p. 247-255, 2005. https://doi.org/10.1016/j. ifset.2005.01.002
13. . El-Magoli, S., Laroia, S., Hansen, P. Flavor and texture characteristics of low fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate. Meat Science, v. 42, n. 2, p. 179-193, 1996. https:// doi.org/10.1016/0309-1740(95)00032-1
14. Silva F.A.S, Azevedo C.A.V. 2016. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. Journal Agric. Res., 11(39): 3733-3740
15. Tabela brasileira de composição de alimentos / Nepa – Unicamp. - 4. Ed. Rev. E Ampl. -- Campinas: Nepa- Unicamp, 2011
16. Borba, C. M., V. R. De Oliveira, K. R. Montenegro, P. F. Hertz, J. G. Venzke. 2013. Avaliação físico-química de hambúrguer de carne bovina e de frango submetidos a diferentes processamentos térmicos. Alimentos e Nutrição = Brazilian Journal of Food Nutrition, 24:21-27.
17. Nafiseh S., Ghiasi-Esfahani. H, Qualitative improvement of low meat beef burger using Aloe vera, Meat Science, v. 99, n. 5 p. 75-80, 2015.
18. Siqueira, P.B.; Lemos, A.L.S.C.; Harada, M.M.; Oda, S.H.I. Desenvolvimento e Aceitação de Hambúrguer com Baixo Teor de Gordura. *Food Ingred.*, v.14, p.74-77, 2001.
19. Elizalde, B.E.; Pilosof, A.M.R.; Bartholomai,G.B. Prection of emulsion instability from emulsion composition and physicochemical properties of proteins. Journal of Food Science, v.56, n.1, p.116-1, 1991.
20. Panalimentos. Guia Para Gerenciamento De Risco Em Lingüiça Frescal. Mato Grosso do Sul: Panalimentos, 13 set. 2010. Disponível em: Acesso em: 02 abril. 2024.
21. Matos, F. J. A. Plantas medicinais - guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil. Fortaleza: Imprensa Universitária/UFC, 2000. 344 p.
22. Embrapa. Manjericão Cultivo e Utilização. 2011. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/900892/1/DOC11004.pdf. Acesso em: 04 abril de 2024.
23. BORBA, C. M. Avaliação Físico-química de Hambúrguer de Carne Bovina e de Frango Submetidos a Diferentes processamentos Térmicos. 2010. 36f. Dissertação (Bacharel em Nutrição) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.36, 2010.
24. Fernández-López J, Jiménez S, Sayas-Barberá E, Sendra E, Pérezalvarez Ja. Quality characteristics of ostrich (Struthio camelus) burgers. Meat Sci 2006; 73(2):295–303.

25. Fischer P, Holffman L, Mellet F, Hunt M. Processing and nutritional characteristics of value added ostrich products. Meat Sci. 2000;55(3):251-4.
26. Santos Júnior, L.C.O., Rizzatti, R. & Brungera, A. (2009). Desenvolvimento de hambúrguer de carne de ovinos de descarte enriquecido com farinha de aveia. Ciencia Animal Brasileira,10, 1128-113.
27. Bernadino Filho, R.; Sousa, S.; Araújo, R. C.; Cavalcanti, M. T.; Navarro, L. A. O.; Queiroga, A. X. M. Development of smoked mortadella preparedwith surimi of flying fish added Inulin andwithfat reduction. International Journal of Development Research., v. 08, n. 06, p.21374-21377, 2018.
28. Mansour, E. H.; Khalil, A. H. Characteristics of low-fat beefburger as influenced by varioustypesofw heat fibers. Food Research International, v. 30, n. ¾, p. 199-205,2013.
29. Pinheiro, R. S. B.; Silva Sobrinho, A. G.; Souza, H. B. A. et al. Qualidade de 2 carnes provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. Revista 3 Brasileira de Zootecnia, v.38, n.9, p.1790-1796, 2009.
30. Zeola, N. M. B. L. Conceitos e parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da carne ovina. Revista Nacional da Carne. São Paulo, v. 304. n.25, p.36-56, 2002.
31. Zeola, N. M. B. L.; Silva Sobrinho, A. G.; Borba, H.; Manzi, G. M.; Nonato, A.; Almeida, F. A. Avaliação do modelo de produção e da inclusão de gordura nos parâmetros qualitativos e sensoriais do hambúrguer bovino. Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 64, n. 3, p. 727-734, 2012.
32. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). Portaria n° 01, de 07 de outubro de 1981. Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes: métodos físicos e químicos. Diário Oficial da União, Brasília – DF, 13 de outubro de 1981.
33. Marques, J. m. Elaboração de um produto de carne bovina “tipo hambúrguer” adicionado de farinha de aveia. 2007. 71 p. Dissertação (mestrado em Tecnologia de Alimentos) – universidade federal do Paraná, 2007.
34. Silva, A.M.L. Apostila de aulas práticas de análise físico-química de alimentos. Goiânia: PUC Goiás, 2008.
35. Garcia, D. M. Análise de atividade de água em alimentos armazenados no interior de granjas de integração avícola. 2004. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Porto Alegre, 2004.
36. Roça, R.O.G. Cura de carnes. São Paulo: PUC – Botucatu, 2010. 213p.
37. Trevisan, Y. C. T.; Bis, C. V.; Henck, J. M.; Barreto, A. C. S. Efeito da adição de fibra de aveia sobre as propriedades físico-químicas de hambúrguer cozido e congelado com redução de gordura e sal. Brazilian Journal of Food Technology, v. 19, p. 1-8, 2016
38. Seabra, L.M.J., Zapata, J.F.F & Nogueira, C.M. (2002). Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 22 (3), 244-248.
39. Choi, Y. S., Choi, J. H., Han, D. J., Kim, H. Y., Lee, M. A., Kim, H. W., Jeong, J. Y., & Kim, C. J. 2009. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with

pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. Meat Science, 82(2), 266-271.

40. Inguglia, E.S.; Zhang, Z.; Tiwari, B.K.; Kerry, J.P.; Burgess, C.M. Salt reduction strategies in processed meat products: A review. Trends Food Sci. Technol, Cambridge, v.59, p.70-78, 2017.
41. Stanley, R.E., Bower, C.G., & Sullivan, G.A. (2017). Influence of sodium chloride reduction and replacement with potassium chloride based salts on the sensory and physico-chemical characteristics of pork sausage patties. Meat Science, 133, 36-42. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.021

**Capítulo 99**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-99**

# ELABORAÇÃO E ANÁLISE BROMATOLÓGICA DE BOLOS PRODUZIDOS COM FARINHA DE CUPUAÇU (*THEOBROMA GRANDIFLORUM*)

**Gilberth Silva Nunes; Amanda Kéfany Alves de Oliveira; Audirene Amorim Santana Paixão; Jaqueline da Silva Rumão; Maria Clara Carlos Lima; Samíria de Jesus Lopes Santos-Sodré*; Adriana Soraya Araújo***

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:* samiria.lopes@ifma.edu.br

**Afiliações:**

UNDB - Unidade de Ensino Superior Dom Bosco.

IFMA – Instituto Federal do Maranhão.

UFMA - Universidade Federal do Maranhão.

**Resumo**

No contexto atual, muitas pessoas buscam alternativas alimentares mais saudáveis e sustentáveis. O consumo de bolos no Brasil tem aumentado, devido à sua tradicionalidade em comemorações e à facilidade de preparo. No entanto, os ingredientes desses bolos geralmente possuem baixo valor nutricional. Estudos estão explorando farinhas alternativas que possam substituir total ou parcialmente a farinha de trigo. A farinha de cupuaçu, proveniente de uma fruta brasileira abundante, emerge como uma excelente opção para enriquecer nutricionalmente os bolos. Este estudo desenvolveu três formulações de bolos: FC1 (10% farinha de cupuaçu e 90% farinha de trigo), FC2 (20% farinha de cupuaçu e 80% farinha de trigo) e FC3 (30% farinha de cupuaçu e 70% farinha de trigo). Após assar os bolos, suas informações nutricionais foram avaliadas quanto a umidade (U), cinzas (C), lipídios (LIP) e proteínas (PTN). Os resultados nutricionais foram: FC1: U 28+/-0.33, C 1.67+/-0.02, LIP 6.5+/-0.12, PTN 7.5+/-0.04; FC2: U 22+/-0.22, C 2+/-0.08, LIP 6.2+/-0.09, PTN 5.9+/-0.25; FC3: U 38+/-0.22, C 3.3+/-0.08, LIP 5.8+/-0.09, PTN 5.5+/-0.25. Concluiu-se que os bolos feitos parcialmente com farinha de cupuaçu possuem valor nutricional superior aos feitos apenas com farinha de trigo, tornando a farinha de cupuaçu uma ótima substituta para a farinha de trigo.

**Palavras-chave:** Aproveitamento, farinha de cupuaçu, sustentabilidade.

# 1 INTRODUÇÃO

A escolha de produtos alimentícios caracterizados como funcionais, visando manter ou promover a saúde, além de colaborar com o meio ambiente, tem sido alvo de muitas discussões atualmente. O uso de farinhas para a produção de diversos pratos, como bolos, é muito comum no Brasil. A apreciação de bolos no país está associada às tradições e costumes da população brasileira. Por ser um alimento de fácil preparação e consumo, é consumido tradicionalmente desde simples encontros familiares até festas e confraternizações.

O cupuaçu, fruto da Amazônia, é um alimento admirável que vem sendo mais notado nos últimos anos, não somente pelos brasileiros, mas em todo o mundo. Ele contém características que o tornam único, podendo ser explorado no setor de alimentos e em outros, como o de cosméticos (1). Diante disso, sua aplicação em produtos e derivados valoriza o fruto, aumentando seu potencial na economia (2).

No Brasil, em maio de 2008, foi sancionada a Lei n° 11.675 (3), que reconhece o cupuaçu como um fruto brasileiro. A quantidade do fruto produzido no país foi de 21.240 toneladas, e o maior produtor foi o estado da Bahia (4). Na indústria alimentícia e de bebidas, ele detém potencial funcional, viabilizando ótima textura e sabor a diferentes produtos (5).

O cupuaçu pode ser aplicado em variados produtos, sendo fonte de diversos nutrientes, como lipídeos e proteínas, além de conter em sua composição compostos bioativos, alcaloides e polifenóis (1). Um produto que utiliza os resíduos e o próprio fruto do cupuaçu aponta vantagens quanto à minimização de perdas da polpa no transporte, ao processamento do fruto, bom uso dos recursos naturais, valorização do fruto, estímulo à sustentabilidade e incentivo à economia local (6).

O fruto possui grande potencial para alimentação humana; no entanto, sua exploração ainda é reduzida no mercado, sendo um dos motivos a quantidade limitada de informações sobre sua composição nutricional. O tratamento de doenças e a formulação de dietas mais balanceadas podem ser alcançados por meio de mais informações acerca do valor nutricional do cupuaçu, através da sua descrição centesimal (5).

Diante disto, o objetivo deste estudo foi elaborar uma farinha a partir da polpa de cupuaçu para a produção de bolos e comparar os valores nutricionais de três formulações, utilizando diferentes quantidades da farinha, para observar as melhores fontes de nutrientes e a agregação de valor atribuída ao uso do fruto.

# 2 METODOLOGIA

## 2.1 Obtenção da amostra e elaboração da farinha

Os frutos de cupuaçu foram coletados em feiras livres do município de São Luís, Maranhão, Brasil, durante a época de sua colheita (julho a agosto de 2023). A amostra foi levada ao Laboratório de Técnicas Dietéticas e Bromatológicas, em São Luís, Maranhão, e passou pelos seguintes processos: separação, sanitização com hipoclorito de sódio a 220 ppm, corte e trituração da polpa, e separação da casca e das sementes do fruto. Após a separação, a polpa de cupuaçu foi distribuída em formas de silicone e submetida ao processo de desidratação em equipamento laboratorial desidratador por 24 horas a 60 °C. Posteriormente, o cupuaçu desidratado foi triturado para obtenção de farinha com o auxílio de um liquidificador doméstico.

## 2.2 Elaboração dos bolos com farinha de cupuaçu

Para a obtenção da farinha de cupuaçu, a polpa foi retirada e desintegrada em um multiprocessador de alimentos (Philips Walita Powerchop ri7303®), com posterior homogeneização. Em seguida, a farinha foi peneirada em peneira doméstica e acondicionada em sacos de polietileno, dividida em porções de 500 g, mantida em temperatura ambiente até o preparo dos bolos. Foram elaboradas três formulações, conforme apresentado na Tabela 1:

Tabela 1 - Formulação dos bolos a base de farinha de cupuaçu

| Amostra | Proporções | Outros ingredientes | |
|---|---|---|---|
| FC1 | 10% farinha de cupuaçu 90% farinha de trigo | manteiga (125g), farinha de trigo (150g), açúcar (150g), leite líquido (150ml), ovos (2) e fermento em pó (5g). | Bolos com farinha de cupuaçu |
| FC2 | 20% farinha de cupuaçu 80% farinha trigo | | |
| FC3 | 30% farinha de cupuaçu 70% farinha de trigo | | |

Fonte: Autores (2022).

Para o preparo de todos os bolos, foi mantida a mesma ordem de mistura dos ingredientes, e todos foram assados em forno pré-aquecido a 180 ºC por 40 minutos, na seguinte ordem: os ingredientes foram pesados, e misturou-se o açúcar com a manteiga para bater na batedeira por 5 minutos, em velocidade alta, até formar uma massa cremosa. Em seguida, foram adicionados à mistura os ovos, um a um, e, na sequência, o leite integral. Todos foram batidos na mistura inicial. Por fim, adicionaram-se à mistura as farinhas e o fermento em pó; dessa vez, sem bater, apenas misturando. A massa foi colocada em uma forma redonda, untada e enfarinhada, de 15 cm de diâmetro, e assada em forno pré-aquecido a 180 ºC por 40 minutos. Após 40 minutos no forno, o bolo foi retirado e estava pronto para consumo.

### 2.3 Análise bromatológica

Todas as análises bromatológicas foram feitas de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (7).

#### 2.3.1 Umidade

Para a análise de umidade, foi utilizada a seguinte metodologia: as amostras foram pesadas, aquecidas em estufa, colocadas para esfriar e novamente pesadas. Por fim, a umidade foi calculada com os pesos obtidos (7).

#### 2.3.2 Lipídios

As amostras foram pesadas. O papel filtro foi transferido para o aparelho tipo Soxhlet e acoplado ao extrator, que foi conectado a um balão de fundo achatado. Adicionou-se éter e adaptou-se um refrigerador de bolas, mantendo o conjunto sob aquecimento em uma chapa

elétrica. Por fim, o papel filtro foi retirado, o éter destilado, e o balão com resíduo foi transferido para uma estufa. Em seguida, o balão foi resfriado no dessecador, e a análise foi finalizada com a pesagem (7).

### 2.3.3 Cinzas

Na análise de cinzas pesou as amostras e seguiu-se para secar em chapa elétrica, carbonizou e incinerou em mufla. Após resfriadas, as amostras foram pesadas novamente (7).

### 2.3.4 Proteínas

O procedimento realizado para a análise de proteínas inicia-se com a pesagem, seguida da transferência para o balão de Kjeldahl e da adição de mistura catalítica e ácido. Em seguida, as amostras foram aquecidas em chapa elétrica. Após um período adicional de aquecimento, as amostras foram deixadas para esfriar. Posteriormente, foi adicionado o indicador fenolftaleína e o zinco em pó, e o balão foi conectado ao sistema de destilação. Além disso, foi inserida a solução de hidróxido de sódio, e a mistura foi aquecida até a ebulição e destilada. Por fim, realizou-se a titulação (7).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Análise Bromatológica

Os bolos produzidos foram avaliados em relação aos teores de umidade, cinzas, lipídios e proteínas, fatores essenciais para o aproveitamento de frutos na forma de farinhas, os quais determinam, em parte, a qualidade nutricional das farinhas. A composição dos nutrientes está associada às características tecnológicas desses produtos, além de influenciar suas aplicações na indústria. A Tabela 2 apresenta os resultados para a avaliação das características bromatológicas das formulações.

Tabela 2 - Avaliação Bromatológica

| AMOSTRAS | UMIDADE | CINZAS | LIPÍDIOS | PROTEÍNAS |
|---|---|---|---|---|
| FC1 | 28 +/- 0.33 | 1,67 +/- 0.02 | 6,5 +/- 0.12 | 7,5 +/- 0.04 |
| FC2 | 33 +/- 0.22 | 2 +/- 0.08 | 6,2 +/- 0.09 | 5,9 +/- 0.25 |
| FC3 | 38 +/- 0.22 | 3,3 +/- 0.08 | 5,8 +/- 0.09 | 5,5 +/- 0.25 |

Fonte: Autores (2022).

É notório que, dos três grupos, FC3 foi o que apresentou o maior índice de umidade, de 38%. As formulações FC1 e FC2 apresentaram menor umidade, 28% e 33%, respectivamente. Em um estudo, foi encontrado um teor maior, atingindo 87,17% para umidade da polpa de cupuaçu (6). A diferença entre os estudos pode ser explicada pelo fato de o presente trabalho utilizar a polpa em sua forma desidratada para a elaboração do bolo.

Dentre os três grupos, assim como a umidade, FC3 também apresentou o maior índice de cinzas, resultando em 3,3%. Para FC1 e FC2, os índices foram menores, 1,67% e 2%, respectivamente. De forma semelhante a FC3, foi encontrado 3,66% para o teor de cinzas da farinha de cupuaçu utilizando sua amêndoa (8). A proximidade entre os resultados

encontrados pode ser notada pelo fato de os dois estudos trabalharem com a farinha do mesmo fruto.

Em relação ao teor de lipídios, foi evidenciado que a FC3 contém o menor teor, com cerca de 5,8%, enquanto a FC1 apresentou 6,5% e a FC2, 6,2%. Em contrapartida, foram obtidos resultados menores de lipídios para sobremesas feitas com cupuaçu, variando de 1,35% a 1,77% (9). As distinções podem ser justificadas pelos ingredientes utilizados nas diferentes receitas elaboradas nas pesquisas. O presente estudo contém ovos e manteiga, que podem influenciar o teor de lipídios do bolo.

Ao se observar os resultados da análise de proteínas, nota-se que FC1 apresenta um índice proteico superior aos outros dois grupos. O resultado para proteínas de barras de frutas mistas, com 5% de proteína utilizando 25% de cupuaçu, aproxima-se dos teores de proteínas obtidos para FC2 e FC3, que utilizaram 20% e 30% de cupuaçu, respectivamente (10). A semelhança pode ser fundamentada pela proximidade do teor de cupuaçu utilizado nas formulações.

## 4 CONCLUSÃO

Diante das observações realizadas, a formulação de bolo com maior teor de farinha de cupuaçu é uma opção menos calórica e menos proteica, além de ser mais úmida e conter mais minerais. Por outro lado, a formulação com menor teor de farinha de cupuaçu é mais calórica e proteica. Com isso, a escolha entre as formulações de bolos dependerá do interesse do consumidor quanto aos aspectos calóricos, proteicos, sabor, entre outros. Ademais, é notório que a adição da polpa de cupuaçu agrega valor nutricional ao bolo, visto que altera a quantidade de nutrientes presentes.

A partir disso, mais pesquisas com novas composições utilizando a farinha de cupuaçu podem ser realizadas, assim como o desenvolvimento de novos meios de produção que não afetem significativamente as propriedades nutricionais do fruto, pois a forma de obtenção da farinha por desidratação pode ser um fator de alteração dos nutrientes presentes no cupuaçu.

## REFERÊNCIAS

1. Silva CV, Gomes DR, Santos AG, Carvalho AA, Lemos RN. Cupuaçu (Theobroma grandiflorum): A multifunctional Amazonian fruit with extensive benefits. Food Res Int. 2024;192:110045.

2. Silva LS, Pierre FC. Aplicabilidade do cupuaçu (Theobroma grandiflorum (Willd. Ex Spreng.) Schum.) em produtos e subprodutos processados. Tekhne e Logos. 2021;12(1):19-33.

3. Brasil. Lei n° 11.675, de 19 de maio de 2008. Designa o cupuaçu fruta nacional. Brasília, DF: Senado Federal; 2008.

4. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo agropecuário. Produção agropecuária: Produção de cupuaçu. Brasília, DF: IBGE; 2017.

5. Bezerra JA, Araújo NM, Oliveira PM, Lima VS. “Cupuaçu” (Theobroma grandiflorum): A brief review on chemical and technological potential of this Amazonian fruit. Food Chem Adv. 2024;5:.

6. Costa CM, Nascimento AS, Dias J100262E, Almeida LF. Aproveitamento integral do cupuaçu na área de panificação. Research Soc Dev. 2022;11(5):e5231152872.

7. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos [Internet]. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008

8. Silva ASS, Farias LF. Elaboração da farinha à base da amêndoa do cupuaçu Theobroma grandiflorum Schum. Arq Científ. 2018;1(1):36-42.

9. Souza NT, Rodrigues LM, Pereira AS, Almeida SR. Elaboração e caracterização de sobremesa láctea adicionada de babaçu e cupuaçu. Avanços Ciênc Tecnol Aliment. 2021;4:519-33.

10. Furtado MT, Souza ML, Silva JS. Formulação de barras mistas. Enciclopédia Biosfera. 2018;15(27):48-58.

**Capítulo 100**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-100**

# CONTAGEM DE CÉLULAS VIÁVEIS NO PROCESSO FERMENTATIVO DE KEFIR EM LEITE DE COCO ATRAVÉS DE DIFERENTES TRATAMENTOS DO INÓCULO

**Danielle Alves da Silva Rios*; Renato de Mesquita Rios; Paulo Henrique Machado de Sousa; Larissa Morais Ribeiro da Silva**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: nutri.danirios@gmail.com*

**Resumo:** Kefir é uma simbiose de microrganismos de cultivo artesanal, com vários efeitos positivos associados ao seu consumo. Entretanto, novas matrizes são utilizadas constantemente para obtenção de novos produtos alimentícios. Ainda assim, por ser uma matriz muito complexa, qualquer alteração poderá impactar nas suas características e propriedades. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a carga microbiana da bebida vegetal de coco fermentada por kefir utilizando inóculos com e sem adaptação ao meio de fermentação. O extrato vegetal de coco foi elaborado e para o processo de adaptação o kefir foi transferido para o meio, permanecendo no mesmo por 24 horas. Após esse tempo, os grãos eram transferidos para um novo extrato pelo mesmo período de tempo, em um processo que foi repetido por 7 dias para que ocorresse sua adaptação. A contagem de microrganismos foi realizada por técnicas padronizadas e foram quantificados bactérias ácido láticas, leveduras totais e aeróbios mesófilos após 24 horas de fermentação para o kefir adaptado e para o não adaptado. Os resultados demonstraram que o processo de adaptação resultou em cargas microbianas com valores entre 10 e 100 vezes maiores em relação ao não adaptado. Dessa forma, é importante ressaltar que processos fermentativos em geral são sensíveis a várias situações e entender todos os parâmetros envolvidos será importante para obtenção das melhores características e/ou propriedades estudadas.

**Palavras–chave:** coco; fermentação; inóculo; kefir

## INTRODUÇÃO

O kefir é uma bebida lática fermentada que resulta da interação simbiótica entre bactérias ácido láticas e leveduras, imersas em uma matriz polissacarídica. Originário do Cáucaso, essa bebida tem sido produzida de forma artesanal e prática há muito tempo, utilizando substratos tanto de origem animal, como leite de diferentes espécies, e mais recentemente de origem vegetal, como açúcar mascavo, leite de arroz, soja, entre outros. Os grãos de kefir são constituídos por uma combinação de microrganismos que, quando isolados, podem ter suas atividades biológicas reduzidas ou cessadas, comprometendo o desenvolvimento pleno da bebida (1; 2; 3).

Estudos revelam que o kefir de leite é rico em ácido láctico, ácido acético, ácido glicônico, álcool etílico, gás carbônico, vitamina B12 e polissacarídeos. Também é uma excelente fonte de cálcio e proteínas de alto valor biológico, com alta digestibilidade devido ao processo de fermentação (4; 5). Associado ao seu valor nutricional, o kefir apresenta

inúmeros benefícios que vão desde sua propriedade probiótica (com contagens microbianas necessárias), efeito antitumoral em animais, propriedades antimicrobianas, redução do colesterol, tratamento de doenças gastrointestinais e doenças cardiovasculares, hipertensão, alergias (2; 6; 7; 8).

Além do uso do leite como substrato para a produção de kefir, outras matrizes, principalmente de origem vegetal vêm sendo utilizada. Bebidas vegetais fermentadas despontam como uma alternativa a leite e derivados, principalmente pelas similaridades nas características sensoriais, sendo utilizado soja, quinoa, amendoim, amêndoas, dentre outras fontes (4; 9). Contudo, ainda não há uma amplitude quanto à metodologia de desenvolvimento dessas bebidas, assim como as propriedades atribuídas a elas, não apenas pelo caráter artesanal e as variáveis desse processo, como também pluralidade de substratos, implicando em produtos distintos.

Ademais, a elaboração de diferentes extratos vegetais fermentados por Kefir pode contribuir para estratégias com matrizes alimentares alternativas aos produtos lácteos, aliando produtos que atendam indivíduos com problemas relacionados à ingestão do leite, sejam patologias ou escolhas alimentares, aos benefícios associados à presença de micro-organismos vivos.

O caráter artesanal e a dificuldade em padronizar a quantidade de inóculo, o tempo de fermentação e as condições do processo têm levado à substituição do kefir tradicional por bebidas fermentadas comercializadas que utilizam cepas padronizadas, o que pode reduzir os benefícios associados ao kefir artesanal. Dessa forma, entender se a adaptação do inóculo à bebida vegetal de coco irá impactar na carga microbiana presente é uma etapa importante para o desenvolvimento do extrato vegetal fermentado, assim como avaliar em estudos futuros características e propriedades que possam ser apresentadas pela bebida com melhor desempenho.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a carga microbiana do processo fermentativo do kefir em leite de coco com diferentes tratamentos do inóculo, um com adaptação dos microrganismos a uma nova matriz e outro sem a adaptação.

## MATERIAL E MÉTODOS

As matérias-primas utilizadas para elaboração do extrato vegetal foram adquiridas no comércio local de Fortaleza (CE). Já os grãos de kefir de leite foram obtidos, através de doação por uma padaria do mesmo local, que distribui para os interessados em cultivá-los.

A obtenção do extrato vegetal de coco foi realizada conforme processo já descritos na literatura. O endosperma sólido de coco fresco foi misturado com água destilada à 70°C na proporção de 1:2 (p/p) em um processador doméstico. A pasta obtida foi filtrada em gaze pressionada para obter a maior quantidade de extrato possível. O extrato obtido foi envasado em frascos âmbar com capacidade para 500 mL, previamente esterilizados. Em seguida, foram pasteurizados a 70 °C ± 2°C por 20 minutos em banho-maria, submetidos a choque térmico em banho de gelo e armazenados sob refrigeração (5 °C ± 2) até a realização das análises (10).

O tratamento diferenciado para os inóculos foi feito com e sem adaptação dos grãos de kefir de leite no extrato vegetal de coco. Em relação ao processo com adaptação o inóculo (5% dos grãos) foi colocado em contato com o substrato (extrato hidrossolúvel de coco) e eram feitas trocas diárias do substrato. A adaptação foi feita à 25 °C em BOD por 24 horas durante

7 dias (4). O mesmo não ocorreu para o inóculo sem adaptação e a contagem de microrganismos em ambos os processos aconteceu após 24 horas de fermentação com os diferentes inóculos.

Para a análise microbiológica foram feitas as contagens de bactérias ácido lácticas totais, leveduras e aeróbios mesófilos, realizadas pelo método de plaqueamento a partir de diluições decimais sucessivas das amostras (11; 12).

Para as bactérias ácidos lácticas, inoculou-se 1 mL das diluições de $10^{-5}$ a $10^{-7}$ através de método de plaqueamento em profundidade (pour plate) em placas de Petri estéreis e utilizando o ágar MRS (Man Rogosa & Sharpe). As placas foram incubadas à 30 °C em estufa incubadora tipo BOD (TECNAL/TE-391) durante 72 horas.

Na contagem de leveduras totais foram utilizadas às diluições $10^{-4}$ a $10^{-6}$ em placas contendo Agar Batata acidificado e elas foram incubadas a 22 °C em estufa incubadora tipo BOD (TECNAL/TE-391) durante 3 a 5 dias. Em seguida, foi feita a visualização em microscópio (NIKON/ECLIPSE/E200) para confirmação das leveduras.

Para aeróbios mesófilos foi inoculado 0,1 mL das diluições $10^{-3}$ a $10^{-5}$ em Ágar Padrão e as placas foram incubadas invertidas a 35 °C durante 24 a 48 horas para posteriormente serem realizadas as contagens.

As análises foram realizadas em triplicata e os dados foram expressos através das médias obtidas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das contagens das células viáveis de bactérias ácido láticas, leveduras totais e aeróbios mesófilos no extrato hidrossolúvel de coco fermentado por Kefir após o tempo de 24 horas com o inóculo adaptado e não adaptado estão apresentados na tabela abaixo.

**Tabela 1.** Valores das contagens de células viáveis (bactérias ácido láticas, leveduras totais e aeróbios mesófilos) do extrato hidrossolúvel fermentado por kefir após 24 horas de fermentação com os inóculos com e sem adaptação.

| Microrganismos (UFC/mL) | Inóculo com adaptação | | Inóculo sem adaptação | |
|---|---|---|---|---|
| | 0 h | 24 h | 0 h | 24 h |
| **Bactérias ácido láticas** | $2,7 \times 10^4$ | $7,0 \times 10^7$ | $7,4 \times 10^4$ | $2,0 \times 10^6$ |
| **Leveduras totais** | $5,8 \times 10^4$ | $2,1 \times 10^7$ | $1,9 \times 10^5$ | $1,4 \times 10^6$ |
| **Aeróbios mesófilos** | $2,6 \times 10^4$ | $2,2 \times 10^8$ | $1,1 \times 10^5$ | $2,8 \times 10^6$ |

Fonte: própria

Através da tabela é possível observar que a carga microbiana de todos os microrganismos quantificados aumentou após 24 horas de fermentação, revelando a capacidade que eles possuem de se desenvolverem em substratos diferentes. Além disso, independente do processo adaptativo é possível observar a utilização dos nutrientes para o seu metabolismo, gerando novos produtos. Entretanto, para o inóculo com adaptação é pode-se verificar 10 vezes mais bactérias ácido láticas e leveduras totais e 100 vezes mais aeróbios mesófilos, demostrando que adaptar os microrganismos nos substratos utilizados no processo fermentativo pode ser mais interessante para eles.

A maioria da literatura utilizando substratos diferentes ao seu local de origem, que na grande maioria dos estudos são feitos com Kefir de leite, não passam pelo processo de adaptação ao meio, devendo ser revisitados e analisados a partir de uma nova perspectiva para consolidação da sua carga microbiana e consequentemente suas propriedades e características associadas (13; 14; 15).

Por outro lado, a carga microbiana obtida através do processo fermentativo do leite de coco apresentou um balanço mais homogêneo em quantidades, quando comparado a outros estudos, o que poderá representar benefícios diferentes aos já relatados à medida que as cargas microbianas presentes variam. Como no trabalho de Leite et al. (16), em que estudaram as características microbiológicas do kefir de leite durante o processo fermentativo e estocagem, e constataram que as bactérias ácido láticas atingiram 1 x $10^{10}$ UFC/mL em 24 horas, enquanto as leveduras chegaram apenas em a 1 x $10^{6}$ UFC/mL nesse mesmo intervalo de tempo. Dessa forma, verifica-se que o leite tem uma composição mais adequada para o desenvolvimento das bactérias ácido láticas, o que não foi percebido para o extrato vegetal de leite de coco, pois o valor da contagem de leveduras, em 24 horas, ficou próximo ao encontrado para as bactérias supracitadas.

Já no estudo de Fernandes et al. (17), com extrato de soja como substrato para fermentação do kefir, as bactérias ácido láticas aumentaram aproximadamente 2,5 a 3,0 log de um valor inicial de 6 log, atingindo contagens de aproximadamente 3,16 x $10^{8}$ UFC/mL em um intervalo de tempo de 96 horas. Entretanto, no presente estudo, o tempo de fermentação foi de 24 horas e as bactérias citadas atingiram o valor máximo de 7,0 x $10^{7}$ e 2,0 x $10^{6}$ UCF/mL, com e sem adaptação, respectivamente.

Assim, como o kefir é uma simbiose de diferentes microrganismos presentes que podem ser alterados à medida que qualquer variável envolvida sofra alteração, é necessário avaliar os processos fermentativos a partir de várias perspectivas para a obtenção do melhor resultado esperado. Porém, é possível inferir que os microrganismos presentes são facilmente adaptáveis, como já mencionado, revelando a capacidade de uso deles por diversos substratos, atingindo públicos variados.

## CONCLUSÕES

O processo fermentativo é dependente de vários fatores e a adaptação dos microrganismos ao meio se mostrou ser um deles. Com os resultados obtidos é possível observar que acontece de fato uma diferença da carga microbiana quando o inóculo é adaptado ao meio em que irá acontecer ao processo fermentativo entre 10 a 100 vezes mais.

São necessários mais estudos que envolvam técnicas de adaptação do kefir para avaliação de características, propriedades e carga microbiana, para entender melhor qual seria a condição ideal para o desenvolvimento dos microrganismos em simbiose no meio desejado.

## REFERÊNCIAS

1. Weschenfelder, S. et al. Caracterização físico-química e sensorial de Kefir tradicional e derivados. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 63, n. 2, p. 473-480, 2011.
2. Santos, M. R; Bassos, C. Análise físico-química e sensorial de gelatina à base de quefir. Revista Disciplinarum Scientia. Série: Ciências da Saúde, Santa Maria, v. 14, n. 1, p.

93-100, 2013.
3. Palezi, S. C.; De Marchi, L.; Pietta, G. M. Caracterização e avaliação sensorial do kefir tradicional e derivados. Unoesc & Ciência-ACET, p. 15-22, 2015.
4. Fiorda, F. A.; Pereira, G. V. M.; Thomaz-Soccol, V.; Medeiros, A. P.; Rakshit, S. K.; Soccol, C. R. Development of kefir-based probiotic beverages with DNA protection and antioxidant activies using soybean hydrolyzed extract, colostrums and honey. LWT – Food Science and Technology, v. 68, p. 690-697, 2016.
5. Saadi, L. O., Zaidi, F., Oomah, B. D., Haros, M., Yebra, M. J., Hosseinian, F., Pulse ingredients supplementation affects kefir quality and antioxidant capacity during storage, LWT - Food Science and Technology, 2017.
6. Rattray, F. P., O'Connell, M. J. Fermented Milks Kefir. Encyclopedia of Dairy Sciences (2th ed), San Diego, USA, p.518-524, 2011.
7. Dias, P. A.; Rosa, J. V.; Tejada, T. S.; Timm, C. D. Propriedades antimicrobianas do kefir. Arquivos do Instituto Biológico, v. 83, p. 1-5, 2016.
8. Reis, S. A.; Conceição, L. L.; Dias, M. M.; Siqueira, N. P.; Rosa, D. D.; Oliveira, L. L.; Matta, S. L. P. Kefir reduces the incidence of pre-neoplastic lesions in an animal model for colorectal câncer. Journal of Functional Foods, v. 53, p. 1-6, 2019.
9. Marsh, A. J.; Hill, C.; Ross, R. P., Cotter, P. D. Fermented beverages with health-promoting potential: Past and future perspectives. Trends in Food Sci & Technol, 38, 113-124, 2014.
10. Ochoa-Velasco, C. E.; Cruz-Gonzalez, M.; Guerrero-Beltran, J. A. Ultraviolet-C light inactivation of *Escherichia coli* and *Salmonella typhimuriumin* coconut (*Cocos nucifera* L.) milk. Innovative Food Sci. Emerg. Technol. v. 26, p. 199–204, 2014.
11. Carvalho, N. C. Efeito do método de produção de kefir na vida de prateleira e na infecção experimental com *Salmonella typhomurium* em camundongos. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
12. APHA. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 5th ed. Washington: APHA, 2015.995p.
13. LIMBAD, M.; GUTIERREZ-MADDOX, N.; HAMID, N.; YOUNG, T. Microbial and Chemical Changes during Fermentation of Coconut Water kefir Beverage. Applied Sciences. 13, 2023.
14. Esatbeyoglu, T.; Fischer, A.; Legler, A. D. S.; Oner, M. E.; Wolken, H. F.; Köpsel, M.; Ozogul, Y.; Özyurt, G.; Biase, D. D.; Ozogul, F. Physical, chemical, and sensory properties of water kefir producedo from *Aronia melanocarpa* juice and pomace. Food Chemistry: X, v. 18, 2023.
15. Li, X.; He, Y.; Xie, Y.; Zhand, L.; Li, J.; Liu, H. Effects of fermentation witj kefir grains on nutrient composition, flavor, volatiles, and product physical stability of a hemp seed (*Cannabis sativa* L.) beverage. LWT – Food Science and Technology, v. 183, 2023.
16. Leite, A. M. O.; Leite, D. C. A.; Del Aguila, E. M.; Alvares, T. S.; Peixoto, R. S.; Miguel, M. A. L.; Silva, J. T.; Paschoalin, V. M. F. Microbiological and chemical characteristics of Brazilian kefir during fermentation and storage processes. Journ of Dairy Sci, v. 96, p. 4149-4159, 2013.
17. Fernandes, M. S.; Lima, F. S.; Rodrigues, D.; Handa, C.; Guelfi, M.; Garcia, S.; Ida, E. I. Evaluation of the isoflavone and total phenolic contents of kefir-fermented soymilk storage and after the in vitro digestive system simulation. Food Chemistry, 229, p. 373-380, 2017.

**Capítulo 101**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-101**

# APROVEITAMENTO DE COPRODUTOS DE LEGUMINOSAS NA PRODUÇÃO DE BISCOITOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA E ANÁLISE DE MERCADO

**Larissa Queiroz de Magalhães Marinho; Rafaela dos Santos Bomfim; Camila Duarte Ferreira Ribeiro** *

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: camiladuartef@ufba.br*

**Resumo:** A cadeia de produção e processamento de leguminosas gera alguns coprodutos que, em geral, são ricos em proteínas, fibras e moléculas bioativas. A redução das perdas e desperdícios de alimentos é importante para diminuir os custos de produção, aumentar a eficiência do sistema alimentar e contribuir para a sustentabilidade ambiental, sendo a elaboração de biscoitos uma das possibilidades de uso desses coprodutos. O objetivo deste trabalho foi investigar o potencial do uso de coprodutos de leguminosas no desenvolvimento de novas formulações de biscoitos na literatura e em estabelecimentos comerciais. O artigo mais antigo que trata do tema foi publicado em 1982, mas ainda é um assunto escasso na literatura e uma oportunidade pouco explorada pelo mercado. A maior parte dos estudos abordaram biscoitos com coprodutos de soja (*Glycine max*) e de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), enquanto os produtos encontrados no mercado continham farelo de soja ou okara, coprodutos de soja. Os estudos indicaram que os biscoitos com os coprodutos têm composição mais saudável que seus controles, com maiores teores de proteínas e fibras. Nos produtos comercializados observou-se apelos relacionados à composição do produto, como "sem glúten", "sem conservantes", "alto teor de fibras" e "colesterol zero", por exemplo, bem como relacionados à sustentabilidade ambiental, como "reciclado" e "melhor para o planeta". Este trabalho pode ser um guia para empresas e produtores que desejam utilizar os coprodutos de leguminosas para produção de novas formulações de biscoito.

**Palavras–chave:** aproveitamento integral de alimentos; desenvolvimento de novos produtos; enriquecimento nutricional; sustentabilidade;

## INTRODUÇÃO

A geração de descartes alimentares implica em baixa eficiência na utilização dos recursos ambientais, contribui para dietas pouco saudáveis e está envolvida no aquecimento global, esgotamento dos recursos naturais, interrupção dos ciclos biogênicos de nitrogênio e fósforo usados na agricultura como fertilizantes e poluição ambiental. Sendo assim, eles têm um importante impacto social, econômico e ambiental. Por isso, a redução das perdas e desperdícios de alimentos é importante para diminuir os custos de produção, aumentar a eficiência do sistema alimentar e contribuir para a sustentabilidade ambiental (1).

Almejando a promoção da prosperidade enquanto protege o planeta, a Organização das Nações Unidas, em 2015, propôs 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) aos seus países membros. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis é um dos ODS, sendo uma das metas relacionadas a esse objetivo a redução, pela metade, do desperdício

de alimentos *per capita* mundial, nos níveis de varejo e do consumidor, bem como reduzir as perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita, até 2030 (2).

As leguminosas, como o feijão comum (*Phaseolus vulgaris)*, grão-de-bico (*Cicer arietinum*), ervilha (*Pisum sativum* L.) e lentilha (*Lens culinaris)*, por exemplo, são alimentos que em sua cadeia de produção e processamento geram alguns coprodutos que, de modo geral, são ricos em proteínas, fibras e moléculas bioativas como fenóis, carotenoides e fitoesteróis (3). Sob a perspectiva dos grupos alimentares, os "cereais e leguminosas" são os alimentos com maior contribuição nas perdas e desperdícios, cerca de 45% do total em uma quantificação que também observou outros três agrupamentos de grupos alimentares: "frutas e vegetais"; "raízes, tubérculos e oleaginosas"; e "carne e produtos de origem animal" (1).

A transformação em novos alimentos representa a melhor opção para aplicação de coprodutos, segundo a lista prioritária de atividades para tratamento de resíduos industriais da Diretiva nº 851/2018 da União Europeia (4). Existem diversas possibilidades de aplicação dos coprodutos agrícolas na indústria de alimentos como, por exemplo, a produção de vinagre, aditivos alimentares (como celulose, pectina e polifenóis) extração de óleo e compostos bioativos, elaboração de revestimentos comestíveis (5) ou ainda, o desenvolvimento de produtos de panificação, como os biscoitos que são alimentos prontos para consumo, práticos, baratos, populares e amplamente consumidos por pessoas de diversas faixas etárias (6).

Queiroz, Rego e Jardim (7) analisaram o mercado nacional dos setores de padaria e confeitaria e elencaram cinco macrotendências para o setor: "Controle e Adequação", relacionada à redução dos teores de sódio, açúcar e gordura, buscando atender à demanda dos consumidores e a acordos firmados pelas indústrias com o Ministério da Saúde; "Nutrição e Funcionalidade", diante da importância que o consumidor tem dado a aumentar o consumo de alimentos mais nutritivos e funcionais; "Naturalidade e Autenticidade", que inclui alimentos percebidos como artesanais, naturais e sem aditivos artificiais, substâncias alergênicas e outros como lactose e glúten; "Premiumização e Experiência", valorização de produtos com ingredientes nobres, frescos e produzidos de maneira mais artesanal; e "Sustentabilidade e Transparência", relacionada à responsabilidade ambiental e social dos fabricantes.

Desta forma, a elaboração de biscoitos é uma alternativa para aplicação dos coprodutos de leguminosas na indústria alimentícia, possibilitando o incremento nutricional desses alimentos, atendendo à macrotendência de mercado "Nutrição e Funcionalidade", além da utilização integral dos alimentos, relacionada à responsabilidade ambiental. Sendo assim, o objetivo desta revisão foi investigar o potencial do uso de coprodutos de leguminosas no desenvolvimento de novas formulações de biscoitos na literatura e em estabelecimentos comerciais.

## LEGUMINOSAS

As leguminosas (Figura 1), plantas da família Fabaceae, produzem frutos do tipo vagem e podem ser classificadas em: leguminosas grãos, conhecidas também como pulses ou legumes secos, cujas sementes ricas em amido são colhidas após a secagem da vagens, como a lentilha (*Lens culinaris*), o grão-de-bico (*Cicer arietinum)* e o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*); leguminosas oleaginosas, utilizadas primordialmente para extração de óleo comestível, como soja (*Glycine* max.) e amendoim (*Arachis hypogaea*), e as leguminosas cujas vagens são colhidas ainda verdes e consumidas como hortaliças, como a ervilha torta (*Pisum sativum*) e o feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*) (8).

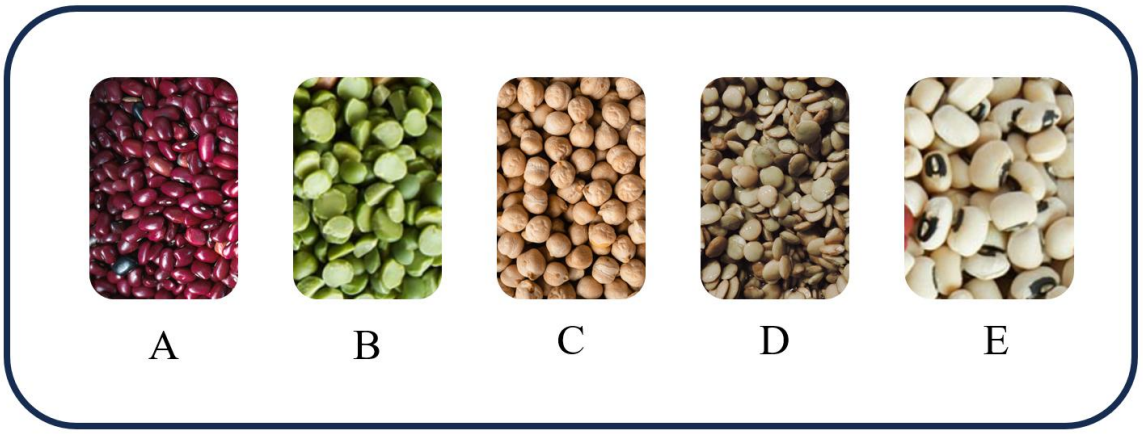



Figura 1. Exemplos de leguminosas. A: feijão vermelho, uma variedade do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*); B: ervilha (*Pisum sativum* L.); C: grão-de-bico (*Cicer arietinum*); D: lentilha (*Lens culinaris*); E: feijão caupi (*Vigna unguiculata*).

Quanto à composição nutricional, as leguminosas usualmente contêm um maior teor de proteínas e minerais que todos os principais cereais, além de apresentarem elevado teor de fibras. As proteínas desempenham um importante papel na saúde humana. Em bebês e crianças são fundamentais para o crescimento e sua carência pode resultar em déficit cognitivo, nanismo e definhamento, enquanto nos adultos a adequada ingestão proteica é fundamental para construção e manutenção muscular, além de facilitar o reparo e substituição celular (9). O conteúdo de proteína varia entre as diferentes espécies, o tremoço (*Lupinus* spp.) cru se destaca com cerca de 34,1%, enquanto o feijão-bambara (*Vigna subterranea*) cru possui 18,4% (10). Além do elevado teor proteico, os aminoácidos constituintes das leguminosas grãos complementam os aminoácidos limitantes nos cereais, e vice-versa (9).

Outra vantagem nutricional em relação aos cereais é o teor de fibras das leguminosas, que varia entre 13% a 35% entre as leguminosas grãos, enquanto no arroz, por exemplo, esse valor é 1% (9). As fibras alimentares são importantes para prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. Em um estudo de revisão sistemática com metanálise, Aune *et al*. (11) concluíram que dietas ricas em grãos integrais têm efeito benéfico em relação ao risco de doença cardíaca, doença cardiovascular e câncer, bem como na mortalidade por todas as causas, e também por doenças respiratórias, infecções, diabetes e todas as causas não cardiovasculares e não cancerígenas combinadas.

Além disso, as plantas deste grupo desempenham um papel ambiental importante por conta da fixação do nitrogênio no solo, processo existente nos nódulos radiculares das plantas, que fornecem energia para as bactérias fixadoras de nitrogênio (principalmente *Rhizobium* spp.), que, por sua vez, absorvem o nitrogênio inerte do ar do solo e o convertem em amônia biologicamente útil para o crescimento da planta, em uma relação de simbiose (12).

## COPRODUTOS DE LEGUMINOSAS E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

As leguminosas, alimentos básicos em muitos países, têm em sua cadeia de produção e processamento alguns coprodutos como folhas, caules, vagens, grãos fora do padrão, grãos partidos, tegumento, água de remolho e água da cocção, por exemplo. Quanto à dimensão da quantidade descartada, estima-se que seja equivalente a até 1/4 do total da produção (3).

Para quantificar o impacto dessas perdas e desperdícios de alimentos é possível utilizar o conceito das pegadas ambientais: a pegada de carbono é a quantidade total de gases de efeito estufa emitida ao longo do ciclo de vida dos alimentos, incluindo sua produção, transporte, processamento, distribuição e consumo, bem como as emissões do descarte de resíduos; a

pegada hídrica é a medida total de água doce utilizada para produzir e fornecer esse alimento ao consumidor final, em todas as etapas da cadeia de suprimentos, e é composta por três tipos de água: água azul, subterrâneas ou superficiais; água verde, oriunda da chuva; e água cinzenta, utilizada para diluir as concentrações de poluentes a níveis aceitáveis; quanto à pegada de terra, não existe um método habitualmente aplicável para sua mensuração, mas pode ser considerada a superfície de terra necessária para a produção de alimentos (10).

Em relação às pegadas ambientais, as perdas e desperdício dos "cereais e leguminosas" geram maior pegada de carbono e de água azul, dentre os grupos alimentares, e é o segundo grupo com maior pegada de terra, ficando atrás apenas do grupo "carne e produtos de origem animal". Sob a perspectiva dos grupos alimentares, os "cereais e leguminosas" são os alimentos com maior contribuição nas perdas e desperdícios, cerca de 45% do total em uma quantificação que também observou outros três agrupamentos de grupos alimentares: "frutas e vegetais"; "raízes, tubérculos e oleaginosas"; e "carne e produtos de origem animal" (10).

Em alternativa ao sistema de economia linear (extração dos recursos, produção e descarte do que não foi utilizado, sem preocupação com o destino do produto após o uso), a cadeia de abastecimento circular é voltada para uma produção mais sustentável e deriva-se de quatro modelos de produção anteriores: logística reversa, cadeia de suprimentos verdes, gestão sustentável da cadeia de suprimentos e cadeia de suprimentos em ciclo fechado. A economia circular pode envolver vários circuitos integrados para recuperação de materiais para criar valor social, econômico e ambiental. Em relação ao sistema alimentar, a gestão de resíduos foi identificada como uma solução potencial para a transição à economia circular. Além disso, de acordo com a lista prioritária de atividades para tratamento de resíduos industriais da Diretiva nº 851/2018 da União Europeia, a melhor opção para aplicação de coprodutos é em novos alimentos (4).

## BISCOITOS DESENVOLVIDOS COM COPRODUTOS DE LEGUMINOSAS ENCONTRADOS NA LITERATURA

De acordo com o Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos (13) biscoitos (ou bolachas) são produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e ou fécula(s) com outros ingredientes, sendo submetidos a processos de amassamento e cocção e podendo ser fermentados ou não. Além disso, podem ter formatos e textura diversos e conter, ou não, cobertura e ou recheio. No Brasil a quantidade média de biscoitos industrializados vendidos no ano de 2019 correspondeu a 7,02kg por habitante e quase 99% das vendas abarcou os tipos "recheado doce", "água e sal/cream cracker", "secos/doces especiais", "maria/maisena", "rosquinha", "*waffer*", "salgado" e "*cookie*" (14).

Alguns pesquisadores elaboraram biscoitos com coprodutos de leguminosas (Quadro 1). A maioria deles trabalhou a partir da substituição da farinha utilizada no biscoito controle (farinha de trigo ou amido de milho) por farinhas ou pós dos coprodutos, em proporções que variaram de 10% a 100%. As exceções foram Chávez-Santoscoy *et al*. (15), que fizeram um extrato liofilizado do tegumento de feijão preto (*Phaseolus vulgaris*), e o adicionaram à farinha de trigo, e Serventi *et al*. (16) que trocaram a água de torneira utilizada na formulação controle por água do cozimento de soja. A elaboração de farinhas, uma das estratégias que pode ser utilizada para transformar os coprodutos de leguminosas em ingredientes alimentares, pode contar com diversas etapas como, por exemplo, remolho, peneiramento, branqueamento, torrefação, fervura, pré-gelatinização, secagem e/ou moagem e tem como vantagem melhorar a conservação do coproduto (17).

Quadro 1. Estudos sobre biscoitos com adição de coprodutos vegetais.

| Coproduto utilizado / nível de substituição | Ingredientes | Análises realizadas | Principais resultados | Referência |
|---|---|---|---|---|
| Okara de soja (*Glycine max*) / 20 % e 30 % da farinha de trigo | Farinha de okara, farinha de trigo, canela em pó, gema de ovo, leite desnatado, açúcar refinado, sal, margarina, óleo, bicarbonato de sódio. | 1.Umidade; 2. Proteínas; 3. Carboidratos; 4. Lipídios; 5. Cinzas; 6. Teor de isoflavonas; 7. Fibras. | 1. ↑ umidade no biscoito com 30% de okara; 2,3,4,6,7. ↑ teores de proteína, umidade, isoflavonas e fibras e ↓ lipídios e carboidratos nos biscoitos com okara. | (18) |
| Okara de soja (*Glycine max*) / 20% e 40% da farinha de trigo | Farinha de trigo, pós de okara (PO) fermentado (POFE), autoclavado (POA) ou fresco (POFR), farinha de milho, fermento em pó, açúcar, sal, bicarbonato de amônio, óleo e água. | 1. Lipídios; 2. Proteínas; 3. Cinzas; 4. Carboidratos disponíveis; 5. Fibra dietética insolúvel; 6. Fibra dietética solúvel;7. Ácido fítico; 8. Compostos fenólicos totais; 9. Atividade antioxidante pelo método de redução do ferro (FRAP); 10. Capacidade de absorção de radicais de oxigênio; 11. Isoflavonas; 12. Digestibilidade in vitro; 13. Fator de espalhamento; 14. Textura; 15. Cor; 16. Análise sensorial. | 1,2,5. ↑ lipídios, proteínas e fibra dietética insolúvel em todos os biscoitos com PO; 6. 20% e 40% de POFE ou 40% de POA ↑ fibra dietética solúvel; 7. Biscoitos com POFE tiveram teores de ácido fítico iguais ao biscoito controle; 8,9 e 10. Biscoitos com PO ↑ teor de compostos fenólicos totais, FRAP e capacidade de absorção de radicais de oxigênio, exceto o biscoito com 20% de POA, que obteve a mesma capacidade de absorção de radicais de oxigênio que o controle; 11. Não houve detecção de isoflavonas no biscoito controle. Isoflavonas totais foram menores nos biscoitos com POFE, quando comparados aos biscoitos com mesma proporção de PO; 12. ↓glicose liberada dos biscoitos com PO, dose dependente; 13. Biscoitos com PO ↑ do fator de espalhamento; 14. Substituição por | (19) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | POA e POFR ↑ dureza. Biscoitos com PO ↓ fraturabilidade; 15. Biscoitos com PO ↓ L* e ↑ a* e b*; 16. O sabor e a aceitação geral diminuíram com o aumento do teor de PO. | |
| Lentilhas de grau inferior (*Lens culinaris* M.) / 25%, 50% e 100% da farinha de trigo | Farinha de trigo, farinha de lentilha de grau inferior, gordura vegetal, açúcar, sal, bicarbonato de sódio, solução de dextrose e água. | 1. Altura; 2. Massa; 3. Textura; 4. Cor; 5. Proteínas; 6. Fibra detergente neutro; 7. Oligossacarídeos da família da rafinose; 8. Compostos Fenólicos; 9. FRAP. | 1. Biscoitos com farinha de lentilha apresentaram maior altura; 2,3. Biscoitos com maior adição de farinha de lentilha tiveram ↓ na massa e dureza, que não variaram entre o controle e o biscoito com menor adição de farinha de lentilha; 4,5,6,9. Adição da farinha resultou em ↑ de L*, proteínas, fibras e FRAP, dose dependente; 7. A concentração de oligossacarídeos da família da rafinose foi maior em biscoitos com maior adição de farinha de lentilha. 8. Nos biscoitos com farinha de lentilha foram identificados kaempferol trihexose, glicosídeo kaempferol e procianidina. | (20) |
| Água de cozimento de soja (*Glycine max*) / 148g de água do cozimento da soja substituíram 140g de água de torneira | Farinha de arroz, amido de milho, fermento em pó, sal, óleo de canola e água da torneira ou água do cozimento de soja | 1. Cor; 2. Textura; 3. Umidade. Análises realizadas nas amostras frescas (dia 0) e 2 dias após armazenamento em saco plástico, à temperatura ambiente. | 1. Biscoitos com água de cozimento de soja tiveram ↑ b* e ↓ a*; 2. No dia 0 a dureza dos biscoitos não diferiu estatisticamente, entretanto o controle apresentou aumento expressivo da dureza, enquanto o biscoito com água do cozimento de soja reduziu drasticamente. 3. A umidade apresentou comportamento oposto à dureza, ↓ no biscoito controle ao longo dos 2 dias, enquanto ↑ no | (16) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | biscoito com água de cozimento de soja. | |
| Tegumento de feijão preto (*Phaseolus vulgaris*) / adicionado à farinha de milho nixtamalizada, 0,3% e 0,7% | Farinha de milho nixtamalizada, extrato liofilizado de tegumento de feijão preto, gordura vegetal, bicarbonato de sódio, açúcar mascavo, goma guar, ácido lático e água. | 1. Cor; 2. Fator de espalhamento; 3. Textura; 4. Antocianinas; 5. Flavonoides; 6. Saponinas. | 1. Biscoitos com maior adição do extrato tiveram ↓ L*, a* e b*; 2 e 3. Não houve diferença significativa no fator de espalhamento e parâmetros de textura entre os biscoitos sem e com extrato. 4, 5 e 6. Adição do extrato causou ↑ no teor de antocianinas, flavonoides e saponinas; | (15) |
| Farelo de tremoço branco (FTB) (*Lupinus albus*) / 10%, 15% e 20% da farinha de trigo | Farinha de trigo, FTB, açúcar de confeiteiro, leite desnatado em pó, cloreto de sódio, bicarbonato de sódio, gordura vegetal, xarope de milho, bicarbonato de amônio e água. Os cookies com farelo também foram elaborados com e sem adição de xilanase (xil.). | 1. Fator espalhamento; 2. Textura; 3. Cor; 4. Umidade; 5. Cinzas; 6. Proteína; 7. Lipídios; 8. Minerais; 9. Análise sensorial. | 1. Cookies 15% FTB, com xil., e 20%FTB, c/ ou s/ xil., ↑ fator espalhamento. 2. ↑FTB ↑dureza, dose dependente, c/ ou s/ xil.. 3. ↑FTB, ↓ L*, ↑a*e b*. 4. Resultados de umidade não foram apresentados. 5, 6 e 8. Apenas cookies 20%FTB foram significativamente diferentes do controle, com ↑ cinzas, proteína e Zn. 7. Sem diferença no teor de lipídios entre os biscoitos. 8. Adição FTB ↑Ca, Cu, Mg, P dos biscoitos. 9. Cookie 10%FTB não diferiu do controle quanto à cor, odor e aceitabilidade geral. Todos os cookies com TFB tiveram piores avaliações quanto à aparência e sabor. | (21) |
| Feijão preto partido envelhecido (*Phaseolus vulgaris*) / 15% e 30% do amido de milho. | Amido de milho, farinhas mistas de arroz e feijão preto pré-gelatinizados ou farinhas mistas de arroz e feijão preto | 1. Umidade; 2. Carboidratos; 3. Proteínas; 4. Lipídios; 5. Cinzas; 6. Fibra dietética; 7. B1; 8. B2; 9. Taninos; 10. Fitatos; 11. Textura; 12. Cor; | 1,2,3,4,5,6 e 10. Farinhas mistas de arroz e feijão → biscoitos com ↓ umidade, lipídios e ↑ carboidratos, proteínas, cinzas e fibra dietética total. 7, 8 e 10. Sem diferença nos teores de vitamina B e fitatos. 9. | (22) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | descascado pré-gelatinizados, gordura, açúcar, fermento em pó e leite em pó integral. | 13. Análise sensorial. | Taninos não foram detectados em nenhuma das formulações. 11. Biscoito com farinha mista com o feijão inteiro apresentou maior dureza. 12. Biscoitos com farinhas mistas → ↓ L* e h e ↑ C, dose dependente; 13. Biscoitos com farinha mista com feijão com casca tiveram piores avaliações, apenas o com menor teor de substituição obteve "gostaram levemente" para aceitabilidade geral. | |
| Tegumento de feijão branco (*Phaseolus vulgaris*) / 10%, 20% e 30% da farinha de trigo | Farinha de trigo, tegumento de feijão branco cru, assado a 160°C ou 240°C, água deionizada, extrato de baunilha e outros ingredientes não citados. | 1. Fator espalhamento, 2. Cor; 3. Umidade (cru e assado); 4. Textura. 5. Análise sensorial. | 1. ↑ tegumento ↓ fator espalhamento. 2. Cookies com tegumento cru ou assado a 160°C apresentaram ↓ L* e b*. 3. Cookies com tegumento assado a 160°C tenderam a apresentar maior umidade, mas a diferença não foi significativa. 4. Cookies com tegumento demandaram menos força para cisalhamento que o controle. 5. A cor foi o parâmetro mais afetado pela incorporação do tegumento. O sabor não foi afetado apenas pela substituição com 10% do tegumento assado a 240°C. | (23) |

c/: com; Ca: cálcio; Cu: cobre; FRAP: atividade antioxidante pelo método de redução do ferro. FTB: farelo de tremoço branco; Mg: magnésio; P: fósforo; PO: pó de okara; POA: pó de okara autoclavado; POFE: pó de okara fermentado; POFR: pó de okara fresco; s/: sem; xil.: xilanase; Zn: zinco.

O estudo mais antigo encontrado foi elaborado em 1982 por DeFouw *et al*. (23), que avaliaram a umidade da massa crua e cozida e o fator de espalhamento, cor, textura e parâmetros sensoriais de *cookies* com farinha tegumento de feijão branco substituindo 0%, 10%, 20% ou 30% da farinha de trigo. A justificativa do trabalho foi investigar a elaboração de produtos de panificação saudáveis com adição de fontes de fibra alimentar não oriundas de cereais, por conta da evidência epidemiológica da relação entre dietas com baixa ingestão de

fibras a doenças não infecciosas, como diverticulite e câncer de cólon. Entretanto, a determinação desse componente não foi feita.

De modo geral, a substituição das farinhas convencionais por farinha ou pó de coproduto de leguminosa resultou em aumento nos teores de proteínas em qualquer nível de substituição, exceto nos biscoitos elaborados com farelo de tremoço branco por Bilgiçli e Levent (21) em que o aumento só foi significativo em relação ao controle a partir de 20%. Quanto aos teores de lipídios, os biscoitos com coproduto não apresentaram diferença ou apresentaram redução, exceto para o produto elaborado com pós de okara por Lee, Gan e Kim (19), no qual houve aumento dos teores de lipídio, o que é esperado por ser oriundo de uma leguminosa oleaginosa.

Nos estudos que avaliaram o teor de cinzas dos biscoitos, esse parâmetro se manteve igual entre as amostras ou aumentou nas que continham coproduto. Apenas Bilgiçli e Levent (21) analisaram minerais e encontraram aumento nas quantidades de cálcio, cobre, magnésio e fósforo desde o percentual mais baixo de alteração na farinha do controle, que foi 10% de farelo de tremoço branco. Todos os estudos que avaliaram o teor de fibra alimentar encontraram valores aumentados para todos os percentuais de troca das farinhas convencionais pelas elaboradas com os coprodutos.

De acordo com os estudos que realizaram análise sensorial, esse é um aspecto crítico na elaboração de biscoitos com coprodutos de leguminosas. A nota atribuída à aceitação global é menor com a adição das leguminosas. O único biscoito que não teve diferença em relação ao controle neste atributo foi o elaborado por Bilgiçli e Levent (21) com 10% de farelo de tremoço branco. O sabor foi um parâmetro bastante afetado nos novos produtos propostos. Apenas os biscoitos com 10% de tegumento de feijão branco assado a 240°C elaborados por DeFouw *et al*. (23) tiveram avaliação semelhante ao controle. A única avaliação em que houve melhor nota em relação ao controle foi na cor dos biscoitos com okara a 20% desenvolvidos por Lee, Gan e Kim (19), para todos os tratamentos realizados com o coproduto.

## BISCOITOS DESENVOLVIDOS COM COPRODUTOS DE LEGUMINOSAS ENCONTRADOS EM ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS

Em uma busca virtual em *websites* comerciais foi possível encontrar alguns biscoitos elaborados com coprodutos de leguminosas (Quadro 2). Todos eles apresentaram coprodutos de soja, sendo na maior parte deles o farelo de soja. Quanto aos apelos contidos nos rótulos, todos apresentavam alguma alegação relacionada à composição nutricional, como “sem glúten”, “sem conservantes”, “fonte de ômega 3” ou “boa fonte de fibras”, por exemplo, mas apenas um biscoito possuía informação diretamente relacionada à sustentabilidade ambiental (“reciclado” e “melhor para o planeta”).

Quadro 2. Exemplos de biscoitos com coprodutos de leguminosas disponíveis em estabelecimentos comerciais.

| Produto | Marca | Apelo/ diferencial | Ingredientes |
|---|---|---|---|
| Biscoito Chocofibras | Schär | Sem glúten, sem conservantes, sem trigo, sem adição de ovos. | Chocolate ao leite (açúcar, manteiga de cacau, leite integral em pó, pasta de cacau, leite desnatado em pó, emulsificante: lecitina de soja, aromatizante natural) (açúcar , manteiga de cacau , leite integral em pó , pasta de cacau , leite desnatado em pó , emulsificante: lecitina de soja , aromatizante natural ), amido de milho , gordura de palma , açúcar , farinha de milho , farinha de soja , **farelo de soja**, farinha de trigo sarraceno , xarope de açúcar , amido de mandioca |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | modificada , sal , fermentos químicos: bicarbonato de amónio , bicarbonato de sódio |
| Biscoito com fibras sem glúten. | Schär | Alto teor de fibras, sem glúten, sem trigo, sem lactose. | Amido de milho, gordura de palma, açúcar de cana 16%, farinha de milho, farinha de soja, **farelo de soja 7%**, farinha de trigo mourisco 4%, xarope de açúcar de beterraba, amido de tapioca modificado, sal, levedantes: hidrogenocarbonato de amónio, hidrogenocarbonato de sódio. |
| Cereal crackers | Schär | Fonte de ômega 3, sem glúten, sem trigo, sem conservantes . | amido de milho , margarina vegetal [gorduras e óleos vegetais em proporções variáveis (palma, palmiste, coco, canola), água, sal, emulsificante: mono e diglicerídeos de ácidos graxos, aromatizante] , maltodextrina , amido de mandioca modificada , farinha de milho integral , farinha de soja , xarope de arroz , linhaça , farinha de arroz integral , farinha de trigo sarraceno , farinha de sorgo , farinha de linhaça , farinha de milho , massa madre desidratada (trigo sarraceno, quinoa), **farelo de soja** , sementes de papoula , xarope de beterraba , sal marinho , emulsificante: ésteres mono e diacetiltartáricos de mono e diglicerídeos de ácidos graxos ; fermentos químicos: bicarbonato de amônio, bicarbonato de sódio, tartarato monopotássico ; espessantes: goma de guar, hidroxipropilmetilcelulose; acidificante: ácido cítrico ; aromatizante natural . |
| Cookies de okara com gotas de chocolate* | Renewal Mill | Vegano, macio, reciclado, adequado para crianças, lanche para viagem, melhor para o planeta, colesterol zero, boa fonte de fibra | N.I. |

*Produto não entregue no Brasil. NI: não informado.

## DESAFIOS E OPORTUNIDADES

Foram identificados poucos biscoitos elaborados com coprodutos de leguminosas, tanto na literatura quanto no mercado, o que indica que o uso desses potenciais ingredientes ainda é incipiente. Os coprodutos mais utilizados nos biscoitos presentes na literatura foram oriundos da soja (*Glycine max*) e do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), enquanto todos os biscoitos presentes no mercado continham coprodutos oriundos da soja, principalmente o farelo de soja, um coproduto com comercialização já consolidada no mercado, encontrado com facilidade em lojas de “produtos naturais”.

O uso dos coprodutos agroindustriais de alimentos na alimentação humana pode ser desafiador, pois implica em mudanças na cadeia de produção. Entretanto, é uma oportunidade

de valorizar os alimentos produzidos, por atender às novas demandas dos consumidores, visto que, nutricionalmente, os biscoitos com coprodutos de leguminosas tendem a ter uma composição mais saudável que os seus controles, contendo maiores teores de proteínas, fibras e, em alguns casos, minerais. Esse apelo à saudabilidade, aspecto destacado pelas macrotendências do mercado nacional, foi encontrado nos produtos comercializados encontrados. Entretanto, uma limitação para o uso de um maior percentual de coprodutos nas formulações são os aspectos sensoriais dos biscoitos, principalmente quando se observa a aceitabilidade do sabor.

## CONCLUSÕES

Apesar de ser um tema abordado na literatura há mais de quatro décadas, o desenvolvimento de biscoitos com coprodutos de leguminosas ainda é pouco explorado, tanto na literatura quanto no mercado. Entretanto, além do apelo à sustentabilidade ambiental, os biscoitos com coprodutos de leguminosas apresentaram maior teor de nutrientes importantes para a saúde, como proteínas e fibras. Deste modo, este estudo pode ser uma referência inicial para produtores e empresas que pretendem destinar os seus coprodutos ao desenvolvimento de novos alimentos, almejando uma produção mais rentável e que atenda às tendências do mercado consumidor pela demanda de produtos mais saudáveis, com potencial funcional e responsabilidade socioambiental.

## REFERÊNCIAS

1. FAO. The state of food and agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2019. (THE STATE OF THE WORLD series).

2. UN. Sustainable development goals. Goal 12: ensure sustainable consumption and production patterns [Internet]. 2024 [acesso em 4 Ago 24]. Disponível em: https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/.

3. Tassoni A, Tedeschi T, Zurlini C, Cigognini IM, Petrusan JI, Rodriguez O, Neri S, Celli A, Sisti L, Cinelli P, Signori F, Tsatsos G, Biondi M, Vestringe S, Bruggerman G, Corvini PFX. State of the art production chains for peas, beans and chickpeas - valorization of agro-industrial residues and applications of derived extracts. Molecules. 2020;25.

4. Lavelli V. Circular food supply chains – impact on value addition and safety. Trends Food Sci Technol. 2021;114:323–332.

5. Rashwan AK, Bai H, Osman AI, Eltohamy KM, Chen Z, Younis HA, Al-Fatesh A, Rooney DW, Yap P. Recycling food and agriculture by-products to mitigate climate change: a review. Environ Chem Lett. 2023;21:3351–3375.

6. Ghoshal G, Kaushik, P. Development of soymeal fortified cookies to combat malnutrition. Legum Sci. 2020;2:1–13.

7. Queiroz GC, Rego RA, Jardim DPC. Brasil bakery e confectionery trends 2020

[Internet]. Campinas: ITAL - Instituto de Tecnologia de Alimentos; 2014 [acesso em 4 Ago 2024]. Disponível em: http://repositorio.ital.sp.gov.br/jspui/handle/123456789/748

8. Lana, M.M. Hortaliça combina com leguminosas: grão-de-bico, lentilha, ervilha seca e feijão. Brasília, DF:Embrapa;2021.

9. Rawal V, Navarro DK. The Global Economy of Pulses. Rome:FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2019.

10. FAO/INFOODS. Global food composition database for pulses – version 1.0 (uPulses1.0). FAO/INFOODS Food Composition Databases [Internet]. 2017 [acesso em 4 Ago 24]. Disponível em: https://www.fao.org/fileadmin/templates/food_composition/documents/uPulses1.0.xlsx

11. Aune D, Keum N, Giovannucci E, Fadnes LT, Boffetta P, Greenwood DC, Tonstad S, Vatten LJ, Riboli E, Norat T. Whole grain consumption and risk of cardiovascular disease, cancer, and all cause and cause specific mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. BMJ. 2016;356(i2716):1–14.

12. Vahl DR, Heiden G, Lessa I, Iganci J. Leguminosae na área de conservação in situ do butiazal da Fazenda São Miguel, Tapes, Rio Grande do Sul. Iheringia, Série Botânica. 2023;78(e2023007):1–16.

13. Ministério da Saúde (BR). Resolução da Diretoria Colegiada nº 711, de 1° de julho de 2022. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães. Diário Oficial da União. 6 jul 2022; nº126.

14. Rego RA, Vialta A, Madi LFC. Biscoitos industrializados: nutrição e indulgência na cultura alimentar [Internet]. São Paulo: ITAL - Instituto de Tecnologia de Alimentos/ ABIMAPI - Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados; 2020 [acesso em 4 Ago 2024]. Disponível em: https://ital.agricultura.sp.gov.br/biscoitos/8/

15. Chávez-Santoscoy RA, Gutiérrez-Uribe JA, Serna-Saldivar SO, Perez-Carrillo E. Production of maize tortillas and cookies from nixtamalized flour enriched with anthocyanins, flavonoids and saponins extracted from black bean (*Phaseolus vulgaris*) seed coats. Food Chem. 2016:192:90–97.

16. Serventi L, Wang S, Zhu J, Liu S, Fei F. Cooking water of yellow soybeans as emulsifier in gluten-free crackers. Eur Food Res Technol. 2018:244:2141–2148.

17. Nartea A, Fanesi AKB, Orhotohwo OL, Susek K, Rocchetti L, Di Vittori V, Bitocchi E, Pacetti D, Papa R. Legume byproducts as ingredients for food applications: Preparation, nutrition, bioactivity, and techno-functional properties. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2023:22:1953–1985.

18. Fadhila PT, Rakhmadevi AG, Mardiyanto M, Nurwahyuningsih. Nutritional value and fiber content of cookies prepared from okara flour substitution: study on dietary fiber, isoflavone, and chemical properties. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2024:1338:1–7.

19. Lee DPS, Gan A, Kim J. Incorporation of biovalorised okara in biscuits: Improvements of nutritional, antioxidant, physical, and sensory properties. LWT – Food Sci Technol. 2020:134.

20. Portman D, Maharjan P, Mcdonald L, Laskovska S, Walker C, Irvin H, Blanchard C, Naike M, Panozzo J F. Nutritional and functional properties of cookies made using down-graded lentil–a candidate for novel food production and crop utilization. Cereal Chem. 2019:97:95–103.

21. Bilgiçli N, Levent H. Utilization of lupin (*Lupinus albus* L.) flour and bran with xylanase enzyme in cookie production. Legume Res. 2014:37:264–271.

22. Bassinello PZ, Freitas DGC, Ascheri JLR, Takeiti CY, Carvalho RN, Koakuzu SN, Carvalho AV. Characterization of cookies formulated with rice and black bean extruded flours. Procedia Food Sci. 2011:1:1645–1652.

23. DeFouw C, Zabik ME, Uebersax MA, Aguilera JM, Lusas E. Effects of heat treatment and level of navy bean hulls in sugar-snap cookies. Cereal Chem. 1982:59:245–248.

**Capítulo 102**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-102**

# DESENVOLVIMENTO DE ALIMENTOS PARA DIETA CETOGÊNICA: REVISÃO DE LITERATURA

**Marilene Magalhães de Brito*; Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão**

**marilene_mmb@hotmail.com*

**Resumo:** A dieta cetogênica (DC) é uma abordagem nutricional com alto teor de gordura, quantidades moderadas de proteína e baixo teor de carboidratos, forçando o corpo a utilizar a gordura como principal fonte de energia e induzindo um estado de cetose. Originalmente desenvolvida para tratar epilepsia, a DC tem mostrado eficácia em reduzir convulsões, especialmente em pacientes com epilepsia refratária. Além disso, seu uso se expandiu para o tratamento de outras condições neurológicas e metabólicas, como doença de Parkinson, diabetes mellitus e autismo. A dieta é composta principalmente por alimentos ricos em gorduras e proteínas, como creme de leite, carnes e queijos, com pequenas quantidades de carboidratos provenientes de frutas e vegetais. O objetivo do presente trabalho foi desenvolver e caracterizar produtos alimentícios para dieta cetogênica. Apesar dos benefícios, a adesão à DC pode ser desafiadora devido à falta de familiaridade dos profissionais de saúde e à indisponibilidade de alimentos apropriados. Nesse contexto, o desenvolvimento de produtos alimentícios específicos para a DC é fundamental. Produtos como pastas de abacate e sorvetes ricos em lipídios são exemplos de inovações que podem facilitar a adesão à dieta, oferecendo alternativas saborosas e nutricionalmente adequadas para os adeptos da dieta cetogênica. A criação de opções de alimentos industrializados, funcionais, sem conservantes e mais saudáveis para esse tipo de dieta é de grande relevância, considerando a escassez desses produtos no mercado.

**Palavras–chave:** Elaboração de produtos; nutrição; gordura.

## INTRODUÇÃO

A dieta cetogênica (DC) é uma abordagem nutricional que se baseia em um alto consumo de gorduras, uma quantidade moderada de proteínas e baixos níveis de carboidratos. Essa redução de carboidratos faz com que o corpo não tenha o suficiente para suas necessidades energéticas, levando-o a usar principalmente a gordura como fonte de energia. Isso resulta em um estado chamado cetose (1).

A DC e suas variações apresentam evidências científicas robustas ao longo de 100 anos de uso, especialmente no controle das convulsões e síndromes de epilepsia na infância, condições neurológicas que exigem acompanhamento médico, terapias e cuidados de saúde rotineiros e que geralmente perduram por toda a vida (2). Estudos descrevem que o uso correto dessa terapia em indivíduos com epilepsia refratária reduz o número de crises em pelo menos 50% em metade dos pacientes e promovem uma redução de mais de 90% nas crises em um terço deles (3,4).

Na fase adulta, o tratamento também é eficaz e tem sido cada vez mais adotado no manejo da epilepsia. O seu papel terapêutico em condições clínicas e patológicas como demência, doença de Parkinson, tumores cerebrais e ainda, condições não neurológicas, como diabetes mellitus, dislipidemias, perda de peso e desempenho esportivo de atletas são de interesse crescente das pesquisas atuais (2,5,6). O uso dessa dieta tem sido defendido em vários distúrbios neurológicos, levando a um novo interesse em seu possível uso terapêutico também em transtornos do espectro do autismo (TEA) (7)

A DC é composta basicamente por alimentos ricos em gordura (creme de leite, toucinho, maionese, óleos em geral), proteicos (carnes em geral, ovos, queijos) e uma pequena quantidade de carboidratos, que provêm normalmente de frutas, legumes e verduras (8).

Entre as frutas indicadas, o abacate por ser rico em gorduras e fibras é muito utilizado nesse tipo de dieta. Destaca-se por possuir alto valor energético e nutricional, sendo composto também por proteínas e vitaminas (A, B, D e E). Em sua composição encontram-se ômega 9, ômega 6, além de compostos fitoquímicos como carotenoides, esteróis e compostos fenólicos (9,10).

As principais dificuldades associadas à adesão da dieta cetogênica estão relacionadas à sua aceitabilidade, indisponibilidade de alimentos e falta de familiaridade de alguns profissionais com esse tipo de alimentação (4). Ressalta-se a falta de produtos industrializados que disponham de uma composição dietética adequada para serem incluídos no planejamento alimentar da dieta cetogênica.

Nesse contexto, torna-se relevante a elaboração de produtos que possam ser incorporados à dieta desse público. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver e caracterizar produtos alimentícios para dieta cetogênica.

## METODOLOGIA

O trabalho caracteriza-se como uma revisão de literatura do tipo narrativa o que permitirá o melhor entendimento sobre o tema e a sua possível aplicação prática.

O levantamento bibliográfico foi realizado nas bases de dados Scientific Electronic Library Online (SciELO), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e PubMed. Para a busca utilizou-se os seguintes descritores em português e inglês: "elaboração de produtos" e “dieta cetogênica”.

Sendo assim, foram selecionados artigos disponíveis na íntegra, publicados nos últimos 10 anos, selecionados a partir da leitura de título e resumos que abordassem o tema desse capítulo. Além disso, foram excluídos artigos não disponíveis na íntegra e aqueles que não estavam de acordo com a temática proposta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Dieta Cetogênica

As dietas cetogênicas (DCs) são compostas por alimentos ricos em gorduras e pobres em carboidratos (11), podendo ser levemente hiperproteica, normo, hipo ou hipercalórica, características definidas de acordo com o público a ser atendido e o objetivo associado a essa dieta (12).

A história remonta ao tempo de Hipócrates (460 a.C.-370 a.C.) o uso de manipulações dietéticas para tratar epilepsia por meio de jejum, já no início do século XX médicos franceses

observaram que crises de convulsões eram menos graves quando o paciente adotava o jejum, e que uma dieta composta principalmente de gorduras poderia ser eficaz ao longo prazo sem exigir uma privação calórica, e isso seria possível pelo desencadeamento do estado de cetose, produzido pela dieta cetogênica (13)

Os mecanismos que explicam os efeitos anticonvulsivantes da dieta cetogênica ainda não foram completamente elucidados, mas são eles: os efeitos diretos dos corpos cetônicos, efeitos sobre o metabolismo do ácido gama-aminobutírico (GABA) e do glutamato, o potente modulador inibitório da adenosina, alterações bioenergéticas e mitocondriais, restrição glicolítica e oxidação de ácidos graxos poliinsaturados (14, 15).

Partindo da fisiologia da cetose, o fato é que o Sistema Nervoso Central (SNC) não poder usar ácidos graxos como fonte de energia, assim, a glicose é normalmente o único combustível para o cérebro humano. Após um período de jejum prolongado ou uma dieta muito baixa em carboidratos, como a dieta cetogênica, o SNC se adapta e passa a utilizar uma fonte de energia alternativa derivada da superprodução de acetil-CoA, o que leva à produção dos chamados corpos cetônicos: acetoacetato (AcAc), ácido β-hidroxibutírico (BHB) e acetona, processo denominado cetogênese (7) (Figura 1).

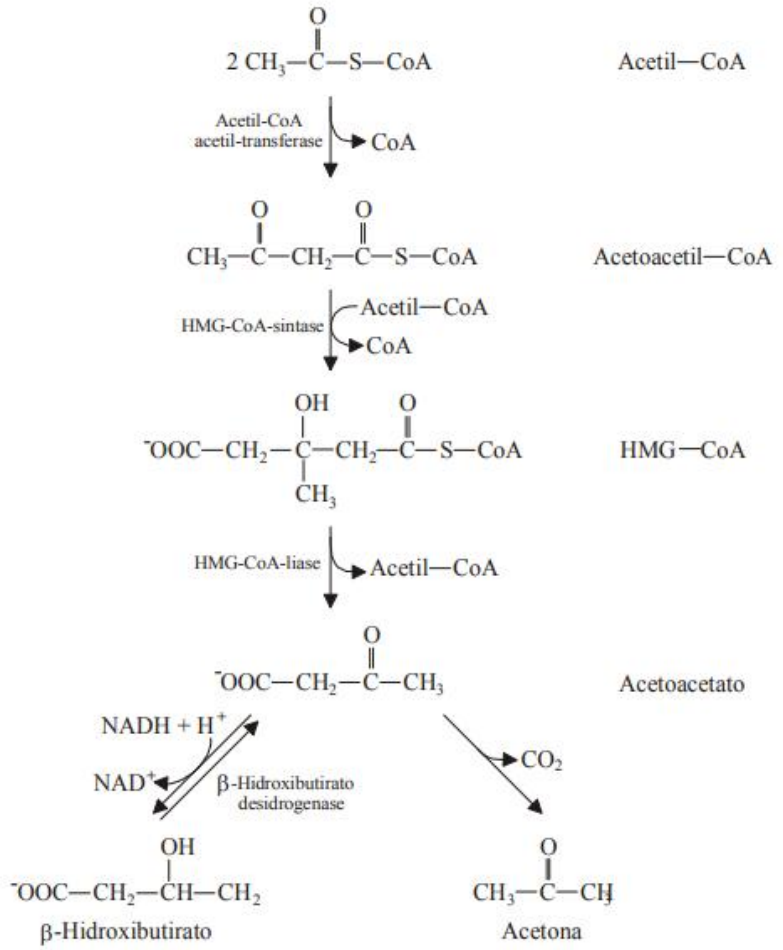



**Figura 1**: Síntese de Corpos Cetônicos.
Fonte: Motta, 2011 (18)

A dieta cetogênica foi inicialmente planejada com a proporção de 4:1 lipídio: não lipídio (carboidratos e proteínas), sendo a maior parte da gordura fornecida por triglicerídeos de cadeia longa. Ao longo dos anos muitas modificações nessa composição da dieta foram realizadas (16).

De acordo com Kossoff e Hartman (2012) (17) os quatro principais tipos de deita cetogênica são a Dieta Cetogênica Clássica (DCC), Dieta Cetogênica de Triglicerídeos de Cadeia Média (TCM), Dieta Atkins Modificada e a Dieta de Baixo Índice Glicêmico (DBIG). Segundo os mesmos autores, o uso dessas terapias continua a crescer tanto clinicamente quanto do ponto de vista da pesquisa. A composição de macronutrientes dessa dieta é apresentada no quadro 1.

Quadro 1: Principais tipos Dieta Cetogênica.

| **Dieta** | Gordura | Proteína | Carboidratos |
|---|---|---|---|
| **Clássica** | 90% | 17% | 3% |
| **DTCM** | 70% | 10% | 20% |
| **Dieta Atkins modificada** | 70% | 25% | 5% |
| **DBIG** | 45% | 28% | 27% |

DTCM: Dieta com triglicerídeos de Cadeia média; DBIG: Dieta de baixo índice glicêmico.
Fonte: Kossoff e Hartman (2012) (18)

Os efeitos dessa dieta estariam associados a oferta excessiva de gordura e com isso os lipídeos são usados como fonte energética, mantendo um estado de cetose. Sabe-se que o sistema nervoso central é capaz de metabolizar corpos cetônicos, e assim essa dieta pode atuar no controle de doenças que afetam o SNC, além disso sugere-se que esse padrão alimentar atue na bioquímica fundamental dos neurônios de uma forma que não só inibe a hiperexcitabilidade neuronal, mas também induz um efeito protetor (19).

**Desenvolvimento de Produtos para a Dieta Cetogênica**

O desenvolvimento de novos produtos para a indústria de alimentos precisa apresentar uma visão estratégica de qualidade do produto, preocupando-se com as necessidades do consumidor, os custos envolvidos no desenvolvimento e a viabilidade da fabricação do produto (20).

Nesse contexto, observa-se uma crescente busca dos consumidores por práticas alimentares mais saudáveis, que inclua consumo de produtos com características sensoriais agradáveis e todas essas alterações estão ligadas a uma melhora na qualidade de vida, promovendo longevidade e mudanças nos padrões alimentícios dos mesmos, além dos alimentos serem vistos como uma fonte de prazer e bem-estar (21).

Essa busca por uma alimentação mais nutritiva e saudável tem impulsionado o desenvolvimento de alimentos enriquecidos e que ofereçam benefícios à saúde ou funcionalidade (22). Nesse sentido, muitos estudos estão sendo realizados com o intuito de identificar compostos com propriedades nutricionais que possam ser fontes de substituição em alimentos já tradicionais ou corriqueiros na mesa do consumidor (23).

Também é crescente demanda por produtos variados e de qualidade, destinados aos públicos sujeitos a dietas alimentares restritivas, por esse motivo, deve-se realizar ajustes nas formulações contribuindo com opções alimentares para os diferentes públicos (24).

Além disso, o mercado consumidor teve sua busca aumentada por produtos prontos para consumo, incentivando o desenvolvimento de tecnologias que permitam sua fabricação com qualidade (25).

Ramos (2018) (26) desenvolveu pasta de abacate com açúcar, cacau, lecitina de soja e ácido cítrico. Essa pasta apresentou vida de prateleira viável pela utilização da técnica de

irradiação, além disso a pasta desenvolvida apresentou potencial probiótico e viabilidade comercial.

Segundo Daiuto et al (2014) (27) o abacate apresenta apreciáveis qualidades nutricionais, bem como quantidade elevada de polpa que torna esse fruto viável para a elaboração de produtos. Em seu estudo os autores desenvolveram uma pasta de abacate com características sensoriais apropriadas mesmo após período de estocagem.

Assim, o abacate apresenta características que possibilitam seu processamento na forma de pasta, o que contribui para uma maior vida de prateleira desse alimento.

Dessa forma, o abacate caracteriza-se como uma matéria-prima interessante para o desenvolvimento de novos produtos, incluindo um sorvete com alto teor de lipídios com características adequadas para incorporação em planejamentos alimentares da dieta cetogênica.

## CONCLUSÕES

A literatura científica carece de estudos focados no desenvolvimento de produtos específicos para a Dieta Cetogênica. A criação de opções de alimentos industrializados, funcionais, sem conservantes e mais saudáveis para esse tipo de dieta é de grande relevância, considerando a escassez desses produtos no mercado.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha orientadora, Dra. Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão, por sua orientação, paciência e apoio durante todas as etapas deste trabalho. Agradeço também ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição – PPGAN-UFPI pela oportunidade de crescimento acadêmico e pelo suporte oferecido ao longo da minha trajetória.

## REFERÊNCIAS

1. Freeman JM, Kossoff EH, Hartman AL. The ketogenic diet: one decade later. Pediatrics. 2007;119:535-43.

2. Cervenka MC, Henry BJ, Nathan JK, et al. International recommendations for the management of adults treated with ketogenic diet therapies. Neurol Clin Pract. 2021;11(5):385-397.

3. Kang HC, Lee YM, Kim HD, Lee JS, Slama A. Safe and effective use of the ketogenic diet in children with epilepsy and mitochondrial respiratory chain complex defects. Epilepsia. 2007;48:82-88.

4. Sharma S, Jain P. The ketogenic diet and other dietary treatments for refractory epilepsy in children. Ann Indian Acad Neurol. 2014;17(3):253-8.

5. McDonald TJW, Cervenka MC. The Expanding Role of Ketogenic Diets in Adult Neurological Disorders. Brain Sci. 2018;8(8):1-10.

6. Abbasi J. Interest in the Ketogenic Diet Grows for Weight Loss and Type 2 Diabetes. JAMA. 2018;319:215-217.

7. Napoli E, Dueñas N, Giulivi C. Potential therapeutic use of the ketogenic diet in autism spectrum disorders. Front Pediatr. 2014;2(69):1-10.

8. Sampaio LPB. ABC da dieta cetogênica para epilepsia refratária. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora DOC Content; 2018. 220 p.

9. Santos MAZ, Carvalho EB, Pastore GM, et al. Profile of bioactive compounds in avocado pulp oil: influence of dehydration temperature and extraction method. J Am Oil Chem Soc. 2014;91:19-27.

10. Jacobo-Velázquez DA, Hernández Brenes C. Stability of avocado paste carotenoids as affected by high hydrostatic pressure processing and storage. Innov Food Sci Emerg Technol. 2012;16:121-128.

11. Martin-McGill KJ, Bresnahan R, Levy RG, Cooper PN. Ketogenic diets for drug-resistant epilepsy. Cochrane Database Syst Rev. 2020;6(6)

12. Paoli A. Ketogenic Diet for obesity: friend or foe? J Environ Res Public Health. 2014;11:2092-2107.

13. Martin K, Jackson CF, Levy RG, Cooper PN. Ketogenic diet and other dietary treatments for epilepsy. Cochrane Database Syst Rev. 2016;9(2)

14. Masino SA, Rho JM. Mechanisms of Ketogenic Diet Action. In: Noebels JL, Avoli M, Rogawski MA, Olsen RW, Delgado-Escueta AV, editors. Jasper's Basic Mechanisms of the Epilepsies. 4th ed. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information (US); 2012.

15. Machado GC. Utilização de óleo de coco babaçu, concentrado protéico de soro lácteo e leite em pó desnatado na produção de sorvetes [dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2005.

16. Motta VT. Bioquímica. 5ª ed. São Paulo: Editora XYZ; 2024.

17. Rogovik AL, Goldman RD. Ketogenic diet for treatment of epilepsy. Can Fam Physician. 2010;56(6):540-2.

18. Kossoff EH, Hartman AL. Ketogenic diets: new advances for metabolism-based therapies. Curr Opin Neurol. 2012;25:173-178.

19. Pereira E, Alves M, Sacramento T, Rocha VL. Dieta cetogênica: como o uso de uma dieta pode interferir em mecanismos neuropatológicos. R Ciênc Méd Biol. 2010;9(1):78-82.

20. Zuin LFS, Alliprandini DH, Toledo JC, Forcellini FA, Santos AC, Penso CC. Análise crítica do modelo de desenvolvimento de produto de uma empresa do segmento de massas alimentícias de médio porte. 4º CBGDP - Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto; 2003; Gramado, Brasil.

21. Zuniga ADG, Coelho AF, Ferreira EMS, Resende EA, Almeida KN. Avaliação da vida de prateleira de biscoito de castanha de caju tipo integral. Rev Bras Prod Agroind. 2011;13(3):251-256.

22. Granato D, Santos JS, Salem RDS, Mortazavian AM, Rocha RS, Cruz AG. Effects of herbal extracts on quality traits of yogurts, cheeses, fermented milks, and ice creams: A technological perspective. Food Sci. 2018;19:1-7.

23. Lopes de Sales R, Pereira ED, Rocha RS, et al. Mapa de preferência de sorvetes ricos em fibras. Cienc Tecnol Aliment. 2008;28:27-31.

24. Martins JP, Castel AP, Santin L, Oliveira N, Chagas RM, Endres CM. Elaboração de gelato a base de leite de coco e caracterização físico-química e microbiológica. Braz J Dev. 2021;7(7):65313-65322.

25. Arévalo-Pinedo A, Souza ARG, Santos Junior A. Processamento e estudo da estabilidade de pasta de pequi (Caryocar brasiliense). Cienc Tecnol Aliment. 2010;30(3):664-668.

26. Ramos JA. Desenvolvimento e aceitação de pasta de abacate com potencial probiótico [tese]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista; 2018. 119 p.

27. Daiuto ER, Tremocoldi MA, Alencar SM, Vieites RL, Minarelli PH. Composição química e atividade antioxidante da polpa e resíduos de abacate ‘Hass’. Rev Bras Frutic. 2014;36(2):417-424.

**Capítulo 103**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-103**

# DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BISCOITO COM RESIDUO DE MARACUJÁ *(PASSIFLORA EDULIS)* E COBERTURA DE GELEIA DE GUABIRABA (*CAMPOMANESIA AROMATICA)*

**Francisca Jocilane da Silva *; Maria Laureana Aparecida Silva Nascimento ; Melissa de Lima Matias ; Amanda Mazza Cruz de Oliveira ; Leiliane Teles César ; Maria Vitória Emidio Ripardo ; Francisca Joyce Elmiro Timbó Andrade**

***** *Autor correspondente: E-mail: joyce@ifce.edu.br*

**Resumo:** A *Campomanesia aromatica* conhecida popularmente como guabiraba, pertence à família *Myrtaceae*. É uma espécie nativa da Mata Atlântica e da Restinga litorânea brasileira, apresenta flores brancas e seus frutos maduros são arroxeados e comestíveis, possui agradável sabor doce acidulado, revelaram altos teores de compostos bioativos e elevada atividade antioxidante. O maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f.flavicarpa*) é um fruto rico em minerais, vitaminas e fibras e sua produção gera uma grande quantidade de subprodutos como cascas e sementes, que podem chegar até 50% do peso do fruto. Por outro lado, existe uma preocupação que visa oferecer um produto saudável, com o menor número possível de ingredientes e que esteja associado a preocupações ambientais, uma tendência Clean Label, que em português significa "rótulo limpo". O trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar sensorialmente um biscoito com resíduo de maracujá com cobertura de geleia de guabiraba. A utilização de matérias-primas vegetais não tradicionais como a guabiraba e uso de resíduos agroindustriais de maracujá foram utilizadas para substituir flavorizantes e corantes, fazendo um enriquecimento dos produtos com os biocompostos presentes nesses vegetais. Os biscoitos foram avaliados quanto a cor, utilizando a escala CIELAB e os atributos sensoriais de impressão global, cor, aroma, sabor e textura, pela escala hedônica estruturada de nove pontos. A formulação de biscoitos com resíduo de maracujá com cobertura de geleia de guabiraba resultou em um produto inovador e bem aceito sensorialmente. Este estudo destaca o potencial do aproveitamento de resíduos alimentares na produção de novos alimentos.

**Palavras-chave:** biocompostos; panificação; pectina; subproduto

## INTRODUÇÃO

Atualmente, nota-se que os consumidores estão voltando a procurar alimentos que contenham ingredientes naturais e orgânicos, ou até mesmo aqueles que tenham menos ou nenhum aditivo sintético. Isso evidencia um interesse crescente em recuperar a essência de uma alimentação mais saudável. Os alimentos *clean label* (do inglês, “rótulo limpo”), visam uma alimentação mais natural, de modo que são alimentos simples, elaborados com produtos extraídos ou isolados da natureza, sendo isentos de aditivos sintéticos.[1]

O mercado de panificação e confeitaria, está com forte tendência a melhorar seus produtos com a incorporação de ingredientes e tecnologias que possam atender às necessidades dos consumidores mais exigentes e que busquem uma alimentação mais saudável. De acordo

com dados do SEBRAE[2], diariamente 41 milhões de brasileiros entram em padarias todos os dias. O setor de panificação e confeitaria é forte e contribui significativamente para a economia do país, mesmo em um cenário pós-pandêmico. De janeiro a setembro de 2022 houve um crescimento de 19,91% de vendas frente ao mesmo período do ano anterior. Ressaltam que os principais caminhos do mercado atual são: estruturar as vendas online e intensificar as comunicações com o cliente; repensar o consumidor do futuro; criar estrutura para atrair talentos e aumentar a produtividade.

Produtos de panificação e confeitarias podem ser adequadas para a incorporação de ingredientes funcionais como fibras, vitaminas, antioxidantes, pela sua aceitação e popularidade entre os consumidores de todas as faixas etárias.[3]

Uma alternativa natural de conferir características sensoriais, bem como, melhorar o perfil nutricional dos produtos de confeitaria, é através da incorporação de ingredientes naturais provenientes de vegetais, por conter naturalmente nutrientes e compostos bioativos com propriedades benéficas à saúde. Dentre os frutos explorados, os exóticos e nativos, tem ganhado espaço nesse mercado pelo seu sabor singular e alto valor nutritivo.

A *Campomanesia aromatica* conhecida popularmente como guabiraba, pertence à família *Myrtaceae*. É uma espécie nativa da Mata Atlântica e da Restinga litorânea brasileira, de porte arbustivo podendo atingir cerca de 5m de altura, apresenta flores brancas e seus frutos maduros são arroxeados e comestíveis, possui agradável sabor doce acidulado, revelaram altos teores de compostos bioativos e elevada atividade antioxidante.[4,5]

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, atingindo em 2022 cerca de 697.859 toneladas. A maior parte dessa produção se encontra na região Nordeste, sendo o Ceará o segundo produtor nacional com 21,2% de toda produção nacional.[6]

Dentre os subprodutos do maracujá a casca constitui a maior parte, e vem sendo aproveitada na forma de farinha para a produção de doces em caldas, geleia, barras de cereais, produtos panificados (pães, bolos e biscoitos).[7,8,9] A farinha de maracujá é considerada um alimento funcional devido ao elevado teor de fibras, vitaminas, minerais e compostos bioativos, que possuem diversas atividades funcionais na promoção da saúde.[10]

Ao utilizar a casca do maracujá (um resíduo agroindustrial) e transformá-la em farinha e fazer a extração da pectina, é possível enriquecer diversos produtos, como os biscoitos, que são amplamente consumidos pelos brasileiros. O Brasil é o segundo maior mercado consumidor mundial de biscoito.[11]

Pensando em agregar valor nutricional aos produtos de panificação e substituir corantes tradicionais e/ou aromatizantes artificiais, bem como, o uso de matérias-primas não tradicionais, este trabalho teve como objetivo, desenvolver e avaliar as características tecnológicas e sensoriais de biscoitos com a adição de geleia de *Campomanesia aromática* (guabiraba) que é uma espécie pouco explorada em pesquisas científicas na área alimentar, bem como o uso de resíduos agroindustriais de maracujá (*Passiflora edulis*).

## MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos da guabiraba (*Campomanesia aromática*) utilizada neste estudo foi coletado na Serra da Meruoca, região norte do Ceará. Os frutos foram levados para o laboratório de panificação do IFCE – Campus Sobral, onde foi realizado a higienização e retirada das polpas.

Os resíduos de maracujá foram doados por uma empresa de processamento de polpa de frutas do estado do Ceará e levados para o laboratório de panificação do IFCE – Campus Sobral, onde foi armazenado para posterior beneficiamento (farinha de albedo e pectina).

### Obtenção da farinha e pectina de Maracujá *(Passiflora edulis)*

**Preparo da farinha**

Após a sanitização, as cascas de maracujás foram cortadas em partes menores e secas em estufa com circulação e renovação de ar à temperatura de 60ºC por 24 horas. Posteriormente, por moinho de facas e armazenada em sacos de polietileno sob abrigo da luz.

**Extração da pectina para produção da geleia**

A extração da pectina foi realizada seguindo a metodologia adaptada de Siqueira et al. 2012[12] em condições levemente ácidas e altas temperaturas. Para isso foram adicionadas 16 g da farinha extraída do maracujá e 33 g de ácido cítrico em 640 ml de água destilada, sendo mantida sob agitação constante, em agitador magnético e aquecimento até atingir a temperatura de 80ºC, após atingir essa temperatura, a mistura foi deixada por mais 1 hora em agitação com controle de temperatura. Passando esse tempo, resfriou-se a 4ºC, seguida de filtração em tecido de náilon de 150 micras. O sobrenadante foi descartado e ao filtrado obtido foi adicionado álcool etílico absoluto P.A. na proporção de 2:1, aguardando repouso de 1 hora para precipitação da pectina. A pectina coagulada foi separada por filtração em tecido de náilon e lavada com 200 ml de álcool etílico 70% seguido da lavagem com 200 ml de álcool etílico 95%, para retirada dos resíduos provenientes da extração. O gel obtido no filtro, composto de pectina foi seco em estufa a temperatura de 60°C por 24 horas até peso constante. A pectina foi triturada em moinho de facas e armazenada em sacos plásticos dentro de dessecadores.

**Elaboração da geleia de guabiraba**

Para a produção da polpa de guabiraba, os frutos foram cuidadosamente selecionados, lavados em água corrente e desinfetados por imersão em uma solução de hipoclorito de sódio (200 mg/L). Em seguida, foram processados no liquidificador, utilizando 700 g de guabiraba para cada 1000 ml de água filtrada. Após isso, a mistura foi filtrada, pasteurizada a 82 °C por 1 minuto e, finalmente, a polpa foi congelada a -18 °C. A geleia comum de guabiraba foi então preparada combinando a polpa de guabiraba (40%) com açúcar (60%), pectina extraída do albedo do maracujá, ácido cítrico e glucose. Essa mistura foi levada ao fogão industrial para concentração, até atingir 66 °Brix. Após a elaboração, foi envasada a quente a 80 ºC em recipientes de vidro de 30 ml com tampa de metal cravejada e em seguida resfriados em água corrente, colocados de forma invertida e estocados à temperatura ambiente de 28 ± 3 ºC para uso posterior nas formulações dos biscoitos.

**Elaboração dos biscoitos com resíduo de maracujá e geleia de guabiraba**

Para a preparação do biscoito misturou-se manualmente a margarina (52%) com o açúcar (45%) e gema (22%), seguido da adição da farinha de trigo (90%) e farinha do albedo de maracujá (10%). O peso dos ingredientes tendo por base o peso da farinha de trigo. Após chegar ao ponto necessário, desgrudando das mãos, pesou-se bolinhas de 5g colocando-as em uma forma e pressionando-se levemente com um garfo para fazer o traço característico e levou-se ao forno pré-aquecido a 180°C por uns 15 minutos ou até dourar embaixo. A geleia comum de guabiraba foi adicionada na parte superior do biscoito no momento da realização da análise sensorial.

**Determinação da cor**

Foram realizadas análises de cor da geleia de guabiraba, do biscoito com resíduo de maracujá e do biscoitos com resíduo de maracujá acrescido da geleia de guabiraba, através do colorímetro Delta Color, sendo determinada pela leitura direta de refletância das onde os valores de luminosidade (L*) variam entre zero (preto) e 100 (branco), os valores das coordenadas de cromaticidade a* e b*, variam de -a* (verde) até +a* (vermelho), e de -b*

(azul) até +b* (amarelo), utilizando a escala CIELAB L* adotada como padrão pela Comissão Internacional de Iluminação.

**Avaliação sensorial**

O teste de aceitação foi realizado, dos biscoitos com resíduo de maracujá e geleia de guabiraba, com 120 provadores não treinados com faixa etária variando de 18 a 60 anos, entre alunos e servidores do IFCE-Sobral, selecionados com base sobre seu interesse e hábitos de consumo de produtos de doces e confeitaria. Esta pesquisa foi previamente aprovada pelo comitê de ética com parecer nº 4.142.175.

A amostra foi servida a 28 ± 2°C, em copo descartável e codificado com números aleatórios de três dígitos, em blocos completos aleatórios, em cabines individuais acompanhadas de um copo d'água e da ficha de avaliação. Os avaliadores foram orientados a analisar as amostras quanto à impressão global, cor, aroma, sabor e textura utilizando a escala hedônica estruturada de 9 pontos, onde: 1=desgostei extremamente; 9=gostei extremamente.[13]

**Análises estatísticas**

Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão.[14]

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do biscoito com adição de resíduo de maracujá e geleia de guabiraba ocorreu sem qualquer problema tecnológico. Mesmo com a inclusão do resíduo de maracujá, o ponto do biscoito foi alcançado corretamente. O tempo de forno seguiu o padrão estabelecido, e, ao final, o biscoito apresentou as características esperadas em termos de cor e textura. A utilização de subprodutos da indústria de alimentos que possuem características tecnológicas geralmente negligenciadas, como a pectina extraída do resíduo da casca do maracujá, na produção de produtos panificáveis, representa uma inovação. Isso não só melhora os aspectos tecnológicos do processo, mas também ajuda a reduzir os custos do produto final, resultando em um produto inovador.

Alguns autores já evidenciam o uso de produtos não convencionais para a formulação de biscoitos, com o intuito de reduzir custos e aumentar a qualidade tanto nutricional quanto a sensorial. Para Santucci et al. 2003[15], a mistura de farinhas de produtos não convencionais com a farinha de trigo, melhora a qualidade nutricional de biscoitos e pode até melhorar sua palatabilidade tornando-o mais aceito pelos consumidores.

### Análise de cor

Quanto à cor (tabela 1), foi observado que somente o biscoito com resíduo de maracujá apresentou-se mais claros (maior valor de L*), em relação a geleia de guabiraba e o biscoito com resíduo de maracujá com a geleia de guabiraba. O valor de L* vai de 0 a 100, onde 100 representa o branco e 0 o preto. No caso do biscoito com resíduo de maracujá apresentou valor L de 57,594±1,32, mostrando uma luminosidade intermediária, indicando que é relativamente claro. Onde a geleia de guabiraba apresentou valor L de 33,025±0,01, mostrando-se mais escura em relação a cor do biscoito. O valor de L do biscoito acrescido da geleia foi de 35,385±0,20, indicando uma luminosidade baixa, próxima à da geleia, mas ligeiramente mais clara. Esses valores de L mais baixos na geleia de guabiraba por ser é influenciado pelas mudanças de cor nos frutos e também pela perda de massa durante a

maturação, ocasionada pela redução no teor de água devido à transpiração que consequentemente reduz os valores de L*.[16]

Para o parâmetro de **a*** (eixo vermelho-verde), temos biscoito com resíduo de maracujá 11,796±0,64, a cor tende para o vermelho, a geleia de guabiraba 9,23±0,05, também tende para o vermelho, mas em menor intensidade que o biscoito acrescido de geleia de guabiraba 7,022±0,68, a combinação é menos avermelhada que ambas as amostras individuais. Para o parâmetro a* na geleia de guabiraba encontramos valores maiores dos que foi encontrado na geleia de acerola de Caetano et al. 2012. [17]

O valor de **b*** (eixo amarelo-azul), o biscoito com resíduo de maracujá apresentou 23,663±0,914, uma forte tendência para o amarelo, a geleia de guabiraba 2,537±0,02, é ligeiramente amarela, mas quase neutra e biscoito acrescido de geleia 1,304±0,16, essa combinação é ligeiramente amarela, mas muito menos que o biscoito sozinho.

A análise de cor realizada pelo colorímetro Delta Color confirma que o biscoito com adição de geleia de guabiraba apresentou uma cor atrativa. Onde combinação dos dois resultou em uma cor menos saturada, com valores menores de a* e b*, além de uma luminosidade reduzida, similar à da geleia. Isso sugere que a geleia, por ser mais escura e menos vibrante, exerce uma influência dominante sobre a cor final do biscoito.

Tabela 1. Médias dos resultados da análise de cor dos biscoitos formulados com resíduo de maracujá e cobertura de geleia de guabiraba.

| | ***L**** | ***a**** | ***b**** |
|---|---|---|---|
| **Biscoito com resíduo de maracujá** | 7,594±1,32 | 11,796±0,64 | 23,663±0,914 |
| **Geleia de guabiraba** | 33,025±0,01 | 9,23±0,05 | 2,537±0,02 |
| **Biscoito com resíduo de maracujá e geleia de guabiraba** | 35,385±0,20 | 7,022±0,68 | 1,304±0,16 |

L* – luminosidade (branco puro ao preto puro). a* – intensidade de verde (-) e vermelho (+). b* – intensidade de azul (-) e amarelo (+). Fonte: Autoria própria

**Análise Sensorial**

Os atributos impressão global, aroma, textura, sabor e cor foram similares, apresentaram valores médios entre 7,51 e 7,12, demonstrado na tabela 2. Os resultados demonstram a boa aceitação dos biscoitos por parte dos provadores, considerando que as notas atribuídas a cada atributo avaliado ficaram próximas a gostei moderadamente e gostei muito. Farias et al. 2011[18], elaboraram um biscoito enriquecido com a farinha das brácteas e miolo da macambira (*Bromelia laciniosa*) e obtiveram médias entre os atributos variando de 5,65 a 6,69 ficando próximos a gostei ligeiramente do produto. No trabalho de biscoitos confeccionados com farinha de semente de abóbora e farinha de semente de baru[19] os valores das notas do

biscoito elaborado com farinha de semente de abóbora não atingiram o índice de aceitabilidade mínimo de 70% para os atributos textura e sabor.

Outros trabalhos realizados com diferentes tipos de biscoito têm demonstrado forte tendência das indústrias e pesquisadores em promover o enriquecimento de biscoitos, pois, por serem um produto de baixo custo, podem facilmente ser consumidos pelas classes sociais menos privilegiadas.

Ainda sobre os resultados dispostos na tabela 2, a **impressão global** e a **cor** são os atributos mais bem avaliados, sugerindo que a aparência visual do produto e a satisfação geral dos avaliadores são pontos fortes. Esses valores podem ser atribuídos a cor da geleia de guabiraba acrescida no biscoito.

Desta forma, o biscoito elaborado foi bem recebido em todos os atributos avaliados, com uma impressão global positiva e uma avaliação boa para a cor. No entanto, as variações nas opiniões indicam que há espaço para ajustes, especialmente no sabor, para alcançar uma aceitação ainda mais uniforme.

Tabela 2. Médias do teste afetivo - escala hedônica para o biscoito formulado com farinha de maracujá e geleia de guabiraba.

| | **Impressão global** | **Aroma** | **Textura** | **Sabor** | **Cor** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Biscoito com resíduo de maracujá e geleia de guabiraba** | 7,36±1,40 | 7,16±1,66 | 7,23±1,77 | 7,12±1,90 | 7,51±1,58 |

Fonte: Autoria própria

## CONCLUSÕES

A formulação de biscoitos com resíduo de maracujá e geleia de guabiraba resultou em um produto inovador e bem aceito sensorialmente. Este estudo destaca o potencial do aproveitamento de resíduos alimentares e a utilização de frutos não convencionais na produção de novos alimentos.

## REFERÊNCIAS BILBIOGRÁFICAS

1. Park S, Kim YR. Clean label starch: production, physicochemical characteristics, and industrial applications. Food science and biotechnology, v. 30, p. 1-17, 2021.

2. SEBRAE. Panificação: painel de inteligência setorial. Unidade de competitividade e produtividade – UCOP, 2023.

3. Costa CM, Silva KA, Santos IL, Yamaguchi KK. Aproveitamento integral do cupuaçu na área de panificação. Research, Society and Development, v. 11, n. 5, p. e34711528176-e34711528176, 2022.

4. Cunha LL, Lucena EM, Bonilla OR. Exigências térmicas da floração à frutificação de quatro espécies de *Myrtaceae* em ambiente de Restinga. Revista Brasileira de Geografia Física. 2016. 511-525. Doi: 10.26848/rbgf.v9.3.p707-721.

5. Brack P, Kinupp VF, Sobral MEG. Levantamento preliminar de espécies frutíferas de árvores e arbustos nativos com uso atual ou potencial do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Agroecologia 2, 2007.1769-1772.

6. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento sistemático da Produção Agrícola. IBGE/ LSPA. Fortaleza: IBGE/GCEA-CE. Dezembro. Série 2022.

7. Oliveira FA, Andrade AB, Damasceno WR, Azevêdo RR, Martins HF, Cruz RS. Utilização de farinha de albedo de maracujá (*passiflora edulis*) na substituição parcial de farinha de trigo para a elaboração de bolos. Brazilian Applied Science Review, 3(6), 2457–2468. 2019. https://doi.org/10.34115/basrv3n6-013

8. Dias BC. Bolo produzido com substituição parcial da farinha de trigo por farinha mista de albedo de laranja e albedo de maracujá. Goiânia: PUC-Goiás / Escola de Engenharia, 2021. XXXVI, 36f.: il. https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/2928.

9. Souza VF, Oliveira NG, Ferreira RH, Oliveira AA, Ascheri JL. Perfil sensorial e avaliação física de cookies com farinha mista extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz. Congresso internacional da Agroindústria - CIAGRO, 2020.

10. Dias, P. C., Henriques, P., Dos Anjos, L. A., Burlandy, L. Obesidade e políticas públicas: concepções e estratégias adotadas pelo governo brasileiro. Cadernos de Saúde Pública, 33 (7). 2017.doi:10.1590/0102-311x00006016.

11. ABAM. Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca. Biscoitos com qualidade e crocância, Paraná, v.1, n.3, set. 2003.

12. Siqueira BD, Alves LD, Vasconcelos PN, Damiani C, Soares MS Júnior. Extracted pectin of “pequi” peel and application in light mango jam. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 34, n. 2, p. 560–567, 2012.

13. Dutcosky SD. Análise sensorial de alimentos. Curitiba: Champagnat, 2019.

14. Silva FA, Azevedo CA. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

15. Santucci MC. Efeito do enriquecimento de biscoitos tipo água e sal com extrato de levedura (Saccharomycessp.). Ciênc. Tecnol. Aliment., v. 23, n. 3, p. 441-446, 2003.

16. Cabral V. O. S. et al. Water relations and rehydration of hot pepper fruits (Capsicum spp.). Magistra, v.22, n.2, p.83-87, 2010.

17. Caetano P K, Daiuto ER, Vieites RL. Característica físico-química e sensorial de geleia elaborada com polpa e suco de acerola. Braz. J. Food Technol, Campinas, v. 15, n. 3, p. 191-197, jul./set. 2012.

18. Farias NS, Cavalcanti MT, Eller CW, Feitosa VA, Florentino ER. Elaboração de biscoitos tipo cookie enriquecido com macambira (*Bromélia laciniosa*). Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.4, p. 50 – 57 outubro/dezembro de 2011.

19. Freitas CJ, Valente DR, Cruz SP. Caracterização física, química e sensorial de biscoitos confeccionados com farinha de semente de abóbora (FSA) e farinha de semente de baru (FSB) para celíacos. Demetra; 2014; 9(4); 1003-1018. DOI: http://dx.doi.org/10.12957/demetra.2014.13301.

**Capítulo 104**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-104**

# KEFIR ARTESANAL: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA MATÉRIA-PRIMA E DO PRODUTO FINAL

**Victor Manuel de Sousa Barreto*; Daniel Nascimento da Silva; Gizele Almada Cruz; Francisca Lívia de Oliveira Machado; Ícaro Gonçalves Azevedo Vinhal Borges; Wesley John Azevedo Ladislau; Juliane Doering Gasparin Carvalho**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: victorm.sousa07@alu.ufc.br*

**Resumo**

O Kefir, produto derivado do leite, apresenta diferentes características dependendo das variáveis envolvidas em sua fabricação. O estudo buscou avaliar a qualidade do leite UAT (tratado com Ultra Alta Temperatura) e seu impacto nas características físico-químicas do Kefir fermentado artesanalmente. Foram produzidas onze amostras distintas de Kefir, cada uma proveniente de uma marca diferente de leite UAT, sendo avaliadas quanto ao pH, acidez e viscosidade aparente. O leite UAT de cada marca foi avaliado em relação ao pH, acidez, viscosidade, densidade, crioscopia, proteína, gordura, extrato seco total e extrato seco desengordurado. Dentre os resultados referentes às amostras de leite, apenas crioscopia e acidez estão em não conformidade com a literatura e a legislação. Variações no teor dos compostos sólidos podem justificar a acidez acima de 18 °D e crioscopia fora do intervalo permitido. As amostras de Kefir mostraram pH entre 4,61 e 5,00, acidez entre 0,61% e 0,75%, os quais eram previstos. A viscosidade, variando de 74,7 a 1327,7 mPa.s, , foi superior ao esperado, provavelmente devido às diferenças na composição dos leites e na produção de exopolissacarídeos durante a fermentação. Portanto, pode-se inferir que diferenças intrínsecas dos leites UAT testados influenciaram nas características físico-químicas do Kefir produzido. Apesar de algumas variações, as marcas de leite UAT estudadas estavam com a maioria dos parâmetros em conformidade com a literatura e a legislação.

**Palavras-chave:** Leite fermentado; Derivados; Laticínios; Microrganismos;

## INTRODUÇÃO

O leite é um alimento de alto valor nutritivo, com uma composição média de 87% de água e 13% de sólidos, como lipídios, proteínas, carboidratos, minerais e vitaminas (A, B, C, D e) (1). Para garantir o consumo seguro do leite e seus derivados, são aplicados tratamentos térmicos, como a pasteurização e a esterilização comercial com ultra alta temperatura (UAT). O leite UAT é definido como o leite resfriado, filtrado, clarificado e com teor de gordura padronizado e homogeneizado, que é submetido a uma temperatura entre 130°C e 150°C por 2 a 4 segundos em um processo de fluxo contínuo , sendo em seguida rapidamente resfriado para abaixo de

32°C e envasado em condições assépticas, em embalagens estéreis e hermeticamente fechadas (2).

A esterilização comercial pelo processo UAT (Ultra Alta Temperatura), que dá origem ao leite chamado longa vida, tem como finalidade a obtenção de um produto bacteriologicamente estéril e que mantenha as características nutritivas e organolépticas do produto fresco (3). A combinação da ultrapasteurização com o envase asséptico em embalagens longa vida e a retirada do ar no fechamento garantem ao leite UAT a preservação de suas propriedades sensoriais e nutritivas, sem a necessidade de conservantes e de refrigeração (4). Segundo Ramalho (5), o consumo de leite UAT no ano de 2019 foi maior na população de classe C no Brasil, correspondendo a 50% das vendas, mostrando que o consumo deste produto é muito presente na alimentação das famílias brasileiras.

Nesse contexto, o consumo do leite por si só já agrega benefícios à saúde dos consumidores, no entanto, quando a sua composição nutricional é enriquecida com microrganismos fermentadores e probióticos, oferece ainda mais vantagens.

O uso de probióticos promove a saúde intestinal, contribuindo na manutenção e controle da microbiota. No Brasil, o consumo dessas bactérias está mais associado aos leites fermentados, que possuem preço elevado comparado ao leite pasteurizado e ao leite UAT. O Kefir é um leite fermentado que pode ser produzido artesanalmente, com custo menor. Este leite fermentado apresenta características funcionais similares aos probióticos, devido a sua composição microbiológica e química. A produção artesanal do leite fermentado Kefir ocorre de maneira simples, diretamente pela adição de grãos de Kefir ao leite UAT. Os grãos de Kefir possuem um consórcio de microrganismos ácido-láticos como *Lactobacillus Kefir*, espécies dos gêneros *Leuconostoc*, *Lactococcus*, leveduras e *Acetobacter* com produção de ácido lático, ácido acético, etanol e dióxido de carbono, dentre outros compostos (6).

O consumo do Kefir promove benefícios além da manutenção da microbiota intestinal. A ingestão frequente do leite fermentado é capaz de modular positivamente a composição da microbiota intestinal e do sistema imunológico do indivíduo que o consome. Consequentemente, acredita-se que este leite fermentado possa desempenhar um papel importante na modulação da carcinogênese (7). Além disso, no Kefir, a população microbiana diversa possui atividade de β-galactosidase desdobrando a lactose em glicose e galactose, facilitando a sua digestão. Aproximadamente 20 a 40% da lactose presente no Kefir é metabolizada, podendo essa redução ser suficiente para muitos indivíduos com má digestão de lactose que toleram o leite fermentado na sua alimentação (8).

Diante do exposto, este trabalho tem como finalidade verificar a qualidade do leite UAT e a sua influência, enquanto matéria-prima, sobre as características físico-químicas do Kefir fermentado artesanalmente.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material

Foram adquiridos leites UAT integrais de 11 marcas diferentes em comércios locais e supermercados de Fortaleza-CE (Tabela 1). Os grãos de Kefir utilizados na pesquisa foram fornecidos pelo Laboratório de Laticínios do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará.

Tabela 1: Amostras de leite UAT codificadas com os respectivos locais de beneficiamento e quantidades de estabilizantes indicadas na rotulagem

| Amostras | Locais de Beneficiamento | Estabilizantes |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| Marca 1 | Ceará | 4 |
| Marca 2 | Ceará | 4 |
| Marca 3 | Goiás | 4 |
| Marca 4 | Minas Gerais | 4 |
| Marca 5 | Ceará | 4 |
| Marca 6 | Rio Grande do Sul | 4 |
| Marca 7 | Minas Gerais | 4 |
| Marca 8 | Minas Gerais | 4 |
| Marca 9 | São Paulo | 1 |
| Marca 10 | Ceará | 1 |
| Marca 11 | Santa Catarina | 1 |

Fonte: De autoria própria (2024).

**Elaboração do Kefir**

O kefir foi preparado com 200 mL de cada amostra de leite UAT, adicionando-se 2% (m/v) de grãos de kefir em recipientes de vidro cobertos com plástico filme transparente. As amostras foram incubadas a 25°C por 24 horas em estufa (modelo TE-371/240L, marca TECNAL). Após a incubação, os grãos de kefir foram removidos por filtração, e os leites fermentados foram armazenados a 10ºC até as análises físico-químicas.

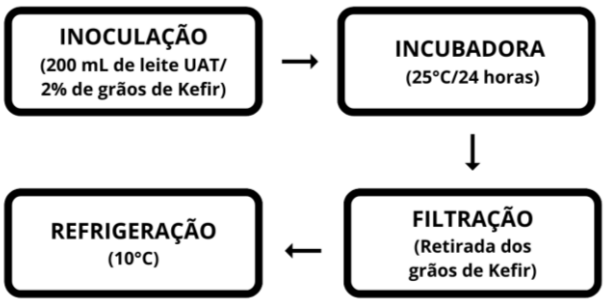



Figura 1 – Etapas de elaboração do Kefir
Fonte: De autoria própria (2024).



Figura 2 – Grãos de Kefir utilizados para fermentação das amostras de leite UAT
Fonte: De autoria própria (2024).

**Análises físico-químicas do leite UAT**

A densidade do leite UAT foi determinada utilizando um lactodensímetro e expressa em g/mL a 15°C. O índice crioscópico foi medido com um crioscópio (modelo MK 540, marca ITR) e expresso em °Hortvet (ºH). O pH foi medido com um potenciômetro (modelo ST300, marca Ohaus) à temperatura ambiente. A acidez foi determinada com um acidímetro de Dornic e expressa em °Dornic (ºD) (10). A porcentagem de gordura do leite UAT foi determinada pelo método de Gerber, conforme o Instituto Adolfo Lutz (10). O extrato seco total (EST) foi analisado utilizando o disco de Ackermann, que emprega os valores de densidade e gordura. O extrato seco desengordurado (ESD) foi calculado subtraindo-se a porcentagem de gordura do valor de EST. O teor de proteína foi determinado utilizando o analisador ultrassônico de leite (modelo 1-4 versão 230, marca LAKTAN).

**Caracterização físico-química do Kefir**

As análises realizadas no kefir fermentado foram: acidez titulável, determinada por titulometria e expressa em gramas de ácido láctico por 100 gramas de amostra, conforme o método do Instituto Adolfo Lutz (10); pH medido com um potenciômetro (modelo ST300, marca Ohaus) à temperatura ambiente; e viscosidade aparente, analisada com um viscosímetro rotacional Haake Viscotester 6L, com os resultados expressos em mPa.s.

**Estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância - ANOVA (5% de significância) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, utilizando o programa STATISTICA 10 ® (StatSoft, Tulsa, OK, USA).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

**Análises físico-químicas do leite UAT**

A densidade das amostras de leite UAT variou de 1,029 a 1,033 g/mL (Tabela 2), não havendo diferença significativa entre as 11 marcas de leite, indicando constância nos valores de densidade dos produtos comercializados. Esses resultados estão de acordo com a faixa entre 1,028 e 1,034 g/mL estabelecida pela legislação para leite cru refrigerado (11). Além

disso, o teor de gordura do leite UAT integral padronizado no mínimo em 3% contribui para que a densidade apresente resultados dentro da faixa esperada.
A densidade, grandeza diretamente ligada à composição do leite, quando abaixo dos padrões permitidos pela legislação, pode indicar adição de água, por se tratar de um parâmetro dependente da relação entre o conteúdo de gordura, que tem densidade menor que a da água, e de sólidos não gordurosos, que têm densidade maior (12). Apesar da legislação não apresentar padrões específicos de densidade para o leite UAT, os valores encontrados neste trabalho mostram conformidade com os requisitos exigidos tanto para leite cru refrigerado quanto para o pasteurizado, sugerindo que os produtos analisados atendem aos padrões de qualidade esperados para o mercado consumidor.

Tabela 2: Parâmetros de densidade e crioscopia avaliados em diferentes marcas de leite UAT

| Amostras | Densidade (g/mL) | Crioscopia (°H) |
|---|---|---|
| Marca 1 | 1,030±0,001$^{a}$ | -0,579±0,010$^{de}$ |
| Marca 2 | 1,029±0,003$^{a}$ | -0,586±0,004$^{e}$ |
| Marca 3 | 1,033±0,002$^{a}$ | -0,557±0,004$^{c}$ |
| Marca 4 | 1,032±0,002$^{a}$ | -0,553±0,004$^{c}$ |
| Marca 5 | 1,030±0,000$^{a}$ | -0,563±0,001$^{cd}$ |
| Marca 6 | 1,031±0,001$^{a}$ | -0,561±0,010$^{cd}$ |
| Marca 7 | 1,032±0,001$^{a}$ | -0,562±0,005$^{cd}$ |
| Marca 8 | 1,031±0,000$^{a}$ | -0,551±0,012$^{c}$ |
| Marca 9 | 1,033±0,005$^{a}$ | -0,557±0,003$^{c}$ |
| Marca 10 | 1,029±0,001$^{a}$ | -0,493±0,001$^{a}$ |
| Marca 11 | 1,030±0,001$^{a}$ | -0,531±0,007$^{b}$ |

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, ($p < 0,05$).
Fonte: De autoria própria (2024).

A análise do leite por crioscopia visa detectar fraudes por adição de água, tendo em vista que o índice crioscópico indica a temperatura em que ocorre a mudança de estado do leite de líquido para sólido (13). A análise de crioscopia das amostras de leite UAT revelou variações significativas ($p < 0,05$), com valores oscilando entre -0,586 e -0,493 °H (Tabela 2). Conforme a legislação brasileira, a qual estipula uma faixa de crioscopia de -0,530 a -0,555 °H/-0,512 a -0,530 °C (11), observou-se que algumas marcas de leite UAT apresentaram valores fora desse intervalo. O índice crioscópico, que mede o ponto de congelamento do leite, aumenta em direção ao ponto de congelamento da água quando esta é adicionada ao leite, logo, uma maior concentração de componentes sólidos faz com que o ponto de congelamento se afaste do 0°C da água pura (12). De Paula et. al. (13) estudaram a caracterização físico-química do leite UAT e do leite cru comercializados em Ituiutaba-MG obtendo valores de crioscopia que variaram de -0,546 a -0,526 °H para o leite UAT e de -0,606 a -0,407 °C para o leite cru refrigerado.

Alguns resultados obtidos no presente estudo ficaram diferentes do valor estabelecido pela legislação. Sabe-se que durante o processamento do leite UAT, são utilizados agentes estabilizantes permitidos pela legislação, como citratos ou polifosfatos, que podem alterar os valores recomendados de crioscopia (13). Por fim, ressalta-se que a adição de água ao leite não apenas reduz seu valor nutritivo, mas também compromete a qualidade microbiológica, destacando a falta de compromisso com a produção de leite de qualidade (13).

Para a análise do pH das amostras de leite UAT comercializadas em Fortaleza-CE, observou-se uma variação significativa de 6,52 a 6,85 (Figura 3). Especificamente, as marcas 1, 4 e 10 apresentaram diferenças significativas em relação às outras amostras analisadas. É relevante destacar que a legislação brasileira não estabelece um padrão específico para o pH do leite UAT. No entanto, para efeitos comparativos neste estudo, foram utilizados os valores encontrados na literatura. Souza (14) analisou leite UAT integral processado em indústrias de Minas Gerais, encontrando valores de pH entre 6,35 e 6,97. Em síntese, o pH do leite é um parâmetro que afeta sua estabilidade ao longo do tempo de armazenamento, influenciando diretamente a atividade de enzimas e a estabilidade das proteínas (15).

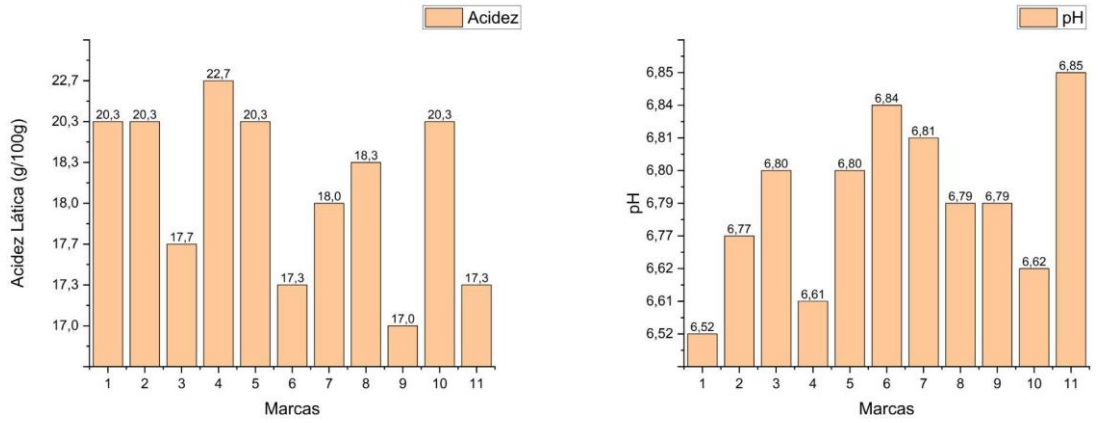



Figura 3 – Parâmetros de acidez e pH das amostras de leite UAT
Fonte: De autoria própria (2024).

A análise de acidez das amostras de leite UAT revelou uma variação significativa, com valores oscilando entre 17,0 e 22,7 °D (Figura 3). De acordo com a legislação brasileira para leite UAT, a acidez deve estar entre 14 e 18 °D (16). No presente estudo, verificou-se que algumas marcas de leite UAT apresentaram valores de acidez fora do intervalo regulamentado. As análises de Souza (17) no estado de Mato Grosso revelaram que 148 das 172 amostras de leite testadas tinham acidez acima de 18 ºD, indicando que a acidez elevada foi observada em outras regiões do país. Condições higiênicas e de refrigeração são essenciais para a conservação do leite, pois impedem a acidificação exógena causada pela fermentação da lactose em ácido lático, o que produz a acidez elevada indicando alta contagem bacteriana antes do tratamento térmico. Alguns microrganismos produzem enzimas termorresistentes que permanecem ativas após o tratamento UAT, podendo ocasionar desestabilização das micelas de caseína (12). Ademais, a acidez titulável do leite pode ser influenciada pelo teor de sais minerais, proteínas, volume do indicador adicionado e tonalidade adotada como ponto de viragem (12).

A análise do teor de gordura das amostras de leite UAT revelou uma variação de 3,1% a 3,4% (Tabela 3). Apesar das diferenças significativas entre algumas amostras, todas as marcas analisadas atenderam aos requisitos estabelecidos pela legislação brasileira para leite UAT integral, que determina o valor mínimo de 3% de gordura (16). A gordura é um

componente importante do leite que influencia o sabor, o aroma e a textura (18). Embora as diferenças entre as marcas sejam estatisticamente significativas, a variação observada no teor de gordura é relativamente pequena e dentro da faixa aceitável para leite integral. Isso sugere que, apesar das variações naturais e de processamento, as marcas conseguem manter a composição de gordura constante, garantindo que o produto final atenda aos padrões de qualidade esperados pelo consumidor.

Tabela 3: Parâmetros de gordura, EST, ESD e proteínas em diferentes marcas de leite UAT

| Amostras | Gordura (%) | EST (%) | ESD (%) | Proteína (%) |
|---|---|---|---|---|
| Marca 1 | 3,1±0,0$^{c}$ | 11,47±0,00$^{d}$ | 8,37±0,00$^{e}$ | 3,4±0,3$^{a}$ |
| Marca 2 | 3,2±0,1$^{bc}$ | 11,35±0,11$^{d}$ | 8,15±0,01$^{f}$ | 3,2±0,1$^{a}$ |
| Marca 3 | 3,2±0,1$^{bc}$ | 12,27±0,06$^{b}$ | 9,11±0,12$^{b}$ | 3,5±0,1$^{a}$ |
| Marca 4 | 3,3±0,1$^{abc}$ | 12,20±0,07$^{b}$ | 8,93±0,01$^{c}$ | 3,3±0,1$^{a}$ |
| Marca 5 | 3,4±0,1$^{a}$ | 11,86±0,14$^{c}$ | 8,43±0,02$^{e}$ | 3,3±0,1$^{a}$ |
| Marca 6 | 3,2±0,1$^{bc}$ | 11,80±0,05$^{c}$ | 8,63±0,01$^{d}$ | 3,3±0,2$^{a}$ |
| Marca 7 | 3,1±0,0$^{c}$ | 12,99±0,00$^{a}$ | 9,89±0,00$^{a}$ | 3,4±0,1$^{a}$ |
| Marca 8 | 3,2±0,1$^{bc}$ | 11,83±0,12$^{c}$ | 8,63±0,02$^{d}$ | 3,4±0,1$^{a}$ |
| Marca 9 | 3,1±0,0$^{c}$ | 12,23±0,00$^{b}$ | 9,13±0,00$^{b}$ | 3,4±0,1$^{a}$ |
| Marca 10 | 3,2±0,0$^{bc}$ | 11,35±0,00$^{d}$ | 8,15±0,00$^{f}$ | 3,3±0,0$^{a}$ |
| Marca 11 | 3,3±0,1$^{ab}$ | 11,74±0,07$^{c}$ | 8,41±0,01$^{e}$ | 3,3±0,0$^{a}$ |

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, ($p < 0,05$).
Fonte: De autoria própria (2024).

O extrato seco total (EST) das amostras de leite UAT variou de 11,35% a 12,99% (Tabela 3). Embora tenha havido diferenças significativas entre as amostras, todas as marcas analisadas atenderam aos requisitos estabelecidos pela legislação brasileira para leite UAT integral, que determina o valor mínimo de 11,2% de EST (16). O EST é uma medida importante da qualidade do leite, pois engloba todos os componentes sólidos, incluindo proteínas, gorduras, lactose e minerais. Além disso, é importante destacar que a análise do teor de EST no leite não serve apenas para controle de qualidade, mas também possui importância econômica, visto que o preço do leite é parcialmente determinado pelo seu teor de sólidos (18).

A análise do extrato seco desengordurado (ESD) das amostras de leite UAT apresentou a variação de 8,15% a 9,89% (Tabela 3). Apesar das diferenças significativas entre as médias das amostras, as marcas analisadas atenderam aos requisitos estabelecidos pela legislação brasileira para leite UAT integral, que determina o valor mínimo de 8,2% de ESD (16). O ESD é um parâmetro importante que reflete a composição dos sólidos do leite após a remoção da gordura. Embora duas marcas tenham apresentado valores de ESD ligeiramente abaixo do mínimo regulamentar, essa diferença é relativamente pequena (0,05%) e considerada aceitável. Essa variação mínima não compromete a adequação

nutricional do leite e pode ser atribuída a variações naturais e de processamento na produção do leite UAT (18).

A análise do teor de proteína nas amostras de leite UAT mostrou a variação de 3,2% a 3,5% (Tabela 3). Não foram observadas diferenças significativas entre as amostras, e todas as marcas atenderam aos requisitos estabelecidos pela legislação brasileira, a qual determina o valor mínimo de 2,9% de proteína para leite cru refrigerado e para o pasteurizado (11).

As proteínas desempenham papel fundamental na nutrição dos seres vivos ao fornecer aminoácidos indispensáveis para o crescimento e a manutenção da vida. Essas macromoléculas do leite e os peptídeos derivados de sua hidrólise são especialmente relevantes neste contexto, pois muitas delas possuem propriedades biológicas e técnico-funcionais já comprovadas e consolidadas ao longo de décadas de pesquisas e aplicações industriais. A α-lactoalbumina, por exemplo, é utilizada como ingrediente alimentício devido às suas propriedades espumantes, gelificantes e emulsificantes, e os peptídeos resultantes da hidrólise das caseínas têm sido amplamente estudados devido às suas diversas biofuncionalidades, como ação anti-inflamatória (19).

Embora a legislação específica para leite UAT não mencione valor mínimo de proteína, a conformidade com os requisitos para leite cru refrigerado e pasteurizado indica que as amostras analisadas apresentam perfil nutricional satisfatório e estão adequadas para consumo humano. Essa conformidade é fundamental para assegurar a qualidade e a segurança alimentar dos produtos lácteos disponíveis no mercado.

**Caracterização físico-química do Kefir**

Os valores de pH obtidos variaram de 4,61 a 5,00 (Tabela 4). O Regulamento Técnico de Qualidade e Identidade para Leites Fermentados não estabelece parâmetros de pH (20). De acordo com D'Angelis (21), que elaborou leites fermentados com adição de frutas verdes e inulina, nas suas condições de trabalho, encontrou valores de pH variando de 4,13 a 4,25 para amostras fermentadas por 24h. Segundo Gomes et. al. (22) que elaborou bebida à base de Kefir saborizada com pequi, avaliando diferentes condições, também encontrou valores de pH 4,77±0,11, próximos ao encontrado neste trabalho. Conforme André et. al. (23) que encontraram valores de 4,03±0,03 e 4,29±0,08 para produtos lácteos a base de Kefir com geleia de manga e de morango, respectivamente, os quais foram fermentados por 24 horas após a inoculação.

Rocha (24) elaborou Kefir adicionado de polpa de pitaya vermelha por meio do mesmo método de produção usado no presente trabalho e obteve valores de pH que variaram de 4,31 a 4,39 para a amostra controle (apenas Kefir) e a amostra com adição de polpa após um dia de inoculação. Um estudo que visou desenvolver bebidas fermentadas com grãos de Kefir saborizadas com frutas, o Kefir apresentou pH médio de 5,03±0,23 (25).

Tabela 4: Parâmetros de pH e acidez em diferentes amostras de Kefir

| Amostras | pH | Acidez em Ácido lático (%) |
|---|---|---|
| Kefir 1 | $4,70±0,01^{d}$ | $0,679±0,043^{ab}$ |
| Kefir 2 | $4,89±0,03^{b}$ | $0,691±0,032^{ab}$ |
| Kefir 3 | $4,81±0,01^{c}$ | $0,629±0,029^{b}$ |
| Kefir 4 | $4,61±0,03^{d}$ | $0,754±0,054^{a}$ |

| | | |
|---|---|---|
| Kefir 5 | 4,90±0,01[b] | 0,698±0,022[ab] |
| Kefir 6 | 4,83±0,01[c] | 0,673±0,019[ab] |
| Kefir 7 | 4,78±0,03[c] | 0,698±0,029[ab] |
| Kefir 8 | 4,78±0,01[c] | 0,648±0,043[b] |
| Kefir 9 | 4,93±0,01[b] | 0,610±0,047[b] |
| Kefir 10 | 5,00±0,03[a] | 0,666±0,011[ab] |
| Kefir 11 | 4,78±0,01[c] | 0,654±0,019[ab] |

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, ($p < 0,05$).
Fonte: De autoria própria (2024).

Logo, é visto que o pH é uma barreira que auxilia no controle do crescimento bacteriano, das leveduras e da taxa fermentativa. O pH pode variar devido a diversos fatores (26), como tempo de fermentação, quantidade de grãos adicionados ou métodos utilizados.
Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (20), a acidez deve ser menor que 1%, nesse contexto, todas as 11 amostras de Kefir apresentaram resultados conforme a legislação (Tabela 4). O aumento da acidez é determinado pela transformação da lactose em ácido lático pelos microrganismos (27). O maior valor de acidez (%) foi apresentado pela amostra Kefir 4 (0,754±0,054) e a menor foi a Kefir 9 (0,610±0,047). Todas as amostras apresentaram diferenças significativas entre si. Gomes et. al. (22) elaboraram bebida à base de Kefir saborizada com pequi e encontraram valores de acidez (%) em torno de 0,660±0,150, próximos ao encontrado neste trabalho.

O Regulamento Técnico Identidade e Qualidade para Leites Fermentados não define padrões de viscosidade para estes produtos (20). Dos Santos et. al. (28) realizaram análises físico-químicas de leite UAT integral e desnatados comercializados em Montes Carlos - Minas Gerais, alcançando valores de 4,04±0,30 de viscosidade (mPa.s) para o leite UAT integral. Dessa forma, pode-se observar que a fermentação do Kefir nas marcas analisadas influenciou a viscosidade após o período de 24h. O Kefir 3 apresentou a maior viscosidade (1327,7±7,5 mPa.s), enquanto o Kefir 2 apresentou a menor (74,7±1,2 mPa.s) (Figura 4). As outras amostras variam dentro deste espectro de valores, apresentando diferença significativa entre si ($p<0,05$). Rocha (24) ao elaborar Kefir adicionado de polpa de pitaya vermelha obteve valores de viscosidade (mPa.s) que variaram de 186,6 a 376,6 para a amostra controle (apenas Kefir) e a amostra com adição de polpa no primeiro dia de avaliação. Na pesquisa de Do Nascimento (25), as bebidas fermentadas por grãos de Kefir saborizadas com frutas apresentaram valores de viscosidade (mPa.s) variando de 115,33±2,89 a 907,93±16,40 para as bebidas controle (apenas Kefir) e com adição de fruta, respectivamente.

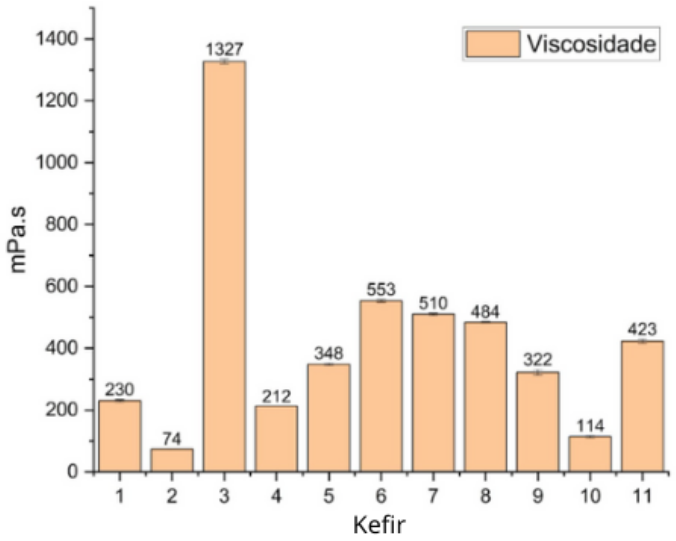



Figura 4 – Parâmetro de viscosidade em diferentes amostras de Kefir
Fonte: De autoria própria (2024).

Os grãos de Kefir são constituídos por uma diversidade microbiana, como bactérias ácido-lática, ácido-acético e leveduras. Quando inoculados no leite, esses microrganismos são capazes de alterar as características, resultando em um leite fermentado com atributos específicos. Segundo Zanirati et al. (29), os grãos de Kefir alteram as estruturas dos constituintes do leite. Os grãos de Kefir cultivados em leite são compostos por um complexo heteropolissacarídeo denominado Kefirano, enquanto aqueles cultivados em água com açúcar são compostos por dextrano (30).

O Kefirano produzido é rico em exopolissacárideos, os quais são conhecidos pelas suas propriedades de espessantes, agregando viscosidade ao leite fermentando. Além disso, as bactérias do Kefir produzem ácido lático, o que causa a redução do pH do leite, promovendo a coagulação das proteínas, principalmente a caseína, formando uma rede protéica que aprisiona a água e promove aumento da viscosidade. Os polissacarídeos extracelulares, produzidos durante a fermentação do leite com grãos de Kefir, propiciam aumento da viscosidade, retenção de água e interação com os demais componentes do leite, promovendo rigidez da matriz de caseína do produto final e reduzindo sinérese (31).

Nesse contexto, o Kefir 3 pode apresentar em sua composição uma quantidade maior de açúcares, como a lactose, o que promove uma melhor fonte de alimentação para as bactérias e leveduras presentes no grão de Kefir, o que gera uma maior produção de ácido-lático e Kefirano. Vale pontuar que esta mesma amostra apresentou valores de 12,27±0,06 de Extrato Seco Total (Tabela 3), o segundo valor mais alto entre as analisadas, podendo reafirmar que essa amostra tem quantidade maior de sólidos em comparação com as outras, podendo ser de carboidratos, proteínas ou lipídios.

## CONCLUSÃO

O estudo evidenciou que as amostras de leite UAT adquiridas no mercado de Fortaleza-CE apresentam parâmetros físico-químicos de densidade, pH, gordura, EST, ESD e proteína, em sua maioria, conforme as exigências legais.

O teor de compostos sólidos das diferentes marcas de leite UAT impacta no ponto de crioscopia e na acidez das matérias-primas avaliadas, assim como na característica de viscosidade dos leites fermentados Kefir produzidos a partir delas. Além disso, os exopolissacarídeos produzidos durante a fermentação também podem contribuir no aumento de viscosidade do Kefir.

Por fim, este trabalho reforça a importância de monitorar a composição de sólidos totais no leite cru utilizado para produção do leite UAT a fim de garantir sua padronização e fornecer as características adequadas para ser empregado na elaboração do Kefir artesanal.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Ceará (UFC).

## REFERÊNCIAS

1. Pereira PC. Milk nutritional composition and its role in human health. Nutrition. 2014;30(6):619-27.

2. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria Nº 146, de 07 de março de 1996. Regulamento técnico para fixação da identidade e qualidade do leite UHT. Brasília; 2002.

3. Tronco VM. Manual para inspeção da qualidade do Leite. 2nd ed. Santa Maria: UFSM; 2003.

4. Nascentes RM, de Araújo BC. Comparação da qualidade microbiológica de leite cru, pasteurizado e UHT comercializados na cidade de Patos de Minas, MG. Perquirere. 2012;1(9):212-223.

5. Ramalho BCF, Siqueira KB. Comportamento do consumo de leite UHT em diferentes classes sociais. In: Workshop de Iniciação Científica da Embrapa Gado de Leite, 25., 2021, Juiz de Fora. Anais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; 2021.

6. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Instrução Normativa n° 46, de 23 de outubro de 2007.

7. Rosa DD, Dias MMS, Grzeskowiak LM, Reis SA. Milk Kefir: nutritional, microbiological and health benefits. Nutr Res Rev. 2017 Jun;30(1):82-96.

8. Rattray FP, O'Connell MJ. Fermented Milks | Kefir. In: Fuquay JW, editor. Encyclopedia of Dairy Sciences. 2nd ed. San Diego: Academic Press; 2011. p. 518-24.

9. Weschenfelder S. Caracterização de Kefir tradicional quanto à composição físico-química, sensorialidade e atividade anti-Escherichia coli. 2009.

10. Instituto Adolfo Lutz (IAL). Métodos físico-químicos para análises de alimentos. Zenebon O, Pascuet NS, Tiglea P, editors. 4th ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008. 1020 p.

11. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 de novembro de 2018.

12. Gasparotto PHG. Avaliação da qualidade do leite UHT, quanto aos parâmetros: alizarol, acidez dornic, densidade e presença de formaldeído de nove marcas comercializadas no município de Ji-Paraná-RO. 2018. [Master's dissertation]. Universidade Brasil.

13. De Paula NCC, et al. Caracterização físico-química de leite UHT integral e desnatado e de leite cru comercializados na cidade de Ituiutaba-MG. Rev Inov Ciênc Tecnol. 2019;24-32.

14. Souza LV, et al. Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química de leite UHT integral processado em indústrias do estado de Minas Gerais, Brasil. Rev Bras Agropecu Sustent. 2014.

15. Blagitz MG, et al. Concentração hidrogeniônica do leite de ovelhas: Influência da mastite e do congelamento da amostra. Ciênc Anim Bras. 2011;12(1):187-91.

16. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996, alterado pela Portaria nº 370, de 04 de setembro de 1997. Aprova a Inclusão do Citrato de Sódio no Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Leite U.H.T (U.A.T). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília; 1997.

17. Souza HPM, et al. Ocorrência do leite instável não ácido (LINA) na região norte do Mato Grosso. Rev Ciênc Tecnol Alimento. 2016;71(1):38-42.

18. Sanches N. Qualidade do leite e suas análises: revisão bibliográfica. 2023.

19. Oliveira TV. Estudos in silico e in vitro sobre bases estruturais de propriedades tecnológicas de proteínas e peptídeos do leite bovino. 2020.

20. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução n° 46, de 23 de outubro de 2007. Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) de Leites Fermentados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 de outubro de 2007.

21. D'Angelis DF, et al. Elaboração, caracterização físico-química e sensorial de leites fermentados de Kefir saborizados com frutas verdes e adicionados de inulina. Res Soc Dev. 2020;9(9)

22. Gomes FO, et al. Avaliação físico-química de uma bebida à base de Kefir saborizada com pequi. Braz J Dev. 2020;6(3):10755-62.

23. André PB, et al. Desenvolvimento e caracterização de produto lácteo a base de Kefir com geleia de manga e geleia de morango. 2021.

24. Rocha SCV. Elaboração e estabilidade de Kefir adicionado de pitaia vermelha. 2022.

25. Do Nascimento KKB. Desenvolvimento de bebidas fermentadas por grãos de Kefir saborizadas com frutas. [Master's dissertation]. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Limoeiro do Norte; 2019.

26. Pereira DA, Vieira RC, Gimenez AZ. Fatores que afetam a fermentação alcoólica. Ciênc Tecnol. 2020;12(1):44-55.

27. Silva JEA. Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos. São Paulo: Varela; 1995.

28. Dos Santos FR, et al. Análises físico-químicas de leite UHT integral e desnatado comercializados em Montes Claros-MG. Semana de Engenharia de Alimentos-SEALIM; Simpósio da Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos da UESB-SIMPECAL. 2018.

29. Zanirati DF, Abatemarco M, Sandes SHC, Nicoli JR, Nunes ÁC, Neumann E. Selection of lactic acid bacteria from Brazilian Kefir grains for potential use as starter or probiotic cultures. Anaerobe. 2015;32:70-6.

30. Hsieh HH, et al. Effects of cow's and goat's milk as fermentation media on the microbial ecology of sugary Kefir grains. Int J Food Microbiol. 2012. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2012.04.014.

31. Sales LGM, et al. Characterization and stability of Kefir with addition of açaí pulp. Res Soc Dev. 2020;9(8):293985189. doi: 10.33448/rsd.v9i8.5189.

**Capítulo 105**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-105**

# PROCESSAMENTO NÃO CONVENCIONAL DE POLPAS DE FRUTAS POR ULTRASSOM DE ALTA INTENSIDADE E SUA APLICAÇÃO EM PRODUTOS LÁCTEOS

**Júlia Barros de Sousa[1]*; Carolina Pinto de Carvalho Martins[1]; Mônica Marques Pagani[2]; Eliane Teixeira Marsico[1]; Mônica Queiroz de Freitas[1]; Erick Almeida Esmerino[1]**

[1] *Universidade Federal Fluminense*
[2] *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: juliasousa@id.uf.br*

**Resumo:** O processamento convencional de frutas, como pasteurização e esterilização, é essencial para garantir sua conservação e segurança, mas frequentemente resulta na perda de nutrientes e na alteração da textura. Por outro lado, o ultrassom, uma abordagem não convencional, utiliza ondas sonoras para inativar micro-organismos e enzimas, preservando de forma mais eficaz as características sensoriais e nutricionais dos produtos. Estudos demonstram que o ultrassom é altamente eficiente em sucos e polpas, superando os métodos tradicionais na preservação de compostos bioativos e na inativação enzimática. Apesar dos desafios, como limitações em matrizes densas e questões relacionadas à escalabilidade industrial, o ultrassom representa uma tecnologia promissora para aprimorar a qualidade e o valor nutricional dos alimentos, atendendo à crescente demanda por opções alimentares saudáveis e naturais. Este estudo visa investigar o potencial do ultrassom de alta intensidade (UAI) no processamento de subprodutos de frutas e sua possível aplicação em derivados lácteos. Serão analisados os impactos dessa técnica nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais dos produtos. O objetivo é preencher uma lacuna no conhecimento científico e tecnológico, proporcionando perspectivas para inovações e melhorias na indústria de alimentos.

**Palavras–chave:** tecnologias emergentes; processamentos não-térmicos; pasteurização; sonicação;

## INTRODUÇÃO

A crescente demanda por parte de consumidores preocupados com a saúde está impulsionando o crescimento do mercado de produtos funcionais, especialmente no setor dos produtos lácteos. Para atender a essas exigências e permanecer competitiva em um mercado cada vez mais dinâmico, a indústria tem empenhado esforços no desenvolvimento de produtos inovadores com propriedades funcionais distintas. Este contexto desafia as empresas a buscar constantemente novas formulações e processos que ofereçam benefícios adicionais à saúde, agregando valor aos produtos lácteos (1).

Embora muitos derivados lácteos sejam reconhecidos como alimentos funcionais, sua matriz versátil permite a adição de outros ingredientes, agregando-lhes valor, como por exemplo, a adição de frutas. Além de oferecerem inovações sensoriais, as frutas enriquecem o produto lácteo com nutrientes e atuam como excelente fonte de compostos bioativos e funcionais (2). A combinação de produtos lácteos e frutas proporcionam uma ingestão combinada de proteínas de alta qualidade, ácidos graxos essenciais e uma variedade de vitaminas e minerais, os quais têm o potencial de exercer efeitos sinérgicos à saúde (3).

Contudo, os produtos obtidos das frutas, como sucos, polpas, purês, geléias e caldas são suscetíveis à rápida deterioração. Por esse motivo, o processamento torna-se uma etapa fundamental da indústria alimentícia, visando não apenas prolongar sua vida útil, mas também garantir a segurança do alimento e a preservação de sua qualidade sensorial e nutricional (4). Tradicionalmente, o tratamento térmico, através da pasteurização, tem sido a principal tecnologia utilizada devido à sua eficácia tanto na inativação de enzimas quanto na prevenção da deterioração microbiana (5). No entanto, diante da demanda dos consumidores por alimentos que ofereçam alta qualidade, sabor e valor nutricional, *stakeholders* do segmento estão constantemente explorando alternativas aos métodos térmicos tradicionais (6).

O conceito de tecnologias não convencionais de processamento é utilizado para descrever inovações e avanços recentes que estão a ganhar importância e aplicação em áreas específicas. Elas representam novas abordagens com o potencial de transformar fundamentalmente a forma como os alimentos são produzidos, processados, preservados ou consumidos (7). Em particular, o uso do Ultrassom de Alta Intensidade (UAI) no tratamento de frutas adicionadas a produtos lácteos representa uma abordagem promissora para garantir a segurança microbiológica, preservando a qualidade - características sensoriais, nutricionais e funcionais, em especial - dos alimentos (8). Todavia, apesar dos avanços, há uma notável lacuna de pesquisa no que diz respeito ao emprego desta tecnologia em polpas de frutas. A aplicação do UAI em meios líquidos, como os sucos, onde a passagem das ondas ultrassônicas é facilitada, é mais explorada, e nota-se um interesse crescente no potencial do UAI em outras apresentações dos produtos oriundos de frutas (9).

Neste contexto, este estudo objetiva-se a investigar, analisar e apresentar os resultados sobre a empregabilidade da tecnologia não convencional de ultrassom de alta intensidade (UAI) no processamento de sucos e polpas de frutas, evidenciando sua eficiência e impactos sobre as propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais desses produtos. Busca-se assim preencher uma lacuna fundamental no conhecimento científico e tecnológico voltado para a indústria de processamento de produtos lácteos adicionados de frutas, ampliando os

caminhos para inovações promissoras e aprimoramentos substanciais na qualidade e processamento de frutas.

O levantamento bibliográfico foi realizado levando em consideração trabalhos do período de (2014-2024) utilizando os termos "*fruit", "pulp*", "*pasteurization*", "*high intensity ultrasound*"; e "*dairy products*", e operador booleano "and", resultando em 189 resultados, sendo: 65 artigos de revisão na base de dados "Scholar Google"; 38 documentos, incluindo 10 artigos de revisão, 9 artigos de pesquisa, 16 capítulos de livros, 1 item de enciclopédia e 2 itens classificados como outros, na base de dados *ScienceDirect;* nenhum documento nas bases de dados "PubMed" e "Portal de Periódicos da CAPES". Para esta revisão, foram considerados como critérios de inclusão estudos que investigaram o uso do ultrassom de alta intensidade em produtos alimentícios, com ênfase em produtos derivados de frutas (sucos, purês, geléias e polpas), bem como estudos que exploraram a aplicabilidade desses produtos em derivados lácteos. Um total de 55 artigos foram utilizados após atenderem aos critérios estabelecidos para seleção.

## PROCESSAMENTO CONVENCIONAL E NÃO CONVENCIONAIS DE FRUTAS

A preparação e conservação de alimentos frequentemente envolvem a aplicação ou remoção de calor. Entre os tratamentos térmicos tradicionais para frutas e vegetais destacam-se o branqueamento, a pasteurização e a esterilização. O branqueamento inibe enzimas indesejáveis, reduz a carga microbiana e amacia os alimentos. A pasteurização, usada no processamento de polpas de frutas, aquece os alimentos a temperaturas inferiores a 100 °C, reduzindo a carga microbiana e inativando enzimas. A esterilização, com temperaturas superiores a 100 °C, é aplicada em hortaliças em conserva e frutas em calda, especialmente em alimentos pouco ácidos, visando a destruição completa de esporos de microrganismos patogênicos e deterioradores. No entanto, esse processo pode degradar vitaminas, compostos funcionais, proteínas, cor, provocar reações de escurecimento e alterar a textura. Nesse contexto, processamentos não convencionais, especialmente os não térmicos, como o ultrassom, surgem como alternativas para mitigar os efeitos adversos do aquecimento (10).

O tratamento com ultrassom se baseia na cavitação acústica, fenômeno em que milhares de bolhas são geradas pela passagem de ondas sonoras em um meio líquido. Essa cavitação pode ser induzida por fontes de energia como calor, pressão ou cisalhamento, e resulta em efeitos físicos como formação de ondas de choque e turbulência, microtempestades e microcorrentes. Tais efeitos promovem alterações químicas e físicas nas células, potencializando a redução da carga microbiana, a inativação de enzimas indesejadas e a preservação das características sensoriais e nutricionais de forma eficiente em termos energéticos (11;12). Além da cavitação, ocorrem aumentos de temperatura e pressão, geração de radicais livres, recombinação de radicais e quebra de macromoléculas, impactando distintamente células microbianas e tecidos vegetais e animais (13).

As aplicações de ultrassons se dividem em duas categorias: baixa intensidade, com uma faixa de frequência de 5 a 10 MHz, e de alta intensidade, dentro da faixa de 20 a 100 kHz (14). As aplicações de baixa intensidade utilizam ondas ultrassônicas para obter informações sobre o meio em que se propagam, sem causar alterações no mesmo, sendo uma ferramenta crucial em ensaios não destrutivos. Em contraste, as aplicações de alta intensidade visam produzir efeitos permanentes no meio, aproveitando a energia ultrassônica para tal finalidade (10).

Na faixa de 16 a 100 kHz, conhecida como ultrassom de baixa frequência e alta intensidade, o ultrassom pode induzir efeitos físicos e químicos no material. A intensidade de

potência para esse tipo de ultrassom varia de 10 a 1000W/cm², com a maioria dos estudos conduzidos em dispositivos operando de 18 a 30 kHz. O emprego do ultrassom na indústria alimentícia é diversificado, abrangendo uma variedade de aplicações. Entre elas, merecem destaque a conservação (15), a extração de compostos (16), a sanitização (17), a inativação de enzimas (18), a homogeneização (19), a ultrafiltração (20), a desidratação (21), a secagem (22) e a fermentação (23).

Estudos comparativos evidenciaram que o ultrassom de alta intensidade e a pasteurização impactaram de formas distintas as propriedades físico-químicas das frutas. Enquanto a pasteurização promoveu alterações significativas na cor, textura e conteúdo de nutrientes devido ao calor aplicado, o UAI preservou melhor esses parâmetros, resultando em produtos com aspecto mais próximo ao fresco (9). Adicionalmente, a pasteurização também apresentou como desvantagem, a degradação dos compostos bioativos, devido às reações de ionização, hidrólise e oxidação (24).

**Inativação Microbiana**

A pasteurização e o UAI demonstram eficácia e resultados similares na redução da carga microbiana em frutas. No entanto, o UAI demanda tempos de processamento mais curtos quando comparado com a pasteurização. Todavia, estudos ressaltam que o UAI é capaz de penetrar mais profundamente nos tecidos da fruta, alcançando áreas inacessíveis à pasteurização convencional, o que pode resultar em uma redução mais completa de patógenos e microrganismos deteriorantes (25). A utilização de tratamentos por sonicação foi reconhecida como uma tecnologia inovadora potencialmente capaz de atender aos padrões estabelecidos pela *Food and Drug Administration* (FDA) para a redução de microrganismos contaminantes (ou patógenos) presentes nas frutas (26;27).

Diversos estudos comprovaram a eficácia do ultrassom no controle microbiológico de sucos de frutas. Margean et al. (28) demonstraram reduções importantes nas contagens microbianas, sem afetar os compostos bioativos investigados e os parâmetros físico-químicos das amostras de suco de uva vermelha (*Vitis vinifera)* induzidas pelo tratamento com UAI, em comparação com a pasteurização. Nesse estudo, as contagens bacterianas mais baixas (Contagem total em placas: 1,13 log UFC/mL e enterobactérias: 0,53 log UFC/mL) foram registradas após a exposição da amostra de suco de uva vermelha ao tratamento com UAI.

Alabdali et al. (29) concluíram que o tratamento não convencional por ultrassom foi mais eficaz do que o tratamento por luz ultravioleta para resultados microbianos, e ambos os métodos proporcionam grandes vantagens sobre a pasteurização do suco de romã (*Punica granatum*). Cheng et al. (30) fizeram uma avaliação comparativa em relação à inativação de microrganismos para sucos de tangerina (*Citrus reticulata)*, submetidos à pasteurização convencional e três novas tecnologias de processamento e observaram que o conteúdo total de bactérias aeróbias nas amostras tratadas pelas quatro tecnologias de processamento foi <2 log UFC/mL, alcançando assim um grau equivalente de inativação de microrganismos.

Ao analisar polpa de gulupa (*Passiflora edulis f. edulis*) tratada com ultrassom, Calderón-Martínez et al. (32), não observaram enterobactérias, bactérias mesófilas aeróbias ou bactérias psicrofílicas, nem no controle, nem nas amostras sonicadas. Tal resultado pode ter sido influenciado pelo baixo pH da fruta (pH 2,81). Além disso, o estudo relatou uma diminuição significativa no teor de levedura, devido ao efeito do ultrassom para os tratamentos de 30 kHz aos 20 e 30 min (1,2–1,3 log UFC/mL) e todos os tratamentos de 40 kHz (1,5–2,1 log UFC/mL), em relação ao controle.

A inativação microbiana por ultrassom é suficiente quando usada em frequência e tempo adequado, além da combinação com outras técnicas de descontaminação, como extremos de pH. A maioria dos sucos e polpas de frutas pode ser classificada como alimento com alta acidez (pH < 4,6) (Braga, 2020). Um baixo pH pode aumentar a eficiência antimicrobiana da sonicação, possivelmente atribuída à melhoria da produção de radicais hidroxila (32). Neste sentido, os estudos de controle microbiológico em sucos e polpas de frutas sugerem que o ultrassom de alta intensidade é uma ferramenta promissora e eficaz para garantir a segurança e qualidade dos produtos de frutas, contribuindo para a proteção da saúde pública e para a expansão das opções de processamento na indústria alimentícia.

**Inativação Enzimática**

A aplicação do ultrassom (US) pode resultar na despolimerização de enzimas, levando à redução de sua atividade. Esse processo ocorre devido à degradação das enzimas pela cavitação ou pela ligação de radicais livres aos substratos enzimáticos (34). Sob condições intensas, o ultrassom pode interromper as ligações de hidrogênio e as interações Van der Waals nas cadeias polipeptídicas, alterando as estruturas secundárias e terciárias das proteínas e resultando na perda de atividades biológicas (35).

Durante a cavitação, a geração de pontos quentes produz a clivagem das moléculas de água, liberando ainda radicais livres. Esses radicais podem reagir com os resíduos de aminoácidos envolvidos na estabilidade enzimática, na ligação do substrato ou na função catalítica, provocando modificações na atividade biológica (36). Além disso, a exposição prolongada às ondas acústicas induz a sonólise da água na polpa, levando à formação de radicais livres e consequente dano oxidativo, podendo levar ao aumento da taxa de inativação de enzimas (37).

A descoloração devido ao escurecimento enzimático é um grande problema em produtos obtidos de frutas e vegetais. As enzimas comumente envolvidas nas reações de escurecimento são a polifenol oxidase (PPO) e a peroxidase (POD) (38). A pectinametilesterase (PME) é uma enzima que desesterifica a pectina de alto grau de metoxilação, tornando-a de baixo grau de metoxilação ou ácido péctico (39). Para garantir a qualidade do produto final, estas enzimas precisam ser inativadas durante o processamento e armazenamento (40). Estudos sobre inativação enzimática realizados em sucos de frutas evidenciam a eficácia do UAI nesse contexto. Saeeduddin et al. (41) estudaram o efeito no suco de pera (*Pyrus bretschneideri*) e observaram a inativação enzimática completa (peroxidase, pectinametilesterase e polifenoloxidase) na pasteurização a 95 °C, contudo, também foram observadas maiores perdas de ácido ascórbico, fenóis totais, flavonoides e redução da capacidade antioxidante. Com o tratamento com UAI a 20 kHz por 10 min, observou-se melhores resultados com a maior retenção de ácido ascórbico e outros compostos fenólicos, com redução significativa nas atividades enzimáticas. De acordo com estudo de Rojas et al. (42), o uso do ultrassom na inativação/sensibilização da peroxidase (POD) na água de coco verde (*Cocus nucifera*), mostrou uma redução de 27% na atividade enzimática após 30 minutos de processamento com UAI 20 kHz.

Ao estudar a inativação enzimática em polpas de frutas, foi demonstrada a eficácia do ultrassom de alta intensidade (UAI) para essa aplicação. Tewari, Kumar e Sharma (43) observaram uma redução significativa na atividade residual da PME e PPO, com o emprego dos parâmetros do processo ajustados em 16 minutos, a uma frequência de 50 kHz. Um estudo realizado por de De Araújo et al. (44) na polpa de araçá-boi (*Eugenia stipitata*) demonstrou que o ultrassom na frequência 19 kHz, nos tempos de 1,25 min, 3,75 min, 6,25 min e 8,75 min,

mostrou-se uma técnica eficiente para inativar a PPO, quando comparada ao tratamento de pasteurização em banho-maria a 70 °C por 5 min.

Em geral, nota-se que a inativação enzimática por ultrassom é alcançada nas faixas entre 19 e 50 kHz, por tempos variados, tanto em sucos quanto em polpas, demonstrando ser uma alternativa viável e eficaz para garantir esse tipo de deterioração da qualidade.

**Compostos Bioativos**

A aplicação do UAI pode ter impacto significativo na preservação dos compostos bioativos presentes nas polpas de frutas. Compostos como polifenóis, carotenóides, vitaminas e antioxidantes são essenciais para a saúde humana, exercendo efeitos benéficos, como a redução do risco de doenças crônicas e o fortalecimento do sistema imunológico (45). Os nutrientes bioativos presentes nas frutas são termossensíveis e facilmente degradados devido à temperatura ou pressão extremamente elevada durante o processamento (34).

Nos estudos relacionados à composição de bioativos nos sucos tratados com ultrassom, os autores demonstraram que o ultrassom se demonstra mais eficiente na extração desses compostos quando comparados à pasteurização. Wang et al. (46) avaliaram o efeito do ultrassom no suco de morango (*Fragaria ananassa*) e observaram que os níveis de fenóis totais, flavonoides, ácido ascórbico e atividade antioxidante foram mais elevados nas amostras tratadas por ultrassom. A análise da microestrutura revelou a formação de formas irregulares, ruptura e perda de tecido, bem como distorção das paredes celulares, explicando assim a maior eficiência de extração de fitoquímicos associada ao tratamento ultrassônico.

Cheng et al. (30) avaliaram o efeitos da pasteurização (90 °C e 30 s), do processamento por alta pressão (600 MPa, 4 °C e 300 s), do processamento por ultrassom (50 °C, 750 W e 36 min) e do processamento por micro-ondas (800 W, 80 °C e 70 s) no suco de tangerina (*Citrus unshiu*). Notou-se que o suco tratado com as tecnologias não convencionais de processamento preservou de forma mais efetiva os teores de ácido ascórbico, fenólicos totais e carotenóides totais em comparação com o suco pasteurizado. O estudo de Abid et al. (31) avaliou o suco de maçã (*Malus domestica*). fresco tratado com UAI (por 0, 30, 60 e 90 min, a 20°C, frequência de 25 kHz), sendo observado que a sonicação melhorou significativamente os níveis de ácido ascórbico, os compostos fenólicos e a capacidade antioxidante.

A eficiência dessa tecnologia também foi apresentada por Calderón-Martínez et al. (32) que avaliaram os efeitos do UAI nas frequências 30 e 40 kHz com tempo de exposição de 10 , 20 e 30 min sob capacidade antioxidante e no teor de ácido ascórbico da polpa de gulupa (*Passiflora edulis Sims*) durante 20 dias de armazenamento refrigerado a 4 °C. Esses autores observaram que os tratamentos com UAI aumentaram significativamente a capacidade antioxidante, especialmente nos primeiros dias de armazenamento. O ácido ascórbico foi o parâmetro que mais variou, diminuindo de 42,7 para 21,6 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa na amostra controle, enquanto foi observada uma diminuição menor (23,8–24,5 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa) nos tratamentos de 40 kHz.

Golmohamadi et al. (47) aplicaram o ultrassom no purê de framboesa (*Rubus idaeus*) em três frequências distintas (20, 490 e 986 kHz) e observaram que os tratamentos com 20 kHz e 490 kHz aumentaram a atividade antioxidante e o teor de antocianina monomérica, sendo o tratamento de 20 kHz por 10 minutos mais eficaz. Tewari, Kumar e Sharma (43) observaram que houve um aumento dos fenólicos totais da polpa de amla (*Emblica officinalis*) após o tratamento com UAI (50 Hz). Na amostra tratada com ultrassom foi verificada a presença de compostos como ácido ascórbico, corilagina, ácido gálico, kaempferol, ácido quebulágico. Já

a amostra submetida à pasteurização em banho-maria (90 °C/5s) apresentou menor retenção de compostos bioativos e perdas notáveis de ácido ascórbico e fenólicos totais.

Nota-se que o UAI em diversas faixas de potência/ frequência e tempo de tratamento se mostra uma técnica eficiente para preservar e até melhorar os compostos bioativos, além de destacar seu potencial para aumentar os níveis de antioxidantes e nutrientes quando comparados à pasteurização.

**Limitações do Ultrassom de Alta Intensidade (UAI)**

Embora o UAI ofereça muitos benefícios à indústria alimentícia, é importante considerar as limitações de sua aplicação nas diferentes matrizes alimentares. O UAI demonstra melhor eficiência em meio líquido e pode encontrar dificuldades em penetrar profundamente em matrizes alimentares mais densas. A eficácia do ultrassom pode ser reduzida nessas matrizes devido à absorção ou dispersão das ondas sonoras (48). Em matrizes alimentares complexas, a distribuição e o efeito das ondas ultrassônicas podem ser heterogêneos. Isso significa que algumas regiões da matriz podem receber mais energia ultrassônica que outras, proporcionando resultados variáveis de processamento (49).

Possíveis alterações de propriedades sensoriais (textura, sabor e cor) podem ser ocasionadas devido à interação das ondas ultrassônicas com os componentes alimentares, que podem resultar em modificações estruturais (50), desejáveis ou não. Adicionalmente, estruturas sensíveis, como proteínas e outros compostos podem ser suscetíveis a danos durante o processamento com UAI de alta intensidade, afetando a qualidade nutricional ou funcional dos alimentos (51). Por fim, em escala industrial, a aplicação do UAI pode ser desafiadora devido a considerações de equipamento, custo e eficiência em larga escala. A adaptação do ultrassom para uso comercial em grandes volumes pode ser limitada pelas exigências tecnológicas e logísticas (51).

Nesse âmbito, a pesquisa contínua e o desenvolvimento de abordagens otimizadas, tanto para os parâmetros de processo como aplicabilidade industrial, são essenciais para maximizar o potencial do UAI e superar suas restrições específicas em diferentes aplicações alimentares.

**Aplicações de polpas de frutas processadas por UAI em produtos lácteos**

A inclusão de frutas previamente processadas (polpas, purês, caldas) na formulação de produtos lácteos não apenas diversifica e enriquece a variedade no mercado, mas também proporciona uma contribuição significativa em termos de valor nutricional e funcional. A incorporação de produtos obtidos a partir das frutas em iogurtes, bebidas lácteas e sorvetes demonstrou aprimorar não apenas a textura, o sabor e a coloração dos produtos finais, mas também aumentar sua atratividade sensorial, promovendo assim uma melhor experiência sensorial para os consumidores (52). Paralelamente, a adição desses produtos de frutas pode contribuir para a redução do uso de aditivos artificiais, corantes e conservantes, atendendo à crescente demanda por alimentos mais naturais e saudáveis (53).

Diversos estudos têm confirmado a elevada aceitação dos consumidores em relação a produtos lácteos enriquecidos com frutas, evidenciando uma preferência consistente por esses produtos (54; 55). Essa aceitação é atribuída não apenas à adição de variedade de sabores, mas também aos benefícios nutricionais agregados, como o aumento do teor de vitaminas, minerais e fibras. Essa tendência reflete uma crescente demanda por opções alimentares saudáveis e

saborosas, alinhadas aos hábitos de consumo consciente e preocupação com a saúde por parte dos consumidores modernos.

## CONCLUSÕES

Conforme evidenciado, o processamento de frutas utilizando ultrassom de alta intensidade (UAI) pode melhorar as características sensoriais e nutricionais das frutas, apresentando uma eficiência energética superior à pasteurização. No contexto da inativação microbiana, o UAI demonstra eficácia similar aos métodos convencionais na redução da carga microbiana das frutas, sendo reconhecido como tecnologia adequada à redução de microrganismos contaminantes. No que diz respeito à inativação enzimática, o UAI demonstra eficácia em reduzir e até cessar a atividade de enzimas responsáveis pelo escurecimento enzimático e deterioração da qualidade desses produtos. Adicionalmente, observou-se a manutenção em maior grau de alguns compostos bioativos das frutas, preservando sua funcionalidade, evidenciando o potencial da tecnologia para o processamento de polpas de frutas, e aplicação em diferentes matrizes alimentícias como os produtos lácteos.

Considerando as complexidades e desafios ainda associados à aplicação do UAI na indústria alimentícia, é evidente que a pesquisa e o desenvolvimento contínuos são essenciais para avançar nessa área. Investimentos em estudos interdisciplinares são requeridos para superar as limitações técnicas e operacionais do UAI, explorando seu completo potencial.

## REFERÊNCIAS

1. Torrico DD, Tam J, Fuentes S, Gonzalez Viejo C, Dunshea FR. Consumer rejection threshold, acceptability rates, physicochemical properties, and shelf-life of strawberry-flavored yogurts with reductions of sugar. J Sci Food Agric. 2020 May;100(7):3024-3035.

2. Kamiloglu, S., Toydemir, G., Boyacioglu, D., Beekwilder, J., Hall, R. D., & Capanoglu, E. (2016). A review on the effect of drying on antioxidant potential of fruits and vegetables. Critical reviews in food science and nutrition, 56(sup1), S110-S129.

3. Fernandez, M. A., & Marette, A. Potential health benefits of combining yogurt and fruits based on their probiotic and prebiotic properties. Advances in Nutrition. 2017; 8(1), 155S-164S.

4. Ravichandran C, et al. Influence of high pressure pasteurization on nutritional, functional and rheological characteristics of fruit and vegetable juices and purees-an updated review. Food Control. 2023;146:109516.

5. Lepaus BM, et al. Impact of ultrasound processing on the nutritional components of fruit and vegetable juices. Trends Food Sci Technol. 2023;138:752-765.

6. Pollonio MAR. Técnicas de preservação na produção de alimentos. Editora Senac São Paulo. 2023.

7. Fellows, P. J. Food processing technology: principles and practice. Woodhead publishing. 2022.

8. Guimarães JT, et al. Benefícios funcionais e de saúde in vivo de uma bebida prebiótica de soro de graviola processada por ultrassom de alta intensidade: Estudo com ratos Wistar saudáveis. Quím Aliment. 2022;380:132193.

9. Etzbach L, et al. Effects of thermal pasteurization and ultrasound treatment on the peroxidase activity, carotenoid composition, and physicochemical properties of goldenberry (Physalis peruviana L.) puree. LWT. 2019;100:69-74.

10. Embrapa. Furtado, AL. Tecnologia de Alimentos - Tratamento Térmico. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/tipos-de-processos/tratamento-termico\>.

11. Bermudez-Aguirre D, Niemira BA. Pasteurization of foods with ultrasound: the present and the future. Appl Sci. 2022;12(20):10416.

12. Costa, J.V.S. Estudo dos efeitos físicos, químicos e biológicos da cavitação acústica. Universidade Federal do Alagoas

13. Nabi BG, et al. Application of ultrasound technology for the effective management of waste from fruit and vegetable. Ultrason Sonochem. 2024;102:106744.

14. Alvarenga PDL, Cavatti LS, Valiati BS, Machado BG, Capucho LC, Domingos MM, Silva MN, Vieira MS, São José JFB de. Aplicação do ultrassom no processamento de frutas e hortaliças. Braz J Food Technol. 2021;24:e2020274.

15. Amorim, D. S., Amorim, I. S., Chisté, R. C., Fernandes, F. A. N., Mariutti, L. R. B., Godoy, H. T., & Mendonça, C. R. B. . Nonthermal technologies for the conservation of açaí pulp and derived products: A comprehensive review. Food Research International. 2023; 113575.

16. Gomes BM, et al. Extração assistida por ultrassom de compostos Fenólicos da casca de bocaiuva (Acrocomia aculeata). Rev Bras Agrotecnol. 2021;11(2):995-999.

17. Freitas, G. L., Melo, G. C. B., Toloi, F. T., Vianna, P. C. B., Gonçalves, L. D. dos A., & Naves, E. A. A. Efeito de diferentes componentes químicos e banho de ultrassom na sanitização de cenouras minimamente processadas. Semina: Ciências Agrárias. 2020; 41(5supl1), 2087–2096

18. Medeiros JK. Termossonicação para inativação de enzimas presentes em caldo de cana-de-açúcar (Saccharum officinarum L.). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2020.

19. Pinto AU. Desenvolvimento de gelado simbiótico sabor caju com adição de inulina e frutooligossacarídeo. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2021.

20. Madrona GS, et al. Effect of the use of ultrasound in the ultrafiltration process of cajá-manga pulp. Res Soc Dev. 2021;10(4):e9510413874-e9510413874.

21. Martins, MJN. Emprego de ultrassom de alta intensidade para intensificação da etapa de desidratação osmótica para produção de gengibre semi-desidratado. São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho; 2023.

22. Gonçalves, D.J.R. Efeito do ultrassom na cinética de secagem de goiaba potencialmente probiótica (Psidium guajava), viabilidade de Lacticaseibacillus rhamnosus GG e qualidade funcional. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2023.

23. Al Daccache, M., Koubaa, M., Salameh, D., Maroun, R. G., Louka, N., & Vorobiev, E. (2020). Ultrasound-assisted fermentation for cider production from Lebanese apples. Ultrasonics Sonochemistry, 63, 104952.

24. Paniwnyk L. Applications of ultrasound in processing of liquid foods: A review. Ultrason Sonochem. 2017;38:794-806.

25. Yıkmış S, et al. Impact of thermal pasteurization and thermosonication treatments on black grape juice (Vitis vinifera L): ICP-OES, GC–MS/MS and HPLC analyses. Heliyon. 2023;9(9).

26. Salleh-Mack SZ, Roberts JS. Ultrasound pasteurization: the effects of temperature, soluble solids, organic acids and pH on the inactivation of Escherichia coli ATCC 25922. Ultrason Sonochem. 2007;14(3):323-329.

27. Bhat S, Sharma HK. Combined effect of blanching and sonication on quality parameters of bottle gourd (Lagenaria siceraria) juice. Ultrason Sonochem. 2016;33:182-189.

28. Margean A, et al. An overview of effects induced by pasteurization and high-power ultrasound treatment on the quality of red grape juice. Molecules. 2020;25(7):1669.

29. Alabdali TAM, et al. Effect of stand-alone and combined ultraviolet and ultrasound treatments on physicochemical and microbial characteristics of pomegranate juice. Appl Sci. 2020;10(16):5458.

30. Cheng C-X, et al. Comparison of the effects of novel processing technologies and conventional thermal pasteurization on the nutritional quality and aroma of Mandarin (Citrus unshiu) juice. Innov Food Sci Emerg Technol. 2020;64:102425.

31. Abid M, et al. Effect of ultrasound on different quality parameters of apple juice. Ultrason Sonochem. 2013;20(5):1182-1187.

32. Calderón-Martínez V, Delgado-Ospina J, Ramírez-Navas JS, Flórez-López E, Valdés-Restrepo MP, Grande-Tovar CD, Chaves-López C. Effect of Pretreatment with Low-Frequency Ultrasound on Quality Parameters in Gulupa (Passiflora edulis Sims) Pulp. Applied Sciences. 2021; 11(4):1734.

33. Braga, L. A. C., Penha, F. B. da, Souza, L. F. A. de, Braga, A. C. C., Rodrigues, E. C. N., Bezerra, T. S., & Oliveira, P. D. de. Perfil sensorial e avaliação físico-química de néctar misto de Pitaya e Maracujá / Sensory profile and physical-chemical evaluation of mixed nectar of Pitaya and Passion fruit. Brazilian Journal of Development. 2020; 6(6), 38970–38987.

34. Wang D, et al. Ultrasound promotes enzymatic reactions by acting on different targets: Enzymes, substrates and enzymatic reaction systems. Int J Biol Macromol. 2018;119:453-461.

35. Li S, et al. Impact of ultrasound, microwaves and high-pressure processing on food components and their interactions. Trends Food Sci Technol. 2021;109:1-15.

36. Rathnakumar K, et al. Applications of ultrasonication on food enzyme inactivation-Recent review report (2017-2022). Ultrason Sonochem. 2023;106407.

37. Tomadoni B, et al. Effect of ultrasound and storage time on quality attributes of strawberry juice. J Food Process Eng. 2017;40(5):e12533.

38. Lee JHJ, et al. Effect of production system and inhibitory potential of aroma volatiles on polyphenol oxidase and peroxidase activity in tomatoes. J Sci Food Agric. 2021;101(1):307-314.

39. Patidar MK, Nighojkar S, Kumar A, Nighojkar A. Pectinolytic enzymes-solid state fermentation, assay methods and applications in fruit juice industries: a review. 3 Biotech. 2018;8(4):199. doi: 10.1007/s13205-018-1220-4.

40. Oliveira CTA, et al. Métodos tradicionais e emergentes para evitar o escurecimento enzimático de vegetais. 2018.

41. Saeeduddin M, et al. Quality assessment of pear juice under ultrasound and commercial pasteurization processing conditions. LWT-Food Sci Technol. 2015;64(1):452-458.

42. Rojas ML, et al. Using ultrasound technology for the inactivation and thermal sensitization of peroxidase in green coconut water. Ultrason Sonochem. 2017;36:173-181.

43. Tewari R, Kumar V, Sharma HK. Effect of ultrasonication on the quality of amla pulp (Emblica officinalis): Optimization and comparison with the thermal processing. Food Chem Adv. 2024;4:100663.

44. De Araujo FF, et al. Influence of high-intensity ultrasound on color, chemical composition and antioxidant properties of araçá-boi pulp. Food Chem. 2021;338:127747.

45. Kurauchi VK. Compostos bioativos: substituição de corantes sintéticos alergênicos e efeitos benéficos à saúde. 2022.

46. Wang J, et al. Influence of high-intensity ultrasound on bioactive compounds of strawberry juice: Profiles of ascorbic acid, phenolics, antioxidant activity and microstructure. Food Control. 2019;96:128-136.

47. Golmohamadi A, Möller G, Powers J, Nindo C. Effect of ultrasound frequency on antioxidant activity, total phenolic and anthocyanin content of red raspberry puree. Ultrason Sonochem. 2013;20. doi: 10.1016/j.ultsonch.2013.01.020.

48. Kentish, S., & Feng, H.. Applications of power ultrasound in food processing. Annual review of food science and technology. 2014; 5, 263-284.

49. Arruda, T. R., Vieira, P., Silva, B. M., Freitas, T. D., do Amaral, A. J. B., Vieira, E. N. R., & Leite Júnior, B. R. D. C. What are the prospects for ultrasound technology in food processing? An update on the main effects on different food matrices, drawbacks, and applications. Journal of Food Process Engineering. 2021; 44(11), e13872.

50. Aslam, R., Alam, M. S., Kaur, J., Panayampadan, A. S., Dar, O. I., Kothakota, A., & Pandiselvam, R. Understanding the effects of ultrasound processng on texture and rheological properties of food. Journal of Texture Studies. 2022; 53(6), 775-799.

51. Chavan, P., Sharma, P., Sharma, S. R., Mittal, T. C., & Jaiswal, A. K. Application of high-intensity ultrasound to improve food processing efficiency: A review. Foods. 2022; 11(1), 122.

52. Salehi, M., Ghorbani, M., Sadeghi Mahoonk, A., & Khomeiri, M. Physicochemical, antioxidant and sensory properties of yogurt fortified with common purslane (Portulaca oleracea) extract. Journal of Food Measurement and Characterization. 2021; 15(5), 4288-4296.

53. Novais C, et al. Natural food colorants and preservatives: A review, a demand, and a challenge. J Agric Food Chem. 2022;70(9):2789-2805.

54. Costa MP, et al. Consumer perception, health information, and instrumental parameters of cupuassu (Theobroma grandiflorum) goat milk yogurts. J Dairy Sci. 2017;100(1):157-168.

55. Ryan J, et al. Microbial, physico-chemical and sensory characteristics of mango juice-enriched probiotic dairy drinks. Int J Dairy Technol. 2020;73(1):182-190.

**Capítulo 106**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-106**

# MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE PECTINAS: UMA REVISÃO

**Nathália Uchôa de Castro Bessa*; Joana de Barros Alexandre ;Gabrielle Albuquerque Freire; Luana Carvalho da Silva; Roselayne Ferro Furtado; Carlucio Roberto Alves**

*Autor correspondente - nathalia.castro@aluno.uece.br*

**Resumo:** Este trabalho consiste em uma revisão de métodos químicos, físicos e enzimáticos para a extração de pectinas destacando suas vantagens, desvantagens e aplicabilidade. O método químico, que utiliza ácidos minerais, é eficiente, mas gera preocupações ambientais devido ao uso de reagentes químicos e resíduos tóxicos. Uma alternativa seria o uso de ácidos orgânicos. Métodos físicos, como a extração assistida por micro-ondas e ultrassom, são promissores por reduzirem o tempo de extração e consumo de solventes, além de melhorarem o rendimento e qualidade da pectina. O método enzimático que utiliza enzimas específicas para a liberação das pectinas, é uma alternativa sustentável, preservando a integridade da pectina e minimizando o impacto ambiental. O trabalho fornece uma análise detalhada dessas técnicas, abordando suas inovações e desafios, e destacando a importância de otimizar processos industriais para atender às demandas de mercado e preocupações ambientais.

**Palavras–chave:** Extração; Métodos; Pectina

## INTRODUÇÃO

A pectina é um polissacarídeo estrutural presente nas paredes celulares das plantas, amplamente utilizado na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética devido às suas propriedades gelificantes, estabilizantes e espessantes. A crescente demanda por produtos naturais e saudáveis tem impulsionado a pesquisa e o uso de métodos eficientes de extração de pectina. Este trabalho tem como objetivo explorar os diferentes métodos químicos, físicos e enzimáticos para a extração de pectina, destacando suas vantagens, desvantagens e aplicabilidade.

A extração de pectina é realizada, principalmente, por processos químicos, físicos e enzimáticos. O método químico é o mais tradicional e amplamente utilizado, envolvendo a utilização de ácidos minerais como ácido clorídrico ou ácido sulfúrico para hidrolisar as paredes celulares e liberar a pectina (1). Este método, embora eficiente, apresenta desvantagens como o alto consumo de reagentes químicos e a geração de resíduos tóxicos, o que levanta preocupações ambientais.

Os métodos físicos, por sua vez, incluem técnicas como a extração assistida por micro-ondas e ultrassom. Estas técnicas têm ganhado atenção devido à sua capacidade de reduzir o tempo de extração e o consumo de solventes, além de melhorar o rendimento e a qualidade da pectina extraída (2). A extração assistida por micro-ondas, por exemplo, utiliza a radiação para

aquecer rapidamente a amostra, promovendo a ruptura das células vegetais e a liberação da pectina. Já a extração por ultrassom emprega ondas sonoras de alta frequência para provocar cavitações que rompem as paredes celulares.

Os métodos enzimáticos representam uma alternativa promissora, utilizando enzimas específicas para degradar a matriz celular e liberar a pectina de maneira mais seletiva e sustentável. As enzimas celulases, por exemplo, podem aumentar o rendimento de extração, minimizando o impacto ambiental e preservando a integridade estrutural do polissacarídeo.

Este trabalho pretende analisar detalhadamente cada um desses métodos, fornecendo uma visão abrangente das inovações e desafios na extração de pectina. A compreensão das diferentes técnicas disponíveis é essencial para otimizar processos industriais e desenvolver produtos de alta qualidade, alinhando-se às demandas do mercado e às preocupações ambientais.

**Fontes de pectinas**

Naturalmente derivada de plantas, a pectina está presente nos tecidos vegetais com conteúdo que varia de 2 a 10% (nas paredes celulares primárias de gramíneas e paredes celulares secundárias) a até 35% (em dicotiledôneas e monocotiledôneas, excluindo gramíneas), sendo comumente distribuída nas lamelas internas e constituindo aproximadamente um terço das paredes celulares (3, 4). Embora amplamente distribuída nos tecidos vegetais, apenas um número reduzido de materiais vegetais é utilizado como fonte para a produção comercial de pectinas. Dentre as principais fontes estão a casca de laranja, o bagaço de maçã, a polpa de beterraba sacarina e o limão (5).

O alto teor de pectina em diversos materiais vegetais proporciona oportunidades para aproveitar resíduos não utilizados e descartados da agricultura, agroindústria e indústria alimentícia, promovendo a expansão da produção de pectina e o fortalecimento da economia circular (6). Contudo, a possibilidade de utilizar fontes alternativas para a extração de pectina está condicionada a diversos aspectos relacionados tanto à matéria-prima quanto à própria pectina. Entre os aspectos ligados à matéria-prima, destacam-se a disponibilidade, sazonalidade, logística e teor de pectina. Já os aspectos relativos à pectina incluem sua composição química, estrutura, características moleculares e capacidade de formação de gel (3).

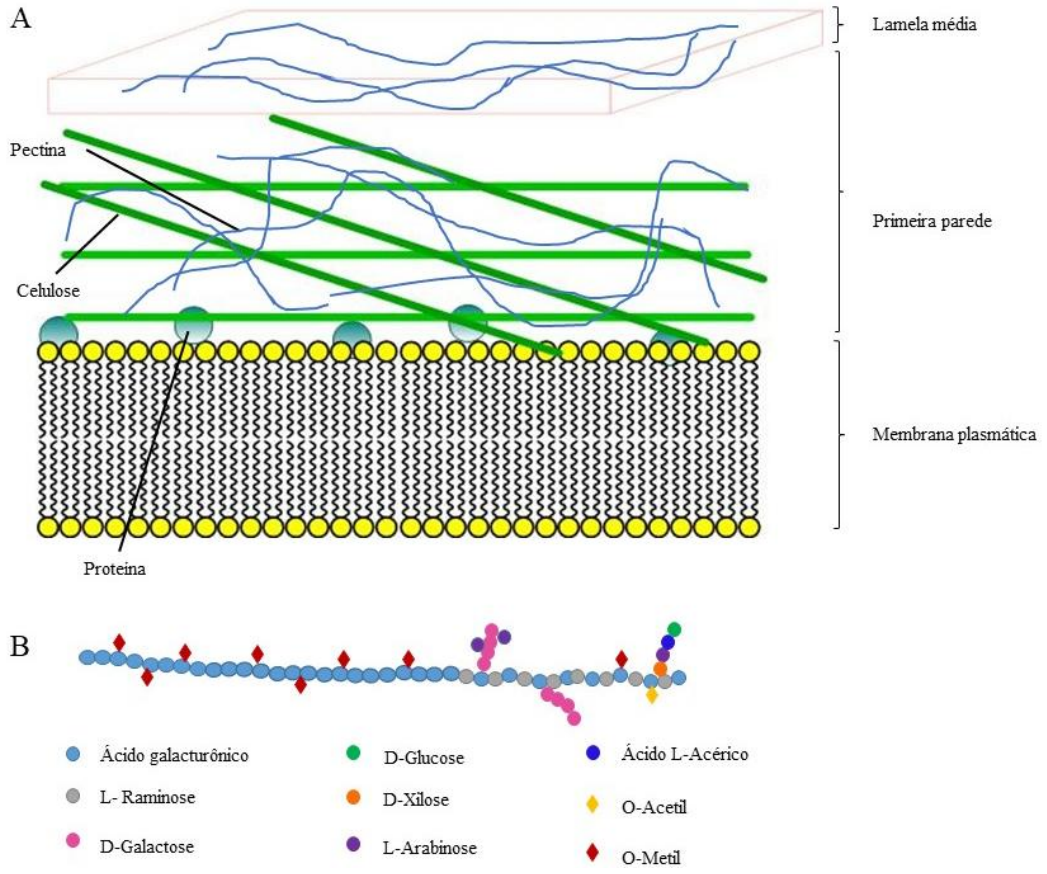
Estudos recentes têm investigado várias fontes potenciais de pectinas, buscando características físico-químicas e atributos de qualidade que possam otimizar sua aplicação em diversas indústrias. Leão et al. (7) confirmaram o potencial das cascas de pequi como fontes de pectina obtidas por extração assistida por micro-ondas. O rendimento de pectina variou de 9, 91 a 20, 79 g/100g, tendo a temperatura como principal fator influenciador desses resultados e os maiores rendimentos para cascas contendo exocarpo e mesocarpo. Todavia, as amostras contendo apenas mesocarpo apresentaram alto grau de esterificação (>50%), característica que afeta especialmente o mecanismo de formação do gel de pectina e, consequentemente, suas possíveis aplicações. Ahsan et al. (8) extraíram a pectina da casca de banana maduras e verdes para possíveis substitutos de gordura em produtos de panificação. O estudo exibiu um rendimento de 16,46% em pH de 1,5 e 250 min. Biratu, Woldemariam e Gonfa (9) avaliaram o potencial da pectina da polpa de café e obtiveram 14,39% de rendimento. Dentre as diversas matérias-primas utilizadas como fonte de pectinas, destacam-se na literatura: bagaço de caju (10); casca de romã (11); resíduos de berinjela (12) e casca da manga (13).

**Aspectos fisiológicos da pectina**

A pectina é uma componente essencial das paredes celulares primárias e da lamela média das plantas, representando até 30% da massa seca dessas estruturas (Figura 1. A). Ela desempenha um papel crucial na adesão intercelular, integridade e rigidez das paredes celulares, garantindo a coesão e a resistência dos tecidos vegetais. Sendo amplamente usado como agente gelificante, espessante e estabilizante na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética. Apresentam estruturas muito complexas e geralmente variam significativamente dependendo das matérias-primas e dos métodos de extração empregados (14, 15).

A pectina é composta por três principais domínios estruturais (figura 1. B), Homogalacturonano (HG), Ramnogalacturonano-I (RG-I) e Ramnogalacturonano-II (RG-II)**.** O HG é formado por resíduos de ácido galacturônico ligados por ligações glicosídicas α-(1→4), com grupos carboxila que podem ser metilados na posição C-6 e/ou O-acetilados nas posições C2 e C3, dependendo da planta. RG-I são unidades dissacarídicas repetidas de ramnose e ácido galacturônico, com ramificações de açúcares neutros como galactose, xilose, frutose e arabinose, e a RG-II trata-se da forma mais complexa que existe como um dímero ligado por ponte de borato, com a cadeia principal de ácido galacturônico que pode ser metilado. Devido às várias modificações estruturais, a pectina não apresenta peso molecular definido, o que contribui para sua versatilidade e aplicações (15, 16, 17).

**Figura 1**. A) Forma existente de pectina na parede celular do fruto. (B) Representação esquemática da estrutura da pectina.




Fonte: Próprio autor.

## Classificação das pectinas

O grau de esterificação carboxílica da cadeia linear de pectina está relacionado a um mecanismo de gelificação diferente na aplicação (18). A molécula de pectina pode ser esterificada por grupamentos metil, acetil e amidadas, podendo ser assim classificadas pelo seu grau de metilação, acetilação e amidação, sendo a metil-esterificação generalizada como o valor de grau de esterificação nas pectinas nativas, devido seu alto valor em comparação com os outros grupamentos, com algumas exceções, como a pectina de beterraba sacarina (19, 20). Sua classificação tem influência direta nas propriedades físico-químicas e funcionais da pectina. O grau de metil-esterificação é definido como a proporção de unidades de ácido D-galacturônico metoxilado para as unidades totais de ácido D-galacturônico. Com base no grau de metil-esterificação, a pectina é classificada como pectina com alto teor de metil-esterificação (> 50%) e pectina com baixo teor de metil-esterificação (< 50%) (21).

O alto teor de metil-esterificação contribui para as propriedades de liberação sustentável de sistemas complexos devido à sua alta hidrofobicidade e sensibilidade ao pH (21). A pectina com alto teor de metoxil contém uma quantidade significativa de grupos metoxi ou acetil hidrofóbicos. Esses grupos podem formar interações hidrofóbicas com resíduos de aminoácidos hidrofóbicos em proteínas, o que pode efetivamente promover a gelificação de proteínas. Além disso, a pectina com alto teor de metoxil tem um peso molecular maior do que a pectina com baixo teor de metoxil, fornecendo assim maior obstáculo estérico (22).

O baixo teor de metil-esterificação influencia na redução do conteúdo de metoxi na cadeia da pectina por desesterificação e fornece mais locais de ligação para cátions de cálcio. Em uma ampla faixa de acidez, mesmo sob condições sem açúcar ou com menos açúcar, quanto menor grau de esterificação da pectina, mais favorável será a formação da estrutura de rede permeável ao gel (23). A principal força para a formação de gel de pectina de baixo teor de metil-esterificação depende das interações iônicas entre os grupos carboxila livres na cadeia homogalacturonana da pectina e os cátions metálicos, seguidos por ligações de hidrogênio e interações hidrofóbicas (23).

## Tipos de extração

Desde a descoberta da pectina diferentes métodos de extração foram elaborados em fontes vegetais. Para realizar o processo é necessário que se leve em consideração a solubilidade da pectina extraída, além da hidrólise da protopectina presente na parede celular. Métodos físicos, químicos, enzimáticos ou a combinação deles podem ser utilizadas a depender do tipo de matéria-prima que será utilizada (1).

O tipo de extração utilizado influencia diretamente na estrutura química das pectinas impactando diretamente nas suas propriedades funcionais uma vez que estão correlacionadas (24). Logo, para analisar a eficácia do método de extração selecionado é necessário levar em consideração não apenas o rendimento, mas também, a qualidade do material para a utilização que será proposta.

## Método Químico

O método químico é o mais comum utilizando principalmente ácidos minerais diluídos como hidroclórico, sulfúrico ou nítrico devido ao seu baixo custo. Além disso, o pH da solução, a temperatura de extração e o tempo influenciam de forma direta a extração gerando pectinas

com diferentes características de grau de metoxilação, teor de ácido galacturônico e também as propriedades funcionais.

No trabalho de Nascimento (24) é visto que a extração realizada em meio alcalino produz pectinas com baixo grau de metoxilação devido ao processo de saponificação que ocorre nos grupamentos ésteres. Essa evidência é corroborada pelo trabalho de Sousa et al. (25), onde ao realizar a extração da pectina do melão caipira utilizando soluções ácidas e básicas foram obtidos respectivamente os graus de metoxilação de 40,9% e 29%.

A extração da pectina utilizando o método químico é realizada em três principais fases, sendo elas: extração da matéria-prima, purificação do extrato líquido e isolamento da pectina do extrato. (27, 28, 29)

Dentre todos os fatores que influenciam a extração, o pH tem extrema relevância para o controle do rendimento, além da composição da cadeia lateral. As extrações que utilizam pH mais ácido normalmente obtêm melhor rendimento, logo acabam sendo mais utilizadas quando se trata de uma escala industrial de produção. Apesar da vantagem do rendimento, esse tipo de extração precisa de um estudo mais detalhado sobre o pH ideal a ser utilizado, uma vez que valores muitos baixos podem favorecer a degradação dos polímeros e a desesterificação da pectina (30, 31)

No trabalho de Yapo e Koffi (10) na extração de pectina a partir do caju é possível observar que a utilização de um pH muito baixo afeta diretamente o teor de ácido galacturônico e o grau de esterificação da pectina. Para Sousa et al. (25) existe um limite de pH que está diretamente relacionado ao processo de hidrólise realizado na extração de pectina, onde condições de extrema acidez podem diminuir no grau de esterificação e o teor de ácido galacturônico.

Segundo Prakash et al. (32) o pH ácido do meio de extração de pectina gera uma diferença na concentração entre o meio e a matéria prima. Esse processo facilita a transferência do polissacarídeo para o meio, o que ocasiona um aumento no rendimento de pectinas.

**Métodos Físicos**

As extrações por métodos físicos podem ser de forma enzimática, água subcrítica, micro-ondas e ultrassom. Esses modelos de extração são utilizados como uma alternativa de produção verde utilizando menos reagentes além da possibilidade de proporcionar extrações mais rápidas, com o uso de temperaturas mais amenas e maiores rendimentos. As técnicas citadas têm a vantagem de extrair as pectinas, evita com que o material sofra alterações nas suas propriedades químicas.

Em extrações por micro-ondas temos um processo mais rápido quando comparado aos demais métodos físicos, uma vez que o processo de transferência de energia entre o solvente e a matéria-prima acontece de forma mais rápida (33). O tamanho de partícula, potência, temperatura e tempo de radiação são fatores que irão afetar na eficiência do processo (34). No trabalho de Seixas et al. (35) foi obtido um resultado de 30,29% de rendimento, entretanto este resultado não adequado com o que se espera em relação à qualidade do material, uma vez que apresentaram características ruins de massa molar e ácido urônico. Como mostrado nos trabalhos de Rodsomran e Sothornvit (36) e Su et al. (37) é possível relacionar a qualidade da pectina extraída neste tipo de extração com a utilização do ácido extrator utilizado.

A utilização da técnica de extração por via ultrassom mostra que existe um aumento no rendimento quando comparado ao método tradicional (2). No trabalho de Xu et al. (38) constatou-se que o tempo de extração por ultrassom foi quatro vezes menor que o tempo de extração tradicional. A combinação das técnicas de ultrassom com micro-ondas tem se

mostrado promissora, uma vez que a junção combina as vantagens de ambas as metodologias (39).

Para a técnica de extração enzimática utilizam-se enzimas pectinolíticas que são capazes de hidrolisar ligações glicosídicas ao longo da cadeia carbônica, proporcionando mudanças na estrutura da parede celular de frutas e vegetais (40). As enzimas são catalisadores biológicos, capazes de diminuir a energia de ativação das reações bioquímicas, assim aumentando a velocidade das mesmas (41, 42). No trabalho de Correa e Zapata (43) foi possível verificar que em comparação ao método de extração tradicional, a extração enzimática pode gerar um aumento de rendimento de até 40%.

Na tabela 1 é possível observar os problemas e vantagens dos tipos de extração por métodos físicos quando comparados ao método de extração tradicional. As principais estão relacionadas com a diminuição do tempo de extração e aumento do rendimento. Os problemas citados mostram que é necessário realizar ajustes em cada um dos fatores dos métodos como o tipo de enzima, pH, potência dos equipamentos, temperatura e tempo, e mesmo após realizar tais ajustes é possível que ao final não se obtenha um resultado ideal como esperado.

**Tabela 1** – Problemas e Vantagens dos métodos de extrações físicos

| Tipo de Extração | Problemas | Vantagem | Referência |
|---|---|---|---|
| Enzimática | Necessário tratamento para redução de tamanho da pectina para trabalhar | Sem necessidade de altas temperaturas, baixo pH, sem pré-tratamentos na matéria prima | 40, 42, 43, 44 |
| Água subcrítica | A pressão utilizada para evitar evaporação influencia no rendimento | Processo rápido, maior qualidade, redução/eliminação no uso de solvente ácido | 21, 45, 46 |
| Micro-ondas | A potência do micro-ondas pode elevar muito a temperatura, reduzindo o rendimento devido a degradação do material | Redução do tempo de extração e menor quantidade de solventes | 47, 48 |
| Ultrassom | Distribuição não uniforme de energia ultrassônica e declínio de potência com o tempo | Redução de tempo de extração, consumo de energia e uso de solvente. Extração seletiva, aumento na produção, eliminação de processos, redução de equipamentos. | 49, 50 |

## CONCLUSÕES

Neste trabalho de revisão constatou-se que diferentes métodos de extração influenciam os resultados de rendimento e qualidade da pectina extraída.

A metodologia padrão mais utilizada para extração de pectina, oriunda de vegetais e frutos, é o método químico. Os métodos físicos demonstram eficiência nas extrações, porém quando aplicados em paralelo ao método tradicional é possível obter melhores resultados, uma

vez que cada método agrega seus benefícios à extração. Ao final é possível obter diversas metodologias que terão tempo de extração reduzido, baixo valor operacional, menores temperaturas e melhores rendimentos. Cada uma dessas novas metodologias produzidas será adequada para diversos tipos de matérias-primas, pois cada composição se comportará de maneira diferente ao método de extração aplicado.

A extração enzimática, por sua vez, destaca-se por ser uma alternativa sustentável, utilizando enzimas específicas para a liberação da pectina, o que preserva sua integridade estrutural e minimiza o impacto ambiental. Essa técnica pode aumentar o rendimento e a eficiência do processo de extração, especialmente quando combinada com outros métodos.

Em resumo, a escolha do método de extração deve ser baseada no tipo de matéria-prima, nas características desejadas da pectina extraída e nas considerações ambientais. A integração de diferentes métodos pode proporcionar um equilíbrio entre eficiência, qualidade e sustentabilidade, otimizando os processos industriais para atender às demandas do mercado e às preocupações ambientais.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Embrapa, a Capes, ao CNPQ e a Universidade Estadual do Ceará.

## REFERÊNCIAS

1. Adetunji LR, Adekunle A, Sani A, Oke MO. Advances in the pectin production process using novel extraction techniques: A review. Food Hydrocoll. 2017;62:239-50.

2. Guandalini BBV, Rodrigues NP, Marczak LDF. Sequential extraction of phenolics and pectin from mango peel assisted by ultrasound. Food Res Int. 2019;119:455-61.

3. Reichembach LH, Petkowicz CLDO. Pectins from alternative sources and uses beyond sweets and jellies: An overview. Food Hydrocoll. 2021;118:106824.

4. Drishya CM, Wani KM. Exploring muskmelon peel as a novel source of pectin: Extraction methods and applications. Food Human. 2024;3:100331.

5. Ripoll CSS, Hincapié-Llanos GA. Evaluation of sources and methods of pectin extraction from fruit and vegetable wastes: A Systematic Literature Review (SLR). Food Biosci. 2023;51:102278.

6. Roman-Benn A, Dai J, Zhou C, Li L, Zhang L, Mu W. Pectin: An overview of sources, extraction and applications in food products, biomedical, pharmaceutical and environmental issues. Food Chem Adv. 2023;2:100192.

7. Leão DP, Soares RD, Rocha LDP, Martins DF, Morais SAL, Siqueira AM, et al. Potential of pequi (Caryocar brasiliense Camb.) peels as sources of highly esterified pectins obtained by microwave assisted extraction. LWT. 2018;87:575-80.

8. Ahsan M, Chughtai MFJ, Hussain SZ, Khalid N, Aamer M, Mukhtar S, et al. Exploring pectin from ripe and unripe Banana Peel: A novel functional fat replacers in muffins. Food Chem X. 2024;101539.

9. Biratu G, Woldemariam HW, Gonfa G. Optimization of pectin yield extracted from coffee Arabica pulp using response surface methodology. Heliyon. 2024;10(8).

10. Yapo BM, Koffi KL. Extraction and characterization of highly gelling low methoxy pectin from cashew apple pomace. Foods. 2013;3(1):1-12.

11. Abid M, Cheikhrouhou S, Renard CMGC, Bureau S, Cuvelier G, Attia H, et al. Characterization of pectins extracted from pomegranate peel and their gelling properties. Food Chem. 2017;215:318-25.

12. Kazemi M, Khodaiyan F, Hosseini SS. Eggplant peel as a high potential source of high methylated pectin: Ultrasonic extraction optimization and characterization. LWT. 2019;105:182-9.

13. Gemechu B, Emire SA, Zewdie LT. Optimization of mango peel pectin extraction (Mangifera indica L.): For the production of jam and jelly. Appl Food Res. 2024;4(1):100411.

14. Cui J, Yu Z, Lau J, Yu Z, Cui C, Liu L. Pectins from fruits: Relationships between extraction methods, structural characteristics, and functional properties. Trends Food Sci Technol. 2021;110:39-54.

15. De Laet E, Raes K, Hendrickx M, Van Loey A. The effect of different particle size reduction techniques on the biomass microstructure and the influence on the pectin extraction yield and structure. Food Hydrocoll. 2024;151:109875.

16. Liu J, Zhao X, Wei J, Guo W, Wu L, Jiang S, et al. Effect of pectin structure on the in vitro bioaccessibility of carotenoids in simulated juice model. Int J Biol Macromol. 2024;133098.

17. Yang Z, Zhang Y, Liu H, Zhao Y, Zhu J, Liu S, et al. Insights into the impact of modification methods on the structural characteristics and health functions of pectin: A comprehensive review. Int J Biol Macromol. 2024;129851.

18. Roy S, Shams MIH, Rhim JW, Alam MA. Recent progress in pectin extraction, characterization, and pectin-based films for active food packaging applications: A review. Int J Biol Macromol. 2023;239:124248.

19. Levigne S, Thomas M, Ralet MC, Quemener B, Thibault JF. Determination of the degrees of methylation and acetylation of pectins using a C18 column and internal standards. Food Hydrocoll. 2002;16(6):547-50.

20. Feng S, Yang H, Fan Q, Chen C, Ma L, Wang C, et al. The role of amide groups in the mechanism of acid-induced pectin gelation: A potential pH-sensitive hydrogel based on hydrogen bond interactions. Food Hydrocoll. 2023;141:108741.

21. Chen HM, Fu X, Luo ZG. Properties and extraction of pectin-enriched materials from sugar beet pulp by ultrasonic-assisted treatment combined with subcritical water. Food Chem. 2015;168:302-10.

22. Yu H, Lin Q, Zeng Y, Li S, Chen H. Effect of apple high-methoxyl pectin on heat-induced gelation of silver carp myofibrillar protein. Food Chem. 2024;441:138366.

23. Wu CL, Wei S, Zhu X, Qin X, Huang J, Yang F. Study on low methoxyl pectin (LMP) with varied molecular structures cross-linked with calcium inducing differences in the gel properties. Food Hydrocoll. 2024;146:109271.

24. Nascimento FA. Extração da pectina do maracujá amarelo Passiflora edulis f. flavicarpa [Monografia]. Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2014.

25. Sousa ALN. Extração, caracterização e modificação química da pectina do melão caipira Cucumis melo var acidulus [Dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2015.

26. Maran JP, Sivakumar V, Sridhar R. Optimization of microwave assisted extraction of pectin from orange peel. Carbohydr Polym. 2013;97(2):703-9.

27. Pagan J, Ibarz A, Llorca M, Pagan A, Barbosa CGV. Extraction and characterization of pectin from stored peach pomace. Food Res Int. 2001;34(7):605-12.

28. Paiva EPD, Lima MS, Paixão JGM. Pectina: propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. Rev Iberoam Polim. 2009;10(1):15-20.

29. Vasconcelos JCB. Avaliação do rendimento da extração de pectina da farinha da casca de banana verde tipo cavendish (musa aaa) utilizando um planejamento fatorial; 2020.

30. Cho YJ, Hwang JK. Modeling the yield and intrinsic viscosity of pectin in acidic solubilization of apple pomace. J Food Eng. 2000;44:85-9.

31. Yapo BM, Koffi KL, N'Dri DY, Kakou AC, Faulet BM. Effect of extraction conditions on the yield, purity and surface properties of sugar beet pulp pectin extracts. Food Chem. 2007;100(4):1356-64.

32. Prakash MJ, Sivakumar V, Thirugnanasambandham K, Sridhar R. Optimization of microwave assisted extraction of pectin from orange peel. Carbohydr Polym. 2013;97(2):703-9.

33. Ajila CM, Aalami M, Leelavathi K, Prasada Rao UJS. Solid-state fermentation of apple pomace using Phanerocheate chrysosporium–Liberation and extraction of phenolic antioxidants. Food Chem. 2011;126(3):1071-80.

34. Bouras M, Chadni M, Barba FJ, Grimi N, Bals O, Vorobiev E. Optimization of microwave-assisted extraction of polyphenols from Quercus bark. Ind Crops Prod. 2015;77:590-601.

35. Seixas FL, Fukuda DL, Turbiani FRB, Souza R, Bergamasco R, Holtz RD. Extraction of pectin from passion fruit peel (Passiflora edulis f. flavicarpa) by microwave-induced heating. Food Hydrocoll. 2014;38:186-92.

36. Rodsomran P, Sothornvit R. Microwave heating extraction of pectin from lime peel: Characterization and properties compared with the conventional heating method. Food Chem. 2019;278(2):364-72.

37. Su DL, Jin H, Wang Y, Xia J, Nie X, Zhao Q, et al. Efficient extraction and characterization of pectin from orange peel by a combined surfactant and microwave assisted process. Food Chem. 2019;286:1-7.

38. Xu SY, Huang X, Cheong KL, Han Y, Liu X, Shao P, et al. Ultrasonic-microwave assisted extraction, characterization and biological activity of pectin from jackfruit peel. LWT. 2018;90:577-82.

39. Yang JS, Mu TH, Ma MM. Optimization of ultrasound-microwave assisted acid extraction of pectin from potato pulp by response surface methodology and its characterization. Food Chem. 2019;289:351-9.

40. Heerd D, Tari C, Özcengiz G. Pectinase enzyme-complex production by Aspergillus spp. in solid-state fermentation: a comparative study. Food Bioprod Process. 2012;90(2):102-10.

41. Alberts B, Bray D, Hopkin K, Johnson AD, Lewis J, Raff M, et al. Essential cell biology. New York: Garland Science; 2015.

42. Adrio JL, Demain AL. Microbial enzymes: tools for biotechnological processes. Biomolecules. 2014;4(1):117-39.

43. Correa JV, Zapata ADZ. Enzymatic extraction of pectin from passion fruit peel (Passiflora edulis f. flavicarpa) at laboratory and bench scale. Food Sci Technol. 2017;80:280-5.

44. Puri M, Sharma D, Barrow CJ. Enzyme-assisted extraction of bioactives from plants. Trends Biotechnol. 2012;30(1):37-44.

45. Wikiera A, Mika M, Grabacka M. Multicatalytic enzyme preparations as effective alternative to acid in pectin extraction. Food Hydrocoll. 2015;44:156-61.

46. Ueno H, Fujii K, Shimada Y, Saka S. Extraction of valuable compounds from the flavedo of Citrus junos using subcritical water. Sep Purif Technol. 2008;62(3):513-6.

47. Zakaria SM, Kamal SM. Subcritical water extraction of bioactive compounds from plants and algae: Applications in pharmaceutical and food ingredients. Food Eng Rev. 2016;8:23-34.
48. Fishman ML, Chau HK, Hoagland PD, Hotchkiss AT Jr. Microwave-assisted extraction of lime pectin. Food Hydrocoll. 2006;20(8):1170-7.

49. Bagherian H, Ashtiani FZ, Fouladitajar A, Mohtashamy M. Comparisons between conventional, microwave-and ultrasound-assisted methods for extraction of pectin from grapefruit. Chem Eng Process. 2011;50(11-12):1237-43.

50. Luque-Garcia JL, De Castro MD. Ultrasound: a powerful tool for leaching. TrAC Trends Anal Chem. 2003;22(1):41-7.

**Capítulo 107**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-107**

# ACOMPANHAMENTO DA FERMENTAÇÃO DE MELOMEL DE CAJÁ (*Spondias mombin* L.)

**Amanda R. de S. Ehlert*; Laiza de A. Santos; Julice D. Lopes; Flávia de O. Paulino; Marcelo B. Muniz.**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: amandaehlert2@gmail.com*

**Resumo:** O hidromel é uma bebida fermentada alcoólica à base de mel, sendo um produto interessante para o beneficiamento da produção melífera no Nordeste brasileiro. Pode ser adicionado de diferentes adjuntos, como frutas, especiarias e outros insumos, quando se utiliza frutas ou sua polpa, é denominado melomel. O cajá é uma fruta que apresenta características sensoriais marcantes muito apreciadas pela população brasileira, podendo ser usada para trazer mais personalidade para a bebida. Esta pesquisa teve como objetivo produzir e caracterizar físico-químicamente o processo fermentativo do hidromel com adjunto da polpa de cajá em 3 concentrações diferentes, sendo elas FB1 com 30%, FB2 com 25% e FB3 com 20% de polpa de cajá. O mosto a ser fermentado foi produzido diluindo mel da florada de marmeleiro em água potável até atingir 14° Brix, adicionando a polpa em saco voal e inoculando com levedura da espécie *Saccharomyces bayanus*. A fermentação teve duração de 8 dias, com análises diárias, sendo o tratamento com maior concentração de polpa o primeiro a finalizar devido ao menor teor de sólidos solúveis da polpa. O pH das 3 bebidas variou ao longo da fermentação assim como a acidez, processo natural em uma fermentação, finalizando com pH em torno de 2,85 na bebida pronta e o tratamento FB3 apresentando pH mais alto decorrente a receber menos da polpa ácida. O consumo de açúcares se deu de maneira lenta no início seguida de um consumo gradual de acordo com esse tipo de fermentação, finalizando pouco acima de 3 g/L, caracterizando-os como hidroméis do tipo suave. Observou-se que os 3 tratamentos alcançaram teores alcoólicos semelhantes (7,8 à 8,0% v/v). Com isso conclui-se que a fermentação se deu de maneira esperada de acordo com os parâmetros de pH, acidez e consumo de açúcares e com isso foi possível produzir um melomel com 3 concentrações diferentes de polpa de cajá.

**Palavras–chave:** Bebida fermentada; Hidromel; Frutas regionais

## INTRODUÇÃO

O mel de abelha (*Apis mellifera*) é muito utilizado no dia a dia da população brasileira, principalmente como substituto do açúcar e como remédio na medicina tradicional. Possui grande quantidade de vitaminas, minerais, compostos fenólicos e enzimas (1 e 2). Em 2022 o Brasil produziu em torno de 60.000 toneladas de mel de abelha (3), além de ser um grande produtor (21), o mel produzido no Brasil é de alta qualidade pois é produzido de forma orgânica para complementação de renda dos produtores rurais do semiárido (4). Por isso, esse mel possui baixa contaminação de agrotóxicos e é composto principalmente de néctar de flores nativas (4), além de produzir o ano inteiro devido à floradas resistentes à seca (20).

O mel monofloral é aquele que é composto em sua maioria pelo néctar de uma única espécie ou gênero de flor, ele traz consigo características relativas à planta que o originou. O

mel de marmeleiro é obtido a partir de flores da espécie *Croton sonderianus* Muell. Arg., ele apresenta sabor suave, tom claro, aroma e sabor marcantes (5).

Devido à perspectiva de crescimento do mercado brasileiro de mel, busca-se o desenvolvimento de novos produtos, sendo um deles o hidromel. Conhecido também como vinho de mel, o hidromel é uma bebida fermentada alcoólica muito consumida na região da Europa na idade de ouro da Grécia antiga (6 e 7). Com a popularização de outras bebidas que possuíam matéria-prima mais consistente e barata, como vinho e cerveja (6 e 8), o hidromel perdeu espaço e acabou sendo esquecido.

No Brasil, ele é pouco explorado comercialmente pois a cultura é mais forte para o consumo de cerveja e destilados (9), sendo uma boa opção para competir ao lado de vinhos. Pela legislação (10), hidromel é definido por ser uma bebida de teor alcoólico entre 4 e 14%, resultante da fermentação de mosto composto por mel, água potável, sais minerais e levedura, podendo conter adjuntos, como frutas e especiarias. De acordo com os adjuntos utilizados, o hidromel recebe outros nomes, como por exemplo na adição de fruta ou sua polpa, quando passa a se chamar melomel. A adição de frutas busca trazer novas características ao produto, como incorporar mais aroma e sabor.

O cajá, fruto da cajazeira (*Spondias mombin* l.), é uma fruta muito comum no norte e nordeste brasileiro. É uma espécie considerada ainda em domesticação pois sua produção se dá de maneira principalmente extrativista. Muito apreciada nessa região, seu uso principal é no consumo in natura e na produção de polpas, sorvetes, sucos e geleias devido ao seu sabor e aroma agradáveis (11). Por essas características escolheu-se trabalhar com o cajá visando a incorporação de suas características ao hidromel, trazendo mais aroma, acidez e sabor à bebida, além de trazer um apelo regional ao produto e a valorização da cadeia produtiva do cajá e do mel, assim como estudar os parâmetros físico-químicos da sua fermentação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento da bebida se deu no Laboratório de Análises e Pesquisas de Bebidas Alcoólicas (LBA), em parceria com os Laboratórios de Produtos Fermento-Destilados (LPFD) e de Tecnologia de Alimentos (LTA) para a realização de parte das análises, todos vinculados ao Centro de Tecnologia localizado no Campus I da UFPB, na cidade de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba.

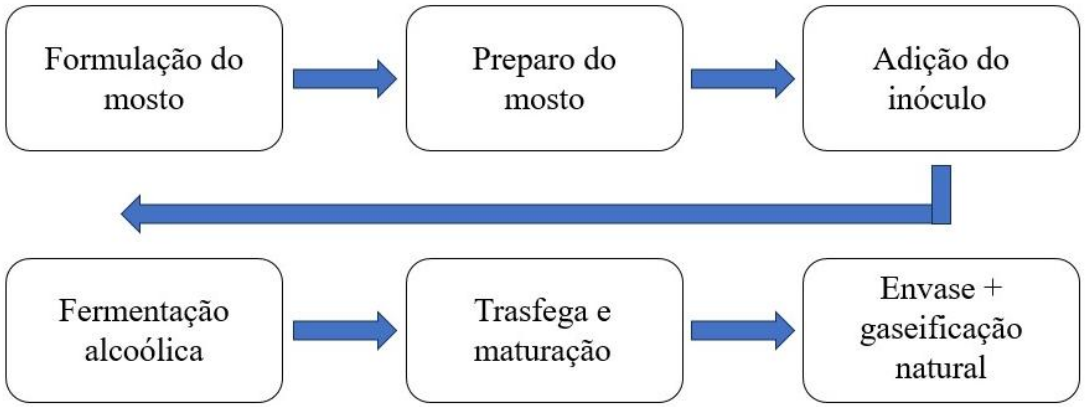
O mel de abelha da florada de marmeleiro (*Croton sonderianus* Müll. Arg.) foi obtido em feira agroecológica na cidade de Cabedelo com produtores da cidade de Mataraca, localizadas no Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. Devido a dificuldade de processamento da fruta *in natura*, escolheu-se trabalhar com a polpa comercial do cajá, optando pela marca Pé de fruta pois não apresenta adição de conservantes e nem estabilizantes que poderiam afetar negativamente a fermentação. A levedura utilizada foi da espécie *Saccharomyces bayanus* da marca comercial Red Star, Premier Blanc, muito utilizada na produção de hidroméis e vinhos, pois apresenta fermentação controlada trazendo melhores características à bebida.

Foi utilizado como base para a caracterização físico-química da fermentação a Instrução Normativa n° 11, de 20 de outubro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (12) e as metodologias apresentadas pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (13), sendo todas realizadas em triplicata, com exceção do teor alcoólico.

O processo de produção da bebida ocorreu de acordo com o esquema apresentado na figura 1, o mosto foi formulado seguindo os dados da tabela 1, e elaborado a partir da diluição do mel com água (100%) e adição da polpa de cajá, em diferentes concentrações (20, 25 e 30%), em relação a quantidade de água e mel utilizando tecido do tipo voal, afim de evitar que partículas em suspensão migrassem para o mosto prejudicando assim a aparência da bebida. A

levedura foi adicionada ao meio, na concentração de 0,2 g/L, o inóculo foi ativado com o próprio mosto, dando início ao processo fermentativo, que ocorreu a temperatura controlada de 18 °C em uma geladeira incubadora BOD, até estabilização dos sólidos solúveis e do teor alcoólico.

Figura 1: Esquema de produção do melomel adicionado de cajá.




Fonte: Autora, 2024

Tabela 1: Formulação dos mostos nos diferentes tratamentos.

| Matéria prima | Formulação FB1 | Formulação FB2 | Formulação FB3 |
|---|---|---|---|
| Água (%) | 82,17 | 82,17 | 82,17 |
| Mel (%) | 17,83 | 17,83 | 17,83 |
| Polpa (%) | 30 | 25 | 20 |
| Levedura (g/L) | 0,2 | 0,2 | 0,2 |

Fonte: Autora, 2024

A fermentação durou 8 dias em temperatura controlada a 20°C. Foram realizadas 9 coletas de amostras durante a fermentação do mosto, para realização da cinética de fermentação, que teve duração de 9 dias (216 horas). Após o término do processo fermentativo, o produto foi mantido em repouso por 48 horas, em uma temperatura entre 0 a 5 °C, promovendo a decantação das leveduras e resíduos da polpa, para separação da biomassa depositada no fundo do biorreator, e transferido para outro recipiente, sem o tecido voal contendo o adjunto, posteriormente foi iniciado o processo de maturação que teve duração de 7 dias, nas mesmas condições, buscando evitar possíveis *off flavours* como gosto residual de levedura.

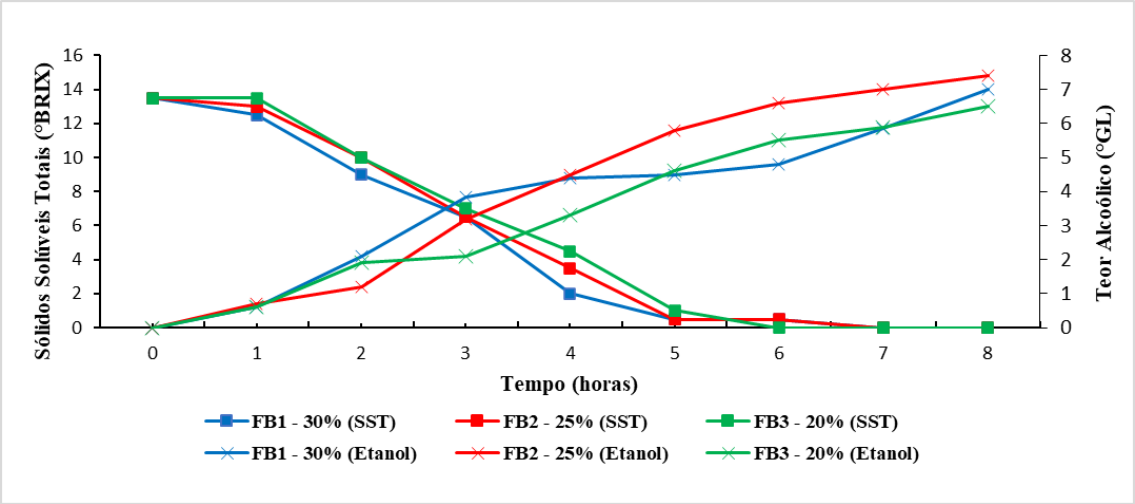
O envase foi realizado em garrafas de 500 mL e 600 mL, previamente higienizadas, e para o processo de gaseificação foi utilizado o método de *Priming*, que consiste na adição de açúcar a bebida fermentada e envase imediato em garrafas hermeticamente fechadas, para a formação de gás carbônico dentro da garrafa. Para isso, foram adicionados 6 g de sacarose por litro de melomel. O melomel foi mantido à temperatura ambiente (25 ± 2 °C) por um período de 15 dias, sucedido de armazenamento sob refrigeração em geladeira, com temperatura de 0 a 4 °C.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo fermentativo teve duração de 8 dias, com os parâmetros cinéticos, verificados a cada 24 horas, foi encerrado com a estabilização do teor alcoólico e sólidos solúveis totais. O acompanhamento da cinética de fermentação, foi realizado por meio de análises físico-químicas, cruciais para entender e otimizar processos fermentativos. Para isso foram realizadas análises de potencial hidrogeniônico (pH), acidez total titulável (ATT), teor alcoólico, sólidos solúveis totais (SST) e açúcares redutores totais (ART). Devido ao consumo mínimo dos sólidos solúveis e variação pouco significativa nos parâmetros cinéticos durante as primeiras 24 horas, justificada pelo período de adaptação dos microrganismos, as análises físico-químicas foram realizadas a partir das 48 horas após a inoculação.

Para a produção do melomel, o mosto (mel dissolvido em água) foi padronizado com 14° Brix, entretanto, com a adição da polpa de cajá, que apresentou teor de SST no valor de 10,5 °Brix, essa concentração diminui, assim, a fermentação foi iniciada com um valor de 13,5 °Brix para os três biorreatores. Os resultados obtidos para os teores dos sólidos solúveis totais (°Brix) e teor alcoólico (°GL) das formulações estudadas durante o processo fermentativo estão apresentados na figura 2.

Figura 2 - Variação do teor de sólidos solúveis e etanol durante a fermentação alcoólica das formulações B1, B2 e B3 de melomel de cajá.




FB1 – 30% = Formulação com concentração de 30% de adjunto; FB2 – 25% = Formulação com concentração de 25% de adjunto; FB3 -20% = Formulação com concentração de 20% de adjunto.

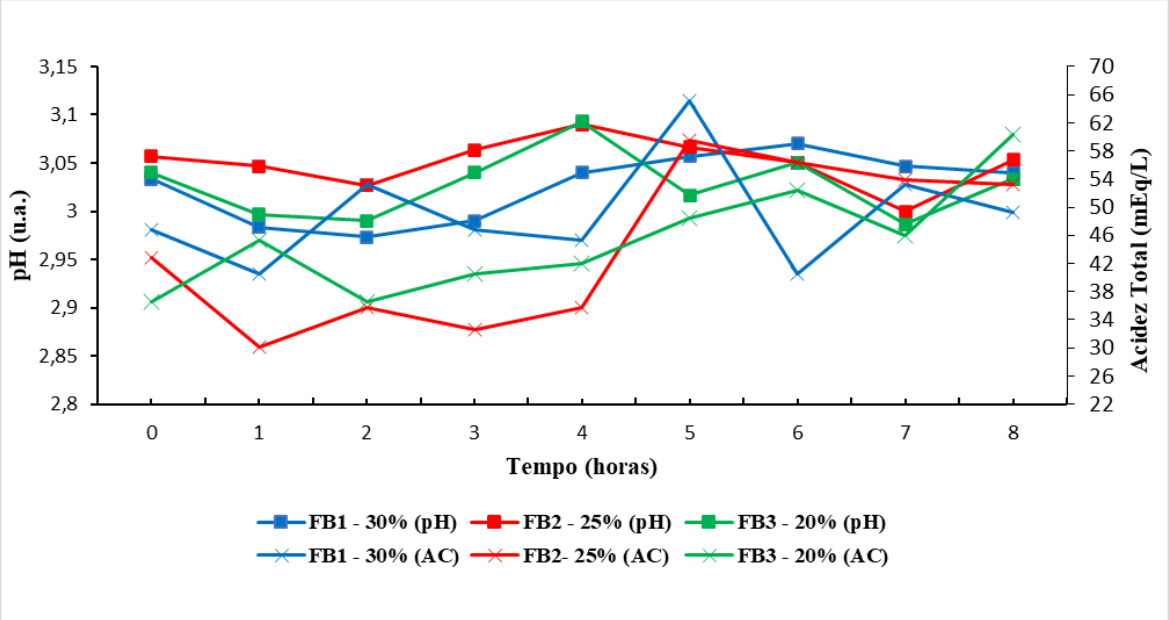
O processo fermentativo consiste da transformação de substrato presente no mosto em produtos da fermentação (etanol e CO2) por meio de reações bioquímicas pela ação das leveduras. Isso resulta na redução dos sólidos solúveis totais, onde é possível observar uma diminuição até estabilização de 0,0 °Brix para todas as formulações, e um aumento o teor alcoólico devido ao consumo do substrato, representado na figura 2, portanto, à medida que os teores de sólidos solúveis diminuem, o teor alcoólico aumenta. Do ponto de vista estequiométrico das reações bioquímicas que ocorrem durante a fermentação alcoólica, desencadeada pelas leveduras, a concentração de etanol é determinada pelo consumo de açúcares pelas leveduras, esperado que a cada 2 °Brix do mosto consumido seja convertido em aproximadamente 1 °GL (14).

Dantas (15) obteve teores alcoólicos de 8,9 a 11,6% v/v em hidroméis tradicionais produzidos a partir de diferentes marcas de méis, resultado superior ao encontrado ao fim da fermentação do melomel de cajá, que foi 7,0, 7,4 e 6,5 para as formulações FB1, FB2 e FB3, respectivamente, pode se justificar pela maior concentração inicial de sólidos solúveis totais utilizada no estudo do autor, que foi de 20 °Brix. Entretanto, os valores obtidos no presente estudo foram semelhantes aos encontrados por Savić et al. (16) na produção de melomel adicionado de suco de amora, pois neste estudo também foi utilizado diluição 1:5 (1 Kg de mel/ 5 Kg de água) para produzir o mosto.

Observa-se que durante o processo fermentativo houve crescimento gradual do teor alcoólico nas três formulações e se obtém um teor alcoólico esperado para os teores de sólidos solúveis iniciais. Do ponto de vista estequiométrico das reações bioquímicas que ocorrem durante a fermentação alcoólica, desencadeada pelas leveduras, a concentração de etanol é determinada pelo consumo de açúcares pelas leveduras, esperado que a cada 2 °Brix do mosto consumido seja convertido em aproximadamente 1 °GL (14).

Durante o processo fermentativo os valores de pH se mantiveram estáveis com pequenas oscilações e com tendência de queda, os três biorreatores se apresentaram valores similares entre si, com valores dentro do intervalo de 2,97 a 3,09. Esses valores, encontram-se no intervalo dos determinados por Oliveira et al. (19), que analisaram hidroméis suaves, com resultados de pH de 2,8 a 3,5. Quanto aos resultados de acidez total foi observado, um aumento na acidez em decorrência da fermentação, com valores iniciais de 46,80, 42,84 e 36,49 mEq/L e finais de 70,60, 65,05 e 57,12 mEq/L para as formulações FB1, FB2 e FB3, respectivamente, aumento associado à formação de ácidos orgânicos produzidos a partir de desvios metabólicos durante o processo fermentativo (17) O tratamento FB1 finalizou com acidez próximo ao observado por Brunelli et al. (18) que caracterizou físico-quimicamente hidroméis produzidos com 5 tipos de leveduras diferentes, enquanto os tratamentos 2 e 3 apresentaram acidez menor, corroborando com o aumento da acidez do mosto pela maior concentração de polpa.

Figura 3 - Variação do pH e acidez total (valores médios) durante o processo fermentativo para as formulações FB1, FB2 e FB3.

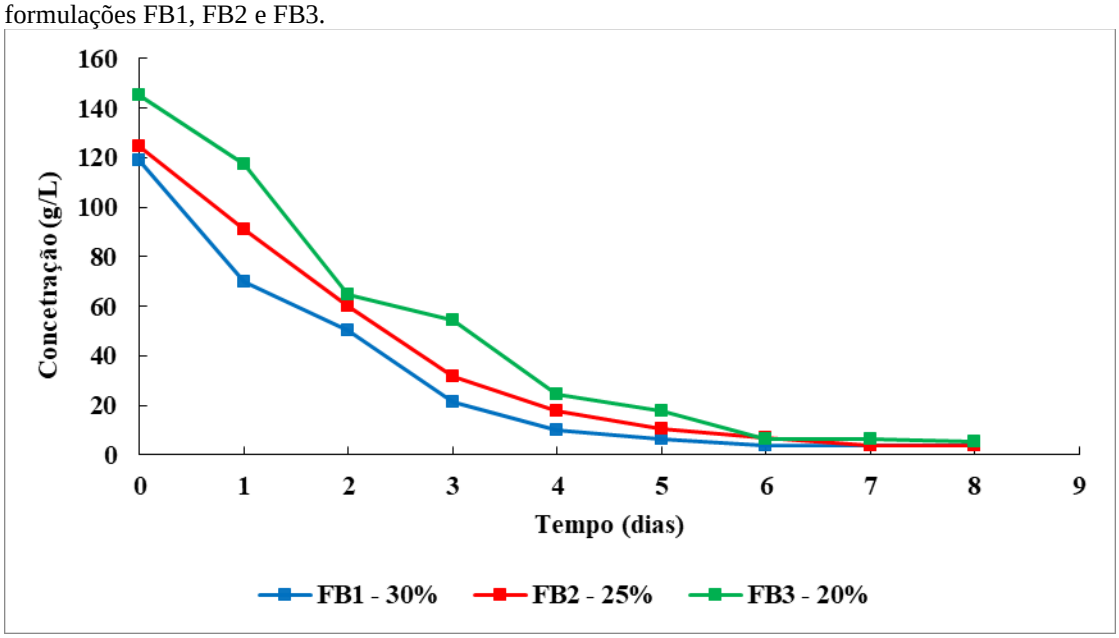


FB1 – 30% = Formulação com concentração de 30% de adjunto; FB2 – 25% = Formulação com concentração de 25% de adjunto; FB3 -20% = Formulação com concentração de 20% de adjunto.

Espera-se uma relação inversa entre pH e acidez total nos hidroméis. Contudo, o pH do mel não reflete em sua totalidade diretamente sua acidez, observa-se um crescimento da acidez e decrescimento do pH, mas que não ocorreram em todos os pontos de maneira proporcional, e houve oscilações nesses valores durante o processo, que podem ser provenientes da produção de ácidos orgânicos, resultantes de desvios de rotas metabólicas e à atuação de ácidos e sais que exercem efeito de tamponamento no mel (17).

Os açúcares redutores totais englobam os açúcares redutores (monossacarídeos) junto aos não redutores (dissacarídeos e oligossacarídeos). Os resultados obtidos ao início do processo foram de 118,85, 124,37 e 145,17, ao final de 3,92, 3,70 e 5,22 (g/L), para as formulações FB1, FB2 e FB3, respectivamente, que indica uma redução de 96,70%, 97,02% e 96,40% frente aos teores iniciais. Na figura 4 consta o perfil dos açúcares redutores totais durante o processo fermentativo.

Figura 4 - Variação do teor de açúcares redutores totais (g/L) durante o processo de fermentação das formulações FB1, FB2 e FB3.




FB1 – 30% = Formulação com concentração de 30% de adjunto; FB2 – 25% = Formulação com concentração de 25% de adjunto; FB3 -20% = Formulação com concentração de 20% de adjunto.

Os três biorreatores iniciaram com concentrações diferentes de ART devido às diferentes concentrações de polpa. Quanto maior a porcentagem de polpa, menor o teor final de açúcares no mosto. Os três biorreatores apresentaram uma curva de consumo de açúcares semelhante com o obtido por Brunelli et al. (18), os quais demonstraram que diferentes tipos de levedura apresentam padrão de consumo parecidos estatisticamente, com uma diminuição acentuada nos açúcares redutores totais inicialmente, devido a maior concentração de açúcares fermentescíveis no mosto e crescimento microbiano. Essa redução significativa perdurou até o quarto dia de fermentação. Após esse período, o consumo de açúcares ocorreu de forma lenta e gradual.

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises físico-químicas realizadas após o processo fermentativo, trasfega, maturação, envase e carbonatação natural, no final do processamento do melomel gaseificado de cajá.

Tabela 2: Caracterização físico-química do produto final.

| Parâmetro | FB1 (30%) | FB2 (25%) | FB3 (20%) | Legislação brasileira (2012) |
|---|---|---|---|---|
| pH | 2,82 ± 0,00 | 2,86 ± 0,00 | 2,88 ± 0,00 | - |
| Teor alcoólico (% v/v) | 7,8 | 7,8 | 8 | 4-14 |
| Acidez (meq/L) | 62,67 ± 1,37 | 62,67 ± 1,37 | 57,91 ± 1,37 | 50-130 |
| SST (°Brix) | 0 | 0 | 0 | - |
| ART | 4,19 | 3,59 | 3,60 | < 3 seco |

Fonte: Autora, 2024

Espera-se do hidromel baixos valores de pH, visto a variada concentração de ácidos presente no mel. O pH das três bebidas se manteve parecido, em torno de 2,85. No tratamento FB3 o pH foi o mais alto, o que pode ser atribuído à concentração de polpa de cajá ser inferior em relação aos demais tratamentos, tendo em vista a elevada acidez da fruta. Assim, é possível afirmar que a maior concentração de polpa de fruta (ácida) contribui para diminuição no pH dos produtos. Oliveira et al. (19) obtiveram resultados de 2,84 a 2,90 nos resultados de pH para produção de hidromel com mostos em diferentes concentrações de sólidos solúveis totais (20, 25 e 30 °Brix).

Os resultados obtidos para acidez total está dentro do intervalo exigido pela legislação brasileira, esses valores se encontram no intervalo dos encontrados por Dantas (2016), que obteve valores da acidez que variaram de 51,6 a 93,3 meq/L em hidroméis tradicionais produzidos a partir de diferentes marcas de méis, e apresenta valor superior ao encontrado por Dantas et al. (2019) na produção de hidromel de seriguela com valor médio de 49,96 meq/L, que pode ser justificado por uma maior quantidade de mel inicial para fermentação, com teor de sólidos solúveis de 25 °Brix e concentração de 25% de adjunto, e pela possível diferença de acidez na matéria-prima utilizada como adjunto.

O teor de sólidos solúveis totais dos produtos finais foi nulo para todas as formulações, indicando que durante a segunda fermentação (etapa de carbonatação natural) houve consumo dos açúcares redutores que podem ser consumidos pelos microorganismos. Pode ser observado em conjunto uma diminuição dos açúcares redutores totais, o que indica um consumo na etapa de segunda fermentação dos açúcares residuais fermentescíveis da primeira fermentação.

O teor alcoólico aumentou ligeiramente após o envase e a gaseificação, o que se esperava tendo em vista a adição de substrato para o consumo dos microrganismos, e que os produtos da fermentação alcoólica são etanol e gás carbônico (CO2), sendo alcançado valores semelhantes para as três formulações e mantendo-se dentro das normas brasileiras para o hidromel (23). Os valores encontrados são inferiores aos obtidos por Dantas (15), que determinou teores alcoólicos entre 8,9 e 11,6% v/v em hidroméis tradicionais produzidos a partir de diferentes marcas de méis, utilizando mostos a 20 °Brix, bem como dos encontrados por Dantas et al. (22), que obtiveram teor alcoólico de 13,65 em hidromel com adjunto de

seriguela na concentração de 25%. Entretanto, a diferença dos dados é explicada pela maior concentração inicial de sólidos solúveis totais utilizada nos estudos referenciados.

## CONCLUSÕES

Como foi possível observar com os dados apresentados, a fermentação do melomel adicionado de cajá utilizando a levedura *S. bayanus* como agente fermentativo, apresentou características típicas para esse tipo de produção como variação de pH e acidez indicando uma bebida mais ácida e consumo de açúcares de acordo com a concentração de polpa utilizada e se enquadrando como uma bebida suave pois os três tratamentos finalizaram com teores de açúcares acima de 3g/L.

A bebida resultante se enquadrou ao que a legislação preconiza como padrão para bebidas do tipo hidromel, essas informações indicam que a adição de polpa é uma opção viável para agregar novas características à bebida além de trazer o apelo regional por se tratar de uma fruta nativa da região Norte e Nordeste do Brasil.

## REFERÊNCIAS

1. Silva RA, Maia GA, de Sousa PHM, da Costa JMC. Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. Alim Nutr. 2006;17(1):113-20.
2. Mattietto RA, Lopes AS, Menezes HC. Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (Spondias mombin L.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator. Braz J Food Technol. 2010;13(3):156-64.
3. IBGE. Produção de mel de abelha [Internet]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/producao-de-mel-abelha. Acesso em: 31 ago. 2023.
4. Food and Agriculture Organization (FAO). Food Balance [Internet]. 2020. Disponível em: https://www.fao.org/faostat. Acesso em: 10 ago. 2024.
5. Vidal MF. Mel natural: cenário mundial e situação da produção na área de atuação do BNB. Cad Setor ETENE. 2021;6(157).
6. Embrapa. Flora apícola [Internet]. Disponível em: https://www.embrapa.br/meio-norte/flora-apicola. Acesso em: 31 ago. 2023.
7. Iglesias A, Pascoal A, Choupina AB, Carvalho CA, Feás X, Estevinho LM. Developments in the fermentation process and quality improvement strategies for mead production. Molecules. 2014;19:12577-90.
8. Vidrih R, Hribar J. Mead: a bebida alcoólica mais antiga. In: Traditional Foods. 2016. p. 325-33.
9. Borges JP. Hidromel: produção, desafio e perspectivas futuras [trabalho de conclusão de curso]. Diadema (SP): Universidade Federal do ABC; 2021.
10. Viana FLE. Indústria de Bebidas Alcoólicas. Cad Setor ETENE. 2021;6(157).
11. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto no 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 5 jun. 2009.
12. Moura CLA, Pinto GAF, Figueiredo RW. Processamento e utilização da polpa de cajá (Spondias mombin L.). B CEPPA. 2011;29(2):237-52.

13. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa no 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Brasília: MAPA; 2000.
14. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Zenebon O, Pascuet NS, Tiglea P, organizadores. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008.
15. Dantas TMO. Avaliação cinética da fermentação alcoólica de mel industrial como substrato para produção de hidromel [trabalho de conclusão de curso]. João Pessoa (PB): Universidade Federal da Paraíba; 2016.
16. Savić A, Velemir A, Papuga S, Stojković M. Influence of blackberry juice addition on mead fermentation and quality. Food Raw Mater. 2021;9(1):146-52.
17. Almeida FLC, et al. Estudo do processo fermentativo de bebidas alcoólicas de mangaba (Hancornia speciosa Gomes). Holos. 2020;3 .
18. Brunelli LT, Imaizumi VM, Venturini Filho WG. Caracterização físico-química, energética e sensorial de hidromel produzido a partir de cinco tipos de leveduras alcoólicas. Energ Agric. 2017;32(2):200-8.
19. Oliveira IV, et al. Produção e caracterização do hidromel tipo doce. Braz J Dev. 2020;6(3):11176-91.
20. Dantas CEA, et al. Produção e avaliação da composição química e atividade antioxidante de hidroméis adicionados de frutas. In: V Encontro Nacional da Agroindústria; 2019; Bananeiras, PB. Anais eletrônicos... Campinas: Galoá; 2019. Disponível em: https://proceedings.science/enag-2019/trabalhos/producao-e-avaliacaoda-composicao-quimica. Acesso em: 30 ago. 2023.
21. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa no 34, de 29 de novembro de 2012. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade das bebidas fermentadas: fermentado de fruta; fermentado de fruta licoroso; fermentado de fruta composto; sidra; hidromel; fermentado de cana; saquê ou sake. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 23 nov. 2012. Seção 1, p. 3.

**Capítulo 108**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-108**

# TENDÊNCIAS DE PESQUISA E DESAFIOS ATUAIS NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO UTILIZANDO INSETOS

**Camila Bittencourt Fernandes da Silva***
**Elson Rogério Tavares Filho; Marina Teixeira de Vries Máralém; Mônica Marques Pagani; Adriano Gomes da Cruz; Eliane Teixeira Máralém; Erick Almeida Esmerino**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:cbittenc_vet@hotmail.com*

**Resumo**

O uso de proteínas alternativas, como as provenientes de insetos, está se tornando cada vez mais comum em rações para animais de estimação, impulsionado por um interesse crescente em fontes alimentares mais sustentáveis e seguras, tanto para humanos quanto para animais. Apesar dos desafios culturais iniciais, os insetos apresentam um potencial significativo para se tornarem uma fonte alimentar relevante no futuro, contribuindo para a mitigação dos desafios globais relacionados à escassez de alimentos e ao impacto ambiental. Nesse contexto, o presente capítulo busca oferecer uma visão abrangente do estado atual da pesquisa sobre o uso de insetos, destacando os principais avanços nos âmbitos industrial, mercadológico e do comportamento do consumidor. Estudos recentes indicam uma crescente disposição dos consumidores em considerar alimentos para animais de estimação à base de insetos, especialmente quando informados sobre os benefícios para a saúde e o meio ambiente. No entanto, ainda é necessário enfrentar desafios regulatórios e de segurança, como a autenticação dos ingredientes e a mitigação de riscos alergênicos. Além disso, o desenvolvimento da indústria de insetos comestíveis, a ampliação da variedade de espécies utilizadas e a realização de pesquisas sobre os riscos à saúde animal possuem grande potencial para consolidar os insetos como uma fonte de alimentos e rações em escala global, com menor impacto ambiental. Assim, acredita-se que esta revisão representa uma contribuição significativa para a ciência de alimentos, sendo de grande interesse para pesquisadores, profissionais da indústria alimentícia e formuladores de políticas públicas, com vistas ao desenvolvimento do setor de alimentos à base de insetos.

**Palavras–chave:** Alimentos à base de insetos; proteína alternativa; animais de estimação; segurança alimentar.

## INTRODUÇÃO

Os insetos vêm ganhando crescente destaque como uma fonte alternativa de proteína sustentável e ecologicamente viável para a alimentação tanto de humanos quanto de animais (1). O mercado de insetos comestíveis tem se expandido em países onde tradicionalmente esses organismos não fazem parte da dieta cotidiana (2). Pesquisas indicam a complexidade das

atitudes das comunidades europeias em relação ao consumo de insetos, tanto como alimento quanto como ração (3). No Ocidente, devido a preconceitos culturais, os insetos são considerados mais promissores como ração animal do que como alimento humano (4).

Estima-se que até 2050 a população mundial atinja nove bilhões de pessoas, o que aumentará significativamente a demanda por novas fontes de nutrientes, especialmente proteínas. Nesse cenário, os insetos comestíveis têm sido amplamente reconhecidos como uma alternativa promissora, devido ao seu elevado valor nutricional e à produção sustentável. Esta produção está alinhada com os objetivos das cadeias agroalimentares, como a redução das emissões de gases de efeito estufa e a utilização de resíduos orgânicos, o que configura um mercado potencialmente especializado, principalmente pela maior disponibilidade e menor custo em comparação aos alimentos processados (5).

Os insetos comestíveis são uma excelente fonte de minerais, aminoácidos essenciais e ácidos graxos, como ômega-6 e ômega-9 (6,7). Além disso, apresentam um teor proteico elevado, variando entre 46% e 65%, superando significativamente os níveis encontrados em alimentos convencionais, como feijões (23,5%), lentilhas (26,7%) e soja (41,1%) (8). Em termos energéticos, considerando-se a matéria natural, os insetos possuem um conteúdo comparável ao da carne, destacando-se como uma valiosa fonte de nutrientes essenciais e energia para a alimentação humana e animal.

A capacidade de várias espécies de insetos de converter substratos orgânicos em alimentos de alta qualidade, como a farinha de insetos, tem ganhado cada vez mais destaque. Essa farinha está sendo amplamente utilizada como substituto de ingredientes convencionais, como a soja e a farinha de peixe, nas dietas animais, o que resulta em uma redução significativa dos impactos ambientais associados à produção dessas matérias-primas (9,10). Adicionalmente, os sistemas de produção de insetos requerem menos espaço e água, ao mesmo tempo em que demonstram alta eficiência na conversão de substratos em biomassa proteica (11). Atualmente, as principais ordens de insetos comestíveis incluem *Coleoptera* (31%), *Lepidoptera* (18%), *Hymenoptera* (14%), *Orthoptera* (13%) e *Hemiptera* (10%) (12).

As empresas que produzem alimentos para animais de estimação à base de insetos têm enfatizado argumentos relacionados à saúde e sustentabilidade em suas estratégias de marketing, uma vez que a aceitação dessas alegações pelos tutores de animais de estimação será o principal fator impulsionador do crescimento da indústria de alimentos à base de insetos nos próximos anos (13). Além disso, diversos estudos apontam para os benefícios funcionais dos ingredientes derivados de insetos nas dietas de alimentos para cães, revelando um potencial significativo para consolidação desse mercado em escala global (14).

Embora a utilização de proteínas de insetos na alimentação animal seja regulamentada em diversos países, incluindo o Brasil, a União Europeia, em 2021, autorizou o uso desses ingredientes na alimentação de aves e suínos (15). Dada a vasta diversidade dos insetos, que constituem 95% do reino animal, e seu consumo em diferentes estágios de vida, desde ovos até a fase adulta, essa fonte alternativa de proteínas surge como uma promissora solução, especialmente na alimentação de animais de estimação.

Em 2019, a população de animais domésticos no Brasil foi estimada em aproximadamente 141,6 milhões, incluindo 55,1 milhões de cães, 40 milhões de aves canoras e ornamentais, 24,7 milhões de gatos e 19,4 milhões de peixes ornamentais, entre outros. Esses números representam um crescimento médio de 1,7% em relação a 2018, resultando em um faturamento de 22,3 bilhões de reais no mesmo ano. Em nível global, a indústria pet alcançou um faturamento de 131,1 bilhões de dólares em 2019, destacando-se os Estados Unidos

(40,1%), a China (7,2%), o Reino Unido (4,7%) e o Brasil (4,7%) como os principais mercados consumidores. É importante observar que, até 2016, o Brasil não figurava entre os maiores mercados no segmento de animais de estimação.

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (ABINPET), em 2022 (16), o Brasil consolidou-se como o terceiro maior mercado mundial, com uma participação de 5,1%, superado apenas pelos Estados Unidos e pelo Reino Unido. Paralelamente, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) indicam que o Brasil ocupa a terceira posição global em número de animais domésticos, totalizando 132 milhões, atrás apenas da China (417 milhões) e dos Estados Unidos (232 milhões), o que evidencia a expansão deste mercado no país (17).

Portanto, a elaboração deste capítulo justifica-se pela crescente relevância do mercado de animais domésticos no Brasil e no mundo, conforme demonstrado pelo expressivo crescimento da população de animais e pelo impacto econômico gerado por esse segmento. Ao analisar dados históricos e contemporâneos, o capítulo busca fornecer uma compreensão aprofundada das dinâmicas mercadológicas e das tendências de consumo que permeiam a indústria pet. Ademais, pretende-se que o capítulo contribua para o aprimoramento das estratégias empresariais e das políticas públicas voltadas para o setor, além de oferecer subsídios para futuras pesquisas acadêmicas que explorem a alimentação e o mercado de animais de estimação.

## MÉTODOS

Este estudo foi conduzido por meio de uma busca sistemática em bases de dados digitais, incluindo PubMed, Scopus e Web of Science. A pesquisa utilizou palavras-chave em inglês para definir os principais elementos de interesse: a população (“dog”, “cat”, “pet”), o foco da intervenção (“insect”, ‘insect poder”, ‘insect meal’) e o contexto de análise (“performance’, “body weight”, “feed intake”, “feed consumption”, “feed conversion”, “feed efficiency”, “feed”). Foram selecionados artigos que incluíam uma interseção entre esses termos.

Os critérios de inclusão abrangeram publicações em inglês ou português, lançadas entre 2019 e 2024, independentemente do país de origem. Para serem incluídos, os estudos deveriam: (a) avaliar o uso de rações à base de insetos; (b) estar publicados em revistas científicas revisadas por pares; (c) utilizar alguma espécie de inseto na alimentação de animais de estimação; e (d) discutir as vantagens e desvantagens desse tipo de alimentação.

Estudos que abordavam exclusivamente propriedades físico-químicas dos alimentos, duplicatas, revisões, dissertações, teses, monografias e resumos expandidos foram excluídos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Principais insetos empregados

Os insetos mais citados nas investigações incluem: *Tenebrio molitor* (23%), *Zophobas atratus* e *Zoófobas morio* (23%) utilizados em larva na forma de farinha congeladas, pastosas ou secas; grilos (*Acheta domesticus*) (19%), consumidos em farinha, desidratados, em formulações congeladas e em pó parcialmente desengordurado; 7% distribuídos entre a mosca-soldado-negra (*Hermetia illucens*) e a mosca doméstica (*Musca domestica L.*). Sobre os insetos comestíveis ofertados como petiscos foram encontradas as mais variadas formas: 19% de grilos, 9% de gafanhoto (*Tropidacris grandis*), 7% de besouro (*Alphitobius diaperinus)*, bicho

da seda *(Bombyx mori)* em pupas e 2% do *Neoascaris vitulorum, Galleria mellonella L.; Alphitobius diaperinus, Oecophylla, Galleria mellonella L., Ostertagia osteargi* entre outros.

**Benefícios da inclusão de insetos na alimentação de animais**

O mercado de alimentos para animais de estimação tem se expandido significativamente, oferecendo uma ampla variedade de opções, como rações secas e úmidas, alimentos frescos e petiscos, proporcionando diversas alternativas para os tutores. Entre essas alternativas, os alimentos à base de insetos estão ganhando crescente popularidade em países onde sua utilização foi regulamentada, devido ao elevado valor nutricional e à capacidade de promover ganho de peso comparável às fontes alimentares tradicionais (18).

Sob a perspectiva ambiental, os insetos apresentam uma taxa de conversão alimentar superior, convertendo a ração consumida em massa corporal de forma mais eficiente do que os animais convencionais. Por exemplo, os grilos necessitam de menos de 2 kg de ração para produzir 1 kg de peso corporal, enquanto são necessários 2,5 kg de ração para produzir 1 kg de carne de frango, 5 kg para suínos e mais de 10 kg para carne bovina e outras carnes vermelhas (19).

Os benefícios mais notáveis da inclusão de insetos na alimentação animal, tanto em termos ambientais quanto de bem-estar animal, incluem melhorias no desempenho do crescimento e na saúde intestinal. O uso de insetos como ração animal é eticamente justificável, dado o menor grau de senciência desses organismos em comparação com os vertebrados comumente utilizados na produção de alimentos.

No que tange à criação de insetos, são empregados três métodos principais: a coleta, que envolve a captura de insetos selvagens em seu habitat natural; a semi-domesticação, que consiste na modificação do habitat para aumentar a produtividade; e a criação, que se refere à domesticação total em ambientes controlados. Lange e Nakamura (20) alertam que a maioria dos insetos comestíveis é coletada na natureza, o que pode resultar em problemas como o desequilíbrio do ecossistema, a dificuldade de controlar a criação para otimizar custos e composição final, além do risco de contaminação por agentes químicos, físicos ou microbianos presentes no ambiente natural.

Neste contexto, a criação de insetos para alimentação animal contribui para a redução da dependência de recursos alimentares convencionais, promovendo a economia circular ao reintegrar componentes valiosos da biomassa residual ao sistema alimentar (21). Estudos indicam que a alimentação de gado com insetos pode ser mais eficiente do que o uso de farinha de soja ou de peixe, especialmente quando os insetos são cultivados a partir de resíduos não aproveitados. A pesquisa foca na identificação de substratos ideais para a criação de larvas nutritivas, considerando o custo dos resíduos, o desempenho dos insetos, o impacto ambiental e o valor nutricional (22).

Alimentos à base de insetos, como proteínas processadas derivadas de larvas de mosca, têm demonstrado viabilidade para a alimentação animal. Vale-Hagan (23) ressalta a alta eficiência de conversão alimentar dos insetos, a redução das emissões de gases de efeito estufa, a diminuição do consumo de água e terra, e a bioconversão baseada em insetos como uma estratégia comercialmente viável para minimizar o desperdício de alimentos e produzir rações ricas em nutrientes por meio da conversão de resíduos orgânicos.

Segundo Silva et al. (24), outro fator que favorece a inclusão de insetos na alimentação animal é o sabor das espécies comestíveis, que pode variar conforme o tipo de animal de estimação, influenciando a aceitação do produto. Em termos de digestibilidade, observa-se que

os insetos possuem valores similares às fontes de proteína convencionais, sendo que a mistura de diferentes insetos comestíveis pode facilmente suprir deficiências nutricionais. Para que este recurso proteico seja efetivamente útil em larga escala, é necessário que ele seja abundante, de baixo custo e palatável.

Apesar dos benefícios ambientais e nutricionais, a produção em larga escala de insetos enfrenta desafios significativos, como a resistência cultural, uma vez que, em muitos países ocidentais, o consumo de insetos é visto com desconfiança ou repulsa. No entanto, a conscientização sobre os benefícios nutricionais e ambientais, campanhas educativas e a incorporação de insetos em produtos alimentares de forma mais discreta, como em barras de proteína e farinha de inseto, têm contribuído para a mudança de percepções.

Em resposta à necessidade urgente de abordar questões relacionadas à segurança alimentar e à sustentabilidade, a União Europeia reformulou amplamente o marco regulatório para a produção e comercialização de alimentos à base de insetos. Essas reformas, alinhadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), incentivam práticas responsáveis de consumo e produção, visando garantir a segurança, qualidade e rastreabilidade dos alimentos derivados de insetos, além de promover a transição para sistemas alimentares mais sustentáveis e eficientes (25).

No Brasil, a Portaria 359/2021 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) introduziu modificações na lista de matérias-primas, ingredientes e aditivos aprovados para a alimentação animal, reconhecendo os insetos como fontes alimentares que devem ser processadas de acordo com as normas vigentes, tanto para o consumo humano quanto para a alimentação de animais de produção e de estimação (26). A produção, embalagem, armazenamento e transporte desses insetos devem ocorrer em condições sanitárias adequadas, isentas de contaminantes, como sujidades, patógenos e toxinas. Além de comprovar a salubridade dos produtos oferecidos, os fabricantes devem fornecer informações detalhadas, incluindo o nome científico do inseto.

Recomendações específicas para a comercialização de insetos destinados à alimentação animal ou de estimação são rigorosamente observadas, sendo vedado o desvio para consumo humano. Ademais, a comercialização de insetos coletados na natureza é proibida, devido ao risco de transmissão de doenças ou contaminação por pesticidas.

Pesquisas recentes têm investigado a valorização de subprodutos oriundos da criação de insetos, como gordura, quitina e substratos residuais, visando à produção de surfactantes, biodiesel, agentes fitofarmacêuticos e fertilizantes. A manipulação dos fluxos de resíduos ou a garantia da disponibilidade de determinados ingredientes nesses fluxos pode influenciar o valor nutricional dos insetos, como evidenciado pelo acúmulo de ácidos graxos n-3 em larvas de insetos utilizadas em rações aquáticas, por meio da inclusão de peixes descartados ou sementes de linhaça na dieta dos insetos.

**Desafios para a inclusão de insetos na alimentação animal**

A aceitação de alimentos à base de insetos por parte dos consumidores é uma questão multifacetada, envolvendo componentes sociais, culturais e preferências éticas. Embora o marketing desses produtos frequentemente destaque os benefícios ambientais, é evidente que as preocupações éticas em relação ao meio ambiente representam apenas uma parte do complexo cenário da aceitação desses alimentos pelos tutores de cães no Reino Unido. Torna-se crucial que os consumidores sejam capacitados a fazer escolhas informadas, especialmente quando essas decisões têm o potencial de impactar a saúde e o bem-estar de seus animais de

estimação. Para tal, pesquisas adicionais são necessárias para avaliar os efeitos desses produtos tanto na saúde e bem-estar dos insetos, que compõem a matéria-prima, quanto nos cães, que são os consumidores finais. Esses estudos deverão ser orientados pelas legislações vigentes e políticas públicas, permitindo o desenvolvimento de salvaguardas que protejam a vida de todos os animais envolvidos na cadeia alimentar, conferindo aos fabricantes e varejistas maior alcance em suas estratégias de marketing.

Assim, o sucesso da indústria de rações à base de insetos depende não apenas da viabilidade técnica e dos benefícios ambientais, mas também da aceitação por parte dos consumidores. A literatura atual sobre a aceitabilidade de insetos como alimento para animais de estimação é limitada, embora a percepção geral sobre insetos como alimentos seja mais favorável do que o consumo direto desses por seres humanos (27). De modo geral, as atitudes em relação aos alimentos à base de insetos são frequentemente moldadas por fatores psicológicos e não racionais, que podem levar à rejeição de determinadas fontes alimentares (28). Além disso, é relevante compreender até que ponto as fontes convencionais de proteína podem ser substituídas por insetos. O preço mais elevado dos produtos derivados de insetos pode ser justificado caso os benefícios à saúde proporcionados pelos compostos bioativos presentes nesses produtos sejam comprovados. Lombardi et al. (29) demonstram que a disponibilização de informações sobre os benefícios ambientais e de saúde associados ao uso de insetos em produtos como biscoitos, massas e chocolate pode aumentar a disposição a pagar dos consumidores, influenciando positivamente suas atitudes e intenções de consumo.

Os produtores de alimentos para animais de estimação à base de insetos têm utilizado diversas alegações de saúde e sustentabilidade como estratégias de marketing (30). Nesse contexto, estudos recentes identificaram desafios amplos e preocupações específicas relacionadas ao bem-estar dos insetos na indústria de criação (31). Tais estudos recomendam pesquisas mais aprofundadas sobre o comportamento dos insetos (32), suas necessidades específicas, saúde, sistemas de criação e métodos de abate humanitário (33), visando promover uma compreensão mais ampla e ética do bem-estar desses animais. A consideração ética sobre os insetos comestíveis e a produção de insetos comestíveis tem se tornado uma prioridade nas agendas de pesquisa futura (34). Assim, faz-se necessária a aplicação das estruturas e regulamentações de bem-estar animal, inicialmente desenvolvidas para vertebrados, aos insetos, além de pesquisas adicionais que possam orientar formuladores de políticas na criação de diretrizes e regulamentações adequadas para garantir o bem-estar de todos os animais na cadeia alimentar.

Outra questão relevante no mercado de "pet food" é a ampla variedade de produtos disponíveis, como rações secas, úmidas, dietas naturais balanceadas, petiscos, com ou sem inclusão de insetos. Isso tem gerado dificuldades para muitos tutores na seleção do alimento mais adequado e equilibrado para seus animais de estimação. Nesse sentido, Lima (35) esclarece que, diante da variabilidade de opções, muitos desconhecem a real importância de uma avaliação criteriosa no momento da escolha do alimento, uma vez que o custo econômico é frequentemente considerado o fator decisivo na hora da compra.

Além disso, Silva et al. (24) identificaram variações nos níveis de entomofagia (consumo de insetos) e entomofobia (medo ou aversão a insetos) entre tutores brasileiros, dividindo-os em dois grupos distintos: os Flexíveis, que demonstram maior interesse tanto em entomofagia direta quanto indireta, e os Inflexíveis, que apresentam níveis mais elevados de entomofobia e, consequentemente, menor interesse em alimentos à base de insetos. Esses grupos também diferem em termos sociodemográficos, sendo que o grupo Flexível é composto predominantemente por homens, jovens, solteiros, com ensino médio completo e renda média-

alta, que tendem a expressar emoções positivas, como felicidade, ternura, alegria, satisfação e prazer ao alimentar seus animais de estimação com insetos. Em contraste, o grupo Inflexível, menos receptivo à entomofagia, manifesta emoções de valência negativa e neutra. Diante dessas diferenças, torna-se essencial que os produtores de insetos e a indústria do setor invistam em apresentações que minimizem a percepção dos insetos como alimentos, destacando os benefícios para os animais e para o meio ambiente.

No que se refere à saúde, o uso de alimentos à base de insetos pode acarretar riscos físicos, toxinas, antinutrientes, alérgenos, parasitas e contaminações microbiológicas. Esses perigos podem ser inerentes aos próprios insetos ou resultar de contaminações ocorridas durante a produção, preservação e processamento (7). Muitos insetos possuem pelos, espinhos e ferrões que podem causar irritação ou engasgamento, e alguns produzem venenos, toxinas ou odores desagradáveis como mecanismos de defesa. Além disso, perigos químicos, como pesticidas, fertilizantes, antibióticos, sanificantes e metais pesados, podem ser absorvidos do ambiente ou durante o processamento (35).

Contaminações microbiológicas são comuns em alimentos que são processados ou armazenados inadequadamente. Diferentemente de outros animais utilizados para alimentação humana, os insetos são consumidos com seu trato intestinal (38), o que exige uma atenção ainda maior aos microrganismos patogênicos presentes e aos cuidados necessários para evitar ou minimizar esses riscos a níveis aceitáveis para a saúde humana.

A escassez de estudos sobre os perigos associados ao uso de insetos como fonte de alimentação humana, possivelmente devido ao seu baixo consumo em países ocidentais, bem como o fato de muitos desses perigos estarem fortemente ligados ao ambiente e às condições de processamento, dificultam a obtenção de conclusões generalizadas sobre a segurança dos insetos como alimento.

Apesar da variedade de perigos associados ao consumo de insetos, todos eles podem ser evitados ou minimizados por meio de boas práticas, como a criação em ambientes limpos, livres de micotoxinas, pesticidas ou metais pesados; a realização de tratamento térmico adequado durante o processo de produção do alimento ou antes do consumo; a inclusão de advertências nos rótulos sobre possíveis reações alérgicas; a remoção de espinhos e outros perigos físicos; e a compra de insetos de produtores confiáveis, com produção especialmente destinada ao consumo humano, entre outros.

Adicionalmente, a ausência de uma legislação clara para regulamentar esse novo tipo de alimento pode desencorajar empresas a produzir e comercializar insetos comestíveis, uma vez que o processo é considerado oneroso e demorado por alguns stakeholders (7). A análise de segurança deve ser submetida à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o que pode adicionar complexidade e custos ao processo de regulamentação.

## CONCLUSÕES

O interesse crescente pelos insetos comestíveis como uma alternativa alimentar sustentável e nutritiva é particularmente notável no contexto da expansão populacional global. Pesquisas indicam que os insetos possuem um perfil nutricional significativo, caracterizado por elevados níveis de proteínas, minerais e ácidos graxos essenciais, além de oferecerem uma fonte energética comparável à das proteínas convencionais. Essas características posicionam os insetos como uma opção viável para suplementar as dietas humanas e animais, contribuindo para a sustentabilidade ao reduzir a demanda por recursos alimentares tradicionais e minimizar os impactos ambientais associados à produção de alimentos.

Os benefícios da incorporação de insetos na alimentação animal têm sido amplamente demonstrados, destacando-se a contribuição da produção de insetos para a economia circular, por meio do aproveitamento de resíduos orgânicos e da diminuição da dependência de matérias-primas convencionais. A eficiência dos insetos na conversão alimentar, combinada com a redução das emissões de gases de efeito estufa e o menor consumo de água e espaço, reforça a viabilidade dessa abordagem no setor agroalimentar.

Considerando o crescimento significativo do mercado de alimentos para pets, especialmente no Brasil, que se consolidou como um dos maiores mercados globais de produtos destinados a animais de estimação, a inclusão de insetos na alimentação de pets representa uma oportunidade promissora para atender à demanda do mercado de pet food. No entanto, é essencial que as políticas regulatórias assegurem a segurança e a qualidade dos produtos derivados de insetos, facilitando o desenvolvimento desse mercado e implementando estratégias que melhorem a percepção do consumidor, a fim de possibilitar sua adoção em larga escala.

Conclui-se que este capítulo oferece uma contribuição relevante tanto para o campo acadêmico quanto para o setor de alimentos à base de insetos, ao apresentar uma análise detalhada das oportunidades e desafios associados, bem como ao propor recomendações para políticas e estratégias futuras.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Os autores agradecem ainda ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à FAPERJ – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro pelo apoio fornecido ao longo deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

(1) Govorushko, S. Status global dos insetos como fonte de alimento e ração: uma revisão. Tendências Food Sci. Technol. 2019; 91: 436–445.

(2) Bear, C. Fazendo os insetos fazerem tique-taque: responsabilidade, atenção e cuidado na criação de insetos comestíveis. Environ. Plan. E Nat. Space 2021; 4: 1010–1030.

(3) Payne, CLR; Dobermann, D.; Forkes, A.; House, J.; Josephs, J.; McBride, A.; Müller, A.; Quilliam, RS; Soares, S. Insetos como alimento e ração: perspectivas europeias sobre pesquisas recentes e prioridades futuras. J. Insetos, alimento e ração. 2016; 2: 269–276.

(4) Kim, T.-K.; Kim, Y.-B.; Choi, Y.-S. Insetos comestíveis como fonte de proteína: uma revisão da percepção pública, tecnologia de processamento e tendências de pesquisa. Food Sci. Anim. Resour. 2019; 39: 521–540.

(5) Gasco L, Biancarosa I, Liland N. S. From waste to feed: a review of recente knowledge on insects as producers of protein and fat for animal feeds. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry. 2020; 23: 67-79.

(6) Reis TL, Dias ACC. Farinha de insetos na alimentação de não ruminantes, uma alternativa alimentar. Veterinária e Zootecnia.2020; 27:1-16.

(7) Van Huis A, Rumpold B, Maia C, Roos N. Nutritional qualities and enhancement of edible insects. Annu Rev Nutr. 2021; 11: 551-576.

(8) Lins, FRB. Produção de ração para alimentação animal a partir do inseto da espécie Nauphoeta cinerea [tese]. Paraná: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2022.

(9) Fasolin, LH, Pereira, RN, Pinheiro, AC, Martins, JT, Andrade, CCP, Ramos, et al. Emergent food proteins – Towards sustainability, health and innovation. Food Research International. 2019.

(10) Imathiu, S. Benefits and food safety concerns associated with consumption of edible insects. NFS Journal. 2019; 18: 1–11.

(11) Marques CG, Ortiz IKP, Silva Lucas AJ, Brisio APDR. Proteínas alternativas como ingrediente de enriquecimento de alimentos: uma revisão da larva de *tenébrio molitor*. Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil. 2021; 2:79-97.

(12) Ribeiro Neto Á, Santana de Lima S, Thomaz Thuler R, da Silva Vieira DM; Loss A, Moraes Sampaio, et al. Edaphic macrofauna in areas cultivated with irrigated brassica under no-tillage system. Environmental & Social Management Journal. 2024; 18:1

(13) Bosch, G.; Swanson, KS Efeito do uso de insetos como ração em animais: cães e gatos de estimação. Journal of Insects as Food and Feed. 2021: 7, 5: 795-805.

(14) Veldkamp, Teun et al. Superando barreiras técnicas e de mercado para permitir produção e consumo sustentáveis em larga escala de proteínas de insetos na Europa: uma perspectiva Susinchain. Insetos. 2022; 13, 3: 281

(15) União Europeia. Regulamento 2021/1372 da Comissão de 17 de agosto de 2021 que altera o anexo IV do Regulamento (CE) nº 999/2001 do Parlamento Europeu e do Conselho no que diz respeito à proibição de alimentar animais de criação não ruminantes, com exceção de animais destinados à produção de peles com pelo, com proteínas provenientes de animais. Jornal Oficial da União Europeia. 18.8.2021; L 295/1.

(16) ABINPET – Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação. Mercado pet Brasil 2021.

(17) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. População de animais de estimação. 2020.

(18) Castro RJS, Ohara A, Aguilar JGS, Domingues MAF. Nutritional, functional and biological properties of insect proteins: Processes for obtaining, consumption and future challenges. Trends in Food Science & Technology. 2018; 76: 82-89.

(19) Arakaki, KK. Risco percebido e confiança como determinantes da intenção de consumo de insetos [tese]. Mato Grosso do Sul: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 2022.

(20) Lange, K. W., & Nakamura, Y. Edible insects as future food: chances and challenges. Journal of Future Foods, 2021; 1, 1:38–46

(21) Gasco L, Józefiak A, Henry M. Além do conceito de proteína: Aspectos sanitários do uso de insetos comestíveis em animais. Journal of Insects as Food and Feed. 2021; 7:715-741.

(22) Ocha, IM, Ujah, MO, Adeniyi, KA, Ochuole, JO, Yahaya, AW. The contribution of insects to sustainable food security, livelihoods and environment: A review. WATARI Multidisciplinary Journal of Science & Technology Education. 2022; 6: 100-113.

(23) Vale-Hagan W, Singhal S, Grigoletto I, Totaro-Fila C, Theodoridou K, Koidis A, Edible insects in mixed-sourced protein meals for animal feed and food: An EU focus, Food and Humanity. 2023; 1:1180-1187.

(24) Silva CBF da, Tavares Filho E.R., Pimentel TC., Pagani M M., Márs ico E T., Cruz AG., Esmerino EA., The impact of information on the perception, emotional profile, and insights of Brazilian pet owners with different degrees of entomophobia, Food Quality and Preference, 2023; 110: 104967.

(25) Vauterin A, Steiner B, Sillman S, Kahiluoto H. O potencial da proteína de insecto para reduzir as pegadas de carbono provenientes de alimentos na Europa: o caso da produção de carne de frango. J. Limpo. Prod. 2021; 320.

(26) Brasil: Portaria SDA Nº 359, de 9 de julho de 2021 - Altera a lista de matérias-primas, aditivos e veículos do anexo da Instrução Normativa SDA nº 110, de 24 de novembro de 2020 e informa sobre a publicação da lista atualizada no site do mapa.

(27) Florença SG, Guiné RPF, Gonçalves FJA, Barroca MJ, Ferreira M, Costa CA, Cunha LM. As motivações para o consumo de insetos comestíveis: uma revisão sistemática Alimentos. Foods. 2022; 11: 3643.

(28) Arakaki, KK. Risco percebido e confiança como determinantes da intenção de consumo de insetos [tese]. Mato Grosso do Sul: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 2022.

(29) Lombardi A, Vecchio R, Borrello M, Caracciolo F, Cembalo L. Disposição para pagar por alimentos à base de insetos: o papel da informação e do transportador. Qualidade Alimentar. 2019:10.1016

(30) Trovet. Hypoallergenic (Insect) dog. Trovet. URL https://www.trovet.com/product/ hypoallergenic-insect-dog/. 2022.

(31) Barrett, M.; Chia, SY; Fischer, B.; Tomberlin, JK Considerações sobre bem-estar para a criação de moscas-soldado-negras, Hermetia Illucens (Diptera: Stratiomyidae): Um modelo para os insetos como indústria de alimentos e rações. J. Insects Food Feed. 2023; 9: 119–148

(32) Kortsmit, Y.; van der Bruggen, M.; van Loon, JJA Comportamento de duas espécies de moscas criadas para alimentação animal: otimização da produção e do bem-estar dos insetos. J. Insects Food Feed. 2023; 9: 149–169

(33) Pali-Schöll, I.; Binder, R.; Polesny, F.; Monsó, S. Insetos comestíveis — definindo lacunas de conhecimento em considerações biológicas e éticas da entomofagia. Crítica. Rev. Ciência dos alimentos. Nutr. 2019; 17: 2760–2771

(34) Voulgari-Kokota, A.; Bovenkerk, B. Insetos como Mini-Gado: Considerando o Bem-Estar dos Insetos na Produção de Ração. NJAS Impact Agric. Life Sci. 2023; 95:2191797

(35) Lima, M. C. D. de. Avaliação do perfil do tutor e percepções sobre a alimentação de cães no estado da Paraíba. BS thesis. 2022

(36) Sun-Waterhouse, D et al. Transforming insect biomass into consumer wellness foods: A review. Food Research International, [s. l.], 2016; 89:129.

(37) Liu, C; Zhao, J. Insects as a Novel Food. [s.l.] : Elsevier, 2018.

**Capítulo 109**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-109**

# INFLUÊNCIA DO TAMANHO E APLICAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA MATURAÇÃO DA BANANA NANICA (*MUSA SPP.*)

**João Paulo ZAGONEL*; Mariza Cunha de LIMA; Mayana Dutra SAMURIO; Bruno Spindola MONDINI; Nathaly Calister MORETTO; Vinicius Nelson Barboza de SOUZA; Silvia Maria MARTELLI.**

**João Paulo Zagonel – Email: joaopaulozagonel15@gmail.com*

**Resumo:**

O Brasil é o terceiro maior produtor global de frutas, com uma produção anual superior a 40 milhões de toneladas, mas menos de 3% desse volume é exportado, refletindo um consumo interno significativo e perdas pós-colheita. A rápida deterioração das bananas, uma fruta climatérica sensível à temperatura, é causada por processos metabólicos e práticas inadequadas durante a colheita, transporte e armazenamento. Este estudo visa avaliar o efeito da emulsão de óleos essenciais de cravo-da-índia, limão siciliano e tangerina cravo (0,5%), na conservação de bananas nanicas de diferentes tamanhos armazenadas a aproximadamente 22°C. As bananas foram divididas em duas classes, pequenas e grandes e foram tratadas com a emulsão de OEs e armazenadas por 10 dias. As análises mostraram que as bananas pequenas amadureceram de forma mais lenta, enquanto as grandes amadureceram mais rapidamente. Isso se deve à maior disponibilidade de substrato nas bananas grandes, que acelera a taxa de respiração e a produção de etileno, acelerando o amadurecimento. As bananas menores, revestidas ou não preservaram melhor a qualidade durante o armazenamento. Em conclusão, bananas grandes têm um índice de maturação mais elevado, indicando uma vida útil mais curta em comparação com as menores, que se beneficiam de maior conservação.

**Palavras–chave:** banana nanica; maturação; óleos essenciais; pós-colheita

## INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como um dos principais produtores mundiais de banana, uma das frutas mais consumidas no país. Embora a produção anual seja expressiva, uma parte significativa da colheita é perdida antes de chegar ao consumidor, principalmente devido a problemas de armazenamento e à ação de organismos prejudiciais na fase pós-colheita. A rápida deterioração das bananas, causada por processos metabólicos naturais e por práticas inadequadas durante a colheita, transporte e armazenamento, compromete a qualidade do fruto e limita seu potencial no mercado, tanto internamente quanto nas exportações. Dessa forma, a adoção de técnicas pós-colheita é fundamental para prolongar a vida útil das bananas e assegurar a qualidade do produto até o consumo final (1, 2, 3, 4).

Desse modo, faz-se necessário adotar precauções especiais para conservar as bananas, que são frutas climatéricas e altamente sensíveis à temperatura. Devido a essa sensibilidade, as perdas podem ser significativas se as frutas não receberem o tratamento adequado após a colheita. Assim, a banana tem uma durabilidade limitada, tornando-se mais propensa a perdas em termos de quantidade e qualidade durante o armazenamento e vendas (5, 6).

Para prolongar a vida útil da banana, diversas técnicas são empregadas, como a aplicação de revestimentos. Formados por materiais atóxicos, esses revestimentos podem aumentar a durabilidade das frutas apresentando atividade antimicrobiana e antifúngica. Além de ser atóxica, biocompatível e biodegradável, podem ser amplamente utilizados na preservação pós-colheita, reduzindo a perda de água, a respiração e a degradação de nutrientes (6). Entre as doenças que mais prejudicam a colheita e pós colheita está a antracnose que afeta diversas culturas como mamão, banana, manga, entre outras plantas, causada por diferentes espécies de fungos. Causando prejuízos econômicos e retardando o desenvolvimento da indústria, devido às grandes perdas provocadas pelos fitopatógenos (7, 8).

O eugenol, principal composto do óleo essencial do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), compromete a integridade da membrana celular dos fungos ao interagir com os fosfolipídios da membrana. Essa desestruturação leva à morte celular e à inibição da síntese de biomoléculas essenciais, como proteínas e ácidos nucleicos, prejudicando os processos metabólicos vitais para a sobrevivência do fungo (9, 10).

Já o óleo essencial de limão siciliano (*Citrus limon*) possui compostos como limoneno, β-pineno e γ-terpineno, que conferem propriedades antifúngicas, além da sua ação antioxidante (11). Por sua vez, o óleo essencial de tangerina cravo (*Citrus reticulata v. tangerine*), rico em limoneno e outros terpenos, apresenta propriedades antifúngicas significativas e também apresenta ação antioxidante (11,12).

Em todos esses casos, os componentes dos óleos essenciais descritos desempenham um papel crucial na desestruturação da membrana celular dos microrganismos, resultando em sua desestabilização, aumento da permeabilidade e consequente morte celular. Além disso, a ação antioxidante dos óleos essenciais contribui para a preservação de alimentos, retardando o amadurecimento, reduzindo perdas pós-colheita e garantindo a qualidade durante o armazenamento (13).

Considerando o exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de uma emulsão composta por óleos essenciais de cravo da índia, limão siciliano e tangerina cravo (0,5%), na conservação de bananas nanicas (*Musa spp*.) de diferentes tamanhos, armazenadas por 10 dias a 22 ºC. Foram analisados pH, Brix, acidez titulável, perda de massa e aparência. Os resultados visam beneficiar a indústria alimentícia, permitindo melhores condições de transporte e armazenamento, ampliando a disponibilidade de bananas e reduzindo desperdícios.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1.1 Preparo dos tratamentos

Para realização dos experimentos, as bananas foram adquiridas de uma propriedade rural (Fazenda Raio de Sol) com as seguintes coordenadas 21°39'00.6"S 55°14'29.9"W localizado na cidade de Maracaju-MS no mês de Fevereiro do ano de 2024. As bananas foram selecionadas quanto a homogeneidade do tamanho (grandes e pequenas) formato e grau de maturação. Para a elaboração da emulsão foram utilizados os óleos essenciais de cravo da índia + limão sciliano + tangerina cravo (1:1:1 - 0,5% v/v) da marca Ferquimica e tween 80 (0,25% v/v) da marca Synth como emulsificante. Foram realizados quatro tratamentos, sendo esses: Amostra controle, frutos Pequenos não revestidos (CT P); Amostra controle, frutos Grandes não revestidos (CT G); Frutos Pequenos revestidos com emulsão de OE (OE P) e Frutos Grandes revestidos com emulsão de OE (OE G).As análises físicas e químicas foram realizadas periodicamente durante 10 dias. Durante todo o experimento, os frutos foram armazenados sob refrigeração (~22°C).

### 1.2 Caracterização das bananas

**Análise visual**

No decorrer do experimento foram coletados registros fotográficos a fim de se realizar a avaliação visual das frutas, coletadas após 0, 3, 6, 8 e 10 dias de armazenamento a 22°C. As imagens obtidas foram classificadas em uma sub escala subjetiva de notas segundo o índice de maturação definido por Von Leesecke que classifica os frutos em 7 categorias.

**Figura 2**. Subclasse de homogeneidade de maturação feita a partir do índice de maturação definido por Von Loesecke (14).




1. Totalmente Verde
2. Verde com traços amarelos
3. Mais verde do que amarelo
4. Mais amarelo do que verde
5. Amarelo com a ponta verde
6. Amarelo
7. Amarelo com áreas marrons

Fonte: Autores, 2024.

A Figura 2 demonstra a subclasse de homogeneidade de maturação feita a partir do índice de maturação definido por Von Loesecke. Este índice é utilizado para categorizar os frutos em diferentes estágios de maturação, permitindo uma análise mais precisa da uniformidade do amadurecimento entre os lotes estudados.

**Perda de massa**

Para a perda de massa das bananas, foram realizadas pesagens periodicamente em balança analítica Ohaus® (PA214CP). O valor da perda de massa foi calculado em percentual de acordo com a equação 1:

Perda de massa (%): $PM = \frac{Mo - Mf}{Mo} * 100$ **(1)**

Onde: $M_o$= Peso inicial da amostra (g); $M_f$= Peso final da amostra (g).

**Potencial hidrogeniônico (pH)**

O pH foi obtido pelo uso do pHmetro digital (PH-2000 - Instrutherm), sendo calibrado com soluções padrão de pH 4, 7 e 10. As análises foram realizadas em triplicata.

**Acidez titulável**

A acidez total titulável foi determinada pelo método de titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N e calculada de acordo com a Equação 2:

ATT : $\frac{g\ ácido\ málico}{100g\ amostra} = \frac{V.N.fac.100}{P.100}$ **(2)**

Onde: ATT= Acidez Titulável; Pm= Peso molecular do ácido predominante (Ác. Málico); N= Número de mols (0,1); V= Volume gasto de NaOH (mL).

**Sólidos solúveis (Brix)**

A polpa foi triturada e fez-se então a refratometria utilizando o refratômetro, conforme Instituto Adolf Lutz (2008) e os resultados foram expressos em ºBrix (15).

**Análises estatísticas**

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente, e as diferenças entre as médias foram avaliadas por meio do teste de comparação de médias de Tukey, adotando um nível de significância de 5% ($p<0,05$).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Análise visual**

A uniformidade da coloração e a ausência de danos físicos nas bananas são características importantes para os consumidores. Estudos destacam que a aparência visual é determinante na seleção de frutas pelos consumidores e pode influenciar na decisão de compra (16).

Na casca da banana, a coloração indica um estágio adequado de maturação e qualidade. Bananas com coloração uniforme são geralmente associadas a frutas de boa qualidade e sabor. Além disso, a ausência de danos físicos, como amassados, cortes ou arranhões, é um indicador de frescor e integridade do produto, assim como a quantidade de bananas no cacho, textura, aroma, tamanho e outros aspectos (17).

A Tabela 1 mostra que os frutos menores, independentemente de estarem revestidos ou não, apresentaram uma maturação mais lenta em comparação com os frutos maiores, o que provavelmente se deve à menor disponibilidade de nutrientes.

Além disso, Henz *et al*., (2007) afirma que o aumento do tamanho de algumas partes das plantas tornam frutos, folhas e caules mais suscetíveis ao ataque de pragas e doenças (18). Assim, neste estudo foi possível observar que frutos maiores, revestidos ou não com a emulsão de OE, tiveram uma maturação mais rápida e maior ataque por microrganismos quando comparado aos frutos menores.

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o desenvolvimento de certos fungos pós-colheita em frutos é causado principalmente pelo fungo *Collectotrichum gloeosporioides*, sendo a antracnose a principal a principal doença apresentando resistência aos fungicidas convencionais (19).

De modo geral, os microrganismos precisam dos açúcares que vão se formando quando o amido é convertido em açúcares simples causando aumento no teor de sólidos solúveis ao longo do processo de amadurecimento da banana (20). Por isso, quanto maior a quantidade de açúcares, maior a chance de crescimento microbiano. Neste sentido, a comercialização do produto é afetada diretamente pela aparência do fruto, que é essencial no momento da compra. Assim, injúrias na casca são pouco toleradas, o que representa um grande desafio considerando a alta sensibilidade do fruto (21).

**Tabela 1.** Imagens coletadas a fim de avaliar a aparência visual das frutas durante 10 dias de armazenamento a 22 ºC.

| Armazenamento | **CT P** | **CT G** | **OE P** | **OE G** |
|---|---|---|---|---|
| **Dia 0** | | | | |




CT P: Amostra controle, frutos Pequenos não revestidos; CT G: Amostra controle, frutos Grandes não revestidos; OE P: Frutos Pequenos revestidos com emulsão de OE e OE G: Frutos Grandes revestidos com emulsão de OE.

Neste estudo, observou-se que, de maneira geral, os frutos menores, independentemente de estarem revestidos ou não, apresentaram menos injúrias na casca e menor porcentagem na classificação de acordo com a subclasse de maturação definida pelo índice de Von Loesecke. Esses resultados indicam que os frutos menores são melhores candidatos para comercialização, considerando os aspectos de aparência, homogeneidade da cor da casca e ataque por fitopatógenos.

**Perda de massa**

A perda de massa dos frutos é uma variável crucial que está diretamente associada à qualidade dos mesmos, a qual resulta da transpiração e respiração dos frutos (22). Esta deve-se principalmente pelo processo de transpiração, causado pela diferença de pressão de vapor entre o fruto e o ambiente (22). A perda de água pela transpiração leva ao murchamento e amolecimento dos tecidos, tornando os frutos mais suscetíveis à deterioração, além de afetar seu sabor, aparência e suscetibilidade a microorganismos, que de modo geral pode aumentar a respiração do fruto e consequentemente, a perda de umidade e deterioração do fruto (21).

A Tabela 2 demonstra que a perda de massa aumenta progressivamente ao longo do tempo, com valores iniciais mais baixos e um aumento significativo nos dias finais. Estratificando os tratamentos no mesmo dia (indicados pelas letras maiusculas), observamos que, no dia 3, a perda de massa varia entre 5,94% e 6,54%. O tratamento OE P foi o único que apresentou uma perda de massa significativamente diferente dos demais tratamentos (CT P, CT G e OE G), que por sua vez, não diferem entre si. No dia 6, a perda de massa aumenta, variando entre 9,76% e 11,19%. Nesse ponto, as diferenças entre os tratamentos se tornam mais evidentes, com apenas CT G e OE G não apresentando diferenças significativas entre si.

**Tabela 2.** Perda de massa dos frutos durante 10 dias de armazenamento.

| PERDA DE MASSA (%) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Dias** | **CT P** | **CT G** | **OEP** | **OEG** |
| 3 | 5,94 $^{Bd}$ | 6,11 $^{Bd}$ | 6,54 $^{Ad}$ | 5,92 $^{Bd}$ |
| 6 | 9,76 $^{Cc}$ | 10,59 $^{Bc}$ | 11,19 $^{Ac}$ | 10,42 $^{Bc}$ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 8 | 12,81 $^{Db}$ | 14,31 $^{Ab}$ | 14,15 $^{Bb}$ | 13,13 $^{Cb}$ |
| 10 | 15,00 $^{Ba}$ | 16,17 $^{Aa}$ | 16,39 $^{Aa}$ | 15,36 $^{Ba}$ |

CT P: Amostra controle, frutos Pequenos não revestidos; CT G: Amostra controle, frutos Grandes não revestidos; OE P: Frutos Pequenos revestidos com emulsão de OE; OE G: Frutos Grandes revestidos com emulsão de OE.***** Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ** Letras maiusculas comparam médias na horizontal (entre tratamentos em um mesmo dia), enquanto letras minúsculas comparam médias na vertical (entre os dias em um mesmo tratamento). Os dados são apresentados como média com seu desvio padrão (±).

No dia 8, a perda de massa continua a crescer, com variações de 12,81% a 14,31%. No dia 10, a perda de massa atinge seu valor máximo, variando entre 15,00% e 16,39%. Onde os tratamentos CT P e OE G não diferiram significativamente entre si, mas foram diferentes dos tratamentos CT G e OE P, que também não apresentaram diferenças entre si.

Em relação à comparação do mesmo tratamento ao longo dos diferentes dias de armazenamento (indicados pelas letras minúsculas), todos os tratamentos mostraram uma perda de massa crescente ao longo do tempo, com diferenças entre todos os dias. De modo geral, as diferenças entre os tratamentos se tornam mais evidentes a partir do 8 dia de armazenamento, com diferenças significativas observadas no dia 10, onde os tratamentos OE G e CT G apresentam as maiores perdas de massa, provavelmente porque os frutos maiores possuem maior área superficial para que ocorra a transpiração.

Durante todo período de armazenamento, no segundo dia já foi possível notar a perda de massa dos frutos. Apesar dos tratamentos apresentarem uma perda de massa progressiva ao longo dos dias de armazenamento, isso provavelmente ocorreu devido à baixa capacidade de barreira à umidade apresentada pela emulsão quando seca na superfície das frutas, além da temperatura controlada e efeitos de patógenos, como as manchas pretas/marrons, também denominada como podridão negra das frutas maduras que são os primeiros sinais do surgimento da antracnose (23). Segundo Mannozzi e colaboradores (2017), essa perda é mais acentuada quando os frutos são armazenados em ambientes de alta temperatura ou baixa umidade, condições não controladas que intensificam a transpiração e aceleram a desidratação, condições favoráveis para desenvolvimento de microorganismos (24).

**Potencial hidrogeniônico**

Os resultados de pH apresentados na Tabela 3 mostram variações significativas ao longo do tempo entre os diferentes tratamentos.

**Tabela 3.** Valores de pH apresentados pelos frutos durante 10 dias de armazenamento.

| | pH | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Dias** | **CT P** | **CT G** | **OEP** | **OEG** |
| 0 | 6,64 $^{Aa}$ | 6,53 $^{Aa}$ | 6,64 $^{Aa}$ | 6,53 $^{Aa}$ |
| 3 | 6,02 $^{Ad}$ | 6,02 $^{Ac}$ | 6,00 $^{ABc}$ | 5,99 $^{Ac}$ |
| 6 | 5,63 $^{Ae}$ | 5,63 $^{Ad}$ | 5,56 $^{Bd}$ | 5,48 $^{Cd}$ |
| 8 | 6,09 $^{Bc}$ | 6,05 $^{Bc}$ | 6,33 $^{Ab}$ | 6,15 $^{ABb}$ |
| 10 | 6,24 $^{Cb}$ | 6,37 $^{Bb}$ | 6,58 $^{Aa}$1 | 6,60 $^{Aa}$ |

CT P: Amostra controle, frutos Pequenos não revestidos; CT G: Amostra controle, frutos Grandes não revestidos; OE P: Frutos Pequenos revestidos com emulsão de OE; OE G: Frutos Grandes revestidos com emulsão de OE.***** Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ** Letras maiusculas comparam médias na horizontal (entre tratamentos em um mesmo dia), enquanto letras minúsculas comparam médias na vertical (entre os dias em um mesmo tratamento). Os dados são apresentados como média com seu desvio padrão (±).

No dia 0, o pH das bananas variou entre 6,53 e 6,64, indicando um nível de acidez relativamente baixo, típico de frutas frescas. Com o passar dos dias, observa-se uma tendência de diminuição do pH, com valores caindo para 5,63 no dia 6 e estabilizando-se entre 6,24 e 6,58 no dia 10, dependendo do tratamento. Essa variação no pH pode ser atribuída a processos fisiológicos que ocorrem durante a maturação das bananas, como a degradação de ácidos orgânicos e a produção de compostos voláteis. A diminuição do pH indica que a fruta está se tornando mais ácida, o que pode afetar tanto o sabor quanto a aceitação pelo consumidor.

De acordo com a Instrução Normativa nº37 publicada em 8 de outubro de 2018 pelo Governo Federal, o pH da polpa de banana deve se situar no valor mínimo de 4,1, condizente com o presente estudo que apresentou um pH mínimo de 5,48 (25).

Em estudo de Ribeiro *et al*., (2012) a banana caipira, em sistemas convencional e orgânico, apresentou os maiores valores de pH em 5,10 os valores de pH observados para a cultivar Prata-Anã ficaram em 4,54 o que difere dos resultados obtidos neste estudo onde os valores maiores de pH foram 6,64 (26). Entretanto, quanto mais próximo do valor de 4,1 mais maduro está o fruto, logo, no trabalho em questão observou-se um pH brevemente elevado, mantendo uma maturação relativamente lenta comparado aos da literatura.

O pH é um parâmetro crítico que influencia não apenas o sabor, mas também a textura e a vida útil das frutas. A queda no pH observada ao longo dos dias de avaliação sugere que as bananas estão passando por um processo de maturação, onde a acidez inicialmente aumenta, o que é desejável para o sabor, mas pode eventualmente levar à deterioração se não for controlado. A maturação das bananas é acompanhada por uma série de reações bioquímicas, que resultam na degradação de ácidos orgânicos, como o ácido cítrico e o ácido málico, que são predominantes em frutas.

Estudos mostram que a degradação desses ácidos durante a maturação pode levar a um aumento do pH, o que é consistente com os resultados observados na Tabela 3. Kader (2002) indica que a maturação de frutas, incluindo bananas, é frequentemente acompanhada por mudanças no pH que afetam a percepção de sabor e qualidade (27). Portanto, a manutenção de um pH adequado é crucial para a aceitação pelo consumidor. Bananas com pH muito alto podem ser percebidas como menos saborosas, enquanto um pH muito baixo pode indicar deterioração.

De acordo com Santos *et al*. (2009), a acidez das frutas é um fator determinante na aceitação do consumidor e tende a diminuir conforme seu estágio de maturação; contudo, em algumas frutas, esse teor pode aumentar (28). Além disso, a relação entre o pH e a perda de massa observada nos resultados pode indicar que a degradação da qualidade do fruto está interligada à acidez, uma vez que frutas que mantêm um pH mais estável tendem a ter melhor conservação e menor perda de massa. Viviani e Leal (2007) discutem que, durante o processo de maturação, ocorre um aumento no teor de açúcares simples, ácidos simples e orgânicos, e uma diminuição dos compostos fenólicos, o que acarreta redução de peso e aumento da acidez, além da liberação de compostos voláteis, fatores responsáveis pelo aroma e sabor, que são características fundamentais para a aceitação da fruta (29).

Os dados dos sólidos solúveis e acidez total titulável estão apresentados na Tabela 4. Os dados de °Brix indicam a concentração de sólidos solúveis, principalmente açúcares, em bananas ao longo de diferentes dias de armazenamento. O °Brix é um parâmetro importante

que reflete a doçura e a qualidade sensorial das frutas, sendo um indicador crucial para a aceitação do consumidor. A partir da Tabela 4 é possível notar que os valores de °Brix aumentam ao longo do tempo, especialmente nos primeiros dias de armazenamento. Nesse sentido, esse aumento é esperado, pois as bananas amadurecem e os amidos se convertem em açúcares, resultando em um fruto mais doce.

**Sólidos solúveis (ºBrix) e acidez titulável**

**Tabela 4.** Valores de ºBrix e Acidez titulável durante 10 dias de armazenamento.

| ºBRIX | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Dias** | **CT P** | **CT G** | **OE P** | **OE G** |
| 0 | 4,90 $^{Bd}$ | 5,14 $^{Ae}$ | 4,90 $^{Bd}$ | 5,14 $^{Ad}$ |
| 3 | 22,30 $^{Ac}$ | 22,15 $^{ABc}$ | 22,70 $^{Ab}$ | 21,55 $^{Bc}$ |
| 6 | 22,65 $^{Bbc}$ | 22,65 $^{Bb}$ | 23,60 $^{Aa}$ | 22,50 $^{Ba}$ |
| 8 | 23,15 $^{Ba}$ | 23,65 $^{Aa}$ | 22,15 $^{Cc}$ | 22,15 $^{Cb}$ |
| 10 | 22,70 $^{Abc}$ | 21,85 $^{BCd}$ | 22,20 $^{Bc}$ | 21,75 $^{Cc}$ |
| **ACIDEZ TITULÁVEL (g de ácido málico / 100 g de amostra)** | | | | |
| **Dias** | **CT P** | **CT G** | **OE P** | **OE G** |
| 0 | 0,3 $^{Bd}$ | 0,3 $^{Ae}$ | 0,3 $^{Bd}$ | 0,3 $^{Ad}$ |
| 3 | 0,7 $^{Ca}$ | 0,8 $^{Aa}$ | 0,7 $^{Ba}$ | 0,7 $^{BCa}$ |
| 6 | 0,7 $^{Aa}$ | 0,6 $^{Bb}$ | 0,5 $^{BCb}$ | 0,5 $^{Cb}$ |
| 8 | 0,4 $^{ABc}$ | 0,4 $^{ABc}$ | 0,5 $^{Ac}$ | 0,4 $^{Bc}$ |
| 10 | 0,5 $^{Ab}$ | 0,4 $^{Bd}$ | 0,4 $^{Ac}$ | 0,4 $^{Ac}$ |

***** Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ** Letras maiusculas comparam médias na horizontal (entre tratamentos em um mesmo dia), enquanto letras minúsculas comparam médias na vertical (entre os dias em um mesmo tratamento). Os dados são apresentados como média com seu desvio padrão (±).

Ribeiro *et al*. (2012) em seu estudo analisou e diferenciou os teores de açúcar redutores, não redutores e totais no sistema de cultivo orgânico e convencional, e constatou que esse teor de açúcares estando relacionado a hidrólise do amido a nível pós colheita é importante economicamente para comercialização dos produtos, sendo mais atrativo pelo paladar (26). Em contrapartida, quanto maior a quantidade de açúcares, maior o aumento da contaminação.

Os dados mostram variações significativas entre os diferentes tratamentos (CT P, CT G, OE P, OE G) ao longo dos dias. Por exemplo, no dia 3, o tratamento CT P apresenta um valor de 22,3 °Brix, enquanto o OE G apresenta 21,55 °Brix. Essas diferenças podem ser atribuídas a fatores como o tipo de tratamento aplicado, que pode influenciar a taxa de maturação e a conversão de amido em açúcar e o tamanho dos frutos. Para além disso, a média do teor de sólidos solúveis expresso em °Brix na tabela 4 foi em torno da média 22, assim como achados de Silva *et al*. (2018), e Moro (2016) (30, 31).

O aumento nos níveis de °Brix é um indicativo de que as bananas estão se tornando mais palatáveis e atraentes para os consumidores. Estudos anteriores indicam que frutas com maior teor de açúcar são geralmente preferidas, pois oferecem uma experiência gustativa mais

agradável. Sendo a doçura, um dos principais fatores que influenciam a aceitação do consumidor em frutas frescas (27).

Kader (2002) sugere que o controle das condições de armazenamento, como temperatura e umidade, pode afetar significativamente a taxa de maturação e consequentemente, os níveis de °Brix (27). Portanto, estratégias de manejo pós-colheita que visem otimizar o °Brix podem resultar em melhores vendas e satisfação do consumidor.

A acidez titulável é um parâmetro importante que mede a quantidade de ácidos presentes em uma amostra, refletindo a acidez geral do fruto. A acidez é um fator crítico que influencia o sabor, a qualidade e a aceitação do consumidor. Conforme expresso na tabela 4, a acidez diminui à medida que a fruta amadurece. Isso ocorre porque os ácidos orgânicos, como o ácido cítrico e o ácido málico, são metabolizados durante o processo de maturação, resultando em um aumento da doçura (°Brix) e uma diminuição da acidez (22).

Resultados semelhantes foram encontrados por Rinaldi e colaboradores (2010) que com exceção dos frutos da cultivar nanicão sob refrigeração, todos os demais tratamentos apresentaram aumento nos valores de acidez titulável inicial com posterior decréscimo (32). Botrel *et al*. (2001), que afirmam que a acidez de frutos de banana aumenta até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela, para depois decrescer, predominando o ácido málico (33). Esse decréscimo pode estar relacionado com um consumo de substâncias de reserva. O mesmo foi observado por Lucena *et al*., (2004) que verificaram um aumento na acidez em frutos de banana nanicão, com decréscimo no sexto dia de armazenamento, resultados condizentes com o presente estudo (34).

Viviani e Leal (2007) quando avaliaram bananas sob atmosfera modificada e colheram bananas ‘Prata’ no inverno apresentando uma acidez titulável (0,64%), porém, quando esta mesma cultivar foi colhida no verão, a acidez titulável foi bem menor (0,33%) (29). Além disso, Siddiq (2012) afirma que a relação SS/AT (média e desvio padrão) é usada como um indicador de qualidade e colheita, pois normalmente os teores de sólidos solúveis aumentam e a acidez diminui à medida que o fruto amadurece, condizente com os achados deste estudo (35).

A relação entre acidez e doçura é fundamental para a aceitação do consumidor. Frutas com um equilíbrio adequado entre acidez e açúcar tendem a ser mais apreciadas. Um aumento na doçura (°Brix) combinado com uma diminuição na acidez pode resultar em um sabor mais agradável e em uma melhor aceitação no mercado (27). O índice de maturação é uma medida que relaciona a doçura (°Brix) e a acidez, fornecendo uma visão geral do estado de maturação do fruto. Um índice de maturação mais alto geralmente indica que a fruta está mais madura e portanto, mais doce.

**Índice de Maturação**

**Tabela 5.** Valores de Índice de maturação apresentados durante 10 dias de armazenamento.

| ÍNDICE DE MATURAÇÃO (RATIO) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Dias** | **CT P** | **CT G** | **OE P** | **OE G** |
| 0 | 18,81 | 14,90 | 18,81 | 14,90 |
| 3 | 33,52 | 29,00 | 32,08 | 31,47 |
| 6 | 33,21 | 40,37 | 43,92 | 43,86 |
| 8 | 53,26 | 53,82 | 48,31 | 53,84 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 47,81 | 55,50 | 50,71 | 49,02 |

CT P: Amostra controle, frutos Pequenos não revestidos; CT G: Amostra controle, frutos Grandes não revestidos; OE P: Frutos Pequenos revestidos com emulsão de OE; OE G: Frutos Grandes revestidos com emulsão de OE.

Segundo os dados da Tabela 5, é possível notar um aumento significativo no índice de maturação ao longo dos dias. Por exemplo, no dia 0, o índice varia de 14,9 a 18,81, enquanto no dia 10, os valores variam de 49,02 a 55,50. Esse aumento é um indicativo de que as bananas estão se tornando mais maduras e doces ao longo do tempo. Picanço *et al*., apresentaram o ratio da banana cv. nanica que variou de 22,11 a 70,28 no estádio de maturação avançado da fruta, valores bem abaixo dos resultados encontrados neste estudo (36).

Assim como no °Brix, os diferentes tratamentos (CT P, CT G, OE P, OE G) apresentam variações no índice de maturação. Por exemplo, no dia 3, o tratamento CT P apresenta um índice de 33,52, enquanto o OE G apresenta 31,47. Essas diferenças podem ser atribuídas a como cada tratamento afeta a maturação e a conversão de açúcares e ácidos e os diferentes tamanhos dos frutos. Um índice de maturação elevado é desejável, pois indica que a fruta está em um estado ideal para consumo. A literatura sugere que um índice de maturação acima de um certo limite é preferido para a comercialização de frutas, pois está associado a uma melhor qualidade sensorial e aceitação do consumidor (27).

Assim, o monitoramento do índice de maturação é crucial para a indústria de frutas, pois permite que os produtores e comerciantes determinem o momento ideal para a colheita e a venda. Um índice de maturação adequado pode resultar em melhores vendas e maior satisfação do consumidor.

## CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de uma emulsão composta por óleos essenciais de cravo-da-índia, limão siciliano e tangerina cravo (0,5%) na conservação de bananas nanicas (*Musa spp.*) de diferentes tamanhos, armazenadas por 10 dias a 22 ºC. As bananas pequenas tratadas com a emulsão apresentaram menor perda de massa e melhor manutenção da acidez em comparação com o grupo controle, indicando que os óleos essenciais contribuíram para retardar o processo de maturação e deterioração. Além disso, as análises de pH e °Brix mostraram que as frutas pequenas tratadas mantiveram características organolépticas mais agradáveis, o que é crucial para a aceitação do consumidor.

Esses resultados corroboram a hipótese de que a aplicação de óleos essenciais pode ser uma estratégia eficaz para a conservação de frutas, especialmente em condições de armazenamento que favorecem a maturação acelerada e que frutos maiores tendem a amadurecer mais rápido devido a disponibilidade de nutrientes (açúcares) e ataques de patógenos. Para trabalhos futuros, sugere-se a investigação de diferentes concentrações de óleos essenciais e a avaliação de sua eficácia em outras variedades de frutas de diferentes tamanhos, bem como a análise de seus efeitos em condições de armazenamento variadas, como temperaturas mais baixas ou ambientes com diferentes níveis de umidade.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço sinceramente à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), a Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas (FACET) e a Faculdade de Engenharias (FAEN) pelo apoio contínuo fundamental na execução desta pesquisa e suporte financeiro. Seu apoio foi crucial para a execução e sucesso deste estudo.

## REFERÊNCIAS

[1] Kist BB. Anuário brasileiro de horti&fruti 2019. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz; 2018.

[2] Borges IV, Cavalcanti LS, Figueirêdo Neto A, Almeida JRGS, Rolim LA, Lima MAG. Aplicação de revestimento com extratos de jurema preta no controle de antracnose em frutos de manga. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. 2016;17(2):205 216.

[3] Perosa JMY, Pierre FC. Técnicas de pós-colheita e expansão da cultura da manga no estado de São Paulo. Rev Bras Frutic. 2002;24(2):381 384.

[4] Carvalho HA. Utilização da atmosfera modificada na conservação pós-colheita de goiaba Kumagai [(Doutorado em Ciência dos Alimentos]. Universidade Federal de Lavras; 1999.

[5] Mahajan P, Caleb OJ, Singh Z, Geyer CW. Postharvest treatments of fresh produce. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. 2014;372(2017): 20130309.

[6] Li J, Li Y, Dong H. Controlled release of herbicide acetochlor from clay/carboxylmethylcellulose gel formulations. Agricultural and Food Chemistry. 2008;56(4):1336 1342.

[7] Coelho AFS, Carvalho Dias MS, Rodrigues MLM, Leal PAM. Controle pós-colheita da antracnose da banana-prata ana tratada com fungicidas e mantida sob refrigeração. Ciência agrotec. 2010;34(4):1004 1008.

[8] Sharma P, Shehin VP, Kaur N, Vyas P. Application of edible coatings on fresh and minimally processed vegetables: a review. International Journal of Vegetable Science. 2019;25(3):295 314.

[9] Kaur K, Kaushal S, Rani R. Chemical Composition, Antioxidant and Antifungal Potential of Clove (Syzygium aromaticum) Essential Oil, its Major Compound and its Derivatives. Journal of Essential Oil Bearing Plants.2019;22(5):1195 1227.

[10] Rana IS, Rana AS, Rajak RC. Evaluation of antifungal activity in essential oil of the syzygium aromaticum (l.) by extraction, purification and analysis of its main component eugenol. Brazilian Journal of Microbiology. 2011;42(4):1269 1277.

[11] Oliveira EG, da Silva ME, Teles AM, Mouchrek AN. Atividade antioxidante e antimicrobiana das folhas e frutos de *Citrus limon L. Burn* (limão siciliano). Revista Cubana de Plantas Medicinales. 2018;23(4).

[12] Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Pérez-Álvarez J. Antifungal activity of lemon (*Citrus lemon L.*), mandarin (*Citrus reticulata L.*), grapefruit (*Citrus paradisi L.*) and orange (*Citrus sinensis L.*) essential oils. Food Control. 2018;19(12):1130 1138.

[13] Jayaprakasha GK, Negi PS, Sikder S, Mohanrao LJ, Sakariah KK. Antibacterial Activity of *Citrus reticulata* Peel Extracts. Zeitschrift für Naturforschung C. 2000;11(12):1030 1034.

[14] CEAGESP. Normas de classificação de Banana (*Musa spp.*). São Paulo; 2006.

[15] Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos; 2008.

[16] Maia VM, Salomão LCC, Siqueira RPDL, Mota Filho VJG, Cecon PR. Tipos e intensidades de danos mecânicos em bananas 'prata-anã' ao longo da cadeia de comercialização. Revista Brasileira de Fruticultura. 2008;30(2):365 370.

[17] Matsuura, F. C. A. U.; Folegatti, M. I. da S. Banana: Pós-Colheita. [S.l.], 2001.

[18] Henz G, Moretti C, Calbo A. Pós-colheita de Hortaliças; 2007.

[19] EMBRAPA. Manga para exportação: Procedimentos de colheita e pós-colheita. Série Publicações Técnicas FRUPEX. 1994:1 45.

[20] Maduwanthi S, Marapana R. Biochemical changes during ripening of banana: A review. International Journal of Food Science and Nutrition. 2017;2(5):166 169.

[21] Lemos EEP. A produção de anonáceas no Brasil. 2014;36:77 85.

[22] Chitarra MIF, Chitarra AB. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2nd ed. UFLA; 2005.

[23] Nababo A, Alam F, Hasnain A. Mango kernel starch as a novel edible coating for enhancing shelf- life of tomato (Solanum lycopersicum) fruit. Int J Biol Macromol. 2017;103:581 586.

[24] Mannozzi C, Cecchini J, Tylewicz U, Siroli L, Patrignani F, Lanciotti R, *et al*. Study on the efficacy of edible coatings on quality of blueberry fruits during shelf-life. LWT - Food Science and Technology. 2017;85:440 444.

[25] Brasil. Instrução Normativa n. 37, de 08 de outubro de 2018. Continuação, Anexo II, Parâmetros analíticos e quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta. 2018.

[26] Ribeiro LR, Oliveira LMD, Silva SDOE, Borges AL. Caracterização física e química de bananas produzidas em sistemas de cultivo convencional e orgânico. Rev Bras Frutic. 2012;34(3):774 782.

[27] Kader A. Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California, Agriculture and Natural Resources; 2002.

[28] Santos SB, Silva SO, Amorim EP. Determinação do ponto ideal de consumo de banana cultivar-FHIA-21. In: 50 Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas. Guarapari; 2009.

[29] Viviani L, Leal P. Qualidade pós-colheita de banana Prata Anã armazenada sob diferentes condições. Revista Brasileira de Fruticultura. 2007;29:465 470.

[30] Silva MTNL, Santos APD, Soares AEA, Martins ER. Uso de óleos essenciais em pós-colheita de banana prata. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC. Maceió; 2018.

[31] Moro KIB. Desenvolvimento e caracterização de aguardente de frutas a base de polpa de banana (*Musa spp*.) e de suco de abacaxi (*Ananas comusus L. Merril*) [Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos]. Universidade Federal de Santa Maria; 2016.

[32] Rinaldi MM, Carmo NR, Sales RN. Conservação pós-colheita de banana nanicão e prata. Planaltina; 2010.

[33] Botrel N, Silva OF, Bittencourt AM. Procedimentos pós-colheita. In: Matsuura UFCA, Folegatti MI. Banana. Pós-Colheita. Brasília; 2001. p. 32 39.

[34] Lucena C, Feitosa H, Rosa R, Silva A. Avaliação de tratamentos alternativos na pós-colheita de banana cv.“Nanicão“. Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida. 2004;24(1):93 98.

[35] Siddiq M. Tropical and Subtropical Fruits: Postharvest Physiology, Processing and Packaging. WileyBlackwell Press; 2012.

[36] Picanço NFM, da Silva Arcas A, Faria R, de Moura Santana G, Arruda LC, Rosa JS, *et al*. Características físico–químicas de banana comercializada sob temperatura ambiente em Cuiabá-MT. In: Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos. Campinas: Anais; 2013.

**Capítulo 110**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-110**

# IOGURTES FUNCIONAIS E SEUS BENEFÍCIOS À SAÚDE:UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

**João Paulo Alves Marinho*;Krause Gonçalves Silveira Albuquerque ; Cássia Jesyele Maciel dos Anjos; Jefferson Renan Pinheiro Rodrigues; Arthur Giovanni Chinelate de Abreu; Lúcia Raquel Ramos Berger; Gerla Castello Branco Chinelate**

**Autor correspondente – Email: joaopauloeng.aliment@gmail.com*

**Resumo:** Este estudo teve como objetivo elaborar uma revisão sistemática de literatura sobre os benefícios à saúde do consumo regular de iogurte funcional. A pesquisa foi realizada de acordo com as bases de dados PubMed e SciELO, utilizando como descritores "functional yogurt", "probiotic yogurt" e "iogurte funcional", com foco em publicações entre 2019 e 2024. Após aplicar critérios de inclusão, como ensaios controlados randomizados e disponibilidade de texto completo, oito estudos foram selecionados para análise. Os resultados demonstram que o consumo de iogurte com adição de vitamina D e cálcio pode manter os níveis séricos de vitamina D e preservar o desempenho cognitivo em idosos. Além disso, iogurtes contendo probióticos, como *Lactobacillus rhamnosus* e *Lactobacillus plantarum*, demonstraram efeitos positivos na saúde bucal e no metabolismo da glicose, respectivamente. Outros iogurtes adicionados com curcumina, ácido clorogênico e *Bifidobacterium* demonstraram potencial para reduzir inflamações e melhorar a função endotelial. Concluiu-se assim que os iogurtes funcionais, especialmente aqueles enriquecidos com probióticos, vitaminas, minerais e bioativos, podem oferecer benefícios significativos à saúde.

**Palavras–chave:** Alimentos funcionais; Bioativos; Ensaios controlados; Microrganismos.

## INTRODUÇÃO

Iogurte é o produto cuja fermentação se realiza com cultivos protosimbióticos de *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*, aos quais se podem acompanhar, de forma complementar, outras bactérias

ácido-lácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final (1).

Um alimento pode ser considerado como funcional, se este demonstrar satisfatoriamente um ou mais efeitos benéficos sobre funções alvo no organismo do consumidor/paciente, além de um adequado efeito nutricional (2). Os alimentos funcionais podem ser divididos em dois grupos: o primeiro grupo se baseia nos benefícios oferecidos ao organismo em diferentes áreas, dentre elas: sistema gastrointestinal e cardiovascular, metabolismo de substratos, crescimento, desenvolvimento e diferenciação celular, antioxidantes e efeitos nas funções fisiológicas. Já o segundo grupo é baseado a partir de sua origem (animal ou vegetal) (3).

Em relação ao mercado de iogurte no Brasil, em levantamento feito entre os meses de outubro de 2020 e setembro de 2021, pela Kantar, a comercialização de iogurtes no Brasil totalizou 592 mil toneladas, volume 1,3% maior que o dos 12 meses anteriores. Ainda segundo dados da Kantar, o segmento movimentou R$ 6,6 bilhões, ou 13% a mais na mesma comparação (4). Em escala global, segundo dados da Mordor Intelligence, o consumo global de iogurte cresceu 14,15% entre 2017 e 2022, e tem um mercado estimado em US$ 105,61 bilhões em 2024 (5).

Sustentado pela necessidade do mercado, o desenvolvimento de alimentos funcionais está diretamente unido por três parâmetros: existe uma conscientização por parte dos consumidores sobre o papel positivo ligado a uma dieta com alimentos deste gênero; os órgãos reguladores estão cientes a respeito dos benefícios trazidos à saúde pública; em relação ao governo, este está ciente do potencial econômico adquirido por estes produtos (2).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sistemática de literatura acerca dos benefícios do consumo regular de iogurtes funcionais à saúde humana.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho trata-se de uma revisão sistemática de literatura sobre iogurtes funcionais e seus efeitos sobre a saúde. Para identificar os estudos, os seguintes descritores foram utilizados: “functional yogurt”, “probiotic yogurt” e “iogurte funcional” nas bases de dados eletrônicas PubMed e SciELO. O intervalo de tempo da publicação dos estudos compreendeu o ano de 2019 a 2024. A busca bibliográfica foi realizada entre Junho e Julho de 2024.

Para a inclusão dos artigos foi empregado a metodologia descrita por Ricarte *et al* (6) com adaptações, sendo empregados os seguintes critérios: (a) estudos que realizaram estudo clínico controlado randomizado; (b) artigos originais; (c) estudos com acesso aberto. A síntese dos artigos incluídos foi apresentada pela tabela 1 contendo as seguintes informações: identificação do estudo, título do estudo, referência (autores, ano de publicação), adição (se houver), população estudada (tabela 1).

## RESULTADOS

Ao todo foram encontrados 99 estudos, dos quais 18 foram excluídos devido a não possuírem ensaio controlado randomizado, 70 foram eliminados por não terem texto livre para leitura e o foco do estudo não ter sido o iogurte, dos 11 estudos restantes, 8 foram selecionados para compor esta revisão sistemática de literatura, conforme apresentado na tabela (1).

Tabela 1 – Descrição dos estudos sobre iogurtes funcionais e seus efeitos benéficos à saúde

| Estudo | Título | Referência | Adição | População Estudada |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Effects of Vitamin D and Calcium Fortified Yogurts on Gait, Cognitive Performances, and Serum 25-Hydroxyvitamin D Concentrations in Older Community-Dwelling Females: Results from the GAit, MEmory, Dietary and Vitamin D (GAME-D2) Randomized Controlled Trial | 7 | vitamina D e cálcio | Mulheres Idosas ( ≥ 65 anos) |
| 2 | Effect of bovine milk fermented with *Lactobacillus rhamnosus* L8020 on periodontal disease in individuals with intellectual disability: a randomized clinical trial | 8 | *Lactobacillus rhamnosus* | Indivíduos com deficiência intelectual (DI) |
| 3 | Endothelial Function is improved by Inducing Microbial Polyamine Production in the Gut: A Randomized Placebo-Controlled Trial | 9 | B. animalis subsp. lactis e Arginina | Não fumantes, idade de 30 a 65 anos e índice de massa corporal (IMC) acima de 30 |
| 4 | Bioactive Yoghurt Containing Curcumin and Chlorogenic Acid Reduces Inflammation in Postmenopausal Women | 10 | curcumina e ácido clorogênico | Mulheres com idade entre 45 e 65 anos com um IMC de 25–40, em menopausa por 12 meses consecutivos |
| 5 | Effects of 12-Week Ingestion of Yogurt Containing Lactobacillus plantarum OLL2712 on Glucose Metabolism and Chronic Inflammation in Prediabetic Adults: A Randomized Placebo-Controlled Trial | 11 | *Lactobacillus plantarum* | Adultos saudáveis entre 20 e 64 anos de idade |
| 6 | Intensified training in adolescent female athletes: a crossover study of Greek yogurt effects on indices of recovery | 12 | - | Atletas adolescentes femininas |
| 7 | Yogurt improves insulin resistance and liver fat in obese women with nonalcoholic fatty liver disease and metabolic syndrome: a randomized controlled trial | 13 | - | Mulheres obesas com idades entre 36-66 anos com DHGNA e SM |
| 8 | Effects of Icelandic yogurt consumption and resistance training in healthy untrained older males | 14 | - | Homens idosos saudáveis não treinados com idade entre 62 e 72. |

**Fonte:** Autores (2024).

**Estudo 1: Iogurte fortificado com Vitamina D e Cálcio (7)**

O estudo foi um ensaio clínico randomizado, controlado e unicêntrico, conduzido com 40 mulheres idosas (≥65 anos). As participantes foram divididas em dois grupos: um grupo de intervenção que consumiu iogurtes fortificados com vitamina D e cálcio diariamente por três meses, e um grupo controle que consumiu iogurtes não fortificados com menor quantidade de cálcio e sem suplementação de vitamina D. Parâmetros de marcha, força de preensão manual, desempenho cognitivo e níveis séricos de 25−hidroxivitamina D foram avaliados no início do estudo e após três meses. Com o objetivo de examinar os efeitos dos iogurtes fortificados com vitamina D e cálcio sobre idosas.

O grupo de intervenção manteve seus níveis de desempenho cognitivo global e concentrações séricas de 25(OH)D, enquanto o grupo controle apresentou redução nesses indicadores. Houve diferenças significativas entre os grupos na variação do escore MMSE ($p = 0,022$) e nas concentrações séricas de 25(OH)D ($p \leq 0,001$), com melhores resultados no grupo de intervenção. Não houve mudanças significativas nos parâmetros de marcha (movimento humano) ($p \geq 0,518$) e na força de preensão manual ($p \geq 0,600$).

Os autores concluíram que o consumo de iogurtes enriquecidos com vitamina D e cálcio contribui para a manutenção do desempenho cognitivo e dos níveis de vitamina D em mulheres idosas, embora não tenha gerado impactos relevantes nos índices de marcha. Isso indica que a fortificação alimentar pode ajudar a prevenir problemas extra-esqueléticos associados à deficiência de vitamina D, sem efeitos notáveis sobre o desempenho físico, avaliado por marcha e força muscular.

**Estudo 2: Iogurte Adicionado de *Lactobacillus Rhamnosus* (8)**

O estudo foi um ensaio clínico randomizado, duplo-cego, placebo como controle, que avaliou o efeito do leite bovino fermentado com *Lactobacillus rhamnosus* sobre a doença periodontal em indivíduos com deficiência intelectual (DI). Vinte e três pacientes com DI foram divididos aleatoriamente em dois grupos: grupo de teste (iogurte adicionado com *L. Rhamnosus*) e grupo placebo. Os participantes consumiram 80 g de iogurte diariamente por 90 dias, com avaliações feitas antes do início do consumo, após 45 e 90 dias, e 30 dias após o término do consumo. As medidas avaliadas incluíram o índice papilar-marginal-aderido (PMA), índice gengival (GI) e profundidade de sondagem (PD).

Os resultados mostraram que o grupo que consumiu o iogurte adicionado de *L. Rhamnosus* teve uma redução significativamente maior no índice PMA em comparação ao grupo placebo. Houve também uma tendência de maior redução no GI e na PD no grupo de teste em comparação ao grupo placebo, indicando uma melhora nos parâmetros periodontais nos indivíduos que consumiram o iogurte com *L. Rhamnosus*.

Os autores concluíram que o consumo regular de iogurte adicionado de *L. Rhamnosus* pode reduzir o risco de doença periodontal em indivíduos com deficiência intelectual (DI), sugerindo uma intervenção eficaz e viável para melhorar a saúde bucal nessa população.

**Estudo 3: Iogurte adicionado de *Bifidobacterium* e Arginina (9)**

Foi realizado um estudo randomizado, duplo-cego, com o controle sendo um placebo. O estudo contou com 44 participantes com índice de massa corporal (IMC) próximo de 25. Os participantes foram divididos em dois grupos: um grupo recebeu iogurte contendo Bifal e Arg por 12 semanas, enquanto o grupo controle recebeu iogurte placebo. A principal medida de desfecho foi o índice de hiperemia reativa (RHI), avaliado utilizando a tecnologia EndoPAT, que mede a função endotelial. Além disso, foram coletadas amostras de sangue e fezes para análise de biomarcadores e poliaminas.

O grupo que consumiu iogurte contendo Bifal e Arg mostrou uma melhora significativa na função endotelial, com aumento do RHI em comparação ao grupo placebo. Além disso, houve um aumento significativo nas concentrações de putrescina e espermidina nas fezes e no soro do grupo Bifal + Arg em comparação com o grupo placebo.

Os autores concluíram que a ingestão de iogurte contendo *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* e arginina pode melhorar a função endotelial, sugerindo um potencial efeito protetor contra o desenvolvimento da aterosclerose em indivíduos saudáveis. Este efeito parece estar relacionado ao aumento na produção de poliaminas pelo microbioma intestinal.

**Estudo 4: Iogurte adicionado de curcumina e ácido clorogênico (10)**

O estudo foi um ensaio clínico randomizado, duplo-cego, placebo-controlado e cruzado, com 16 mulheres pós-menopáusicas, saudáveis, com idade entre 45 e 65 anos e IMC de 25–40 kg/m². As participantes consumiram 125 g de iogurte bioativo contendo curcumina e ácido clorogênico ou um iogurte placebo, em duas visitas separadas por um período de washout de pelo menos uma semana. Amostras de sangue foram coletadas antes do consumo do iogurte e em vários intervalos pós-prandiais (30 min, 1, 2, 3 e 4 horas) para medir marcadores inflamatórios (TNFα e IL6) e metabólicos (triglicerídeos, insulina e glicose).

O consumo do iogurte bioativo resultou em uma redução significativa do TNFα plasmático quando comparado ao placebo, tanto nos valores pós-prandiais em relação ao início do estudo quanto na concentração máxima (Cmax) de TNFα. No entanto, não foram observadas diferenças significativas nos níveis de IL6 entre os grupos. Em relação aos marcadores metabólicos, ambos os iogurtes levaram a aumentos significativos nos triglicerídeos plasmáticos em comparação com os valores iniciais, mas sem diferença significativa entre o iogurte bioativo e o placebo. Também não houve diferenças significativas nos níveis de glicose e insulina entre os grupos.

Os autores concluíram que o consumo regular de iogurte bioativo, enriquecido com curcumina e ácido clorogênico, demonstrou potencial para reduzir mediadores inflamatórios, especificamente o TNFα, em mulheres pós-menopáusicas com sobrepeso ou obesidade. No entanto, não foram observados efeitos significativos nos marcadores metabólicos avaliados.

**Estudo 5: Iogurte adicionado com *Lactobacillus plantarum* (11)**

O estudo foi um ensaio clínico randomizado, duplo-cego, como controle foi utilizado um placebo. A pesquisa incluiu adultos saudáveis com níveis de glicemia em jejum de 100-125 mg/dL e HbA1c de 5,6-6,0%. Os participantes foram alocados aleatoriamente para receber iogurte contendo *Lactobacillus plantarum* ou placebo, consumindo 112 g diariamente por 12 semanas. O objetivo foi avaliar mudanças em HbA1c, glicemia em jejum, e outros parâmetros metabólicos. A adesão foi monitorada por diários alimentares e visitas clínicas.

O estudo investigou o impacto do consumo, da inserção na dieta do iogurte contendo *Lactobacillus plantarum* na redução dos níveis de HbA1c e na inflamação crônica em participantes pré-diabéticos. Foram divididos em dois grupos: um recebeu o iogurte contendo *Lactobacillus plantarum* e o outro um placebo. Após 12 semanas, ambos os grupos mostraram redução nos níveis de HbA1c, mas a diminuição foi significativamente maior no grupo que consumiram iogurte adicionado de *Lactobacillus plantarum*. Embora não tenha havido mudanças significativas nos níveis de glicose em jejum (FBG), o grupo do iogurte com adição de *Lactobacillus plantarum* apresentou menor aumento nos marcadores de resistência à insulina e inflamação. O estudo destaca que o iogurte com *Lactobacillus plantarum* tem potencial para melhorar o metabolismo da glicose e suprimir a inflamação crônica, sugerindo benefícios na prevenção do diabetes tipo 2.

Concluiu-se que a ingestão regular de iogurte com adição *Lactobacillus plantarum* reduziu os níveis de HbA1c em adultos pré-diabéticos. O mecanismo de ação das células *Lactobacillus plantarum* para controlar os níveis de glicose no sangue pode ser a prevenção do agravamento da inflamação crônica e resistência à insulina.

**Estudo 6: Iogurte Grego (12)**

Treze jogadoras adolescente participaram do estudo, onde receberam 3 porções/dia de IG (Iogurte grego) (~115 kcal, 17g de proteína, ~11,5 g de carboidratos) ou um controle de carboidrato isoenergético (CHO). , ~115 kcal, 0,04 g de proteína, ~28,6 g de carboidratos) durante 5 dias, em dois locais de treino diferente. O desempenho foi avaliado antes e depois de cada treinamento. Os parâmetros de Jejum matinal, creatina quinase (CK), fator de crescimento semelhante à insulina 1 (IGF-1), proteína C reativa (PCR), interleucina 6 (IL6), interleucina 10 (IL10) e fator de necrose tumoral α (TNFα ) foram medidos no plasma pré e pós-treinamento.

O treinamento levou a decréscimos no salto com contra-movimento ($p = 0,01$), salto em largura ($p = 0,04$) e capacidade aeróbica ($p = 0,006$), sem efeito do IG. Um aumento significativo na citocina anti-inflamatória IL10 foi observado do pré para o pós-treinamento em IG (+26% [$p = 0,008$]), mas não em CHO ($p = 0,89$). A PCR e a CK aumentaram (+65% [$p = 0,005$] e +119% [$p \leq 0,001$], respectivamente), enquanto o IGF-1 diminuiu (−34% [$p \leq 0,001$]) do pré para o pós-treinamento sem diferença entre as condições.

Os autores concluíram que o consumo de iogurte grego não ofereceu qualquer benefício adicional de recuperação no que diz respeito às medidas de desempenho e na atenuação do dano muscular induzido pelo exercício acima daquele alcançado com carboidratos com energia equivalente no grupo estudado. No entanto, o consumo regular de iogurte grego pode auxiliar na resposta anti-inflamatória aguda durante períodos de treinamento intensificado em atletas adolescentes.

**Estudo 7: Iogurte Convencional (13)**

Cem mulheres obesas com idade entre 36 e 66 anos, com DHGNA e síndrome metabólica (SM), foram aleatoriamente designadas para consumir 220 g/dia de iogurte convencional ou leite durante 24 semanas. No início e na semana 24, foram medidos índices antropométricos, glicose sérica, insulina, lipídios e citocinas em todos os participantes, além de gordura hepática e microbiota intestinal em 20 participantes selecionados aleatoriamente de cada grupo.

Quarenta e oito participantes do grupo de iogurte e 44 do grupo de leite completaram a intervenção. Em comparação com o leite, o iogurte reduziu significativamente a avaliação do modelo de homeostase da resistência à insulina, insulina em jejum, insulina 2h, alanina aminotransferase, lipídios intra-hepáticos e fração de gordura hepática . O iogurte também reduziu LPS sérico, fator de crescimento de fibroblastos 21, lipídios e biomarcadores de inflamação e estresse oxidativo, além de alterar a microbiota intestinal. A análise de mediação indicou que o iogurte pode melhorar a resistência à insulina ao reduzir lipídios séricos, inflamação, estresse oxidativo e LPS.

Os autores concluíram que a ingestão de iogurte foi mais eficaz do que o leite na melhoria da resistência à insulina e da gordura hepática em mulheres chinesas obesas com DHGNA e síndrome metabólica, possivelmente ao melhorar o metabolismo lipídico, reduzir a inflamação, o estresse oxidativo e o LPS, e alterar a composição da microbiota intestinal.

**Estudo 8: Iogurte Islandês (14)**

O estudo avaliou os efeitos do consumo de iogurte islandês, em homens idosos saudáveis, durante um programa de treinamento de resistência de 8 semanas. Trinta participantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos: um consumiu iogurte islandês após o treino, enquanto o outro recebeu placebo. O treinamento consistiu em sessões de resistência três vezes por semana, com medidas de massa magra, força muscular e fatores reguladores do músculo esquelético sendo avaliadas antes e após a intervenção. O estudo utilizou um design duplo-cego, placebo como controle.

Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos no início do estudo para qualquer variável. Contudo, ao final do estudo, o grupo que consumiu iogurte islandês apresentou aumentos significativos na ingestão total de energia e proteína, bem como melhorias na massa corporal (IMC), massa magra, e força muscular em comparação com o grupo placebo. Fatores reguladores do músculo esquelético, como IGF-1 e FST, também mostraram mudanças significativas favoráveis no grupo do iogurte islandês. O estudo não mediu diretamente a síntese e degradação de proteínas musculares, e a composição corporal foi avaliada por impedância bioelétrica, que é menos precisa que a absorciometria de raios-X de dupla energia.

Conclui-se que o consumo de iogurte islandês após o exercício resulta em ganhos aumentados de massa magra, força e alterações positivas nos fatores reguladores do músculo esquelético em homens idosos saudáveis e não treinados. Este efeito é particularmente importante para a população idosa, pois o aumento da massa magra e da força pode ajudar a prevenir a sarcopenia, reduzir o risco de quedas e promover a independência

## DISCUSSÃO

Os iogurtes sem adição de microrganismos, bioativos, minerais e afins, iogurtes mais "convencionais", também apresentaram propriedades funcionais interessantes. McKinlay *et. al.*(12) examinou o efeito do iogurte grego em jogadoras adolescentes e encontrou que, embora não houvesse melhorias significativas no desempenho físico, houve um aumento na resposta anti-inflamatória (IL10) após o consumo. Yang *et. al.*(13) demonstrou que o iogurte convencional foi mais eficaz que o leite na melhoria da resistência à insulina e na redução da gordura hepática em mulheres obesas com DHGNA e síndrome metabólica. Bagheri *et. al.*(14) demonstrou que o consumo de iogurte islandês após o exercício promoveu aumentos significativos na massa magra e na força muscular em homens idosos.

O estudo de Beauchet *et. al.*(7) demonstrou que o consumo de iogurte fortificado com vitamina D e cálcio pode ser eficaz na manutenção dos níveis séricos de vitamina D e no desempenho cognitivo em mulheres idosas. Outro ponto a ser abordado é que os níveis séricos normais de vitamina D promovem a absorção de 30% do cálcio dietético e mais de 60-80% em períodos de crescimento (infância e adolescência), devido à alta demanda de cálcio (15). Martini *et. al.*(16) ao analisar o consumo de vitamina D e Cálcio, avaliou que 89,5% (n=895) dos participantes apresentaram consumo de vitamina D abaixo da recomendação, 15µg diários, da mesma forma que 86,6% (n=866) dos participantes apresentaram consumo de cálcio inferior à recomendação, que é de 1.000mg diários, entre 20 e 59 anos, para ambos os sexos, sendo de 1.200mg diários para o sexo feminino a partir dos 50 anos de idade. O que aponta para uma ampliação de público potencialmente beneficiado pelo consumo deste iogurte.

Em relação a aplicação de microrganismos com propriedades probióticas nos iogurtes, os resultados obtidos foram satisfatórios e animadores no combate e prevenção de doenças. Yuki *et. al.*(8) destacam que os benefícios do consumo dos probióticos, como o *L. rhamnosus*, mostraram-se eficazes na melhora da saúde bucal, reduzindo indicadores de inflamação gengival e risco de doenças periodontais.

Matsumoto *et. al.*(9) abordaram a ingestão de iogurte contendo *Bifidobacterium animalis* e arginina, destacando seus efeitos positivos na função endotelial, um marcador importante da saúde cardiovascular. A melhora observada no índice de hiperemia reativa (RHI) sugere que esse tipo de iogurte pode ter um efeito protetor contra o desenvolvimento da aterosclerose, potencialmente através do aumento de poliaminas, que estão envolvidas em processos celulares. Toshimitsu *et. al.(11)* demonstrou que o iogurte contendo *Lactobacillus plantarum* pode reduzir os níveis de HbA1c e marcadores de inflamação crônica em adultos pré-diabéticos.

Ahmed Nasef *et. al.*(10) avaliaram que o consumo de iogurte bioativo enriquecido com curcumina e ácido clorogênico resultou em uma redução nos níveis de TNFα, um marcador inflamatório, em mulheres pós-menopáusicas com sobrepeso.

## CONCLUSÕES

Diante dos estudos apresentados nesta revisão, conclui-se que o consumo de iogurtes funcionais pode ser utilizado como parte de uma estratégia alimentar para a promoção da

saúde, indicando que o desenvolvimento de produtos com propriedades bioativas pode ser uma abordagem promissora para melhorar a saúde. No entanto, são necessários mais estudos para avaliar a longo prazo os efeitos desses alimentos na saúde, bem como para determinar as dosagens e combinações mais eficazes de ingredientes funcionais.

## REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Gabinete do Ministro. Instrução normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, n. 205, p. 4, 24 out. 2007.

2. Baldissera, A. C.; Betta, F. D.; Penna, A. L. B.; Lindner, J. D. D. Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas protéicas à base de soro de leite. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1497-1512, 2011. DOI: 10.5433/1679-0359.2011v32n4p1497

3. Henrique, V. A.; Nunes, C. R.; Azevedo, F. T.; Pereira, S. M. F.; Barbosa, J. B.; Talma, S. V. Alimentos funcionais: aspectos nutricionais na qualidade de vida [recurso eletrônico]. Aracaju: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe - IFS, 2018. 57 p. : il. Formato: e-book. ISBN 978-85-9591-055-3.
4. Valor Econômico. Alta dos custos de produção testa resiliência do iogurte. Disponível em: https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2022/01/10/alta-dos-custos-de-producao-testa-resiliencia-do-iogurte.ghtml. Acesso em: 12 Ago. 2024.

5. Mordor Intelligence. Yogurt Market. Disponível em: https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/yogurt-market. Acesso em: 12 Ago. 2024.

6. Ricarte, D. Y.; Júlio, B. L. a.; Zocateli, G. A. F.; Barreto, R. l. F.; Guimarães, M.; Ferreira, R. S.Guimarães, N. **S.** Análise sensorial de preparações com batata yacon: revisão sistemática. *HU Rev.*, Aracaju, v. 45, n. 4, p. 431-440, 2019. DOI: 10.34019/1982-8047.2019.v45.28419.

7. Beauchet O, Launay CP, Galery K, Vilcocq C, Dontot-Payen F, Rousseau B, Benoit V, Allali G. Effects of Vitamin D and Calcium Fortified Yogurts on Gait, Cognitive Performances, and Serum 25-Hydroxyvitamin D Concentrations in Older Community-Dwelling Females: Results from the GAit, MEmory, Dietary and Vitamin D (GAME-D2) Randomized Controlled Trial. Nutrients. 2019 Nov 26;11(12):2880. doi: 10.3390/nu11122880. PMID: 31779179; PMCID: PMC6950501.

8. Yuki O, Furutani C, Mizota Y, Wakita A, Mimura S, Kihara T, Ohara M, Okada Y, Okada M, Nikawa H. Effect of bovine milk fermented with Lactobacillus rhamnosus L8020 on periodontal disease in individuals with intellectual disability: a randomized clinical trial. J Appl Oral Sci. 2019 Jul 29;27:e20180564. doi: 10.1590/1678-7757-2018-0564. PMID: 31365710; PMCID: PMC6690713.

9. Matsumoto M, Kitada Y, Naito Y. Endothelial Function is improved by Inducing Microbial Polyamine Production in the Gut: A Randomized Placebo-Controlled Trial.

Nutrients. 2019 May 27;11(5):1188. doi: 10.3390/nu11051188. PMID: 31137855; PMCID: PMC6566626.

10. Ahmed Nasef N, Thota RN, Mutukumira AN, Rutherfurd-Markwick K, Dickens M, Gopal P, Singh H, Garg ML. Bioactive Yoghurt Containing Curcumin and Chlorogenic Acid Reduces Inflammation in Postmenopausal Women. Nutrients. 2022 Nov 2;14(21):4619. doi: 10.3390/nu14214619. PMID: 36364884; PMCID: PMC9657450.

11. Toshimitsu T, Gotou A, Sashihara T, Hachimura S, Shioya N, Suzuki S, Asami Y. Effects of 12-Week Ingestion of Yogurt Containing *Lactobacillus plantarum* OLL2712 on Glucose Metabolism and Chronic Inflammation in Prediabetic Adults: A Randomized Placebo-Controlled Trial. Nutrients. 2020 Jan 31;12(2):374. doi: 10.3390/nu12020374. PMID: 32023901; PMCID: PMC7071174.

12. McKinlay BJ, Wallace PJ, Olansky S, Woods S, Kurgan N, Roy BD, Josse AR, Falk B, Klentrou P. Intensified training in adolescent female athletes: a crossover study of Greek yogurt effects on indices of recovery. J Int Soc Sports Nutr. 2022 Mar 22;19(1):17-33. doi: 10.1080/15502783.2022.2044732. PMID: 35599913; PMCID: PMC9116412.

13. Yang, C.; Rennan, F.; Xue, Y.; Jiaxing, D.; Min, H.; Xiaoning, J.; Yong, L.; Paul, O. A.; Guanghui, G.; Ucheojor, O. J.; Xiuyu, P.; Cheng, W.; Chunlong, L.; Ying, L.; Changhao, S. Yogurt improves insulin resistance and liver fat in obese women with nonalcoholic fatty liver disease and metabolic syndrome: a randomized controlled trial. The American Journal of Clinical Nutrition, v. 109, n. 6, p. 1611-1619, jun. 2019. DOI: https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy358.

14. Bagheri R, Hooshmand Moghadam B, Candow DG, et al. Effects of Icelandic yogurt consumption and resistance training in healthy untrained older males. *British Journal of Nutrition*. 2022;127(9):1334-1342. doi:10.1017/S0007114521002166.

15. Holick MF. Resurrection of Vitamin D deficiency and rickets. J Clin Invest. 2006; 116:2062-72.

16. Martini, B. A.; Conde, S. R.; Adami, F. S.; Fassina, P. Cálcio e vitamina D em adultos atendidos em ambulatório de nutrição. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, v. 31, n. 1, p. 1-7, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.5020/18061230.2018.5429.

**Capítulo 111**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-111**

# SORO DE LEITE COMO MATERIAL DE PAREDE PARA MICROENCAPSULAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS: UMA REVISÃO

**Ana Thaís Campos de Oliveira[1]*; Vitória Silva de Sousa[2] ; Dilson Cristino da Costa Reis[1]; Ana Beatriz Cordeiro Queiroz[1]; Ícaro Gonçalves Azevedo Vinhal Borges[1]; Elisamar Rodrigues Magalhães[1]; Juliane Döering Gasparin Carvalho[3]**

*[1]Pós-Graduando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos - Universidade Federal do Ceará.*
*[2]Graduando em Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos - Universidade Federal do Ceará.*
*[3]Docente, Departamento de Engenharia de Alimentos - Universidade Federal do Ceará.*

**Ana Thaís Campos de Oliveira – Email: euthaiscampos.alimentos@gmail.com*

**Resumo:** A alimentação é um fator fundamental na vida das pessoas que, nos últimos anos, despertaram interesse em desenvolver hábitos alimentares mais saudáveis. Essas mudanças têm levado a inserção de alimentos contendo compostos bioativos como polifenóis e flavonoides na dieta, que podem favorecer o melhor funcionamento do organismo e contribuir para a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. Porém, essas substâncias bioativas são instáveis e há a necessidade da aplicação de técnicas para melhorar a sua biodisponibilidade. A microencapsulação é uma técnica bastante utilizada na proteção dos bioativos, e o soro de leite por suas propriedades emulsificantes e geleificantes pode ser um interessante material de parede nesse processo. Assim, este estudo teve como objetivo identificar, através da literatura científica, o potencial tecnológico do soro de leite como material para microencapsulação de compostos bioativos, analisando sua influência na estabilidade, eficiência de encapsulante e características físico-químicas. O soro de leite, sozinho ou combinado, mostrou ser um excelente material de parede, aumentando a eficiência da microencapsulação e gerando microcápsulas com boas propriedades físico-químicas, preservando a estabilidade oxidativa e térmica de biocompostos, aumentando o rendimento e reduzindo a atividade de água e higroscopicidade.

**Palavras–chave:** microcápsulas; coproduto lácteo; substâncias bioativas

## INTRODUÇÃO

A alimentação é um dos pilares fundamentais na vida dos seres humanos. O fenômeno de conscientização sobre a importância da ingestão de alimentos mais saudáveis contendo componentes que podem favorecer o melhor funcionamento do organismo, como os compostos bioativos, vem aumentando. Esses compostos podem prevenir o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, entre elas, a obesidade e diabetes, devido suas propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes dentre outras (1)(2). Diversos alimentos podem conter substâncias

bioativas, como uma grande variedade de frutas, legumes e grãos. Sua presença é afetada devido sua baixa estabilidade, principalmente em decorrência da variação na temperatura e pH ao longo das etapas de produção (1).

A microencapsulação é uma técnica já bastante estudada e aplicada na área de alimentos, cuja finalidade é aumentar a efetividade desses compostos, por formar uma barreira física entre o componente do núcleo e o meio externo. Assim, a técnica promove um empacotamento do material ativo na forma sólida, líquida ou gasosa, em um material encapsulante (3).

A escolha do material de parede é de extrema importância, pois influencia na eficiência da microencapsulação e na estabilidade da micropartícula. A natureza do material ativo também vai impactar na seleção desses encapsulantes, sendo os polissacarídeos e proteínas os materiais de parede mais frequentemente utilizados (4). Por seu elevado conteúdo proteico, o soro de leite é um material bastante estudado na microencapsulação.

O soro de leite é um coproduto da indústria de laticínios que corresponde a parte aquosa liberada durante a produção de queijos, chegando a reter cerca de 55 % dos nutrientes presentes no leite (5). Ele possui propriedades emulsificantes, geleificantes e contribui na formação de uma estrutura de membrana compacta, propriedades importantes e úteis na microencapsulação de bioativos (6). Todas essas características são decorrentes de sua constituição proteica, sendo composta de β-lactoglobulina, α-lactoalbumina e imunoglobulina (7).

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo identificar através da literatura científica, o potencial tecnológico do soro de leite como material para microencapsulação de compostos bioativos, compreendendo qual a sua influência na estabilidade, eficiência de encapsulação e características físico-químicas das microcápsulas formadas. As bases de dados consultadas foram: Sciencedirect, Scopus, scielo e pubmed.

## SORO DE LEITE: DEFINIÇÃO E APLICAÇÕES

No setor alimentício, a indústria de laticínios tem apresentado um expressivo crescimento nos últimos anos devido ao aumento da produção e consumo de produtos lácteos como o queijo, o que tem levado a uma considerável geração de soro de leite, o qual pode levar a preocupações ambientais se não utilizado e descartado corretamente (8).

Liberado durante a fabricação convencional de queijos, o soro de leite representa 85 a 90 % do volume de todo o leite que é utilizado na produção, chegando a reter cerca de 55 % dos nutrientes. É um líquido opaco de cor amarelo-esverdeado de aspecto turvo e sabor fresco, ligeiramente doce ou ácido. Possui uma composição complexa contendo os principais componentes: água (93%), lactose (4,8%), proteína (0,9%) e minerais (0,6%) com traços de gordura (0,5%) e ácido láctico (0,2%) (5).

Assim, devido a sua alta carga orgânica, demanda química de oxigênio (50–80 g $L^{-1}$) e alto volume produzido, o soro de leite pode ser um desafio do ponto de vista ecológico. Cerca de 90% desta matéria-prima não é aproveitada, ou seja, a cada 10 litros de leite, é produzido 1 kg de queijo e 9 litros de soro de leite, o qual constantemente não é aproveitado, o que gera um grande problema ambiental quando descartado de maneira incorreta (9). Estima-se que cerca de 10 bilhões de toneladas de soro de leite são produzidas por ano e somente 50% de todo esse volume é processado e transformado em produtos e reaproveitado (5).

Quando o soro de leite é processado, diversos produtos podem ser obtidos, como concentrados proteicos de soro, isolados de proteínas do soro e soro em pó (10). Além disso, a indústria de laticínios utiliza o soro como ingrediente de bebidas lácteas fermentadas ou não, ricota, mistura láctea, creme culinário, composto lácteo, dentre outros. Assim, alguns estudos têm buscado maneiras de aproveitar esse coproduto, visando principalmente o seu valor

biológico que pode agregar valor na produção de alimentos. O soro contém um proeminente valor nutricional com alto teor de cálcio, peptídeos bioativos e aminoácidos essenciais (11).

Dentre os aspectos tecnológicos, o soro destaca-se por apresentar propriedades de solubilidade, gelatinização, formação de espuma, tamponamento e emulsificação, por conta das proteínas que o compõem. As proteínas também liberam peptídeos bioativos para o organismo, através do processo digestivo, promovendo diversos efeitos benéficos para a saúde (12). Assim, há uma diversidade de formas de aproveitamento do soro de leite.

Zhao et. al. (6), afirmam que o soro de leite pode ser utilizado na produção de embalagens de alimentos, bem como emulsificante. Kononiuk e Karwowska (13) substituíram o conteúdo de nitrito por soro ácido em linguiças fermentadas, obtiveram melhoria na segurança alimentar do produto. Serdaroğlu (14) incorporou concentrações de soro em pó (2% ou 4%) em almôndegas preparadas com diferentes níveis de gordura de carne bovina (5%, 10%, 20%), o que melhorou as características de cozimento sem alterar as propriedades sensoriais das almôndegas. Zacometti et al. (5) mostraram que o soro pode ser utilizado na produção de bebidas fermentadas e doces cremosos, aumentando a viscosidade, firmeza e capacidade de ligação de água.

Toda essa versatilidade de aplicações do soro de leite se deve a sua composição, em especial as proteínas. A fração protéica contém, aproximadamente, 50% de β-lactoglobulina, 25% de α-lactoalbumina e 25% de outras frações proteicas, incluindo imunoglobulinas. Comparado com a caseína, o soro possui alguns aspectos superiores, principalmente na composição de aminoácidos sulfurados (metionina e cistina), além de apresentar alto conteúdo dos aminoácidos essenciais, especialmente lisina, treonina, triptofano, fenilalanina, tirosina e a presença da proteína superior lactalbumina (7). Segundo Silva Júnior et. al. (15), a quantidade de α-lactalbumina contida no soro de leite é mais elevada que a presente na clara do ovo.

A proteína de soro de leite é nutricionalmente completa, de fácil digestão e absorção. Os seus derivados como isolados, concentrados e hidrolisados, representam mais de um quinto do mercado global de ingredientes proteicos (16). Ela pode formar uma estrutura de membrana consistente durante a microencapsulação, acondicionando de maneira efetiva nutrientes essenciais e protegendo os ingredientes ativos (6). O isolado tem mais de 90% de proteína, principalmente β-lactoglobulina. Graças à sua atividade anfifílica, biológica e emulsificante, o uso do isolado protéico de soro gera emulsões e sua combinação com técnicas de secagem promovem uma melhor proteção dos compostos bioativos encapsulados (17). O concentrado de proteína de soro de leite contém grupos hidrofílicos e hidrofóbicos que manifestam boas propriedades de gelificação e ligação com várias substâncias bioativas aumentando sua estabilidade, como a antocianina, curcumina e β-caroteno (18).

Dessa forma, por suas propriedades de emulsificação, gelificação e formação de filme, o soro de leite é considerado um excelente material de parede no processo de microencapsulação (5).

## MICROENCAPSULAÇÃO: FUNDAMENTOS E TÉCNICAS

A microencapsulação é uma técnica promissora e tem sido amplamente empregada para embalar ingredientes naturais, assim proteger os bioativos sensíveis, como antioxidantes, ácidos graxos insaturados, vitaminas e minerais da ação do ambiente. Durante o microencapsulamento ocorre o aprisionamento da substância (material do núcleo) dentro de uma substância imiscível (material da parede), que promove uma barreira para proteger o material do núcleo das condições externas indesejáveis, preservando as propriedades benéficas e aumentando a biodisponibilidade e eficácia (19)(20).

As primeiras tentativas de realização do processo de microencapsulação ocorreram nos anos de 1930, porém somente em 1954 surgiu o primeiro produto com material microencapsulado, onde criou-se um papel cópia sem carbono. A empresa norte-americana

National Cash Register foi a primeira a comercializar o material (papel de cópia sem carbono), o que revolucionaria a indústria de formulários (21). Na indústria farmacêutica, as primeiras pesquisas datam da década de 1950. Esse campo trouxe muitas contribuições para a técnica de microencapsulação, onde foram desenvolvidas fórmulas de liberação controlada.

No setor alimentício a microencapsulação surge nos Estados Unidos entre as décadas de 1960 e 1970, a partir de microencapsulação de óleos essenciais, prevenindo a oxidação e perda de substâncias voláteis (22). Esta tecnologia está sendo amplamente estudada, pois previne oxidação, minimiza sabores desagradáveis, mascara cores e odores, garante liberação controlada, aumenta biodisponibilidade, separa materiais reativos, prolonga a vida de prateleira dos produtos, reduz a toxicidade do material ativo, diminui a volatilidade de líquidos e protege da ação da luz, água e calor, mantendo o valor nutricional dos mesmos (23).

A seleção da técnica de microencapsulamento dependerá do tipo do material ativo, do mecanismo de liberação desejado, do custo do processo e da escolha dos materiais da parede (20). A diferença entre os métodos está no tipo de aprisionamento do material ativo pelo agente encapsulante, que pode ser de ordem física, química ou físico-química (Quadro 1).

Quadro 1 - Principais técnicas de microencapsulação e transformação das microcápsulas em pó.

| **Métodos Físicos** | **Métodos Químicos** | **Métodos Físico-Químicos** |
|---|---|---|
| Spray dryer | Inclusão molecular | Coacervação |
| Spray cooling | Polimerização interfacial | Emulsificação seguida de evaporação do solvente |
| Leito fluidizado | | Pulverização em agente formador de reticulação |
| Extrusão | | Envolvimento lipossômico |
| Liofilização | | |

Fonte: adaptado de Suave et al. (21).

Dentre os métodos de desidratação das microcápsulas, a liofilização e a secagem por aspersão (Spray dryer), são mais comumente utilizados. Mas apesar da efetividade e ser um processo útil para a secagem de substâncias termossensíveis, a liofilização é uma técnica relativamente lenta e cara. Assim, devido ao menor custo e flexibilidade, a secagem em por aspersão em spray dryer é amplamente utilizada na indústria alimentícia (24).

Spray dryer é uma tecnologia onde um líquido é aspergido em ar quente contra corrente, formando um pó que apresenta boa qualidade devido à baixa atividade de água, facilidade de armazenamento e estocagem, além de proteger o material ativo contra reações indesejáveis (22). Na microencapsulação, a técnica de spray dryer é constituída de quatro etapas: preparo, homogeneização e aspersão de uma solução, seguida da desidratação (secagem) (25).

No preparo da solução, o material de parede é selecionado e hidratado em água. Em seguida, o ingrediente ativo é adicionado ao material de parede hidratado, e ocorre então um bombeamento para a câmara de secagem que passará pelo processo de aspersão e secagem. Na aspersão dos líquidos há a formação de gotículas, com intuito de melhorar a transferência de calor e massa entre o líquido e o ar aquecido através do aumento da superfície de contato entre os dois componentes. Essa etapa pode ser realizada através de pressão ou energia centrífuga, por meio de aspersores de pressão, bico duplo fluido, sônico, pneumático ou de disco giratório. Posteriormente, é realizada a secagem, a qual promove evaporação da água das gotículas, onde a temperatura do ar de entrada varia de 160 a 220 ºC. Ao findar dessa etapa, forma-se uma

crosta seca (filme) nas superfícies da gotícula, originando as microcápsulas desidratadas. O produto seco é separado do ar através de um ciclone localizado na parte inferior do *spray dryer* (26).

A qualidade da secagem da microencapsulação vai depender das condições de operação do *spray dryer*, as quais são consideradas adequadas quando após a secagem são obtidas partículas que não tenham sofrido expansão e rachaduras em sua estrutura (20). Outro fator importante é a escolha do material de parede, pois eles criam uma rede cuja principal finalidade é a proteção do material do núcleo. Essa escolha também depende das propriedades específicas do material ativo, das condições de processamento e das exigências da aplicação final do produto encapsulado. Os materiais microencapsulantes mais utilizados são: amidos, açúcar, gomas, alginatos, cera, parafina, gordura hidrogenada, poliésteres naturais, polímeros sintéticos, glúten, caseína, quitosana (4)(17)(22). Os principais requisitos para um bom material encapsulante são:

- Baixa higroscopicidade;
- Facilidade de manipulação;
- Baixa viscosidade;
- Habilidade para se dispersar e emulsificar;
- Não reagir com o material do núcleo;
- Propriedades para formação de filme.

## COMPOSTOS BIOATIVOS E SUAS PROPRIEDADES

Os bioativos são componentes presentes nos alimentos e possuem ação metabólica ou fisiológica específica no organismo humano, desempenhando papel ativo na promoção da saúde (27). Eles podem ser nutrientes e identificados como essenciais para o bom funcionamento do organismo por desempenhar papel importante na síntese de macromoléculas no corpo, como DNA, RNA e proteína. Também podem ser classificados como não nutrientes, que não são essenciais, mas desempenham papel importante para manutenção da saúde com papel ativo e protetor, sendo metabólitos secundários desenvolvidos no decurso das fases de crescimento e reprodução de plantas em resposta do seu sistema de proteção contra agentes agressores (2)(28)(29).

Esses compostos promovem vários benefícios, incluindo efeitos anti-inflamatórios, antioxidantes, hipoglicemiantes, anti-hipertensivos e de regulação genética, que podem contribuir para a prevenção e modulação das vias metabólicas associadas ao desenvolvimento de doenças não transmissíveis como obesidade, diabetes, câncer, doenças cardíacas e Alzheimer (2)(30).

Vários alimentos podem incluir tais compostos e contribuir para o bom funcionamento do organismo como uma grande variedade de frutas, legumes, grãos, especiarias e seus alimentos e bebidas derivados, sendo recomendada a ingestão diária desses compostos, para atender às necessidades e apresentar ação multifatorial (1). Os compostos bioativos possuem diferentes estruturas químicas, e geralmente são categorizados em compostos fenólicos, terpenos e terpenóides, fitosteróis, polissacarídeos, alcalóides, ácidos graxos, peptídeos, entre outros (31). A seguir estão descritas as especificidades dos compostos bioativos citados:

- Compostos fenólicos: São substâncias compostas de um anel aromático com um ou mais grupos hidroxila. Estão presentes em uma diversidade de frutas e verduras. Exercem efeitos benéficos à saúde como redução do risco de desenvolver doenças crônicas, devido às propriedades antioxidantes. Dentre os fenólicos, destacam-se os flavonóides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis. Os flavonóides fazem parte de um grande grupo de compostos polifenólicos (32);

- Terpenos e terpenóides: Os terpenos são compostos com estruturas de hidrocarbonetos simples. Os carotenóides e tocoferóis são as substâncias mais conhecidas do grupo classificado como tetraterpenos. Os terpenóides são uma classe modificada de terpenos, formados por hidrocarbonetos contendo oxigênio. Alguns exemplos encontrados de terpenóides são carvacrol, citronelal, linalol, entre outros. Esses compostos possuem ação anticancerígena, antialérgico, antibacteriano e antioxidante (33);
- Polissacarídeos: são macromoléculas composta por mais de dez monossacarídeos através de ligações glicosídicas. Podem ser divididos em homopolissacarídeos (celulose, amido e glucano) e heteropolissacarídeos (glucomanano e pectina). São extraídos ou obtidos de plantas, microrganismos, animais, e possuem ação bioativa importante como antioxidantes, antibacterianos, anti-inflamatórias, regulação imunológica, antitumorais e anticoagulantes (34);
- Alcalóides: são compostos nitrogenados, sendo um dos metabólitos secundários vegetais mais comuns. Possuem diversas ações biológicas com atividades antidiabéticas, anti-inflamatórias, imunomoduladoras e de promoção hematopoiética, por isso são de importância médica (35);
- Ácidos graxos: São agrupados em ácidos graxos saturados e ácidos graxos insaturados, sendo o último eficaz na inibição do desenvolvimento de algumas doenças como doenças cardiovasculares. O ômega-3 é um dos principais ácidos graxos insaturados com potente efeito benéfico à saúde humana. Os ácidos graxos insaturados são abundantemente encontrados em sementes de plantas (18);
- Peptídeos: podem ser obtidos de plantas, animais e microrganismos, ocorrendo por meio da hidrólise de proteínas com enzimas proteolíticas de qualidade alimentar para liberar vários fragmentos de peptídeos no hidrolisado. Esses fragmentos de proteínas podem exercer efeitos biológicos específicos, como propriedades anti-hipertensivas ou antioxidantes (36).

A bioacessibilidade desses compostos bioativos é impactada por diversos fatores, como estrutura química, material vegetal, conteúdo proteico, pH, temperatura, e presença de enzimas que podem atuar tanto inibindo como potencializando a absorção. Além disso, o processamento dos alimentos vai influenciar na quantidade de compostos bioacessíveis, devido principalmente a variação na temperatura e pH, ao longo das etapas, por isso a importância de microencapsular essas substâncias bioativas (1).

## USO DO SORO DE LEITE NA MICROENCAPSULAÇÃO DE BIOATIVOS

A partir da compreensão sobre a importância da microencapsulação para a preservação dos bioativos, e que o soro de leite apresenta propriedades relevantes como material de parede nesse processo, foram selecionados estudos e extraídas informações significativas para uma maior compressão sobre o assunto. No Quadro 2 estão apresentados os artigos selecionados.

**Quadro 2 –** Contribuição científica acerca do potencial tecnológico do soro de leite como material encapsulante.

| | **Referência** | **Material Microencapsulado** | **Material de Parede** | **Principais Resultados** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ferraz et al. (17) | Oleorresina de páprica e canela | Isolado da proteína de soro de leite, maltodextrina e suas combinações | - Soro de leite sozinho ou combinado aumentou a eficiência da microencapsulação; |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | - Microcápsulas com boas propriedades físico-químicas. |
| 2 | Vijayan e. al. (37) | Curcumina | Isolado da proteína de ervilha *e isolado* da proteína de soro de leite | - Soro de leite obteve melhor solubilidade aquosa para a curcumina em pH variável (3, 5 e 7). |
| 3 | Liu et al. (18) | Astaxantina | Concentrado da proteína de soro de leite e o pululano | - Gel formado pela proteína do soro de leite e pupulano aumentou a eficiência na microencapsulação;<br>-Melhorou a estabilidade e bioacessibilidade das microcápsulas. |
| 4 | Anand et al. (23) | Óleo de semente de chia | Amido de tapioca modificado (MTS) e concentrado proteico do soro de leite (WPC) | -A proporção de MTS/WPC de 25:75 foi a melhor combinação para encapsular o óleo de semente de chia. |
| 5 | Silva et al. (25) | Açaí | Isolado protéico de soro | -Reduziu atividade de água e higroscopicidade;<br>-Aumentou a densidade e o rendimento;<br>-Preservou os compostos bioativos. |
| 6 | Maqsoudlou et al. (38) | Proteína de pólen de abelha bioativa | Maltodextrina e proteína de soro de leite | -Apresentaram maior eliminação de radicais livres durante a exposição à radiação UV;<br>- Manutenção da estrutura química da proteína hidrolisada. |
| 7 | Huang et al. (4) | Di-hidromiricetina | Proteína do soro de leite e goma xantana | -Encapsulamento maior que 85%. |
| 8 | Deng et al. (39) | Antocianinas de milho roxo (PCA) | Maltodextrina combinado ao isolado de proteína de soro de leite ou goma arábica | -Boa estabilidade no armazenamento e digestão. |
| 9 | Abdel-Razek et al. (40) | Mistura de óleos ômega (ômega-6/ômega-3) | Concentrado de proteína de soro de leite combinado a maltodextrina e goma arábica | - Maior eficiência de encapsulamento foi obtida utilizando a secagem por aspersão. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10 | Zhao et al (6) | Luteína | Proteína de soro de leite e amido de batata esterificado | - O soro de leite promoveu a maior solubilidade;<br>- Melhorou a eficiência da encapsulação e as propriedades térmicas. |

Ferraz et. al. (17) produziram e caracterizaram micropartículas de oleorresinas de páprica e canela utilizando isolado de proteína de soro de leite (WPI), maltodextrina (MD) e suas combinações como agentes encapsulantes em secagem por aspersão. Os resultados mostraram que WPI, tanto puro quanto em combinação com MD, é um excelente material de parede com eficiência de encapsulamento satisfatória (>83%). As formulações de WPI geraram pós com propriedades físico-químicas mais viáveis para manuseio e armazenamento do que os pós produzidos com MD puro. A formulação contendo 25% de MD e 75% de WPI foi considerada a melhor, com base em suas características físico-químicas, boa proteção dos compostos ativos durante o armazenamento e baixo custo.

Buscando identificar as condições do processo para buscar a máxima solubilidade, Vijayan et. al. (37) avaliaram isolado de proteína de ervilha (PPI), e isolado de proteína de soro de leite (WPI) como materiais de parede no processo de microencapsulação em secagem por aspersão. A interação da curcumina com WPI e PPI foi predominantemente hidrofóbica por natureza. As condições que favoreceram as interações máximas de curcumina-proteínas foram pH neutro e temperatura ambiente (28 °C). O complexo WPI-curcumina mostrou melhor solubilidade aquosa para a curcumina em pH variável (3, 5 e 7). No geral ambas as proteínas apresentaram uma pontuação similar para bioacessibilidade da curcumina.

A astaxantina (AST) apresenta propriedade antioxidante, antitumoral e anti-inflamatória, porém devido à sua baixa solubilidade em água, instabilidade e baixa bioacessibilidade, o seu uso na indústria é limitado. Visando isso, Liu et. al. (18), prepararam géis contendo concentrado da proteína de soro de leite (WPC) e o pululano (PUL) como materiais de paredes para a microencapsulação da astaxantina. O gel WPC/PUL formado pelo aquecimento contendo 10% WPC e 8,0% PUL (pH 7,0) a 80 ºC, foi escolhido como o melhor material de parede por liofilização. A maior eficiência de encapsulamento atingiu 93,14% com volume da solução de AST para o gel WPC/PUL de 1:2. A estabilidade de AST encapsulado em gel WPC/PUL foi significativamente aumentada durante a digestão gastrointestinal simulada, bem como a sua bioacessibilidade, crescendo em até 5,1 vezes. A retenção de AST foi significativamente melhorada após 26 semanas de armazenamento entre 4 ºC e 25 °C.

O óleo de semente de chia (CSO) é um ingrediente alimentar funcional que possui cerca de 80 a 83% de ácidos graxos poliinsaturados. A partir desse contexto Anand et. al. (23) investigou uma matriz de amido de tapioca modificado (MTS) e concentrado proteico do soro de leite (WPC) para microencapsular o CSO pelo método de liofilização. Um delineamento composto central foi usado para as melhores condições de processamento das microcápsulas, tendo como variáveis independentes (razão MTS:WPC, pressão de homogeneização e teor de óleo) e variáveis respostas a eficiência de encapsulamento (EE) e o teor de ácido α-linolênico (ALA). Os resultados mostraram que as maiores proporções de WPC levaram ao máximo de EE. Assim, as condições otimizadas resultaram em alto EE (97%), teor de ALA (59,54%) e uma proporção de ácido α-linolênico e ácido linoleico (3,34%), e que a proporção MTS/WPC de 25:75 foi a melhor combinação para encapsular o CSO, em relação composição de ácidos graxos, estabilidade oxidativa e térmica.

O açaí é uma fruta reconhecida por suas propriedades funcionais, contendo alto teor de flavonoides. Dentre os flavonoides do açaí, destacam-se as antocianinas que Silva et. al. (25) estudaram a otimização do encapsulamento da polpa de açaí utilizando o isolado proteico

do soro de leite pela secagem por aspersão. Foi realizado um delineamento composto central com metodologia de superfície de resposta (RSM). As variáveis independentes foram temperatura de entrada (Te), vazão de ar de secagem ($V_A$ ) e vazão de ar comprimido ($V_B$ ), e as variáveis de resposta: rendimento de encapsulamento, atividade de água, higroscopicidade, densidade, cinzas e proteína, além do conteúdo dos compostos bioativos antocianinas e flavonoides. De maneira geral, as análises de otimização mostraram que Te entre 150 e 165 °C, $V_A$ abaixo de $2{,}9\times10^{-5}$ m³ /s e $V_B$ menor que 0,0006 m³ /s, reduziram a atividade de água e higroscopicidade, 0,25 e 2,9 g/100 g, respectivamente, e aumentaram a densidade e rendimento de encapsulamento, bem como preservaram tanto as antocianinas (170 mg .100 $g^{-1}$) quanto os flavonoides (420 mg. 100 $g^{-1}$).

Compostos proteicos e peptídicos são muito sensíveis às condições ambientais. Portanto, Maqsoudlou et al. (38), avaliaram a utilização de maltodextrina e proteína de soro de leite usando o método de secagem por aspersão para microencapsular o hidrolisado de proteína de pólen de abelha bioativa, observando as mudanças estruturais e a estabilidade das microcápsulas que foram submetidas a radiação UV como um sistema modelo de oxidação acelerada. Os resultados mostraram que a cápsula preparada usando a mistura de maltodextrina e WPC apresentou a maior eliminação de radicais livres durante a exposição à radiação UV e que a mistura do material de parede mostrou o melhor desempenho na manutenção da estrutura química da proteína hidrolisada.

A di-hidromiricetina (DMY) é um dos principais ingredientes bioativos das folhas de *Ampelopsis grossedentata*, porém sua baixa estabilidade, solubilidade e biodisponibilidade limitam suas aplicações. Assim, Huang et al., (4) desenvolveram microcápsulas de DMY a estabilizando internamente com monoestearato de glicerila (GMS) octil e decil glicerato (ODO). A proteína do soro de leite (WPC) e goma xantana (XG) foram materiais encapsulantes, pelo método da liofilização. Os resultados mostraram que apesar de todas as microcápsulas desenvolvidas apresentarem eficiência de encapsulamento maior que 85%, a goma xantana foi mais eficaz como material encapsulante.

As antocianinas são pigmentos encontrados em vegetais, frutas e grãos roxos, pretos e vermelhos e apresentam efeitos antioxidantes, anticancerígenos e antidiabéticos, no entanto sua estabilidade é limitada. Dessa forma, Deng et. al. (39) microencapsulou antocianinas de milho roxo (PCA) pelo método da secagem por aspersão e utilizou a maltodextrina (MD) e sua combinação com isolado de proteína de soro de leite (WPI) ou goma arábica (GA) como materiais de parede. A microencapsulação proporcionou um aumento na estabilidade de armazenamento e digestão de PCA e todos os três tipos de microcápsulas de PCA obtiveram baixo teor de água e higroscopicidade e boa solubilidade em água. A maior eficiência de encapsulamento, cor adequada e teor de antocianina foram alcançados nos tratamentos com proporções de massa 1:1 de PCA para MD, 2:3 PCA de para MD–GA e 1:1 de PCA para MD–WPI.

Em seu estudo Abdel-Razek et. al. (40) procuraram estabilizar uma mistura de óleos ômega (ômega-6/ômega-3) através da microencapsulação. As microcápsulas foram obtidas pelos métodos de aspersão ou liofilização utilizando o concentrado de proteína de soro de leite combinado a maltodextrina e goma arábica na proporção de 8:2:1 como material de parede. A proteína do soro de leite mostrou ser um bom material de parede em combinação aos outros adjuntos. O maior nível de eficiência de encapsulamento foi obtido usando um microfluidizador e secagem por aspersão, onde as microcápsulas mostraram a maior estabilidade de emulsão e oxidativa.

A luteína é um carotenoide amplamente encontrada em frutas, vegetais, ovos, flores e possui atividade antioxidante, mas a baixa solubilidade e estabilidade limitam sua aplicação. Zhao et. al. (6) analisaram as propriedades físico-químicas e estabilidade de armazenamento

de microcápsulas de luteína preparadas com diferentes proporções de proteína de soro de leite e amido de batata esterificado com ácido cítrico pelo método de secagem por aspersão. Após a microencapsulação a solubilidade da luteína aumentou significativamente atingindo mais de 49,71%, e cresceu gradualmente com maior conteúdo de proteína do soro de leite. Além disso, a alta proporção de proteína de soro de leite ajudou a melhorar a eficiência da encapsulação (máxima 89,36%) e as propriedades térmicas das microcápsulas.

## CONCLUSÕES

Os artigos selecionados mostraram o enorme potencial do soro de leite como material encapsulante no processo de microencapsulação de bioativos, devido as suas propriedades emulsificantes e geleificantes, que contribuíram na formação de uma estrutura de membrana compacta protegendo as substâncias bioativas.

O soro de leite sozinho ou combinado, mostrou-se um excelente material de parede, aumentando a eficiência da microencapsulação e gerando microcápsulas com boas propriedades físico-químicas. Assim, tanto na forma de concentrados ou isolados proteicos e nos diferentes métodos de microencapsulação (liofilização e spray drying) o soro foi eficaz em proteger os diversos bioativos estudados (óleos, luteína, peptídeos bioativos, antocianinas), melhorando a estabilidade oxidativa e térmica, aumentando o rendimento de encapsulamento e reduzindo a atividade de água e higroscopicidade.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Ceará (UFC) por todo suporte técnico oferecido e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

1. Oliveira CBC, Brito LA, Freitas MA, Souza MPA, Rêgo JMC, Machado RJA. Obesity: inflammation and bioactive compounds. J Heal Biol Sci. 2020;8(1):1-5. https://doi:10.12662/2317-3076jhbs.v8i1.2785.p1-5.2020

2. Xavier JR. Sameer B, Gupta D, Mehta S, Chauhan OP. Bioactive compounds of foods: Phytochemicals and peptides. Food Humanity. 2024;3:100354. https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100354

3. Pereira KC, Ferreira DCM, Alvarenga, GF, Pereira MSS, Barcelos MCS, Costa JMG. Microencapsulação e liberação controlada por difusão de ingredientes alimentícios produzidos através da secagem por atomização: revisão. Braz J Food Technol. 2018; 21:e2017083. https://doi.org/10.1590/1981-6723.08317

4. Huang J, Feng X, Wang Q, Liu D, Zhang S, Chu L. Fabrication and characterization of dihydromyricetin-loaded microcapsules stabilized by glyceryl monostearate and whey protein–xanthan gum. Int JBiolMacromol. 2024;254:128039. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.128039

5. Zacometti C, Khassar S, Massaro A, Tata A, Riuzzi G, Piro R, et al. DART-HRMS reveals metabolic changes of whey through microparticulation and fermentations. Appl Food Res. 2024;4(2):100443. https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100443

6. Zhao W, Zhang B, Liang W, Liu X, Zheng J, Ge X, et al. Lutein encapsulated in whey protein and citric acid potato starch ester: Construction and characterization of microcapsules. Int J Biol Macromol. 2022;220(1):1-12. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.08.068

7. Pacheco MM, Porras OO, Velasco E, Morales-Valencia EM, Navarro A. Efecto de la relación leche-lactosuero sobre las propiedades fisicoquímicas y reológicas en una bebida láctea fermentada. Inycomp. 2017;19(2):80-88. https://doi.org/10.25100/iyc.v19i2.5295

8. Besediuk V, Yatskov M, Korchyk N, Kucherova A, Maletskyi Z. Whey-from waste to a valuable resource. J Agric Food Res. 2024;18:101280. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101280

9. Bebek M, Sert D, Mercan E. Effects of the demineralisation degree on physicochemical, functional, microstructural and powder flow properties of whey powder. Int Dairy J. 2024;156:105982. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.105982

10. Kim JH, Yeon SJ, Hong GE, Park W, Lee CH. Effects of whey powder supplementation on dry-aged meat quality. JFood Sci Anim Resour. 2016;36(3):397-404. https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.3.397

11. Vilela ME, Braz JM, Mariano MM, Bullhões NG, Santos DC, Dutra MBL. Avaliação sensorial e físico-química de doce de leite pastoso contendo diferentes concentrações de soro de leite. Rev Inst Laticínios Cândido Tostes. 2020;75(1):22-33. https://doi.org/10.14295/2238-6416.v75i1.767

12. Bedendo A et al. (2019). Substituição de leite em pó por concentrado proteico de soro de leite (WPC–WheyProteinConcentrate) na elaboração de bolo sem glúten. Braz J Dev. 2019;5(7):8062-8073. https://doi.org/10.34117/bjdv5n7-2183

13. Kononiuk AD, Karwowska M. Comparison of selected parameters related to food safety of fallow deer and beef uncured fermented sausages with freeze-dried acid whey addition. Meat Sci. 2020;161:108015. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108015

14. Serdaroğlu M. Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. Meat Sci. 2006;72(1):155-163. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.06.012

15. Silva Junior AF, Oliveira ARG, Silva CO, Cascardo WM, Souza Oliveira L. Development of a thermogenic drink from whey. Braz JDev. 2020;6(2):5676-5696. https://doi.org/10.34117/bjdv6n2-026

16. Hinnenkamp,C, Reineccius G, Ismail BP. Efficient encapsulation of fish oil: Capitalizing on the unique inherent characteristics of whey cream and hydrolyzed whey protein. J Dairy Sci. 2021;104(6):6472-6486. https://doi.org/10.3168/jds.2020-19880

17. Ferraz MC, Procopio FR, Furtado GF, Hubinger MD. Co-encapsulation of paprika and cinnamon oleoresin by spray drying using whey protein isolate and maltodextrin as wall material: Development, characterization and storage stability. Food Res Int. 2022;162:112164. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112164

18. Liu Y, Li X, Sun H, Zhang J, Cai C, Xu N, et al. Whey protein concentrate/pullulan gel as a novel microencapsulated wall material for astaxanthin with improving stability and bioaccessibility. Food Hydrocoll. 2023;138:108467. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108467

19. Wangkulangkool M, Ketthaisong D, Tangwongchai R, Boonmars T, Lomthaisong K. Microencapsulation of chia oil using whey protein and gum arabic for oxidation prevention: A comparative study of spray-drying and freeze-drying methods. Process. 2023;11(5):1462. https://doi.org/10.3390/pr11051462

20. Lu W, Yang X, Shen J, Li Z, Tan S, Liu W, et al. Choosing the appropriate wall materials for spray-drying microencapsulation of natural bioactive ingredients: Taking phenolic compounds as examples. Powder Technol. 2021;394:9562-574. https://doi.org/10.1016/j.powtec.2021.08.082

21. Suave J, Dall'Agnol EC, Pezzin APT, Silva DAK, Meier MM, Soldi V. Microencapsulação: Inovação em diferentes áreas. Rev Saúde Ambient. 2006;7(2):12-20.

22. Griesang JI, Rosso AC, Kuzniewski FC, Bertoldo VC, Oliveira MS, Severo J. Microencapsulação de compostos bioativos em alimentos. BTC. 2019;5(2):63-76. https://doi.org/10.26669/2359-2664.2019.227

23. Anand V, Ksh V, Kar A, Varghese E, Vasudev S, Kaur C. Encapsulation efficiency and fatty acid analysis of chia seed oil microencapsulated by freeze-drying using combinations of wall material. Food Chem. 2024;430:136960. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136960

24. Ledri SA, Milani JM, Shahidi SA, Golkar A. Comparative analysis of freeze drying and spray drying methods for encapsulation of chlorophyll with maltodextrin and whey protein isolate. Food Chem X. 2024;21:101156. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101156

25. Silva JJ, Costa TV, Santos ML, Silva LTS, Santos PH, Tavares IMC, et al. Encapsulation of açaí (*Euterpe oleracea*) pulp with whey protein isolate by spray-drying: An optimization study using response surface methodology (RSM). Food and Humanity. 2023;1:1539-1546. https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.10.019

26. Carmo EL, Fernandes RVB, Borges SV. Microencapsulação por spray drying, novos biopolímeros e aplicações na tecnologia de alimentos. J Eng Exact Sci. 2015;1(2):30-44. https://doi.org/10.18540/jcecvl1iss2pp30-44

27. Sorrenti V, Burò I, Consoli V, Vanella L. Recent advances in health benefits of bioactive compounds from food wastes and by-products: Biochemical aspects. I J Mol Sci. 2023;24(3):2019. https://doi.org/10.3390/ijms24032019

28. Rodríguez LGR, Gasga VMZ, Pescuma M, Nieuwenhove CV, Mozzi F, Burgos JAS. Fruits and fruit by-products as sources of bioactive compounds. Benefits and trends of lactic acid fermentation in the development of novel fruit-based functional beverages. Food Res Int. 2021;140:109854. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109854

29. Milanezzi GC, Mello BCBS. Compostos bioativos em frutas exóticas brasileiras: revisão bibliográfica. *In:* Medeiros JA, Niro CM. Pesquisas e Atualizações em Ciência dos Alimentos. 2. ed. Jardim do Seridó-RN: Agron Food Academy; 2022. https://doi.org/10.53934/9786599539657-125

30. Nawaz M, Afridi MN, Ullah I, Khan IA, Ishaq MS, Su Y, et al. The inhibitory effects of endophytic metabolites on glycated proteins under non-communicable disease conditions: A review. Int J Biol Macromol. 2024;2069:131869. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.131869

31. Zhang ZH, Peng H, Woo MW, Zeng XA, Brennan M, Brennan CS. Preparation and characterization of whey protein isolate-chlorophyll microcapsules by spray drying: Effect of WPI ratios on the physicochemical and antioxidant properties. J Food Eng. 2020;267:109729. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.109729

32. Rocha BR, Maciel EA, Oliveira SRM, Terence YS, Silva BA. Influência dos alimentos funcionais na incidência das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Intercont J Phys Educ. 2020;3(1):1-20.

33. Masyita A, Sari RM, Astuti AD, Yasir B, Rumata NR, Emran TB, et al. Terpenes and terpenoids as main bioactive compounds of essential oils, their roles in human health and potential application as natural food preservatives. Food C X. 2022;13:100217. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100217

34. Wang Z, Zhou X, Sheng L, Zhang D, Zheng X, Pan Y, et al. Effect of ultrasonic degradation on the structural feature, physicochemical property and bioactivity of plant and microbial polysaccharides: A review. Int J Biol Macromol. 2023;236:123924. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123924

35. Liang L, Liu Z, Xu W, Mao X, Wang Y. Discovery and identification of natural alkaloids with potential to impact insulin resistance syndrome in *Cyclocarya paliurus*.(Batal) leaves by UPLC-QTOF-MS combined with HepG2 cells. Food Res Int. 2024;190:114545. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114545

36. Matos FM, Castro RJS. Insetos comestíveis como potenciais fontes de proteínas para obtenção de peptídeos bioativos. Braz J Food Technol. 2021;24:e2020044. https://doi.org/10.1590/1981-6723.04420

37. Vijayan UK, Shah NN, Muley AB, Singhal RS. Complexation of curcumin using proteins to enhance aqueous solubility and bioaccessibility: Pea protein vis-à-vis whey protein. J Food Eng. 2021;292:110258. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110258

38. Maqsoudlou A, Mahoonak AS, Mohebodini H, Koushki V. Stability and structural properties of bee pollen protein hydrolysate microencapsulated using maltodextrin and whey protein concentrate. Heliyon. 2020; 6(5): 03731. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03731

39. Deng W, Li X, Ren G, Bu Q, Ruan Y, Feng Y, et al. Stability of purple corn anthocyanin encapsulated by maltodextrin, and its combinations with gum arabic and whey protein isolate. Foods. 2023;12(12):2393. https://doi.org/10.3390/foods12122393

40. Abdel-Razek AG, Hassanein MM, Ozçelik B, Baranenko DA, El-Messery TM. Omega fatty acid-balanced oil formula and enhancing its oxidative stability by encapsulation with whey protein concentrate. Food Biosci.2022;50,:101975. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101975

**Capítulo 112**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-112**

# ADIÇÃO DE ACEROLA EM PÓ EM SORVETES DE ACEROLA: UMA AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA

**Daniele Maria Alves Teixeira Sá*; Maria Eduarda Alves da Paz; Maria Eduarda Nobre do Nascimento; João Bruno Guilherme Mendes; David de Sousa Ferreira; Victor Cals de Oliveira; Leiliane Teles César**

**Docente (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Sobral, Avenida Dr. Guarany, 317, Jocely Dantas de Andrade Torres - Sobral - CE - Brasil, CEP: 62.042-030) – Email: danielemaria@ifce.edu.br*

**Resumo:** A acerola (*Malpighia emarginata* DC.) é uma fruta tropical conhecida por seu sabor agradável e altos níveis de ácido ascórbico e compostos antioxidantes. Com o crescente interesse dos consumidores por produtos mais nutritivos, saudáveis, funcionais e sustentáveis, a demanda por opções alimentares de qualidade está em ascensão. Este estudo teve como objetivo desenvolver e caracterizar quimicamente sorvetes de acerola enriquecidos com acerola em pó. Foram realizadas análises de composição centesimal, avaliando carboidratos, cinzas, lipídios, proteínas, umidade, carboidratos totais e valor calórico total, tanto na acerola em pó quanto nas amostras de sorvetes, além de parâmetros físico-químicos (acidez total titulável, atividade de água, sólidos solúveis totais, pH e teor de vitamina C) em duas formulações de sorvetes. Os sorvetes desenvolvidos destacaram-se pelo elevado teor de vitamina C (SA: 601,93 ± 8,89 e SPA: 602,11 ± 8,84 mg/100 g) e baixo conteúdo lipídico (SA: 2,28 ± 0,02% e SPA: 2,46 ± 0,26%). Estes sorvetes apresentam alto potencial tecnológico e inovador, especialmente quando comparados aos concorrentes, que geralmente oferecem produtos com maior teor de gordura.

**Palavras–chave:** composição centesimal; *Malpighia emarginata*; sobremesa láctea

## INTRODUÇÃO

A acerola (*Malpighia emarginata* DC.) é uma fruta tropical, originária das Antilhas, América Central e Norte da América do Sul, também conhecida como cereja de Barbados (1). Além de possuir sabor agradável, a fruta apresenta elevada importância econômica devido ao alto teor de ácido ascórbico e compostos antioxidantes (2; 3; 4), tal fato é responsável pelo seu destaque no ramo de alimentos funcionais (5).

A busca por alimentos saudáveis vem ocasionando o aumento da preferência pela ingestão de frutas e polpas de frutas (6). A acerola tende a ser consumida na forma *in natura*, porém manter os frutos com alta qualidade durante o transporte a longa distância ou o armazenamento prolongado é um problema que consequentemente ocasiona perdas pós-colheitas e a polpa dessa fruta é uma opção interessante (4).

O aproveitamento industrial da acerola se dá mediante o processamento do fruto submetido a algum processo de armazenamento (congelamento) ou fresco, sendo destinada à fabricação de polpas e sucos ou utilizado in natura na culinária doméstica; e, além disso, podem ser transformados em pó. Diante da abundância de possibilidades e aplicabilidades dos produtos e subprodutos obtidos a partir da acerola, a agroindústria está cada vez mais obstinada nas condições impostas, se firmando gradativamente mais no contexto nacional (7).

A alimentação e estilo de vida saudável estão em alta demanda a nível mundial. Assim, a tendência atual é provar a relação entre o consumo de alimentos e a redução do risco de doenças ou a prevenção de diferentes condições de saúde (8). Com isso, os consumidores têm procurado alimentos mais "naturais", sem aditivos sintéticos, como corantes, saborizantes etc (9).

O desenvolvimento de novos produtos alimentares se torna progressivamente mais desafiador, pois as empresas de alimentos buscam atender à demanda do consumidor por alimentos saudáveis e atraentes.

O sorvete é um produto lácteo altamente consumido devido ao seu efeito refrescante, é composto por gordura, edulcorantes, sólidos não gordurosos do leite, estabilizantes, emulsificantes, água e ar. Estratégias vêm sendo desenvolvidas com o intuito de fornecer aos consumidores sorvetes com nutrientes gradualmente mais interessantes para a saúde (10). É denominado sorvete a homogeneização de diferentes ingredientes que, após a etapa de batimento e congelamento, adquire uma consistência cremosa (11).

Este estudo teve como objetivo desenvolver um sorvete de acerola enriquecido com acerola em pó e avaliar sua composição química.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Produção dos sorvetes

Os ingredientes para a produção dos sorvetes foram adquiridos em comércios na cidade de Sobral, com exceção da acerola em pó, que foi doada pela empresa Nutrilite/Amway do Brasil LTDA, localizada em Ubajara/CE.

Foram produzidas duas formulações de sorvetes (Tabela 1): sorvete saborizado apenas com polpa de acerola (SA) e sorvete saborizado com a polpa de acerola e a acerola em pó (SPA).

Tabela 1 - Formulação e ingredientes utilizados para a produção da calda dos sorvetes SA e SPA

| **Ingrediente** | **Formulação (%)** | |
|---|---|---|
| | **SA** | **SPA** |

| | | |
|---|---|---|
| Leite UHT integral | 31,12 | 29,83 |
| Açúcar cristal | 13,60 | 13,06 |
| Creme de leite (20% de gord.) | 9,72 | 9,31 |
| Leite em pó integral | 5,83 | 5,60 |
| Acerola em pó | - | - |
| Glucose em pó | 3,86 | 3,69 |
| Estabilizante | 0,40 | 0,37 |

SA: calda com glucose e saborizado com polpa de acerola e SPA: calda com glucose e saborizado com polpa de acerola e acerola em pó.

A produção dos sorvetes foi dividida em duas etapas: a primeira etapa consistiu no preparo da calda (Tabela 1), e a segunda etapa envolveu a saborização da calda juntamente com os saborizantes e o emulsificante (Tabela 2).

Antes da produção dos sorvetes, todos os equipamentos, utensílios e embalagens foram higienizados com álcool etílico 70%. Inicialmente, os ingredientes foram pesados e homogeneizados em uma batedeira (Daily 127V Ri7000/91 Philips Walita) durante 10 minutos. A calda resultante foi pasteurizada por 30 minutos a 65 °C, seguida de resfriamento em banho de gelo até atingir a temperatura de 18 °C. A calda foi maturada por 12 horas em refrigerador a 11 °C.

Tabela 2 - Formulação e ingredientes utilizados para a saborização dos sorvetes SA e SPA

| **Ingrediente** | **Formulação (%)** | |
|---|---|---|
| | **SA** | **SPA** |
| Polpa de acerola | 34,90 | 33,43 |
| Acerola em pó | - | 4,14 |
| Emulsificante | 0,57 | 0,57 |

SA: calda com glucose e saborizado com polpa de acerola e SPA: calda com glucose e saborizado com polpa de acerola e acerola em pó.

Após a maturação da calda, os saborizantes e emulsificantes foram pesados e homogeneizados com a calda maturada em recipiente sobre banho de gelo por 30 minutos na batedeira. Os sorvetes foram embalados em potes de polietileno e imediatamente armazenados a -18 °C para posteriores análises.

**Composição centesimal**

Nas amostras de acerola em pó e sorvetes, foram realizadas análises de cinzas, lipídios, proteínas e umidade, conforme as normas do Instituto Adolfo Lutz (12). A exceção foi a análise de lipídios, conduzida pelo método de Bligh e Dyer (13), com as modificações descritas a seguir. Inicialmente, calculou-se a quantidade de amostra a ser pesada para a análise de lipídios, utilizando a Equação 1.

$$(4 / \%\text{Umidade}) \times 100 \qquad \text{(Eq. 01)}$$

Após o cálculo, foram pesados aproximadamente 6 gramas de amostra em tubos Falcon de 50 mL. Adicionaram-se 10 mL de metanol e 5 mL de clorofórmio, e a mistura foi agitada por 2 minutos em Vortex. Em seguida, adicionaram-se 5 mL de clorofórmio e 5 mL de solução de sulfato de sódio a 1,5%, com nova agitação por 2 minutos. A mistura foi centrifugada por 2 minutos a 2000 RPM, e a fase superior foi descartada. Da fase inferior (clorofórmio), pipetaram-se 5 mL, transferidos para um béquer de 50 mL previamente tarado e seco em estufa a 105 °C por 1 hora. O béquer foi mantido na estufa por 24 horas a 105 °C, resfriado em dessecador e, então, pesado. O percentual de lipídios foi calculado pela Equação 2.

$$\%\text{Lipídios} = [(PR \times 2) / PA] / 100 \quad \text{(Eq. 02)}$$

Onde PR é o peso do resíduo e PA o peso da amostra.

O teor de carboidratos totais foi determinado por diferença, conforme a Equação 3 (14).

$$\%\text{Carboidratos totais} = 100 - (\text{Cinzas} + \text{Lipídios} + \text{Umidade} + \text{Proteínas}) \quad \text{(Eq. 03)}$$

O valor calórico total (VCT) foi calculado pela Equação 4, multiplicando-se os valores de proteínas, carboidratos e lipídios pelos fatores de conversão de Atwater (4, 4 e 9, respectivamente), e somando os resultados (15):

$$VCT^{(Kcal)} = (P \times 4) + (C \times 4) + (L \times 9) \quad \text{(Eq. 04)}$$

**Análise físico-química**

Nas amostras de sorvetes (SA e SPA), foram realizadas análises físico-químicas em triplicata, incluindo: acidez total titulável (ATT) conforme as normas do Instituto Adolfo Lutz (12) pelo método titulométrico; sólidos solúveis totais (SST) utilizando um refratômetro digital (Hanna); potencial hidrogeniônico (pH) (Even - modelo PHS-3E); vitamina C pelo método colorimétrico de Tillmans, conforme descrito por Pearson (16); e atividade de água (Aw) utilizando um analisador de Aw portátil (LabStart Novasina), seguindo a metodologia descrita por Lima *et al*. (17).

**Análise de dados**

Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão e submetidos à análise de variância (ANOVA). Para a comparação das médias, utilizou-se o teste t de Student, adotando-se um nível de significância de $p < 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas no software Statistica 7.0 (Statsoft, EUA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A polpa de acerola em pó, utilizada como ingrediente na produção dos sorvetes, foi analisada conforme os componentes descritos na Tabela 3. Soares *et al*. (18), ao avaliar a polpa de acerola desidratada utilizando o método "FOAM-MET", encontraram os seguintes valores: 7,24% de umidade, 9,05% de proteína, 4,18% de lipídios, 3,41% de cinzas, 4,82% de fibra, 43,22% de açúcares redutores e 28,07% de amido. Considerando que fibras, açúcares redutores e amido foram computados como açúcares totais neste estudo, os resultados foram semelhantes aos de Soares *et al*. (18), exceto pelos teores de lipídios e cinzas, que apresentaram valores mais baixos neste trabalho.

Tabela 3 - Composição centesimal da acerola em pó

| **Componente (%)** | **Acerola em pó** |
|---|---|
| Cinzas | 2,22 ± 0,01 |
| Lipídios | 2,00 ± 0,00 |
| Proteínas | 9,79 ± 0,03 |
| Umidade | 7,08 ± 0,05 |
| Carboidratos totais | 78,91 |
| Valor calórico total (Kcal g.100 $g^{-1}$) | 372,80 |

A amostra SPA apresentou o maior teor de carboidratos, resultando em um maior valor calórico. Vale salientar que não foi analisado o teor de fibras nos sorvetes; no entanto, a adição

de acerola em pó aumenta o teor de fibras, pois este material contém, segundo Soares *et al*. (18), pectina (14%) e fibras (4,82%), contabilizadas como carboidratos totais na Tabela 4. Em relação ao teor de umidade, a amostra SPA apresentou uma diferença significativa em comparação à amostra SA, sendo que esta última, que não continha acerola em pó em sua composição, apresentou o maior teor de umidade.

Tabela 4 – Composição centesimal dos sorvetes SA e SPA

| **Componente (%)** | **Formulação** | |
|---|---|---|
| | **SA** | **SPA** |
| Cinzas | 0,69 ± 0,04 [a] | 0,67 ± 0,03 [a] |
| Lipídios | 2,28 ± 0,02 [a] | 2,46 ± 0,26 [a] |
| Proteínas | 2,81 ± 0,02 [a] | 2,82 ± 0,39 [a] |
| Umidade | 69,00 ± 0,08 [a] | 66,23 ± 0,61 [b] |
| Carboidratos totais | 25,22 | 27,82 |
| Valor calórico total (Kcal $g.100\ g^{-1}$) | 132,64 | 144,70 |

SA: calda com glucose e saborizado com polpa de acerola e SPA: calda com glucose e saborizado com polpa de acerola e acerola em pó. Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de comparações t de Student ao nível de 95% de confiança.

A adição de acerola em pó nas formulações de sorvete resultou em uma diminuição da umidade dos produtos finais. Essa alteração é devida à natureza higroscópica da acerola em pó, que absorve a umidade. Além disso, houve um aumento no teor de carboidratos das formulações, uma vez que a acerola em pó contém açúcares que contribuem para o conteúdo total de carboidratos. Essas mudanças podem afetar tanto a textura quanto o valor nutricional dos sorvetes, melhorando a consistência e enriquecendo o perfil nutricional.

Correia *et al*. (19) obtiveram valores de cinzas entre 0,38 e 0,45% ao analisarem sorvetes de goiaba adicionados de leite caprino e bovino. Fonseca e Krolow (20), ao avaliarem sorvetes adicionados de polpa de butiá e araçá, encontraram teores de cinzas entre 0,10 e 0,12%, inferiores aos encontrados neste estudo (0,67 e 0,69%). Tsyrendorzhieva *et al*. (21), ao investigarem sorvetes enriquecidos com uma forma encapsulada de vitamina C, obtiveram teores superiores de cinzas (0,93 a 1,20%).

Tsyrendorzhieva *et al*. (21) encontraram valores de gordura (2,51 a 6,38%) semelhantes aos das amostras de sorvetes analisadas neste estudo (2,28 e 2,46%). Correia *et al*. (19) e Fonseca e Krolow (20) encontraram teores superiores de gordura (3,00 a 4,00% e 3,60 a 3,80%, respectivamente). Os teores de proteínas encontrados por Correia *et al*. (19) (3,00 a 4,00%) e Fonseca e Krolow (20) (2,97 a 3,02%) são próximos aos obtidos neste estudo (2,81 e 2,82%), enquanto Haghani *et al*. (22), ao analisarem sorvetes probióticos com casca de cereja cornalina, encontraram teores superiores de proteínas (4,74 a 14,72%).

Ferretto (23), ao analisar sorvetes com alto teor de proteínas, baixo teor de gorduras e sem adição de açúcar, encontrou teores de carboidratos totais entre 19,48 e 23,28%, inferiores aos obtidos neste estudo (25,22 e 27,15%).

Quanto ao valor calórico total, os sorvetes desenvolvidos neste estudo apresentaram 132,64 Kcal/100 g (SA) e 142,02 Kcal/100 g (SPA), valores inferiores aos encontrados por Fonseca e Krolow (20) (170,48 a 178,40 Kcal/100 g) e Hartati, Wulandari e Susilo (24) (181,00 a 196,13 Kcal/100 g).

Observando os resultados obtidos na Tabela 5, verificou-se que as amostras apresentaram diferenças significativas entre si a um nível de confiança de 95%, exceto para a atividade de água, que foi de 0,91 para ambas as formulações, e para o teor de vitamina C. O

sorvete adicionado de pó de acerola apresentou-se mais ácido, no entanto dentro da faixa de acidez de outros sorvetes de frutas.

Tabela 5 - ATT, Aw, SST, pH e vitamina C dos sorvetes SA e SPA

| Parâmetro | Formulação | |
|---|---|---|
| | SA | SPA |
| Acidez Total Titulável (ác. cítrico) g/100g | 0,66 ± 0,05 [b] | 0,78 ± 0,01 [a] |
| Atividade de Água (Aw) | 0,91 ± 0,00 [a] | 0,91 ± 0,00 [a] |
| Sólidos Solúveis Totais (°Brix) | 30,03 ± 0,06 [b] | 31,17 ± 0,15 [a] |
| Potencial Hidrogeniônico (pH) | 4,27 ± 0,01 [a] | 4,03 ± 0,01 [b] |
| Vitamina C (mg/100g) | 601,93 ± 8,89 [a] | 602,11 ± 8,84 [a] |

SA: calda com glucose e saborizado com polpa de acerola; e SPA: calda com glucose e saborizado com polpa de acerola e acerola em pó. Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de comparações t de Student ao nível de 95% de confiança.

Grigio *et al*. (25), ao estudarem diferentes formulações de picolé de camu-camu (*Myrciaria dubia*), encontraram valores de acidez total titulável variando de 0,53 a 1,01 g/100 g em sorvetes enriquecidos com uma forma encapsulada de vitamina C, semelhantes aos obtidos neste estudo, que foram de 0,66 e 0,78 g/100 g de amostra expressos em ácido cítrico (26).

Correia *et al*. (19), ao estudarem sorvetes de goiaba adicionados de leite caprino e bovino, obtiveram valores de atividade de água próximos aos deste estudo, sendo 0,98 e 0,91, respectivamente. No entanto, tais valores classificam os sorvetes como alimentos com alta atividade de água (> 0,90).

Grigio *et al*. (25) também encontraram valores semelhantes aos deste estudo para sólidos solúveis totais (24,63 a 51,30 °Brix). Quanto ao potencial hidrogeniônico (pH), os valores obtidos neste estudo foram de 4,03 e 4,27, próximos aos de Grigio *et al*. (25), que variaram de 3,71 a 4,42 em diferentes formulações de picolé.

Hartati, Wulandari e Susilo (24), ao estudarem a qualidade física, química e organoléptica de sorvete de folhas de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.), encontraram valores de vitamina C entre 16,79 e 19,23 mg/100 g, inferiores aos encontrados neste estudo, indicando um alto teor de ácido ascórbico no produto analisado nesta pesquisa.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que os produtos desenvolvidos neste estudo se destacam pelo seu alto potencial tecnológico e inovador em relação à maioria dos concorrentes, que frequentemente oferecem sorvetes com alto teor de gordura. Além disso, as formulações desenvolvidas mostraram-se com elevado teor de vitamina C, atributos cruciais na escolha dos consumidores que valorizam um estilo de vida saudável. A inclusão de acerola em pó revelou-se uma opção viável para a criação de novos produtos.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com o apoio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - *Campus* Sobral, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Empresa Nutrilite/Amway do Brasil LTDA-Ubajara/CE.

## REFERÊNCIAS

1. Silva AF, Menezes JP, Costa RT. Acerola: origem, cultivo e usos. 4. ed. Brasília: Embrapa; 2023.

2. Lima MR, Silva CF, Santos JH. Teores de vitamina C e compostos antioxidantes em frutas tropicais. Food Chem. 2022;356:129423.

3. Prakash D, Baskaran R. Antioxidants in food: Vitamins, minerals, polyphenols, carotenoids, and flavonoids. 2. ed. New York: Springer; 2023.

4. Xu F, Yang X, Tang J, Zhao Z. Postharvest quality and storability of acerola fruits. Postharvest Biol Technol. 2020;160:111050.

5. Belwal T, Huang H, Liu P, Li L, Luo Z. A review on acerola (*Malpighia emarginata*) bioactive compounds and their biological potential. J Funct Foods. 2023;42:216-33.

6. Costa AR, Santos MF, Pereira LP, Ramos RS. Consumo de frutas e polpas de frutas: tendências e desafios. Braz J Food Technol. 2023;26(1):1-15.

7. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro: IBGE; 2022.

8. Seraglio SKT, Silva BK, Schmidt CG. Relação entre alimentação e prevenção de doenças. Food Res Int. 2022;132:109094.

9. Durmaz G, Gökmen V, Filiz E. Evolution of natural antioxidants and their applications in the food industry. Trends Food Sci Technol. 2023;111:90-102.

10. Ozturk B, Ozturk S, Kalin A. Strategies for the development of healthier ice cream products. Food Sci Technol. 2022;139:110640.

11. Eiki S, *et al*. Processos de fabricação de sorvete: uma abordagem prática. 2. ed. São Paulo: Editora Varela; 2021.

12. Instituto Adolfo Lutz (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: ANVISA, 2008.

13. Bligh EG, Dyer YJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

14. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP, 2011.

15. Maclean W *et al*. Food energy – Methods of analysis and conversion factors. In: Food and Agriculture Organization of the United Nations Technical Workshop Report. Rome, Italy: The Food and Agriculture Organization, p. 8-9, 2003.

16. Pearson D, Henry S, Schultz SG, *et al*. Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. Madrid: Acribia; 1986.

17. Lima KTS, Tavares LA, Freire SR, *et al*. Physicochemical properties of modified starches obtained by anti-solvent precipitation containing anthocyanins from jambolan (*Syzygium cumini*) fruit. Starch-Stärke. 2021;73(3-4):2000221.

18. Soares EC, Alves RE, Silva SM, Rocha VM, Silva Jr JF. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pelo processo "foam-mat". Ciênc Tecnol Aliment. 2001;21(2):164-70.

19. Correia RTP, Cabral RA, Bezerra VS, *et al*. Sorvetes elaborados com leite caprino e bovino: composição química e propriedades de derretimento. Rev Ciênc Agron. 2008;39(2):251-6.

20. Fonseca LX, Krolow ACR. Composição nutricional de sorvetes elaborados com polpa de butiá e araçá. In: Encontro de Pós-Graduação UFPel, 13, 2011.

21. Tsyrendorzhieva SV, Belyaev VD, Rachinskiy VI, *et al*. Development of ice cream technology enriched with an encapsulated form of vitamin C. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021.

22. Haghani S, Seyedain-Ardabili M, Khosrowshahi AS, *et al*. Application of Cornelian Cherry (*Cornus mas* L.) peel in probiotic ice cream: functionality and viability during storage. Antioxidants (Basel). 2021;10(11):1777.

23. Ferretto LR. Desenvolvimento e caracterização de sorvete com alto teor de proteína, baixo teor de gordura e zero açúcar [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2020.

24. Hartati FK, Wulandari A, Susilo B. Physical, chemical and organoleptic quality of sweet potato leaves (*Ipomoea batatas* L.) ice cream. Earth Environ Sci. 2021.

25. Grigio ML, Machado WS, Freitas SS, *et al*. Different formulations of camu-camu popsicle: characterization, vitamin C and sensorial analysis of an opportunity to family agroindustry. Food Sci Technol. 2019;39:93-7.

**Capítulo 113**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-113**

# EXPECTATIVA DE CONSUMO DE BEBIDA VEGETAL FERMENTADA COM GRÃOS DE KEFIR

**Sabrina Angelo Alves Vieira[1]; Dilson Cristino da Costa Reis[2]*; Ana Beatriz Cordeiro Queiroz[2]; Ana Thaís Campos de Oliveira[2]; Gizele Almada Cruz[2]; Francisca Livia de Oliveira Machado[3]; Juliane Döering Gasparin Carvalho[4]**

*[1]Graduada em Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos - Universidade Federal do Ceará.*
*[2]Pós-Graduando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos - Universidade Federal do Ceará.*
*[3]Pós-Graduando em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal do Ceará.*
*[4]Docente, Departamento de Engenharia de Alimentos - Universidade Federal do Ceará.*
**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: dilson.reis@ifpi.edu.br*

**Resumo:** Extratos vegetais podem ser utilizados de forma promissora na elaboração de novos produtos com a intenção de fornecer alternativas aos consumidores que apresentam restrições ou optam por não consumir alimentos de origem animal. Desse modo, este estudo visou desenvolver bebida a base de extrato vegetal de batata-doce e de castanha de caju, fermentada com grãos de kefir e adicionada de proteína de ervilha. Elaborou-se três formulações, variando as concentrações de extrato hidrossolúvel de batata-doce (EBD) e de castanha de caju (ECC): A = 46% EBD e 46% ECC; B = 64% EBD e 28% ECC; C = 28% EBD e 64% ECC, adicionadas de quantidade fixa de proteína de ervilha (3%). As amostras foram inoculadas com 2% de grãos de kefir e fermentada por 24 horas a 25ºC. A análise de expectativa de consumo foi realizada por meio de formulário eletrônico com questionário estruturado em 28 perguntas apresentando visualmente as três formulações aos participantes. A avaliação visual da bebida vegetal contendo EBD e ECC fermentada com grãos de kefir foi positiva entre os entrevistados, obtivemos 89,0% de aceitação para a cor e 91,1% para a aparência do produto. A formulação C apresentou 40,9% de predileção, sugerindo a maior utilização de ECC. Diante disso, a atratividade visual da bebida vegetal contendo EBD e ECC fermentada com grãos de kefir destaca suas previsões como alternativa aos produtos lácteos, oferecendo uma opção para aqueles que precisam ou desejam evitar o consumo de leite.

**Palavras-Chave:** aceitação; batata-doce; castanha de caju; *plant-based*; produto fermentado.

## INTRODUÇÃO

Segundo pesquisa do IBOPE conduzida em abril de 2018, 14% da população brasileira declarou-se vegetariana. A estatística reflete um crescimento de 75% em relação a 2012, representando quase 30 milhões de brasileiros que se declaram adeptos a essa opção alimentar. O mercado de produtos veganos atinge uma parcela crescente da população que busca reduzir o consumo de produtos de origem animal, incluindo os intolerantes à lactose, a qual atinge 70% dos adultos brasileiros, os que apresentam alergia à proteína do leite e aqueles que fazem tal opção por questões ambientais, éticas ou religiosas (1).

Assim sendo, a indústria de produtos alimentícios vem substituindo ingredientes tradicionais de origem animal por análogos, de origem vegetal, para atender a esse público em ascensão. O Kefir, por exemplo, é um leite fermentado pela microbiota presente em estrutura polissacarídica denominada kefirano, a qual compõe os grãos de kefir. O produto dessa fermentação é ácido, levemente gaseificado e com baixo teor alcoólico. Os grãos de kefir são compostos por comunidade simbiótica complexa de bactérias láticas (*Lactobacillus, Lactococcus, Streptococcus, Enterococcus, Leuconostoc*), leveduras (*Kluyveromyces, Saccharomyces* e *Torula*) e bactérias acéticas (*Acetobacter*) que convivem na matriz de polissacarídeos e proteínas (2, 3).

O Kefir é um produto lácteo constando dentre os leites fermentados com padrões regulamentados pela legislação brasileira (2), o qual pode conter probióticos na sua microbiota natural. O Kefir de água, por sua vez, é a bebida fermentada a partir de uma solução de 6 a 10% de sacarose (4). Porém, alguns trabalhos estão sendo realizados com extratos vegetais para desenvolver bebidas semelhantes ao leite fermentado Kefir, utilizando ingredientes como inhame (5), semente de damasco (6), amendoim e nozes (7). As proteínas de origem animal apresentam melhor qualidade quanto a composição de aminoácidos essenciais, se comparadas com a carga proteica vegetal. Existem proteínas vegetais que podem suprir as necessidades do organismo humano, especificamente como substitutas das proteínas de origem animal (6).

Dessa forma, uma bebida vegetal elaborada com diferentes fontes de carboidratos, proteínas e gordura, pode suprir as necessidades nutricionais do consumidor, podendo ser uma alternativa para o público que opta por não ingerir leite e outros produtos de origem animal. Dentre as fontes vegetais, a batata-doce (*Ipomoea batatas*) é composta de antioxidantes, como os ácidos fenólicos e antocianinas, carotenóides e tocoferóis. No entanto, 80% da matéria seca da batata-doce são carboidratos, motivo pelo qual é classificada como fonte importante deste macronutriente, especialmente em países em desenvolvimento. O teor de amilose é mais elevado do que de amilopectina, quando comparada à batata inglesa. A amilose aumenta os níveis de açúcar no sangue lentamente em comparação com açúcares simples, e é recomendado como uma substância alimentar saudável, mesmo para pacientes com diabetes (8).

Por outro lado, as amêndoas da castanha de caju (A*nacardium occidentale* L.) são ricas em ácidos graxos poli-insaturados altamente energéticos, em cálcio, ferro e fósforo e possuem carboidratos e proteínas de alta qualidade. Sua produção é elevada na região Nordeste do Brasil, o que a torna excelente alternativa para compor um extrato vegetal (9).

Uma das maiores quantidades de proteína dentre os vegetais é encontrada na ervilha (*Pisum sativum*), as quais apresentam elevada disponibilidade, propriedades de formação de espuma e de emulsificante. O mercado de proteína de ervilha está aumentando rapidamente e deve chegar a US $ 4,7 bilhões em 2030 devido ao crescente interesse do consumidor em proteínas vegetais com custo relativamente baixo de produção do grão (10).

Nesse sentido e aliado ao crescimento de mercado de produtos *plant-based*, objetivou-se avaliar a expectativa de consumo e aceitação com base na aparência de bebida vegetal fermentada por grãos de kefir, formulada com extrato hidrossolúvel de batata doce e de castanha de caju, adicionada de proteína de ervilha.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Matéria-Prima e Ingredientes

Utilizaram-se batata-doce, castanha e proteína de ervilha como matérias-primas para a elaboração da bebida vegetal fermentada com grãos de kefir, todas adquiridas de um

distribuidor local. Os grãos de kefir utilizados pertencem ao cultivo do Laboratório de Laticínios/DEAL/CCA/UFC. A bebida foi adicionada de açúcar demerara adquirido em comércio local.

**Elaboração de Extrato de Batata Doce**

O extrato da batata doce (EBD) foi elaborado conforme descrito em (5). A batata doce foi descascada, cortada em pequenos pedaços e submetida ao cozimento em água potável na proporção de 1:5, sob sistema aberto à pressão atmosférica. Após uma hora de cozimento, adicionou-se um litro de água para processamento da mistura em liquidificador, seguida de filtração.

**Elaboração de Extrato Hidrossolúvel de Castanha**

As castanhas foram processadas em água potável a 75°C, na proporção 1:7, por três minutos. Separou-se as partículas não solúveis utilizando peneira metálica, obtendo o extrato hidrossolúvel de castanha de caju (ECC).

**Preparação da Bebida Vegetal Fermentada**

As três amostras da bebida vegetal fermentada foram elaboradas conforme as etapas apresentadas no fluxograma da Figura 1.

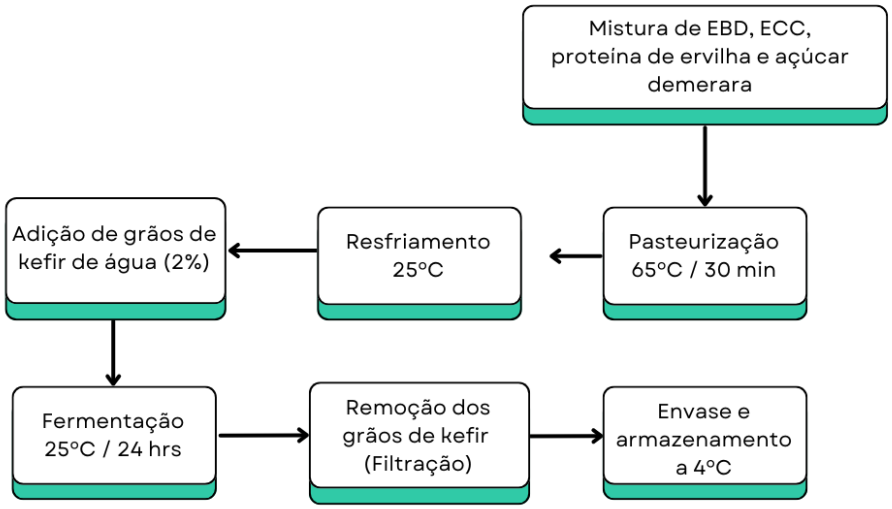



Figura 1 – Fluxograma de produção da bebida vegetal fermentada.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

A formulação das amostras da bebida vegetal fermentada foi realizada com concentrações diferentes de EBD e ECC e com quantidades fixas da proteína de ervilha (3%), observados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Formulações da bebida vegetal fermentada por grãos de kefir.

| Ingredientes | Formulações (%) | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | C |
| EBD | 46 | 64 | 28 |
| ECC | 46 | 28 | 64 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Proteína de Ervilha | 3 | 3 | 3 |
| Grãos de Kefir | 2 | 2 | 2 |
| Açúcar Demerara | 3 | 3 | 3 |
| **TOTAL** | **100** | **100** | **100** |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024. Legenda: EBD = Extrato de batata doce; ECC = Extrato hidrossolúvel de castanha de caju.

Os sólidos totais das formulações foram padronizadas em uma faixa de 14 a 20 ºBrix em refratômetro, de acordo com testes preliminares. Submeteu-se as misturas ao tratamento térmico (65°C/30 minutos) previamente à fermentação, a qual foi conduzida com inoculação de 2% de grãos de kefir, incubadas a 25°C em estufa por 24 horas. Em seguida, os grãos de kefir foram retirados e as amostras da bebida vegetal fermentada foram envasadas e armazenadas a 4ºC.

**Expectativa de Consumo**

Um questionário eletrônico estruturado em 28 perguntas e dividido em 6 seções foi elaborado, contendo dados socioeconômicos, consumo de extratos hidrossolúveis, consumo de probióticos, matérias-primas vegetais, nível de importância dos atributos sensoriais e avaliação visual das bebidas elaboradas. Este questionário foi precedido pelo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para autorização da participação na pesquisa. Foi previamente submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa envolvendo Seres Humanos, CEP/UFC/PROPESQ, sob o nº 50163321.7.0000.5054.

Cada participante recebeu o formulário eletrônico alocado na plataforma *Google Forms* pelas mídias sociais e dispôs de aproximadamente 10 minutos para aquisição das respostas. A coleta de dados foi realizada no período de junho a agosto de 2021 sem delimitação de idade e localidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entrevistaram-se 291 pessoas durante o período de aplicação do questionário, onde notou-se a elevada participação feminina (69,4%), 29,9% eram pertencentes ao sexo masculino e 0,3% se identificaram como não-binários. Os participantes em idade universitária predominaram com 59,1% entre 18 e 29 anos, 31,3% com idade entre 30 e 49 anos, enquanto apenas 9,6% representaram os entrevistados acima dos 50 anos de idade. Observou-se ainda que 66,3% dos respondentes exibiram estado civil de solteiros, ao tempo que 30,2% são casados ou possuem união estável.

A maior participação do sexo feminino nesta pesquisa corrobora com o estudo de Myers et al. (11), no qual a motivação para a compra e o consumo de laticínios por meio de mensagens educacionais obteve 70% dos 4.542 adultos participantes se identificando como do sexo feminino. Quando se trata de consumo de derivados lácteos, como leites fermentados, pesquisadores da Embrapa Gado de Leite (12) identificaram que as mulheres da geração Y (nascida entre 1981 e 1995) são as maiores consumidoras, visto que consomem 3,7 kg de iogurte por ano, enquanto os homens consomem apenas 2,4 kg. Esse padrão está de acordo com estudos científicos que indicaram que as mulheres mostram a tendência em optar por produtos com apelo de saudabilidade.

Observou-se que 52,9% dos entrevistados estão cursando o ensino superior ou já o concluíram, ao passo que 28,2% estão ou já concluíram a pós-graduação. Relacionando-se,

assim, o grau de alfabetização com o conhecimento e aquisição do produto vegetal. Consolidado por outras pesquisas que avaliaram alimentos *plant-based* como queijo processado com uma mistura de vegetais em pó (13), sorvete vegano com amêndoa de castanha de caju (14) e leite vegetal de feijão vermelho (15). Em se tratando da renda familiar, pode-se observar que 42,3% relataram ter rendimento de até dois salários mínimos; 26,1% entre dois e quatro e 14,7% revelaram ter renda acima de dez salários mínimos.

Uma grande parcela dos entrevistados (79%) indicou não possuir nenhuma restrição alimentar, 12,4% detinham intolerância à lactose e 5,1% alimentação vegetariana ou vegana. Notou-se que vinculado ao grau de instrução, a renda mensal média pode ter efeito sobre a compra de produtos vegetais análogos aos de origem animal. O que também foi observado por Saraiva et al. (14) que ao desenvolver sorvete vegano com amêndoas de castanha de caju reuniu em 37,7% os participantes que recebiam até dois salários mínimos.

É importante ressaltar que o consumo de alimentos por pessoa é afetado por uma variedade de elementos, como questões econômicas, demográficas e socioculturais. Salienta-se que é importante conhecer o comportamento, em que se baseiam suas decisões de compra relacionadas a alimentos e qual a importância dos diferentes atributos alimentares percebidos pelos consumidores (12). Os dados socioeconômicos obtidos pelos participantes contribuirão para que os pesquisadores possam ter sucesso nas próximas decisões em relação a reformulações da bebida vegetal fermentada por grãos de kefir.

Acerca do consumo de extratos hidrossolúveis foram realizados cinco questionamentos: 1. Com que frequência você consome leite e seus derivados (queijo, iogurte, bebidas lácteas, doce de leite e entre outros)? 2. Você consome "leite vegetal" (leite de castanha, aveia, amendoim e etc)? 3. Caso nunca tenha consumido "leite vegetal", qual foi o motivo? 4. Caso já tenha consumido "leite vegetal", qual foi o motivo? e 5. Você consumiria um produto vegano que seja semelhante aos leites fermentados (Iogurte, kefir, coalhada e entre outros). As respostas das questões 1 e 2 estão apresentadas na Figura 2.

Notou-se que 56% dos entrevistados consomem frequentemente algum tipo de laticínio, 25,8% consomem com frequência e apenas 2,4% nunca ingerem produtos lácteos. Assim como, 44,7% nunca consumiram “leite vegetal”, 38,8% já experimentou e somente 6,2% tem o hábito de consumir extratos vegetais em sua dieta. Isso evidencia que o consumo de leite e derivados é habitual em suas refeições decorrente provavelmente do conhecimento sobre seus benefícios nutricionais e sensoriais para os seres humanos. Em paralelo, ocorreu uma porcentagem elevada de entrevistados que nunca consumiram ‘leite vegetal’, os quais atribuíram a diversos fatores, dentre os mais comuns: “não é um produto acessível financeiramente”, “ausência de interesse no consumo” e “gosto ruim”.

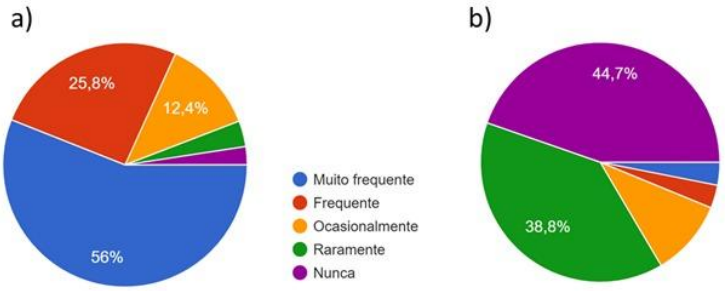



Figura 2 - Frequência de consumo de a) leite e derivados e b) “leite vegetal”.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Pode-se notar que o consumo de produtos *plant-based* análogos aos de origem animal são mais onerosos em sua produção, provavelmente devido à baixa demanda aliada ao já estabelecido mercado de alimentos de origem animal. Os entraves relatados pelos entrevistados condizem com as principais barreiras ao consumo de alimentos de origem vegetal encontradas na pesquisa de Perez-Cueto et al. (16), dentre eles, a expectativa do produto vegetal não ser saboroso e a experiência de não gostar de tais produtos.

Os participantes que consomem com frequência (6,2%) os "leites vegetais" são os que se enquadraram em alimentação vegana e vegetariana ou possuem intolerância à lactose descritos na seção anterior, ou seja, o consumo destes produtos faz parte de sua dieta habitual. Já para os demais que experimentaram tal alimento, relataram em primeiro lugar que "a curiosidade" foi o motivo que os lavaram a consumir, seguido de "alegação de saudabilidade", "diversificar a alimentação" e "redução do consumo de leite".

Diante destes resultados, pode-se inferir que, cada vez mais, os consumidores estão percebendo a importância da qualidade dos alimentos que consomem e dos benefícios de optarem por uma alimentação saudável. Por conseguinte, tem-se verificado um aumento no consumo de alimentos nutracêuticos e funcionais, com o objetivo de prevenir doenças e promover a saúde. Corroborado pelas pesquisas de Nascimento et al. (17), que avaliaram os benefícios à saúde de matrizes alimentares de origem vegetal probióticos, e de Donato et al. (18) que ofereceram perspectivas relevantes para a promoção de alimentos vegetais entre carnívoros.

A pretensão dos entrevistados em consumir produtos veganos que sejam semelhantes aos leites fermentados estão apresentados na Figura 3. Verificou-se que aproximadamente 50% dos entrevistados concordam completamente em inserir produtos *plant-based* em sua alimentação, ao passo que 31,6% concordam parcialmente. É notório que os consumidores brasileiros estão cada vez mais dispostos a modificar a alimentação, caso necessário, em prol da saúde ou pelos conhecimentos adquiridos. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Donato et al. (18) que caracterizaram o veganismo não apenas como um comportamento alimentar, mas como um estilo de vida baseado em valores morais, aumentando o consumo de alimentos vegetais.

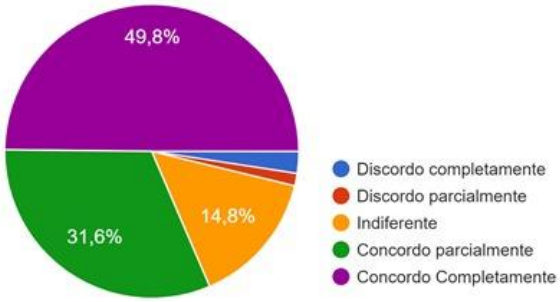



Figura 3 - Pretensão de consumo de produto vegano semelhante aos leites fermentados. Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Quanto ao consumo de alimentos saudáveis que possam proporcionar benefícios ao organismo humano, questionou-se quanto ao consumo de alimentos funcionais e probióticos. As respostas (Figura 4) foram bem distintas demonstrando conhecimento acerca destes alimentos, porém o hábito de consumi-los não é unânime.

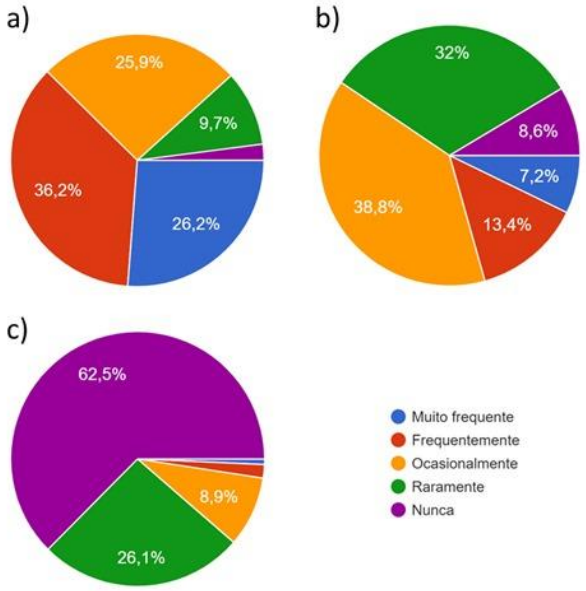



Figura 4 - Frequência de consumo de a) alimentos funcionais; b) probióticos e c) kefir. Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Segundo Birch e Bonwick (19), alimentos funcionais destinam-se a melhorar o bem-estar, reduzir a probabilidade de doenças ou favorecer a saúde. Notou-se que os participantes, por serem em sua grande maioria graduandos em Engenharia de Alimentos, compreendem o termo alimentos funcionais totalizando 62,4% que consomem com frequência estes produtos. No entanto, verificou-se a diminuição progressiva no hábito de consumo de probióticos no qual 13,4% ocorre frequentemente, 62,5% nunca provou Kefir e apenas 2,4% dos entrevistados mantém o hábito de consumir o leite fermentado.

Desta forma, observa-se que poucos mantém o hábito de ingerir kefir, seja por motivos de desconhecimento do produto ou por escassez na sua oferta, visto que este leite fermentado é mais popular no Oriente Médio e pouco disseminado no Brasil. Porém, o hábito de consumirem alimentos funcionais e probióticos, revela o interesse desta população em uma alimentação saudável, logo a bebida vegetal fermentada por grãos de kefir pode ser uma ótima alternativa aos apreciadores de produtos *plant-based*.

Estes resultados são validados por demais estudos onde o consumo de produtos funcionais e probióticos cresce exponencialmente, como Obayaomi et al. (20) que identificaram a maior presença destes alimentos na dieta dos seres humanos. Nascimento et al. (17) apontaram a dificuldade de acesso à produtos probióticos de origem vegetal, em virtude da sua maior aplicação ser realizada em derivados lácteos, dificultando o acesso ao público com intolerância à lactose, alérgicos às proteínas do leite ou veganos. Seus estudos reuniram evidências científicas do uso de probióticos em matrizes vegetais e sua associação com compostos bioativos no tratamento de inúmeras doenças, comprovando múltiplos efeitos benéficos.

Dentro desta seção, questionou-se ainda sobre o desejo de consumirem uma bebida vegetal fermentada com grãos de kefir que tenha potencial probiótico, buscando informações relevantes para o desenvolvimento deste alimento (Figura 5).

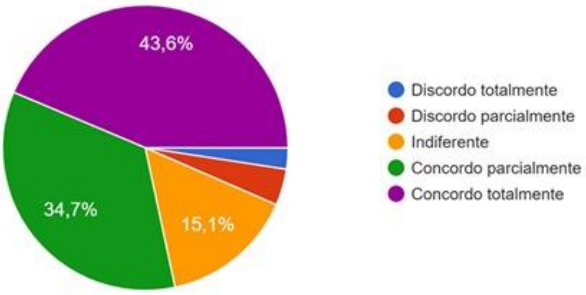



Figura 5 - Anseio de consumo de uma bebida vegetal fermentada com grãos de kefir que tenha potencial probiótico.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Os resultados demonstram que a maioria dos entrevistados (43,6%) concordam totalmente em inserir a bebida vegetal fermentada na sua dieta, resultado condizente com as respostas dos questionamentos anteriores. Ainda assim, 15,1% se mostraram indiferentes, isto quer dizer que nem todos aceitariam facilmente a inserção deste alimento, o que vai de encontro aos resultados da Figura 2b). Provavelmente, este grupo não está totalmente decidido em consumir a bebida vegetal fermentada por vários elementos, incluindo a falta de acessibilidade financeira e falta de interesse em produtos *plant-based*.

No que se refere ao consumo de matérias-primas de origem vegetal, foram realizadas perguntas quanto ao consumo de uma bebida vegetal elaborada com as seguintes fontes: batata-doce, castanha de caju, proteína de ervilha, soja, amendoim, coco e castanha do Pará. Os resultados das três primeiras matérias-primas, sendo as mesmas que foram utilizadas na elaboração do produto desta pesquisa estão apresentados na Figura 6.

Observou-se que cerca de 50,2% dos entrevistados estão abertos a consumir uma bebida vegetal elaborada com castanha de caju e 34,4% concordam parcialmente. Este resultado era esperado, visto que a maioria dos entrevistados são do estado do Ceará, onde existe o hábito do consumo de castanha de caju, bem como inúmeras são as pesquisas e produtos desenvolvidos utilizando essa fonte vegetal, aproveitando-se dos seus benefícios nutricionais e elevada produção na região (21, 22, 23).

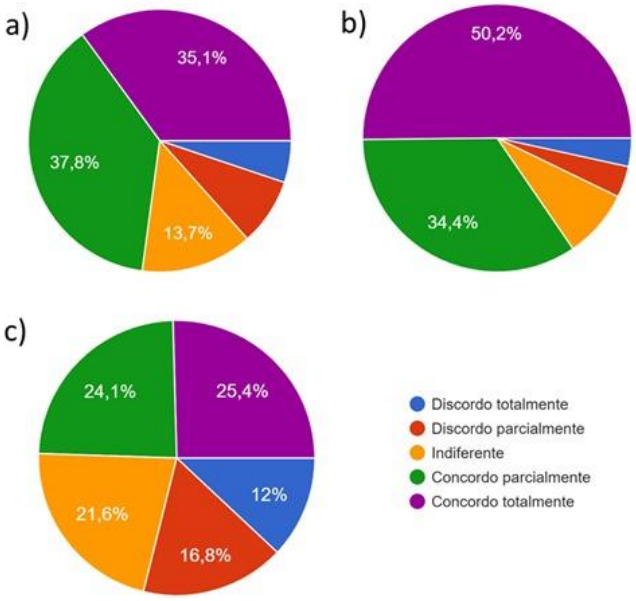


Figura 6 - Intenção de consumo de uma bebida vegetal elaborada com a) batata-doce, b) castanha de caju e c) proteína de ervilha.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Em relação a bebida vegetal de batata-doce e a bebida adicionada de proteína de ervilha nota-se uma diminuição na concordância total ao consumo, sendo 35,1% e 25,4%, respectivamente. Verifica-se que tais produtos derivados são incomuns no hábito alimentar dos entrevistados. No entanto, Ivane et al. (8) destacaram a importância da inclusão da batata doce em diferentes preparações, como purês, pós, extratos ou sucos, devido suas propriedades antioxidantes, antidiabéticas e de reforço imunológico, que trazem benefícios a saúde.

Reis et al. (24) enriquecerem uma bebida vegetal de aveia com isolado proteico de ervilha e identificaram que a adição da proteína causou efeito negativo na aceitação do produto devido ao sabor desagradável. Porém, os autores afirmaram que a modificação dos ingredientes da formulação e a inclusão de outros componentes poderia melhorar as características sensoriais da bebida vegetal e torná-la uma alternativa ao leite de vaca.

Os entrevistados também responderam sobre o grau de importância que atribuem a alguns fatores no momento de comprar e consumir uma bebida fermentada (Figura 7). Notou-se que o sabor (60,1%), preço (49,1%), valor nutricional (43,7%) e odor (43,7%) foram os aspectos considerados muito importantes pelos entrevistados na hora de comprar este alimento. Assim, constata-se que os respondentes são inibidos a consumir o "leite vegetal" devido seu preço elevado em relação ao leite de vaca e por vezes, pelo seu sabor desagradável. Essa mesma tendência foi observada nos estudos Gocer e Koptal (7) e Saraiva et al. (14) com produtos *plant-based* análogos aos produtos de origem animal.

Em relação ao consumo da bebida vegetal fermentada, o sabor se encontra em primeiro lugar de importância (58,8%), seguido do odor (49,1%), do valor nutricional (45,0%) e pelo preço (39,9%). Verificou-se que para o consumo, o valor do produto não é tão relevante, porém evidenciou-se que o odor teve um salto de relevância próximo ao sabor do alimento. Tang et al. (25) identificaram os principais odores de leite fermentado, que proporcionaram informações fundamentais para aprimorar a qualidade do seu sabor e otimizar o processo de produção.

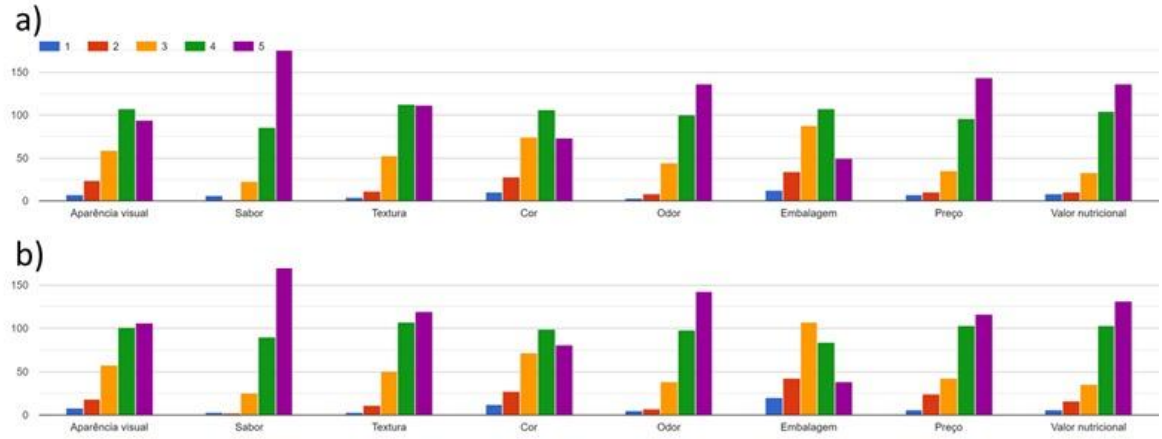



Figura 7 - Grau de importância de alguns fatores no momento de a) comprar e b) consumir uma bebida fermentada.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024. Legenda: 1 - Não é importante; 2 - Pouco importante; 3 - Indiferente; 4 - Importante; 5 - Muito importante.

Na última seção do questionário a Figura 8 foi apresentada com a fotografia das três formulações de bebida vegetal fermentada por grãos de kefir e os respondentes foram solicitados a avaliar a cor e a aparência do produto em uma escala estruturada de 9 pontos, os quais variaram de 1-Desgostei muitíssimo a 9-Gostei muitíssimo.

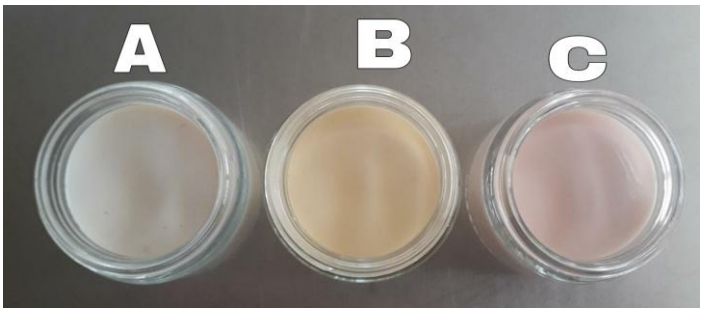



Figura 8 - Formulações de bebida vegetal fermentada por grãos de kefir.
Legenda: A = 46%-EBD e 46%-ECC; B = 64%-EBD e 28%-ECC; C = 28%-EBD e 64%-ECC.

A aceitação do produto tem significativa importância, uma vez que os dados recolhidos através do preenchimento do formulário e da análise sensorial possibilitam a realização de aprimoramentos nas suas características sensoriais, além de proporcionar informações valiosas para facilitar a aproximação entre o público e o produto (26). Segundo Dutcosky (27), valores de aceitação acima de 70% indicam uma boa aceitação mercadológica, assim o somatório das notas de 1 a 4 apontam rejeição, a nota 5 - indiferença e o somatório das notas de 6 a 9 mostram aceitação.

A bebida vegetal com EBD e ECC fermentada por grãos de kefir foi aceita pelos entrevistados em sua avaliação visual, com 89,0% de aceitação para cor e 91,1% para a aparência do produto alimentício (Figura 9). Apesar de ambas possuírem elevada aceitação, verificou-se um menor percentual em relação a cor, o que pode ser atribuído as variações de colorações exibidas. De acordo com Dey e Nagababu (28), a cor é o primeiro contato do consumidor com o produto, por isso desempenha um papel fundamental na aceitação.

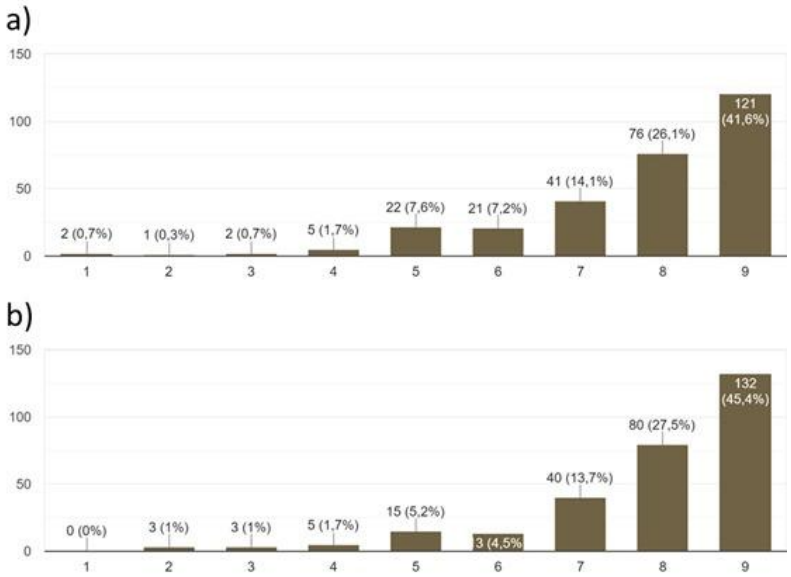


Figura 9 – Respostas dos entrevistados sobre gostar ou desgostar da a) cor e b) aparência da bebida vegetal fermentada por grãos de kefir.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024. Legenda: 1 = Desgostei muitíssimo; 2 = Desgostei muito; 3 = Desgostei moderadamente; 4 = Desgostei ligeiramente; 5 = Nem gostei, nem desgostei; 6 = Gostei ligeiramente; 7 = Gostei moderadamente; 8 = Gostei muito; 9 = Gostei muitíssimo.

A relevância da utilização de extratos vegetais em bebidas fermentadas análogas aos leites fermentados está crescendo nos últimos anos, principalmente entre grupos com dietas restritas como intolerantes à lactose, veganos e vegetarianos. Assim, o desenvolvimento destes alimentos está em evolução e a sua aceitação em constante progresso. Isto foi diagnosticado tanto neste estudo quanto nas pesquisas de Uruc et al. (6) e Tang et al. (15) que obtiveram pontuações sensoriais aceitáveis para formulações de Kefir com diferentes concentrações de extrato de semente de damasco e para uma bebida fermentada adicionada de feijão vermelho, respectivamente.

Com base na fotografia das três formulações da bebida vegetal, a impressão global da amostra C foi a preferida por 40,9% dos participantes, 33,3% optaram pela amostra B e 25,8% pela amostra A (Figura 10). Este resultado provavelmente se deve à coloração distinta das amostras, pois as cores têm impacto sobre a aparência, qualidades sensoriais e aceitação dos alimentos (14).

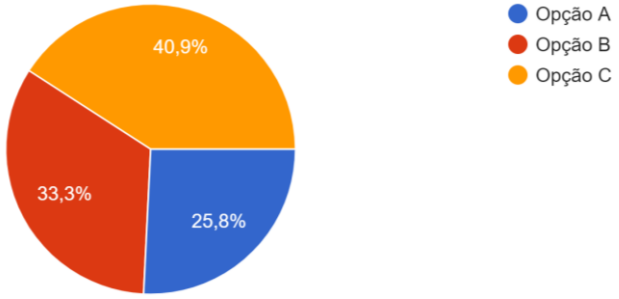



Figura 10 - Melhor impressão global entre as três formulações de bebida vegetal fermentada por grãos de kefir.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024. Legenda: A = 46%-EBD e 46%-ECC; B = 64%-EBD e 28%-ECC; C = 28%-EBD e 64%-ECC

O destaque para a aprovação geral das três formulações de bebida vegetal com EBD e ECC fermentada por grãos de kefir foi validado pelo questionário aplicado aos 291 participantes. Visto que a maior porcentagem dos entrevistados apresentou tanto uma alta intenção em consumir tais produtos, quanto elevada aceitação com base na aparência.

## CONCLUSÕES

Verificou-se que o maior perfil dos entrevistados está à procura por dietas vegetarianas ou livres de lactose, assim como pela saudabilidade. O sabor, aroma e cor foram as características intrínsecas mais importantes para o grupo de entrevistados no momento de comprar e/ou consumir uma bebida fermentada. Sendo que a coloração foi a maior influenciadora nesta pesquisa, já que as características visuais dos alimentos têm o potencial de gerar influências positivas na aceitação do consumidor, além de contribuir para aprimorar a apresentação do produto.

Uma bebida vegetal fermentada com grãos de kefir, utilizando matérias-primas regionais como batata-doce e castanha de caju, torna-se uma alternativa de consumo a ser

explorada como novo produto. Isso sugere um grande potencial de mercado, podendo fortalecer o catálogo de produtos vegetais fermentados agregando valor às matérias-primas regionais e promovendo a qualidade e consumo de produtos *plant-based*.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Laticínios da Universidade Federal do Ceará (UFC) pela infraestrutura disponibilizada para pesquisas científicas. Aos órgãos de fomento CAPES e FAPEPI pelo auxílio financeiro aos pesquisadores.

## REFERÊNCIAS

1. IBOPE. Pesquisa de opinião pública sobre vegetarianismo [Internet]. Brasil: Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística, 2018. (série JOB0416/2018) [acesso em 2020 Abr 05]. Disponível em: https://svb.org.br/2469-pesquisa-do-ibope-aponta-crescimento-historico-no-numero-de-vegetarianos-no-brasil/

2. Brasil. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Diário Oficial da União. 24 out 2007; Seção 1:205.

3. Souza HA, Monteiro GF, Bogáz LT, Freire ENS, Pereira KN, Carvalho MV, et al. Bibliometric analysis of water kefir and milk kefir in probiotic foods from 2013 to 2022: A critical review of recent applications and prospects. Food Res Int. 2024;175:113716. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113716.

4. Bozkir E, Yilmaz B, Sharna H, Esatbeyouglu T, Ozogul F. Challenges in water kefir production and limitations in human consumption: A comprehensive review of current knowledge. Heliyon. 2024;10:e33501. https://doi.org/10.1016/j.heliyon. 2024.e33501.

5. Costa MR, Alencar ER, Leandro ES, Mendonça MA, Ferreira WFS. Characterization of the kefir beverage produced from yam (*Colocasia esculenta* L.), sesame seed (*Sesamum indicum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) extracts. J Food Sci Technol. 2018;55:4851-4858. https://doi.org/10.1007/s13197-018-3419-0.

6. Uruc K, Tekin A, Sahingil D, Hayaloglu AA. An alternative plant-based fermented milk with kefir culture using apricot (*Prunus armeniaca* L.) seed extract: Changes in texture, volatiles and bioactivity during storage. Innov Food Sci Emerg Technol. 2022;82:103189. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103189.

7. Gocer EMC, Koptagel E. Production and evaluation of microbiological & rheological characteristics of kefir beverages made from nuts. Food Biosci. 2023;52:102367. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102367.

8. Ivane NMA, Wang W, Ma Q, Wang J, Sun J. Harnessing the health benefits of purple and yellow-fleshed sweet potatoes: Phytochemical composition, stabilization methods, and industrial utilization- A review. Food Chem X. 2024;23:101462. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101462.

9. Sruthi P, Naidu MM. Cashew nut (*Anacardium occidentale* L.) testa as a potential source of bioactive compounds: A review on its functional properties and valorization. Food Chem Adv. 2023;3:100390. https://doi.org/10.1016/j.focha. 2023.100390.

10. GRAND VIEW RESEARCH. Pea protein market size to reach $4.7 billion by 2030 [Internet]. São Francisco, Estados Unidos; 2023 [acesso em 2023 jun 16]. Disponível em: https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-pea-proteins-market.

11. Myers J, Schweiger D, Clark S. Dairy nutrition educational messages help increase dairy product knowledge, purchasing, and consumption. JDS Communications. 20224;5:13-17. https://doi.org/10.3168/jdsc.2023-0417.

12. Siqueira KB, Schettino JPJ, Vieira MT, Guimarães YM. Quem são os maiores consumidores de lácteos? *In:* Anuário do leite 2023 [Internet]. Juiz de Fora, MG: EMBRAPA Gado de Leite; 2023 [acesso em 2024 jun 12]. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1154264/anuario-leite-2023-leite-baixo-carbono.

13. Farahat ESA, Mohamed AG, El-Loly MM, Gafour WAMS. Innovative vegetables-processed cheese: I. Physicochemical, rheological and sensory characteristics. 2021;42:101128. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101128.

14. Saraiva MC, Reis DCC, Cruz GA, Carvalho JDG. Expectativa de consumo com base na aparência de sorvete vegano elaborado a partir do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju. Res Soc Dev. 2023;12(2):e8112239929. https://doi.org/10.33448/rsd-v12i2.39929.

15. Tang J, Cui L, Zhang S, Wang L, Hou D, Zhou S. A novel plant-based milk alternative made from red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.): Effects of cultivars on its stability and sensory properties. Food Biosc. 2023;56:103362. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103362.

16. Perez-Cueto FJA, Rini L, Faber I, Rasmussen MA, Bachtold KB, Schouteten JJ, et al. How barriers towards plant-based food consumption differ according to dietary lifestyle: Findings from a consumer survey in 10 EU countries. Int J Gastronomy Food Sci. 2022;29:100587. https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100587.

17. Nascimento SSC, Passos TS, Sousa Júnior FC. Probiotics in plant-based food matrices: A review of their health benefits. PharmaNutrition. 2024;28:100390. https://doi.org/10.1016/j.phanu.2024.100390.

18. Donato C, Monsurrò L, Cioccio MD. A matter of identity: Promoting plant-based food among meat-eaters through a common identity priming. J Retail Consum Serv. 2024;79:103863. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2024.103863.

19. Birch CS, Bonwick GA. Ensuring the future of functional foods. Int J Food Sci Technol. 2019;54(5):1467-1485. https://doi.org/10.1111/ijfs.14060.

20. Obayomi OV, Olaniran AF, Owa SO. Unveiling the role of functional foods with

emphasis on prebiotics and probiotics in human health: A review. J Funct Food. 2024;119:106337. https://doi.org/10.1016/j.jff.2024.106337.

21. Bruno LM, Lima JR, Wurlitzer NJ, Rodrigues TC. Non-dairy cashew nut milk as a matrix to deliver probiotic bacteria. Food Sci Technol. 2020;40(3):604-607. https://doi.org/10.1590/fst.14219.

22. Nascimento RSB. Desenvolvimento de uma bebida fermentada à base de xerém de castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) [dissertação]. Fortaleza-CE: Departamento de Engenharia de Alimentos da UFC; 2024.

23. Lima JA, Bruno MA, Wurlitzer NJ, Sousa PHM, Holanda SAM. Cashew nut-based beverage: development, characteristics and stability during refrigerated storage. Food Sci Technol. 2021;41(1):60-64. https://doi.org/10.1590/fst.33819.

24. Reis DCC, Silva RS, Saraiva MC, Nascimento RST, Moreira JD, Sousa PHM. Desenvolvimento e avaliação sensorial de bebida vegetal proteica de aveia sabor manga. *In:* Anais do Web Encontro Nacional de Engenharia Química [Internet]. Diamantina, MG: Online, 2023 [acesso em 2024 jun 12]. Disponível em: https://www.even3.com.br/anais/wendeq2023/641240-desenvolvimento-e-avaliacao-sensorial-de-bebida-vegetal-proteica-de-aveia-sabor-manga.

25. Tang Y, Yu M, Liu C, Gao X, Song H. Sensory-directed characterization of key odor-active compounds in fermented milk. J Food Compos Anal. 2024;126:105904. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105904.

26. Macedo AP. Sorvete a base de extrato hidrossolúvel de castanha do Brasil [TCC]. João Pessoa-PB: Universidade Federal da Paraíba, 2017.

27. Dutcosky SD. Análise Sensorial de Alimentos. Curitiba-PR: Champagnat, 2011.

28. Dey S, Nagababu BH. Applications of food color and bio-preservatives in the food and its effect on the human health. Food Chem Adv. 2022;1:100019. https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100019.

**Capítulo 114**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-114**

# DESENVOLVIMENTO E ACEITAÇÃO SENSORIAL DE LICOR DE CAJU ARTESANAL

**Michela Virgílio Macuvele *; António de Assunção Tobe Bangui; Shania Orlando Zibia ; Marina Cabral Rebouças**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:* karenmichelalive14@gmail.com

**RESUMO:** A elaboração de licores permite aproveitar excedentes da produção agrícola por meio de um produto com alto valor agregado e bastante apreciado pela população brasileira. Neste sentido, considerando que, ainda hoje, a produção de caju no Brasil visa o beneficiamento da castanha, e boa parte do pedúnculo é desperdiçado, a elaboração deste tipo de produto constitui-se em uma importante forma de aproveitamento do pseudofruto, agregando valor à produção desta matéria-prima. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é desenvolver e avaliar a aceitação de licor do pedúnculo do caju com diferentes concentrações de açúcar. Para elaboração do licor foram utilizados as seguintes matérias-primas: caju, água açúcar e cachaça (38% de teor alcoólico). A bebida foi desenvolvida seguindo-se as seguintes etapa: Higienização, Corte, Maceração, 1ª Trasfega, Açucaramento, Maturação, 2ª Trasfega, Envase. Foram desenvolvidas 3 formulações de licores que diferiram quanto ao teor de açúcar adicionado. A aceitação dos licores foi avaliada mediante testes de escala hedônica (aparência, sabor, textura e impressão global), atitude de compra e escala do ideal (gosto doce). Todas as amostras alcançaram aceitação acima de 80% nos atributos sensoriais avaliados, com intenção de compra positiva acima de 60%. Todas as amostras alcançaram elevada aceitação sensorial nos atributos avaliados, além de atitude de compra positiva, no entanto a Amostra B, adicionada com a maior concentração de açúcar, destacou-se frente às demais, demonstrando maior potencial de comercialização.

**Palavras- chave**: *Anacardium occidentale* L.; análise sensorial; bebidas alcoólicas; produto artesanal.

## INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) é uma planta de grande importância econômica e cultural no Brasil, principalmente na região Nordeste. A planta teve sua origem no Brasil, estando, atualmente, disseminada em todo o mundo tropical, sendo cada vez maior sua exploração econômica, notadamente nas regiões agrícolas menos desenvolvidas, com geração de emprego e renda. Apesar da grande extensão territorial para o cultivo do cajueiro, a maior parte da área plantada, 99,7%, encontra-se na região Nordeste, principalmente nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte (1).

O caju é composto pela castanha, o verdadeiro fruto, e por um pedúnculo hipertrofiado, o pseudofruto. A produção de caju ocorre, principalmente, para obtenção da castanha que possui alto valor agregado no mercado. O seu pseudofruto é muitas vezes descartado, apesar de ser rico em vitamina C, antocianinas e polifenóis, substâncias com

efeito antioxidante, além de fibras, cálcio e fósforo. Pode ser utilizado para elaboração de diferentes produtos como bebidas alcoólicas e não alcoólicas, doces, desidratados, minimamente processados, dentre outros (1, 2).

O decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, define o licor como sendo a bebida com graduação alcoólica de quinze a cinquenta e quatro por cento em volume, a vinte graus Celsius, com percentual de açúcar superior a trinta gramas por litro. Segundo essa legislação, podem ser utilizadas variadas fontes de álcool para elaboração da bebida, podendo ser adicionada de diferentes tipos de aditivos como corantes e aromatizantes. O licor deverá ser denominado de seco, fino ou doce, creme, escarchado ou cristalizado, a depender da concentração de açúcar adicionado (3).

O licor pode ser produzido a partir de extrato ou substância de origem vegetal ou animal, ou da mistura de ambos (3), sendo que no Brasil, é mais comum a bebida obtida a partir de vegetais. Neste sentido, no país, as frutas ocupam lugar de destaque, sendo as principais matérias-primas utilizadas para elaboração deste tipo de bebida, onde boa parte da produção ocorre de forma artesanal, por pequenos produtores. Existem várias formas de se preparar licor de forma artesanal e que foram se aprimorando ao longo dos anos, até serem produzidos em escala industrial (4, 5, 6).

A elaboração de licores permite aproveitar excedentes da produção agrícola por meio de um produto com alto valor agregado, que é bastante apreciado pela população brasileira. Neste sentido, considerando que, ainda hoje, a produção de caju no Brasil visa o beneficiamento da castanha, e boa parte do pedúnculo é desperdiçado, a elaboração deste tipo de produto constitui-se em uma importante forma de aproveitamento do pseudofruto, agregando valor à produção desta matéria-prima (7, 8)

Desta forma, a utilização do pedúnculo do caju para elaboração de uma bebida com alto valor agregado, constitui-se uma alternativa de utilização desta matéria-prima tão importante para o Nordeste brasileiro, mas que, no entanto, ainda é bastante subutilizada. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é desenvolver e avaliar a aceitação de licor de pedúnculo do caju com diferentes concentrações de açúcar.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração do licor foram utilizados as seguintes matérias-primas: caju, água açúcar e cachaça (38% de teor alcoólico).

Inicialmente, foi realizada uma seleção dos cajus (pedúnculos) a serem utilizados, descartando os que estavam impróprios ao consumo, sendo, em seguida feita a limpeza e sanitização dos mesmos em solução clorada. As castanhas foram retiradas e os cajus foram cortados em cubos para maior eficiência do processo de maceração e para reduzir a produção de resíduos sólidos durante a maturação.

Os cubos de caju foram colocados em potes de vidro transparente com capacidade para 2L e acrescidos de cachaça na proporção 1:1, ou seja, 1kg de fruta para 1L de cachaça. Essa mistura ficou macerando por 15 dias onde, durante esse período, os potes foram agitados uma vez a cada 24 horas nos 7 primeiros dias para garantir uma melhor integração dos componentes e a liberação dos compostos aromáticos do caju no álcool.

Após a maceração, o líquido resultante foi filtrado (primeira trasfega) utilizando um pano esterilizado. Com o intuito de produzir um licor com teor alcoólico de 15% e, considerando que a cachaça utilizada possuía 38% de álcool, a partir do volume de macerado, foram necessários adicionar um volume de calda de 600mL para cada litro de licor. Desta

forma, o licor foi formulado adicionando-se 40% de macerado e 60% de calda de açúcar.

Com o intuito de definir que concentração de açúcar seria a ideal para os consumidores, a calda de açúcar foi adicionada ao macerado em três diferentes proporções de água:açúcar, 1:1 (Amostra A), 1:2 (Amostra B), 2:1 (Amostra C).

As caldas foram preparadas misturando-se o açúcar e a água em uma panela, sendo a mistura levada ao fogo para cozimento durante 10 minutos. Após o preparo e resfriamento da calda, ela foi adicionada ao macerado (40% de macerado e 60% de calda), sendo a mistura envasada em garrafas de vidro transparente com capacidade para 1L e deixada para maturar por 15 dias. Após esse período, as impurezas decantadas no fundo das garrafas foram retiradas (segunda trasfega), tornando o licor obtido mais límpido com redução de material decantado ao longo do seu período de armazenamento e consumo. Esse processo foi realizado coando-se o líquido em um pano esterilizado. Em seguida, o licor foi envasado novamente em garrafas de vidro transparentes com capacidade para 1L e armazenados em temperatura ambiente.

Para determinar a aceitação das três amostras de licor, com diferentes concentrações de açúcar, foi realizada uma avaliação sensorial no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB).

Participaram da avaliação sensorial 60 consumidores, com idade acima de 18 anos, dos gêneros masculino e feminino, todos pertencentes à comunidade universitária. As três amostras de licor de caju foram submetidas à avaliação da aceitação da aparência, sabor, textura e impressão global por meio do teste de escala hedônica mista de 9 pontos (9 = “gostei muitíssimo”; 1 = “desgostei muitíssimo”). A intenção de compra com relação às amostras foi medida mediante escala de atitude de compra estruturada mista de 5 pontos (5

= “certamente compraria”; 4 = provavelmente compraria; 3 = “tenho dúvidas se compraria”; 2 = “provavelmente não compraria” e 1 = “certamente não compraria”) (9). Com o intuito de avaliar a idealidade do gosto doce foi utilizado o teste de escala do ideal mista de 9 pontos (+4 = “extremamente mais salgado do que o ideal”; 0 = “ideal”; - 4 = “muito menos salgado do que o ideal”).

As amostras foram apresentadas seguindo-se um delineamento de blocos completos e balanceados, de forma monádica sequencial. Para degustação das amostras, as mesmas foram servidas em copos codificados com três dígitos aleatórios, sendo servido água para limpeza do palato entre uma amostra e outra.

Os resultados foram analisados por meio de estatística descritiva, com frequências relativas representadas em gráficos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os resultados obtidos com relação à aparência das amostras (Figura 1), observa-se que, considerando-se a faixa de aceitação da escala (valores do 6 ao 9), todas as amostras alcançaram elevada aceitação deste atributo, com as amostra A, B e C alcançando, respectivamente, os seguintes percentuais, 86%, 85% e 87%.

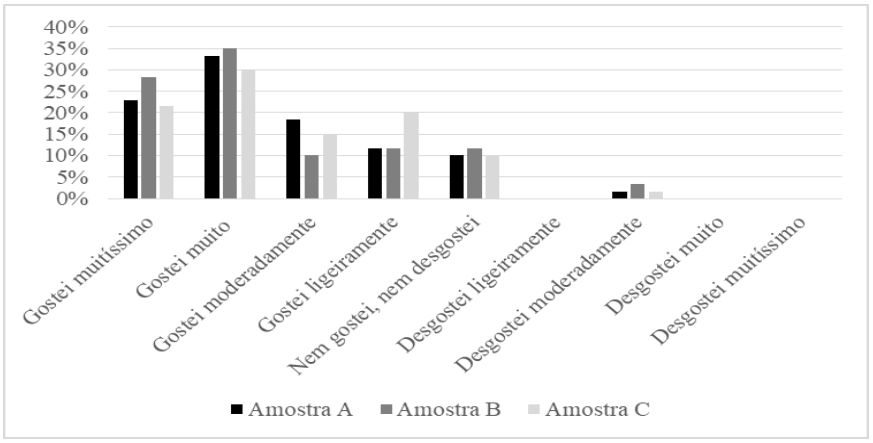



Figura 1 – Resultados da aceitação da aparência de licor de caju com diferentes concentrações de açúcar.

Com relação ao sabor das bebidas também obteve-se uma elevada aceitação sensorial, com destaque para a Amostra B que apresentou uma aceitação de 88%, contra 85% da Amostra A e 87% da Amostra C.

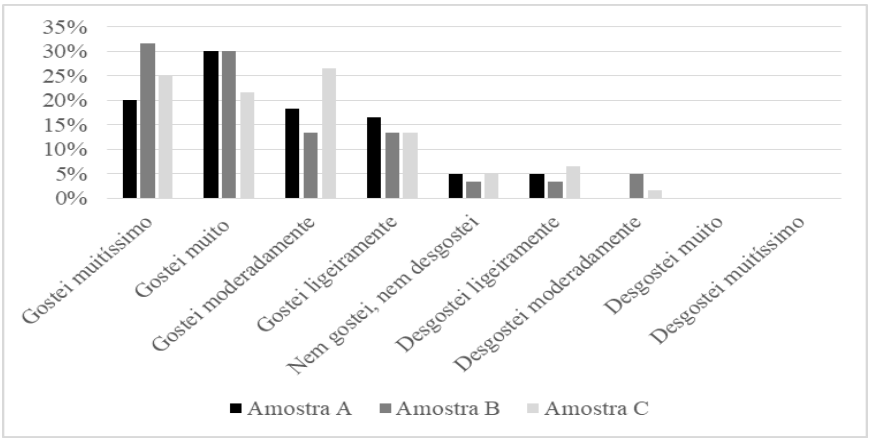



Figura 2 - Resultados da aceitação do sabor de licor de caju com diferentes concentrações de açúcar.

A textura das amostras também alcançou elevada aceitação, com destaque para as Amostras A e C, ambas com 91% de aceitação, contra 87% da amostra B. Nota-se que os consumidores gostaram mais das amostras com maiores concentrações de açúcar e, consequentemente, mais viscosas.

A impressão global das amostras demonstrou que, de um modo geral, os consumidores que avaliaram as amostras aceitaram as mesmas, com um maior destaque para a Amostra B (87%), que mesmo tendo uma aceitação mais baixa que as demais no atributo textura, essa avaliação não foi preponderante para os participantes ao avaliarem as características da bebida como um todo. As Amostras A e C obtiveram uma aceitação, respectivamente, de 83% e 85%.

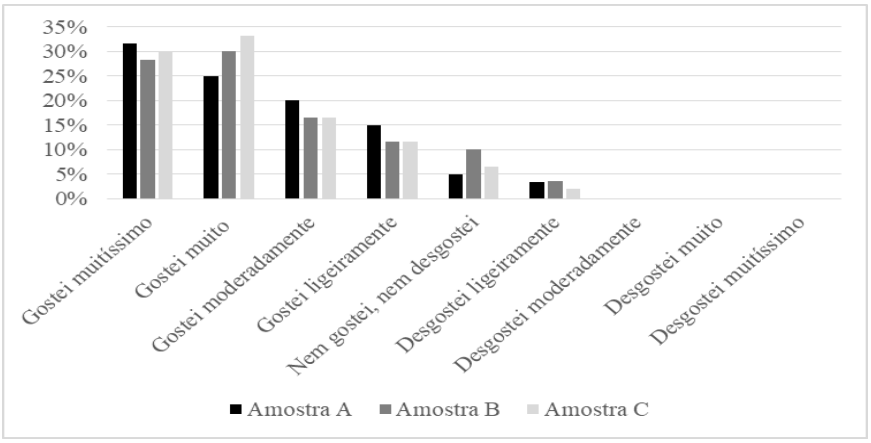



Figura 3 - Resultados da aceitação da textura de licor de caju com diferentes concentrações de açúcar.

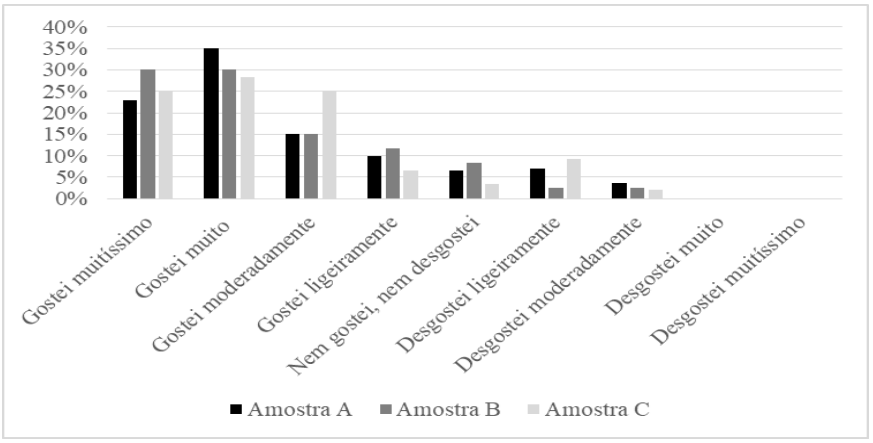



Figura 4 - Resultados da aceitação da impressão global de licor de caju com diferentes concentrações de açúcar.

Considerando-se a faixa da escala que corresponde a uma atitude de compra positiva (valores 5 e 4), todas as amostras alcançaram intenção de compra satisfatória (Figura 5). No entanto, a Amostra B destacou-se atingindo 72% de atitude de compra positiva, frente a 65% da Amostra A e 62% da Amostra C. Mais uma vez observa-se que a Amostra B alcançou resultados mais satisfatórios que as demais amostras.

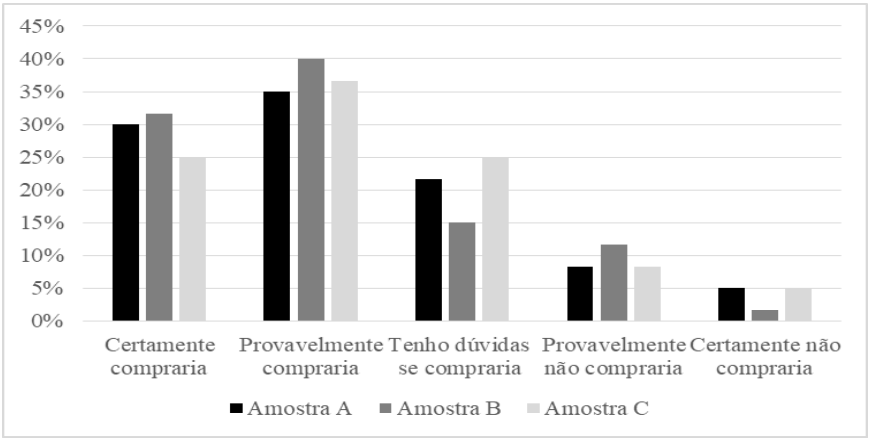



Figura 5 - Resultados da intenção de compra de licor de caju com diferentes concentrações de açúcar.

Nenhuma das amostras atingiu a idealidade do gosto doce, sendo observado, em todas elas, que, para os consumidores que avaliaram as bebidas, o gosto doce estava acima do ideal (valores "+4 = Extremamente mais doce do que o ideal" ao "+1 = Ligeiramente mais doce do que o ideal"). Apesar da Amostra B ser a que possuía maior quantidade de açúcar adicionado, ela foi a que obteve menor percentual (65%) na região de maior intensidade da escala, indicando que, para os consumidores, ela tinha menor intensidade do gosto doce. Mesmo as Amostra A e C tendo sido adicionadas de menores concentrações de açúcar do que a Amostra B, os consumidores as avaliaram como tendo maior intensidade do gosto doce, respectivamente, 82% e 86%. A Amostra C, mesmo tendo sido adicionada da menor quantidade de açúcar, foi descrita pelos consumidores como a que apresentou maior intensidade do gosto doce. Acredita-se que os consumidores se deixaram influenciar pela avaliação da impressão global das amostras, onde a Amostra B obteve melhores resultados que as demais.

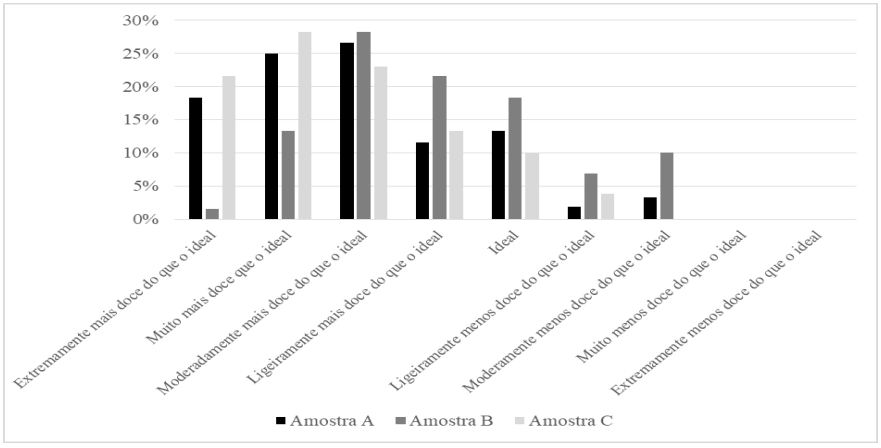



Figura 5 – Resultados da idealidade do gosto doce de licor de caju com diferentes concentrações de açúcar.

Silva et al. (8) também alcançaram elevados índices de aceitação em licor de caju elaborado com diferentes concentração de açúcar e teor alcoólico. Os mesmo índices foram alcançados por Pina et al (10) em licor de caju desenvolvido a partir da cajuína e com aroma de caju. Estes resultados corroboram que o licor de caju artesanal é um produto apreciado pelos consumidores, podendo ser uma importante alternativa de utilização desta matéria- prima tão importante para o Nordeste brasileiro.

## CONCLUSÕES

Todas as amostras alcançaram elevada aceitação sensorial nos atributos avaliados, além de atitude de compra positiva, no entanto a Amostra B, adicionada com a maior concentração de açúcar, destacou-se frente às demais, demonstrando maior potencial de comercialização.

## REFERÊNCIAS

1. Garruti DS, Braga DC, Barbosa AED, Costa FNF, Silva NM, Vidal Neto, FC, Barros LM. Atributos da Qualidade de Pedúnculos de Cajueiro para Consumo in Natura. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; 2022.

2. Silva Neto, RM. Pedúnculo. [Internet]. Brasília: Embrapa; 2021. [acesso em 14 Ago 2024]. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao- tecnologica/cultivos/caju/pos-producao/tecnologia-de-processamento-agroindustrial/pedunculo

3. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União. 05 jun 2009; p. 20.

4. Penha EM. Licor de Frutas. Brasília: Embrapa; 2006.

5. Penha,EM. Manual para produção artesanal de licor de acerola. Rio de Janeiro: EMBRAPA; 2004.

6. Gomes CAO, Pinto GS, Silva CS. Manual de informações técnicas sobre processamento artesanal de licores. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CTAA, 1998.

7. Cesar EA, Cruz JG, Leonel JVM, César MED, Barreto HC, Lima Filho P. Tecnologia de produção de licores com combinação de frutas no Sertão Paraibano. Rev. de Agroec. no Semiárido. 2019; 3:1-8.

8. Silva NS, Medeiros HIR, Silva FL, Magalhães MJS, Medeiros Júnior FC. Elaboração de licor artesanal a base do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.) [Internet]. São Paulo: EditoraCientífica; 2020[acesso em 15 Ago 2024]. Disponível em: https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/elaboracao-de-licor-artesanal-a-base-do-pedunculo-de-caju-anacardium-occidentale-l

9. Stone H, Sidel JL. Sensory Evaluation Practices. 3. ed. Food Science and Technology; 2004.

10. Pina CA, Silva PPM, Spoto MHF, Cruz DH. Brazilian Journal of Food Research. 2018; 9:82-95.

**Capítulo 115**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-115**

# PRODUÇÃO DE IOGURTE ADICIONADO DE BATATA DOCE BIOFORTIFICADA*(Ipomoea batatas beauregard (*Lam.*)*: UMA ESTRATÉGIA DE ACEITAÇÃO SENSORIAL

**Carlyanne do Nascimento Costa Ramos*; Lorenna Kamila de Melo Souza ;Robson Alves da Silva**

**Carlyanne do Nascimento Costa Ramos – Email: carlyanne@ifma.edu.br*

**Resumo:** O interesse por produtos alimentícios saudáveis e nutritivos que além das funções básicas, exercem efeitos benéficos à saúde, tem estimulado a elaboração de novos produtos à base de leite fermentados. Este trabalho objetivou elaborar iogurte adicionado de batata doce biofortificada. Foram realizados testes sensoriais com provadores adultos não treinados. Os dados experimentais da análise sensorial foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com diferenças das médias através do teste de *Tukey* ao nível de 5% de significância. Foram realizadas análises físico-químicas, quantificados os teores de proteínas, gorduras totais, umidade, minerais totais, acidez, e sólidos totais do produto. A análise sensorial demostrou que não houve diferença entre as três formulações de iogurte ao nível de 5% de significância para os atributos aroma, cor e sabor. De acordo com os resultados da análise físico-química a formulação de 70% obteve um limite aceitável em relação a proteína, gorduras totais e acidez. Umidade, minerais totais e sólidos totais não possuem limites estabelecidos pela legislação. O iogurte elaborado com a formulação de 70% obteve um limite de calorias 1,30 g, apresentando pouca quantidade de gorduras, quando comparado ao limite exigido pela legislação, que em 100g de iogurte deve possuir entre 0,6- 2,6 g de gorduras totais no produto. Pode-se concluir que a formulação B obteve as maiores notas, apesar de não diferir estatisticamente das demais formulações. E as análises físico-químicas apontaram quantidades interessantes de valores calóricos e nutritivos, constituindo-se, portanto, em alternativas mais saudáveis e ao mesmo tempo, atendendo aos requisitos sensoriais dos consumidores.

**Palavras–chave:** Batata doce biofortificada; Iogurte; Aceitabilidade.

## 1.INTRODUÇÃO

A composição e qualidade em que o leite de vaca é adquirido é fator determinante para o estabelecimento da sua qualidade nutricional para processamento e consumo humano (1).

O iogurte é um produto altamente recomendado pelas características que ele possui, tanto sensorialmente, como também devido a funções probióticas e nutricionais, além de ser rico em proteínas, cálcio e fósforo, conter baixo teor de gorduras e ser fonte de minerais como zinco e magnésio. Seu valor nutricional é superior ao do leite (2).

Os produtos lácteos estão cada vez mais sendo consumidos pela população, pois são alimentos saudáveis, rico em nutrientes, e uma importante fonte de cálcio e fósforo, que são substâncias importantes para o desenvolvimento do corpo (3). ~~2002).~~

Os alimentos funcionais ou fortificados, devem exercer no organismo uma função que possa permitir a regulação de algum processo corporal como: aumento dos mecanismos biológicos de defesa, controle das condições físicas e mentais e retardo dos processos de envelhecimento, por isso uma grande importância na produção desses produtos e o consumo (4).

A deficiência de vitamina A se destaca entre os principais problemas nutricionais e de saúde, em grande parte da população submetida à restrição alimentar, principalmente nos aspectos qualitativos. A batata melhorada geneticamente ficou bem mais rica em vitamina A, ferro e zinco (5).

Considerando a grande exigência por produtos variados e mais nutritivos, observa-se uma relevante contribuição de alguns alimentos como a batata doce biofortificada, como fonte enriquecedora para elaboração de novos produtos. A fortificação dos alimentos consiste na adição de nutrientes aos alimentos, sendo assim uma maneira de suprir a deficiência, através de alimentos naturais capazes de suprir a necessidade do corpo (6).

A procura por uma dieta saudável e nutritiva tende a induzir a elaboração de novos produtos a fim de melhorar a qualidade nutricional dos alimentos. Desta forma, decidiu-se produzir iogurte adicionado da polpa da batata doce biofortificada, assim como verificar a aceitação sensorial.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados todos os processos de elaboração dos iogurtes e do xarope da batata doce biofrotificada no IFMA- campus Codó, no Laboratório de Laticínios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão.

### 2.1 Aquisição da matéria prima

A batata doce biofortificada foi adquirida na zona rural da cidade de Codó- MA. O leite utilizado foi proveniente do IFMA- Campus Codó, e os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local do município.

### 2.2 Amostras de iogurtes adicionados de batata biofortificada

Para o estudo, foram delineadas 3 formulações de acordo com a Tabela 01, que apresenta as concentrações das amostras elaboradas.

Tabela 01- Concentrações das amostras

| Amostras | Xarope da batata doce biofortificada | Iogurte Natural |
|---|---|---|
| A | 60% | 40% |
| B | 70% | 30% |
| C | 80% | 20% |

FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

Todas as formulações foram compostas por leite integral pasteurizado, cultura lática, açúcar e batata doce biofortificada. A Figura 01 apresenta as formulações elaboradas.

Figura 01: Amostras de iogurte adicionado de batata biofortificada




FONTE: Elaborado pela autora, 2017.

### 2.2.1 Produção e processamento dos iogurtes

O procedimento de preparo dos iogurtes iniciou-se com a pasteurização do leite na temperatura de 90°C / 15 min, as temperaturas foram medidas com auxílio de um termômetro, em seguida resfriou-se o leite pasteurizado até atingir temperatura 45°C.

A seguir, adicionou-se o fermento lático (iogurte natural), para ativação das culturas. Realizou-se a inoculação da cultura lática com leve homogeneização por cerca de 2 minutos. A mistura permaneceu em completo repouso, a uma temperatura de 45ºC, durante todo o processo de fermentação, no qual durou cerca de 5 horas. Terminada a fermentação, os iogurtes foram armazenados em freezer de resfriamento.

Logo após o resfriamento, realizou-se a quebra do coágulo com agitação manual, com o objetivo de obter massa de textura homogênea. Posteriormente, realizou-se a adição do xarope adicionado de batata doce biofortificada, até completa homogeneização. Os iogurtes foram armazenados em recipientes plásticos devidamente higienizados e acondicionados em freezer com temperatura entre 4 a 5°C.

Tabela 2- Formulação do Xarope de batata doce biofortificada

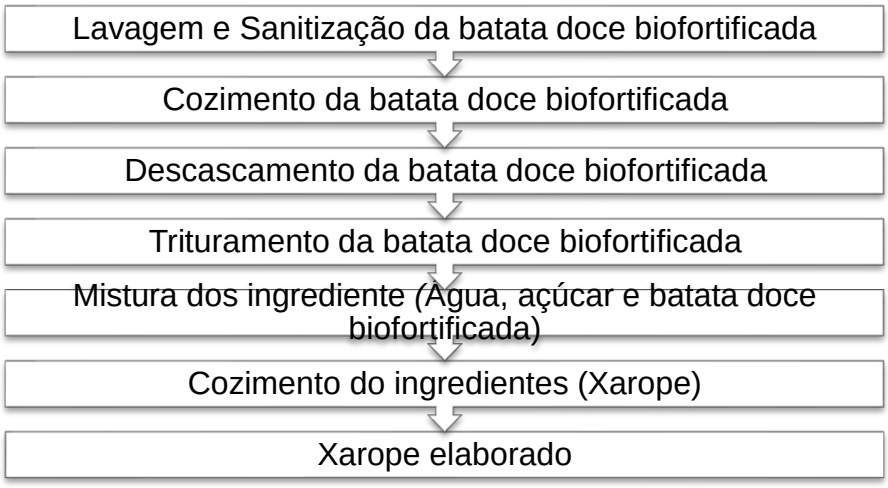
| **Xarope de batata doce biofortificada** | 1000g |
|---|---|
| Água | 250 ml |
| Açúcar | 200g |
| Polpa da batata Doce Biofortificada | 550g |

FONTE: Elaborado pela autora, 2017

### 2.2.2 Fluxograma de produção e processamento do xarope da batata doce biofortificada.

Para a elaboração do xarope de batata doce biofortificada, utilizou-se o fluxograma presente na Figura 03.

Figura03- Fluxograma de elaboração do xarope da batata doce biofortificada

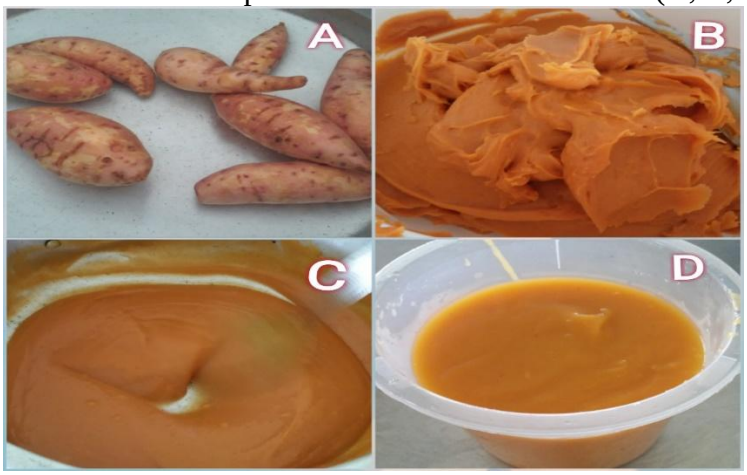



FONTE: Elaborado pela autora, 2017

O xarope foi elaborado adicionando inicialmente a polpa da batata biofortificada, açúcar e água, em seguida foi levado ao fogão industrial em 75° C por 5minutos; até dissolver todo o açúcar, conseguindo assim as características pretendidas. O xarope foi resfriado e adicionado juntamente com iogurte elaborado, e homogeneizado a uma velocidade variável e mexendo vigorosamente, logo após foi envasado e conservado a uma temperatura entre os 2ºC e os 10ºC, atingindo assim a etapa final.

O processamento da elaboração do xarope da batata doce biofortificada, mostra-se na Figura 04.

Figura 04 - Processamento do xarope da batata doce biofortificada (A, B, C, D)




FONTE: Elaborado pela autora, 2017

**2.3 Caracterização físico-química do iogurte de batata doce biofortificada**

As análises físico-químicas do iogurte adicionado de batata doce biofortificada, da amostra mais aceita (7). Primeiramente obteve-se a identificação da amostra com maior aceitação sensorial, seguindo assim as análises na Universidade Federal do Maranhão (UFMA), onde foram quantificados os teores de proteínas, gorduras totais, umidade, minerais totais, acidez, sólidos totais.

2.3.1 Proteínas

Foram medidos 10 ml da amostra em papel de seda, e transferiu-se para o balão de Kjeldahl. Foram adicionados 25 ml de ácido sulfúrico a uma concentração de 0,05 M e cerca de 6 gramas da mistura catalítica. Levou-se para aquecimento em chapa elétrica, na capela, até a solução se tornar azul-esverdeada e livre de material não digerido (pontos pretos).

Foram adicionadas 10 gotas do indicador fenolftaleína, e encaminhou-se imediatamente o balão ao conjunto de destilação. Adicionou-se ao frasco que contém a amostra digerida, por meio de um funil com torneira, uma solução de Hidróxido de Sódio a 30% até garantir um ligeiro excesso de base. Aqueceu-se à ebulição e destilou-se até obter cerca de 250 ml do destilado. Após, foi titulado o excesso de ácido sulfúrico 0,05 M com solução de Hidróxido de Sódio 0,1 M, usando vermelho de metila.

2.3.2 Gorduras Totais

As amostras foram evaporadas em placa aquecedora até a consistência pastosa, foram pesados 10 g. Utilizou-se amostra em cartuchos, em seguida foram transferidos para o aparelho extrator tipo Soxhlet. Acoplou-se o extrator ao balão de fundo chato previamente tarado a 105°C. Em seguida foi adicionado éter em quantidade suficiente para a amostra.

O conjunto foi mantido sob aquecimento em chapa elétrica à extração contínua por 8 horas. Retirou-se o cartucho e despejou-se o éter, logo após transferiu-se o balão com o resíduo extraído para uma estufa a 105°C, mantendo-o por cerca de uma hora. Resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente.

2.3.3 Umidade

As amostras foram evaporadas em placa aquecedora até a consistência pastosa, foram pesada 10 g da amostra em cápsula de porcelana ou de metal, previamente tarada. Foram utilizados 10 ml da amostra em cápsula de porcelana, em balança analítica previamente tarada. Em seguida aqueceu-se o conjunto durante 3 horas. Resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente e pesou-se. A operação de aquecimento e resfriamento foi repetida até peso constante.

2.3.4 Minerais Totais

Utilizou-se 10 ml da amostra. Para os microminerais e macrominerais, foram feitas duas digestões, uma sulfúrica (para obtenção do extrato para determinação de nitrogênio(N) e outra nitroperclórica (para obtenção do extrato para determinação dos demais elementos) do iogurte. Para o nitrogênio utilizou-se a destilação do extrato e titulação com $H_2SO_4$ a 0,025 mols L-1, com indicador ácido bórico. O fósforo (P) foi por espectrofotometria, o potássio (K) e o sódio (Na), através do fotômetro de chama. O enxofre (S) foi por turbidimetria e o Ca, Mg, Cu, Zn, Fe e Mn foi por espectrometria de absorção atômica.

2.3. 5 Acidez

Foram medidos 10 ml da amostra em Erlenmeyer de 250 ml. Adicionou-se 10 mL de água destilada e 2 gotas da solução indicadora fenolftaleína. Em seguida titulou-se com a solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N até o aparecimento da coloração rósea, anotou-se o valor gasto na titulação.

A determinação dos sólidos solúveis totais (SST) foi realizada com um refratômetro, colocando uma gota do iogurte no prisma e fazendo-se uma leitura direta em °Brix. A cada leitura, zerava-se o aparelho com água destilada.

**3.4 Avaliação sensorial do iogurte de batata doce biofortificada**

A avaliação sensorial dos iogurtes foi realizada no Restaurante do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão- IFMA Campus Codó, onde os julgadores

puderam se acomodar em locais individuais sem interferência de outras pessoas, aromas e ruídos externos. A Figura 05 apresenta o local onde a análise sensorial foi realizada.

A análise sensorial foi realizada com 60 provadores não treinados, de ambos os sexos, constituídos por alunos e professores da instituição. Cada provador recebeu uma ficha de avaliação, juntamente com um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), disponível no (Apêndice A).

Figura 05-Local de realização da análise sensorial




FONTE: Elaborado pela autora, 2017

As amostras foram servidas em copos plásticos de 50ml, à temperatura de 8 a10ºC e todos os copos foram codificados com números aleatórios de três dígitos, para cada provador.

Cada julgador foi orientado para que utilizasse água à temperatura ambiente entre cada amostra, visto que ocorra a limpeza do palato (8).

Para avaliar a aceitabilidade das formulações, foram utilizados os seguintes atributos, cor, aroma, sabor, consistência e impressão global. Foi realizado o teste da Escala Hedônica de 9 pontos, correspondentes a: (9) *gostei muitíssimo,* (8) *gostei muito*, (7) *gostei regularmente,* (6) *gostei ligeiramente*, (5*) indiferente,* (4) *desgostei ligeiramente*, (3) *desgostei regularmente,* (2) *desgostei muito,* (1) *desgostei muitíssimo* (9) (ANEXO A).

A determinação de intenção de compra foi avaliada por meio de teste afetivo, utilizando-se a escala de cinco pontos com:(5) *certamente comparia* e (1) *certamente não compraria* (10). (ANEXO A).

Em seguida, calculou-se o Índice de aceitabilidade por atributo em cada tratamento, mediante o programa XL*STAT*, versão 7.0

Os dados experimentais foram gerados a partir dos resultados da análise sensorial, sendo todos submetidos à análise de variância (ANOVA), com as diferenças das médias obtidas por meio do teste de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade, por meiodo programa XL*STAT*, versão 7.0.

Para a aceitação global foi avaliado o índice de aceitabilidade (IA), no qual um produto é considerado aceito quando atinge IA (índice de aceitação) de no mínimo 70% (9).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise sensorial

Com base nos dados obtidos, observou-se que 27% dos provadores eram do sexo masculino e 73% do sexo feminino. As idades variaram de 18 a 43 anos.

Após análise estatística dos dados, observou-se que não houve diferenças significativas entre as três amostras de iogurte ao nível de 5% de probabilidade, em relação aos atributos de cor, odor, sabor. A Tabela 03 apresenta os resultados da análise sensorial das amostras de iogurte adicionado de batata doce biofortificada.

Tabela 03- Resultados da análise sensorial das amostras de iogurte adicionado de batata doce biofortificada.

| | AMOSTRA A | AMOSTRA B | AMOSTRA C |
|---|---|---|---|
| **Textura** | 7, 000±0,212[a] | 7, 383±0,299[ab] | 6, 550±0,300[b] |
| **Cor** | 7, 458±0,191[a] | 7, 333±0,268[a] | 7, 483±0,268[a] |
| **Odor** | 6, 983±0,214[a] | 6, 850±0,30[a] | 6, 817±0,301[a] |
| **Sabor** | 7, 017±0,210[a] | 7, 183±0,310[a] | 6, 917±0,310[a] |
| **Aspecto Global** | 7, 220±0,172[a] | 7, 533±0,242[a] | 7, 133±0,242[a] |
| **Intenção de compra** | 4, 033±0,141[a] | 4, 136±0,198[a] | 3, 867±0,199[a] |
| **Média entre as amostras** | 6, 63 | 6, 71 | 6, 45 |

Teste de probabilidade Tukey a 5%, para a análise dos dados, media com desvio padrão. Letras iguais na mesma linha, não diferem entre si estatisticamente.

A amostra A, B e C de batata doce biofortificada, não tiveram diferenças em relação ao atributo sabor, no atento a maior nota dada pelos julgadores foi para a formulação B (70%); Pesquisas apontam menores índices para esse atributo, apresentando média de 5,59 para iogurtes com adição de farinhas mistas a partir dos resíduos de maçã, maracujá e uva (11).

Com relação ao odor, não houve diferença significativas entre as amostras. O dor é um importante atributo sensorial que correlaciona o olfato ao paladar, não se restringindo apenas ao nariz, mas sim a todo o sistema nasal, incluindo a boca. Assim, o consumidor tende a relacionar o aroma do produto diretamente à matéria-prima utilizada em sua fabricação, além de influenciar de maneira negativa outros atributos do produto (12).

O atributo textura apresentou diferença significativa entre as amostras A e C, devido a polpa da batata doce biofortificada ser rica em carboidratos, obtendo assim uma textura rígida da massa, além de possuir menos água na sua composição comparada com outras, como o morango e ameixa que são as mais comuns em saborização de iogurtes

A adição de uma quantidade maior de xarope da polpa da batata doce biofortificada no "iogurte" resulta em textura mais densa do produto. Provavelmente os menores valores de aceitação do iogurte em relação à textura devem ser por consequência do tipo da consistência da polpa utilizada para a elaboração. A textura do iogurte é tão importante quanto o sabor ou o aroma. A firmeza adequada é essencial para se melhorar a qualidade do produto (13).

A cor e aparência representam os primeiros atributos nos quais o consumidor terá seu primeiro contato, sendo de grande importância e de influência para a escolha do produto (14).

O atributo cor apresentou em todos as formulações pontuação entre 7,458 e 7,483 equivalentes às categorias "gostei regularmente" e "gostei muito", o que evidencia que a coloração das amostras foi a característica que mais agradou os julgadores.

A primeira impressão que se tem de um alimento é geralmente visual onde o consumidor tem sua primeira impressão sobre o produto, sendo a cor um dos aspectos

fundamentais na qualidade e aceitação do produto, pois tem muita influência na decisão de compra do consumidor (15).

Os iogurtes naturais têm que apresentar aspecto de consistência firme, pastosa, semissólida ou líquida, cor branca ou de acordo com a(s) substância(s) alimentícia(s) e/ou corante(s) adicionado(s), e odor característico ou de acordo com a(s) substância(s) alimentícia(s) e/ou substância(s) aromatizante(s). Visto que o xarope da polpa de batata doce biofortificada apresenta coloração amarelo alaranjado, as amostras elaboradas adquiriram sua tonalidade e seu odor característico (16).

De acordo com a Tabela 04, o produto teve um bom índice de aceitação sensorial considerando os valores compreendidos entre 80,22 % a 79,22%, indicando assim que o produto foi aceito sensorialmente pelos provadores.

Tabela 04- Índice de aceitação global do produto

| **Índice de Aceitação** | **Amostra A** | **Amostra B** | **Amostra C** |
|---|---|---|---|
| | 80, 22% | 83, 66% | 79, 22% |

Fonte: elaborada pela autora, 2017.

Para um produto ter o mérito de aceito no mercado consumidor, em termos de suas características sensoriais, é necessário que obtenha Índice, no mínimo, 70 % de aceitabilidade nos atributos sensoriais em julgamento (9). Como observado na Tabela 03, todos os atributos apresentaram índice de aceitabilidade satisfatórios. As respostas observadas sugerem que as amostras de iogurte elaboradas no presente trabalho oferecem boas perspectivas de consumo e, portanto, poderiam ser produzidas em escala comercial.

Os resultados apresentados na Tabela 05, todos os atributos foram aprovados para as três formulações, obtendo-se aceitabilidade mínima de 76,85%, valor correspondente para o atributo sabor da amostra C. O atributo cor apresentou, para as três formulações, valores superiores a 80%.

A Tabela 05 apresenta o índice de aceitabilidade por atributo para as três formulações de iogurte.

Tabela 05– Índice de Aceitabilidade por atributo para as três amostras de iogurte.

| **Índice de aceitação por atributo** | **AMOSTRA A** | **AMOSTRA B** | **AMOSTRA C** |
|---|---|---|---|
| Textura | 77,77% | 82,03% | 72,77% |
| Cor | 82,86% | 81,44% | 83,14% |
| Odor | 77,58% | 76,11% | 75,74% |
| Sabor | 77,96% | 79,81% | 76,85% |
| Aspecto Global | 80,22% | 83,70% | 79,25% |
| Intenção de compra | 80,66% | 82,72% | 77,34% |

Fonte: Elaborada pela própria Autora, 2017.

Apesar da Amostra B ter apresentado notas maiores em quase todos os quesitos sensoriais analisados, todas as formulações foram bem aceitas pelos provadores, com índice de aceitabilidade acima de 70% (Tabela 05), destacando que em relação a cor, a amostra de C atingiu uma maior média, equivalente a 83, 14%.

A aparência exerce uma grande influência ao consumidor, levando assim a aquisição do produto que está sendo comercializado e também podendo gerar interferência

sobre a qualidade do produto. A coloração dos alimentos acima de tudo exerce um fator marcante, sendo assim muito importante para a determinação de aceitação, indiferença ou rejeição do produto (17).

### 4.2 Análise físico-química

Observou-se na Tabela 06, que o iogurte analisado apresentou valores dentro dos padrões da legislação.

Tabela 06- Resultados da análise físico-química do iogurte adicionado de batata doce biofortificada.

| PARÂMETROS (100G) | RESULTADOS Amostra B | *LEGISLAÇÃO |
|---|---|---|
| Proteínas (g) | 4,0 g | 1,7-4,1 g |
| Gorduras totais (g) | 1,30 g | 0,6 e 2,9 g |
| Umidade (g) | 72,50 g | _____ |
| Minerais totais (g) | 0,40 g | _____ |
| Acidez (g) | 0,9 g | 0,6 a 1,5 g |
| Sólidos Totais (g) | 27,50 g | _____ |

Fonte: Elaborada pela própria Autora, 2017. *Legislação vigente: Resolução –ministério da agricultura e do abastecimento. Padrões de identidade e qualidade de leites fermentados. Resolução nº 5, de 13 de novembro de 2007.

A amostra analisada obteve um limite aceitável de gorduras totais com um valor de 1,30\100 g, apresentando pouca quantidade de gorduras, quando comparado ao limite exigido pela legislação, que em 100g de iogurte deve possuir entre 0,6- 2,9 g de gorduras totais no produto. Segundo a mesma legislação, os leites fermentados com agregados, açucarados e/ou saborizados poderão ter conteúdo de matéria gorda e proteínas com porcentagens menores, porém não podendo ultrapassar os limites estabelecidos pela a legislação (16).

Quanto ao teor de gordura o iogurte pode ser classificado em: com creme (mínimo de 6% de gordura), integral (mínimo de 3% de gordura), parcialmente desnatado (máximo 2,9% de gordura) e desnatado (máximo de 0,5% de gordura) (18).

A gordura do iogurte na sua maioria é saturada, tendo cerca de 65% das gorduras totais, incluindo ácidos graxos saturados, e somente cerca de 35% são ácidos graxos insaturados das gorduras totais, como os ácidos oleico e aminoleico (19).

A batata doce biofortificada tem uma grande quantidade de carotenoides, apresentando maior teor de vitamina A, cálcio, e uma rica fonte de carboidratos simples, possuindo mais do que a batata normal e a própria batata doce, além dela também ser uma fonte de vitamina C, fósforo e potássio, garantindo assim uma grande fonte de energia para o metabolismo, sendo um alimento com pouca quantidade de lipídeos na sua composição (20).

A amostra analisada apresentou conteúdo proteico de 4,0 g, foi observado que o iogurte elaborado apresentou um teor proteico mais elevado que o mínimo exigido pela legislação que é de 1,7 g\100g até 4,1\100g de proteínas para o iogurte, sendo assim enquadrando-se dentro do padrão estabelecido na mesma É importância a presença das proteínas nos alimentos, podendo atuar como enzimas, catalisando reações químicas, podendo transportar pequenas moléculas ou íons; podem ser motoras para auxiliar no movimento em células e tecidos; participam na regulação gênica, ativando ou inibindo; estão no sistema imunológico, entre outras centenas de funções. Praticamente todas as funções celulares necessitam de proteínas para intermediá-las (21).

Quanto ao teor de umidade, o iogurte desenvolvido apresentou quantidade de 72,50% na sua composição. Em trabalho realizado sobre iogurtes adicionados de polpa de xarope de mangostão, encontrou valores entre 72,24% e 78,80%para os iogurtes adicionados do xarope de mangostão, resultados semelhantes foram encontrados por outro autor, onde afirma que a composição do iogurte deve apresentar 74,53% ± 0,64 de umidade. Pode-se então observar que o iogurte elaborado de batata doce biofortificada está dentro dos limites desejáveis. (22;23). A determinação de umidade é um dos métodos mais importantes e utilizados na análise de alimentos. A umidade de um alimento está relacionada com a sua estabilidade, qualidade e composição, e pode afetar a estocagem, embalagem e processamento do produto (24).

Para produtos lácteos fluidos, esse mesmo autor, cita valores de 87%- 91% de umidade. Observou-se então que os resultados da análise do iogurte adicionado de batata doce biofortificada encontram-se abaixo do citado pela autora com valor de 72,50%, podendo assim indicar que esse produto possui uma baixa umidade, sendo um fator positivo, pois quanto menor quantidade de água na sua composição, maior será o tempo de conservação do produto. Foram encontraram valores de umidade na elaboração de iogurte de jaca semelhantes aos apresentados nesta pesquisa, onde obtiveram 78,87% e 74,50% de umidade (25).

O Padrão de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados estabelece que os limites legais para acidez é de 0,6 a 1,5g de ácido láctico (26). O valor de acidez encontrado foi de 0,90 para o iogurte analisado. Esse valor é importante, uma vez que o iogurte com baixo pH, favorece a contração do coágulo, devido à redução da hidratação das proteínas, além de aumentar a vida útil do produto (27). É importante obter a determinação do pH de um alimento para poder verificá-lo quanto à deterioração devido ao crescimento de microrganismos (24).

A acidez tem uma grande influência pelo tipo de fruto utilizado, ou seja, xarope de batata doce biofortificada é um tubérculo não tão ácido quando comparado com outras frutas utilizadas na produção de iogurte, em decorrência disso geram iogurtes com menor acidez, porém para uma acidez mais elevada, o ideal é o acompanhamento do tempo e armazenamento do produto na hora da fermentação, pois eles desempenham um papel importante no crescimento de bactérias ácido lácticas, com consequente aumento da acidez.

A acidez superior à normal é proveniente da acidificação do leite pelo desdobramento da lactose, provocada por ação microbiológica. Ela tende a aumentar consideravelmente se o leite não for adequadamente manipulado e mantido refrigerado (28).

Observou-se que a acidez encontrada no iogurte elaborado de batata doce biofortificada obteve uma quantidade de acidez dentro dos limites estabelecidos, ressaltando o fato do leite utilizado para a elaboração do iogurte ter sido manipulado e refrigerado de forma correta, para obtenção de tais resultados.

O valor encontrado para minerais totais foi de 0,40 g\ 100g de iogurte de batata doce biofortificada. Esse parâmetro não possui legislação determinada, porém segundo alguns autores, os minerais são nutrientes que não podem ser sintetizados pelo organismo e, por isso, devem ser obtidos através da alimentação. E a falta de minerais pode causar problemas ao organismo, causando o aparecimento de cãibras musculares. O iogurte destaca-se pelo seu conteúdo em cálcio, e também é uma boa fonte de outros minerais como o potássio, fósforo, magnésio e zinco (29).

O teor de sólidos totais influencia na viscosidade do produto, quanto maior a quantidade de sólidos totais, maior será a viscosidade do produto elaborado (30). E ao trabalhar com elaboração de iogurte de chocolate com menta, os autores utilizaram

formulação 1 e 3, ambas possuindo (10% de açúcar) apresentando médias de viscosidade e sólidos totais maiores que os outros tratamentos, onde foram utilizadas quantidades menores (7% de açúcar), nas outras formulações. E as formulações com menor quantidade de sacarose apresentaram médias de viscosidade menor (30). Estes dados indicam que o teor de sacarose e sólidos totais teve grande influência sobre a viscosidade dos iogurtes. Comparando com o iogurte adicionado de batata doce biofortificada, pode-se observar que os 27,50 g/ 100g de sólidos totais presentes no iogurte, teve grande contribuição do açúcar utilizado na formulação, como também no próprio açúcar da tuberosa, que já possui açúcar na sua composição natural, assim também influenciando na textura e viscosidade do iogurte elaborado.

## 5. CONCLUSÕES

De acordo com a análise sensorial realizada os atributos textura diferiram significativamente entre a amostras, obtendo notas menores na amostra C.

A amostra B obteve os maiores índice de aceitação, apesar de não diferir estatisticamente das demais formulações. Porém pode-se conferir que todos os tratamentos seriam bem aceitos no mercado, pois apresentaram bom Índice de Aceitabilidade na avaliação sensorial de tais amostra do iogurte. As análises físico-químicas apontaram quantidades interessantes de valores calóricos e nutritivos, apresentando níveis superiores aos da legislação vigente para produtos lácteos, constituindo-se, portanto, em alternativas mais saudáveis e ao mesmo tempo, atendendo aos requisitos sensoriais dos consumidores.

Desta forma, pode-se verificar que é possível enriquecer produtos já existentes no mercado, promovendo uma excelente alternativa para formulação de um novo produto, sendo utilizado como uma fonte de suplementação principalmente de vitamina A, visando minimizar as carências nutricionais de estudantes da rede pública federal, estadual, municipal e da população em geral, com o consumo do iogurte elaborado de batata doce biofortificada.

## AGRADECIMENTOS

**IFMA-** Instituto Federal do Maranhão
**IFPI-** Instituto Federal do Piauí-UFPI
**PPGAN-** Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição (**UFPI**)- Universidade Federal do Piauí

## REFERÊNCIAS

1. PEREIRA, D.B.C.; SILVA, P.H.F.; COSTA JUNIOR, L.C.G.; OLIVEIRA, L.L. Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos. 2.ed. Juiz de Fora: Epamig, 2001. 234p.
2. PAIVA, et al. Iogurte adicionado de polpa de abacaxi, base mel: Elaboração, perfil microbiológico e físico-químico. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, n.5, v.10,2015. p. 22-26.
3. BRANDÃO, S. C. C. Novas gerações de produtos lácteos funcionais. Indústria de Laticínios, São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola de Química, Programa de Pós- Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, 2008. Site:n<http://186.202.79.107/download/iogurte-funcional-com-leite-de-cabra.pdf>.Acesso em: 05. Abr.2017.

4. SOUZA, P.H.M; SOUZA NETO; M. A.de; MAIA, G.ª Componentes Funcionais nos Alimentos. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e **Tecnologia emAlimentos**. Campinas: n 37, v. 2, p. 127-135, 2003.
5. VILARTA, R. **Alimentação Saudável, Atividade Física e Qualidade de Vida.** Site:<http://www.fef.unicamp.br/>. Acesso em: 05\04\2017.
6. SILVA. J. B. C, 2008. **Batata-doce biofortificada**. Site: http://www.abhorticultura.com.br/. Acesso em: 05/04/2017.
7. LUTZ, I. A. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, IMESP, 3 Ed. São Paulo- SP, 2005.
8. CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial alimentos e bebidas.** Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2005.
9. DUTCOSKY, S.D. **Análise Sensorial de Alimentos.**2ªed. Curitiba: Champagnat, 1996. 239 pág.
10. FERREIRA, V.L.P, e et al. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos.** Campinas: SBCTA, 2000. Site: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000128&pid=S0100-69162007000100018000011&lng=ptsensorial>. Acesso em:10.04.2017.
11. GONÇALVES, C. R.; LEÃO, M. F. **Produção de iogurte com adição das farinhas mistas a partir dos resíduos de maçã, maracujá e uva**. Revista Enciclopédia Biosfera, v. 9, n. 17, p. 3618-3631, 2013.
12. NERES, J.P.G; SOUZA, R.L.A; BEZERRA, C.F**. Iogurte com polpa e farinha da casca do abacaxi**. Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v. 70, n. 5, p. 262-269, set/out, 2015.
13. PENNA, A.LB; OLIVEIRA, M.N; BARUFFALDI, R. **Análise de consistência de iogurte:** correlação entre medida sensorial e instrumental. Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, (IBILCE/UNESP), São José do Rio Preto, São Paulo, 1997.
14. .TEIXEIRA, L.V. **Análise sensorial na indústria de alimentos.** Rev. Inst. Latic. "Cândido Tostes", Jan/Fev, nº 366, 64: 12-21, 2009, Pag.12.
15. JESUS, S.C. et al. **Avaliação de banana-passa obtida de frutos de diferentes genótipos de bananeira**. Pesq. Agropec. Bras.,Brasília, v.40, n.6, p.573-579, jun. 2005. <http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n6/24835.pdf>. Acesso em: 20\06\2017.
16. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 46, de 23 de outubro de 2007. Adota o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados, anexo à presente Instrução Normativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 24 out. 2007. Site: <http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/instru%C3%87%C3%83o-normativa-n%C2%BA-46-de-23-de-outubro-de-2007.pdf>. Acesso em: 07.Abr.2017.
17. BEZERRA, M. F. **Caracterização físico- química, reológica e sensorial de Sensorial de alimentos e bebidas**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2005.
18. FERREIRA, A. Ca**racterização físico-química de frozen yogurt sabor cajá-manga. Anápolis**, Trabalho de conclusão de curso. BRASIL. 2011, jun.
19. ALVEZ, L. Avaliação das características físico-químicas de leites fermentados inspecionados, comercializados no município do Rio de Janeiro. 2007. 105p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal), Universidade Castelo Branco.

20. EMBRAPA HORTALIÇAS (2016). **Batata Doce Biofortificada**. <https://www.embrapa.br/hortalicas/batat-doce-biofortificada.> Acesso em: 07.Abr. 2017.
21. NELSON, D. L; COX, M. M. Princípios de Bioquímica de Lehninger. 5° ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.82-154 p.
22. BRAGA, A. C. C. et al 2012. **Elaboração e caracterização de iogurtes adicionados de polpa e de xarope de mangostão**(Garciniamangostana L.). Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.14, n.1, p.77-84, 2012.
23. MOLETA, C.B. **Elaboração de iogurte caseiro e avaliação físico-química em relação ao iogurte industrializado**. (Trabalho de Conclusão de Curso). Cascavel: FAG/ Departamento de Nutrição, 2006. 61 p.
24. CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2ª ed.Campinas, SP:Editora da Unicamp, 2003. p. 36, 37 e 107.
25. MEDEIROS, F. C. J.; ANDRADE, L. F.; APOLINÁRIO, J. R.; SANTOS, E. P.; Composição centesimal de iogurtes comercializados nos Município de Bananeiras –PB. **II Jornada Nacional da Agroindústria**. (2011). Disponível em:<http://www.seminagro.com.br/trabalhos_publicados/2jornada/02ciencia_e_tecnologia_de_alimentos/20cta.pdf>.Acesso em; 17 out. 2011.
26. BRASIL. Leis, decretos, etc. Recomendação n º 31 de 12 de junho de 1997 (Consulta Pública) Regulamento Técnico Mercosur de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados, Diário Oficial da União, Brasília, 3 jul 1997, Seç. 1, p. 14064. (Internalizada no Brasil-DIPOA/MA-Resolução nº 5 de 13 de novembro de 2000 republicada em 2/01/2001. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/das/dipoa/resolução leite fermentado.htm. Acesso em: 21 nov. 2010.
27. WITSCHINSKI, F. 2012. **Elaboração de iogurte com adição de fruto-oligossacarídeo e cultura probióticas.** (BIFIDOBACTERIUM). Dissertação de Mestrado, Agosto/2012. Site: <http://www.uricer.edu.br/cursos/arq_trabalhos_usuario/2163.pdf>. Acesso em: 10\06\2017.
28. FIGUEIREDO, G. M.; PORTO, E. **Avaliação do impacto da qualidade da matéria-prima no processamento industrial do iogurte natural.** Caderno fazer melhor, São Paulo: set/out, 2002.
29. PINHEIRO, D. M., PORTO, K. R., & MENEZES, M. E. (2005). **A Química dos Alimentos: carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas e minerais.** UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS.
30. RIBEIRO, A.M, et al, 2011. **Elaboração de iogurte de chocolate com menta.** Site:<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/290/1/MD_COALM_2011_2_02.pdf.> Acesso em: 21\06\2017.

**Capítulo 116**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-116**

# DESENVOLVIMENTO DE UM MACARRÃO INSTANTÂNEO ADICIONADO DE FARINHA DO ENDOCARPO DE BURITI (*Mauritia flexuosa*).

**Lorrane Ribeiro de Mesquita [1]; Antônio Thailson de Resende Abreu [2]; Najarah Caracas Cedro [3]; Flávia Vitória Pereira de Moura [4]; Sabrina Almondes Teixeira [5]; Joilane Alves Pereira Freire [6]; Stella Regina Arcanjo Medeiros [7].**

[1]*Email: lorraneribeiroo@hotmail.com*
[2]*Email: thailson51@gmail.com*
[3]*Email: nahcaracas@gmail.com*
[4]*Email: nutriflaviavitoria@gmail.com*
[5]*Email: sabrina.almodes@hotmail.com*
[6]*Email: joilane@ufpi.edu.br*
[7]*Email: stellaarcanjo@ufpi.edu.br*

**Resumo:** Objetivou-se desenvolver e avaliar os parâmetros físico-químicos do macarrão instantâneo funcional adicionado de farinha do endocarpo de buriti. Para tanto, foi avaliada a composição físico-química da farinha do endocarpo e em seguida o macarrão foi desenvolvido e dividido em quatro ensaios, M1, M2, M3 e M4. A qualidade dos ensaios foi avaliada com o teste de cozimento, onde o ensaio M4 apresentou o melhor resultado e deu seguimento aos testes de composição centesimal, valor calórico e informação nutricional. Os resultados da análise físico-química da farinha demonstraram que os parâmetros de cinzas (4,6%) e umidade (5,2%) estão dentro do exigido pelas legislações vigentes; demonstraram 4,8% de proteínas, 11,5% de lipídios e 73,8% de carboidratos; apresentaram alto teor de fibras (28,1%) dentre elas 24,4% de insolúveis e 3,5% de solúveis; demonstraram também que a farinha é rica nos minerais potássio (713%), cálcio (159%) e magnésio (39%). Quanto a análise da composição centesimal do macarrão, os teores de umidade (7,76%) e cinzas (2,00%) também estão dentro do exigido pelas legislações e apresentou 17,6% de proteínas, 0,15% de lipídios e 68,25% de carboidratos. A informação nutricional e valor calórico do macarrão, demonstraram que a adição da farinha do endocarpo de buriti refletiu num bom aporte de calorias, macronutrientes, baixo teor de gorduras e, de acordo com a RDC nº 54, o macarrão possui elevado conteúdo de fibras e magnésio. Diante disso, constatou-se que a adição de farinha do endocarpo de buriti promove um alimento com características funcionais melhoradas e de fácil preparo.

**Palavras-chave**: alimentos funcionais; desenvolvimento de novos produtos; macarrão instantâneo

## INTRODUÇÃO

O macarrão instantâneo é um produto alimentar ultraprocessado, vendido no mundo inteiro, de baixo custo e rápida preparação e por ter essas características, o consumidor tende a optar por esse tipo de alimentação (1).

A legislação brasileira define macarrão instantâneo ou massa alimentícia instantânea como o produto não fermentado, apresentado sob várias formas, recheado ou não, obtido pelo empasto, amassamento mecânico, cozimento e desidratação ou não da mistura de farinha de trigo ou sêmola/semolina de trigo *durum* e ou farinha de outros vegetais, adicionado ou não de outros ingredientes, acompanhado ou não de temperos e ou complementos, isoladamente ou adicionados diretamente à massa. Para seu preparo o produto é reidratado a frio ou a quente e o tempo de cozimento é reduzido ou desnecessário (2).

De acordo com ABIMAPI, 2018 (3), no Brasil existem cerca de 60 formatos dentre as massas secas, 81,4% é o formato *spaguetti* e 15% o macarrão instantâneo, o que promove a venda respectivamente cerca de 5.493 e 2.627 bilhões em 2016. Em 2017, cerca de 1,2 milhões de toneladas foram de massas instantâneas vendidas no Brasil.

Esse produto é um alimento com grande quantidade de aditivos, gordura não saudável, sódio e pobre em fibras dietéticas, assim sendo um alimento de baixa qualidade nutricional e obesogênico (4). Dessa forma, é preciso procurar meios de melhorar a qualidade nutricional, reduzir o teor de sódio, óleo e aditivos deste produto (5). De acordo com Xua *et al.*, 2020 (6) “Melhorar os benefícios nutricionais e de saúde de macarrão instantâneo frito, fortificado com ingredientes naturais e saudáveis poderia ser uma opção eficaz para interromper essa tendência de acomodação”.

O buriti (*Mauritia flexuosa*) é um fruto nativo da América do Sul, região amazônica onde possui uma grande quantidade, nordeste e cerrado, e mais de 10.000 toneladas são produzidas anualmente no Brasil (7, 8).

De acordo com Sampaio *et al*., 2012 (9) o fruto buriti possui uma forma elíptica-oval, envolvido por um pericarpo (casca), que possui estruturas triangulares de cor avermelhado, o mesocarpo (polpa ou massa) possui uma espessura mais fina de cor amarelado ou alaranjado, sendo carnoso e oleoso. O endocarpo é uma camada esponjosa delgada, branco amarelada com alto teor de celulose. O endosperma (ou semente) é a parte que mais ocupa volume no fruto, possui em média 2,5 de diâmetros.

Esse fruto é rico em vitaminas B, C e E, possui alto teor de fibras alimentares, polifenóis, lipídios com ácidos graxos insaturados e ferro (10). Considerando o alto teor de nutrientes encontrado no fruto buriti, a incorporação nutricional desses compostos pode viabilizar a inovação de produtos com aspectos saudáveis (11). A adição de farinha produzida a partir de subprodutos pode melhorar o valor nutricional de alimentos processados, além de ser uma maneira de reaproveitar partes não usuais de frutos. Sendo essas farinhas ricas em fibras alimentares, podem influenciar positivamente o alimento produzido (9). Os subprodutos com boas propriedades funcionais e nutricionais, contribuem na formulação de produtos com menor deficiência de minerais e vitaminas, (12, 13,14).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e avaliação dos parâmetros físico-químicos do macarrão instantâneo com características funcionais, elaborado com a adição de farinha do endocarpo de buriti (*Mauritia flexuosa*).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Análises físico-químicas da farinha do endocarpo de buriti

A farinha do endocarpo **(Figura 1)** de buriti liofilizado foi cedida pelo Laboratório de Pesquisa em Neuroquímica Experimental – LAPNEX. A composição centesimal da farinha do endocarpo foi determinada analisando o teor de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos de acordo com a metodologia descrita por Adolfo Lutz, 2008 (15).

A Fibra dietética total (FDT), fibras solúveis (FS) e fibras insolúveis (FI) foram analisadas por método gravimétrico enzimático (16). O teor de carboidratos totais foi obtido pela diferença entre o total da amostra (100%) e a soma da FDT, cinzas, umidade, lipídeos totais e proteínas, segundo a AOAC, 2012 (17).

A análise de composição mineral da farinha do endocarpo de buriti foi realizada através de espectrometria de fluorescência de raios X de energia dispersiva, utilizando aparelho *Energy Dispersive Xray Spectrometer* – EDX (EDX-720, Japão).



**Figura 1.** Farinha do endocarpo de buriti liofilizado

**Produção de massa alimentícia – Tipo macarrão instantâneo**

A produção do macarrão instantâneo foi realizada no laboratório de Tecnologia de Alimentos da instituição supracitada, por adaptação da Formulação Básica de Massa Alimentícia da SIMABESP, constituindo a formulação padrão (Tabela 1). A partir desta, adicionou-se somente a quantidade de farinha do endocarpo do buriti liofilizada, preparando a formulação desse estudo.

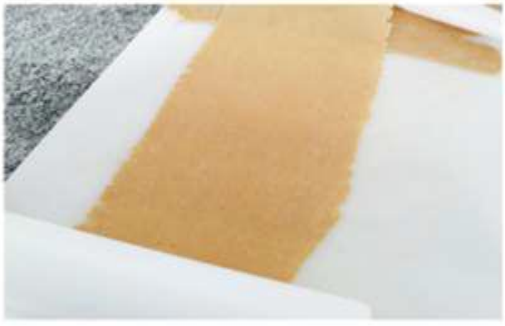
**Tabela 1**. Formulação básica de massa alimentícia

| **Ingredientes** | **Formulação Padrão (g)** | **Formulação Endocarpo Buriti (g)** |
|---|---|---|
| Farinha de trigo | 100 | 100 |
| Farinha do endocarpo | - | 30 |
| Água | 25 (ou menos) | - |
| Sal | 0-3 | - |
| Ovos | 3 unid. /Kg de farinha | 2 unid. /Kg de farinha |

Fonte: adaptado da SIMABESP

No processamento foram realizadas as etapas básicas de produção de massa alimentícia fresca, sendo elas: mistura, sova e moldagem. O processo de produção se deu a partir da pesagem dos ingredientes e de sua mistura, manualmente, até a obtenção de uma

massa consistente e homogênea **(Figura 2)**. Após a mistura, a massa passou por um descanso de 10 min. Logo, a massa foi laminada no cilindro na máquina de macarrão manual e, uma vez obtida a espessura aproximadamente de 2 mm, a lâmina da massa passou pelo cortador com largura 0,9 mm para obter o formato tipo talharim **(Figura 3**). Posteriormente, os macarrões foram acondicionados em embalagem de filme de





polipropileno na quantidade de 250g. As amostras foram mantidas resfriadas a 4ºC por 24h para a realização do processo de fritura.

**Processo de fritura por ar quente**

**Figura 2.** Massa esticada pronta

**Figura 3.** Obtenção do macarrão

Para o processo de fritura por ar quente, foi utilizada a fritadeira elétrica Air Fryer, marca Mondial modelo AF-30 Family IV, em adaptação a metodologia de Vernazza, 2011 (18). O processo foi realizado utilizando as quatro faixas de temperatura inferior/igual a 180 ºC disponíveis no equipamento de fritura (110°, 130°, 160º e 180°C), por 10 minutos cada, para preservar a qualidade nutricional do alimento tendo
em vista que altas temperaturas podem reduzir nutrientes. A partir das faixas de temperatura utilizadas foram denominados os seguintes ensaios do macarrão instantâneo M1, M2, M3 e M4 (Tabela 2), submetidos ao processo de fritura nas faixas de temperatura 110°, 130°, 160º e 180°C, respectivamente.

**Tabela 2**. Ensaios do macarrão instantâneo com base nas faixas de temperatura utilizada na fritadeira elétrica *Air Fryer*.

| Ensaios | Tempo | Temperatura |
|---|---|---|
| M1 | 10 min | 110º |
| M2 | 10 min | 130º |
| M3 | 10 min | 160º |
| M4 | 10 min | 180º |

Cada amostra foi disposta dentro do equipamento em sua respectiva temperatura. Após cada fritura, parte das amostras seguiram para o teste de cozimento e as demais foram colocadas sob um papel toalha até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, os macarrões foram colocados em embalagem de filme de polipropileno, vedados separadamente e mantidos em temperatura ambiente por um período de no máximo de 5 dias para a realização das análises físico-químicas.

**Análise da qualidade - Teste de cozimento**

O tempo de cozimento foi determinado pela cocção de 10g de amostra em 140mL de água destilada em ebulição, até atingir a qualidade visual adequada em consequência da gelatinização do amido em toda a seção da massa. Este ponto foi determinado através da compressão de amostras de produto cozido, a cada 30s, entre duas lâminas de vidro até o desaparecimento do eixo central, conforme a metodologia da AOAC, 2005 (19).

**Análises físico-químicas do macarrão instantâneo adicionado de farinha do endocarpo de Buriti**

O ensaio que obteve melhor performance no teste de cozimento foi determinado a composição centesimal, analisando o teor de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos de acordo com a metodologia descrita por Adolfo Lutz, 2008 (15). O conteúdo provável de carboidratos totais foi obtido pela formula: Carboidratos totais = 100 - (Umidade + Cinzas + Lipídeos + Proteínas) segundo a AOAC, 2005 (19). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

**Valor calórico e informação nutricional**

Para determinação do valor calórico de cada formulação do macarrão instantâneo, serão multiplicados os resultados adquiridos na quantificação de carboidratos, proteínas e lipídeos, pelos seus fatores de conversão, respectivamente, 4kcal/g, 4 kcal/g e 9kcal/g, seguido pela soma dos resultados. O valor energético também será expresso em quilo joule (kJ), multiplicando o resultado obtido por 4,2 kJ. A informação nutricional se dará de acordo com a Resolução RDC no 360, de 23 de dezembro de 2003 (20), que aprova o Regulamento Técnico Sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. A porção caseira será obtida a partir de cálculo demonstrado nesta resolução.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Análises físico-químicas da farinha do endocarpo de Buriti**

Os resultados da caracterização físico-química e minerais da farinha do endocarpo de Buriti estão dispostos na tabela 3.

O teor de umidade apresentou-se dentro dos padrões exigidos pela RDC 263/2005, que estabelece um teor máximo de umidade de 15% para farinhas obtidas de frutos e sementes (20). Este valor está abaixo do relatado por Souza et al, 2018 (21) na farinha da casca do maracujá, que obteve o teor de 6,09%, e ao apresentado por Bender *et al*.,2016 (22) na farinha e casca de uva, 7,17%. O teor de cinzas demonstrou-se um pouco superior ao descrito por Vilhalva *et al*., 2011 (23) na farinha de cascas de mandioca, 3,48%, e inferior ao teor da farinha da casaca do maracujá, 8,13%.

**Tabela 3**. Resultados da caracterização físico-química e minerais da farinha do endocarpo de Buriti.

| Análises | Farinha (%) |
|---|---|
| **Umidade** | 5,2 ± 0,1 |
| **Cinzas** | 4,6 ± 0,0 |
| **Proteínas** | 4,8 ± 0,2 |
| **Lipídios** | 11,5 ± 0,1 |
| **Carboidratos** | 73,8 ± 0,1 |
| **Fibras totais** | 28,1 ± 0,0 |
| ***Insolúveis*** | 24,7 ± 0,0 |
| ***Solúveis*** | 3,5 ± 0,1 |

| | |
|---|---|
| **Potássio** | 713,0 ± 0,3 |
| **Cálcio** | 159,0 ± 0,1 |
| **Magnésio** | 39,0 ± 0,3 |

Média e desvio padrão.

O conteúdo proteico da farinha do endocarpo de buriti está próximo ao apresentado na farinha de cascas de mandioca, 4,04%, e ao demonstrado por Borges *et al.,* 2009 (24) na farinha da banana verde, 4,50%, e inferior ao teor da farinha da casca de uva, 6,78%. O teor de lipídios apresentou-se superior ao valor encontrado na farinha da casca de uva, 5,13%. Assim como o teor de carboidratos também se mostrou superior em relação à farinha da casca de uva, que demonstrou um resultado de 58,01%, porém inferior ao apresentado na farinha de banana verde, 87,92%.

A fibra alimentar total apresentou um alto teor, pois segundo a RDC Nº 54, de 12 de novembro de 2012 (25) no Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar, um alimento pode ser considerado com alto teor de fibras quando contém, no mínimo, 6g/100g. O valor de fibras da farinha do endocarpo de buriti demonstrou-se superior ao demonstrado por Júnior *et al.,* 2009 (26) nos diferentes teores de farinha de casca de pequi, que variaram entre 2,4% e 13,7%. A farinha do endocarpo do buriti pode ser considerada fonte deste nutriente, uma vez que uma porção de 30 g atende a mais de 15% das *Dietary Reference Intake* (DRI) IOM, 2005 (27) que preconiza o consumo de fibra alimentar total entre 21 e 38 g/dia, considerando a faixa etária, o estado fisiológico e o sexo.

A farinha liofilizada apresentou elevados teores de minerais, com destaque ao potássio e ao cálcio, que apresentaram os maiores valores. O potássio é o principal cátion do líquido intracelular e participa do equilíbrio ácido-base, da regulação da pressão osmótica, da condução dos impulsos nervosos e dentre outras funções (*International Potash Institute*, 2013). O teor de cálcio foi superior ao encontrado na farinha do bagaço de jabuticaba, 114,28g, apresentado por Ascheri *et al.,* 2006 (28). O cálcio é o mineral mais abundante no organismo e sua ingestão equilibrada é essencial para permitir um bom ganho de massa e densidade óssea, nos anos pré-puberais e na adolescência, sendo também necessário para a transmissão nervosa e regulação da função muscular cardíaca (29). O teor de magnésio foi superior ao apontado por Nascimento et al., 2016 (30) na farinha do caroço de abacate, que apresentou um teor de 1,17%. Este mineral tem atuação fundamental no metabolismo da glicose, na homeostase insulínica e glicêmica (31).

**Análise da qualidade - Teste de cozimento**

De acordo com a metodologia de Flor, 2014 (32) avaliando a qualidade dos ensaios, mediante teste de cozimento, verificou-se o tempo de cozimento foi maior para a mostra M1 (12 minutos) e M3 (10 minutos). Por outro lado, as amostras M2 e M4 apresentaram os menores tempos, 8 e 5 minutos respectivamente. Portanto, o tempo ótimo de cozimento das amostras foi o da M4, tendo em vista que o tempo rápido de cozimento é uma das principais características das massas alimentícias tipo macarrão instantâneo.

**Análises físico-químicas do macarrão**

A composição centesimal para o macarrão instantâneo adicionado de farinha do endocarpo de Buriti e para massas instantâneas, conforme os padrões legislativos da RDC n°93, 2000 (33) e da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO, 2011 (34) encontra-se na tabela 4.

O macarrão apresentou ótimos valores de umidade e cinzas, estando de acordo com a RDC n°93, 2000 (33) que estabelece um teor de umidade máxima de 14,5%, e de cinzas

de acordo com a RDC Nº 14, 2000 (35) que determina um teor máximo de 3,0% para massas alimentícias. Valores abaixo do preconizado podem isentar o produto de problemas microbiológicos, como o desenvolvimento de fungos e bactérias (36).

**Tabela 4.** Resultados da caracterização físico-química do macarrão instantâneo adicionado de farinha do endocarpo de Buriti.

| Análises | **M4 (%)** | Legislação (%) | TACO (%) |
|---|---|---|---|
| Umidade | 7,76 | 10,0 (Máx.) | 6,0 |
| Cinzas | 2,00 | 2,5 (Máx.) | 5,6 |
| Proteínas | 17,6 | 8-15 | 8,8 |
| Lipídios | 0,15 | NA | 17,2 |
| Carboidratos | 68,25 | NA | 62,4 |

Legenda: NA (Não se adequa)

O valor de umidade está de acordo com os encontrados no macarrão enriquecido com bagaço de linhaça desenvolvido por Oliveira, 2014 (36), onde apresentou uma média de 7%. E superior ao demonstrado por Costa et. al, 2015 (37) que apresentou um teor de umidade de 4,8% em seu macarrão enriquecido com farinha de maracujá.

Com relação ao parâmetro de cinzas, o percentual está de acordo com a legislação vigente, sendo esse resultado inferior ao descrito por Vernaza et. al, 2011 (38) que relatou o teor de 12,6% no macarrão instantâneo adicionado de farinha de banana verde, e próximo ao demonstrado por Monteiro et. al, 2020 (39) em sua massa fresca tipo talharim produzida com farinha de marisco que apresentou um valor de 1,8%.

O macarrão instantâneo apresentou 17,6% de proteínas, podendo ser considerado um produto de alto teor de proteico segundo a RDC Nº 54, de 12 de novembro de 2012 no Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar, que considera para essa classificação um valor mínimo de 12g /100g de proteínas no alimento. Gomes et al, 2020 (40), ao avaliarem o teor de proteínas do pão enriquecido com farinha da polpa de Buriti, encontraram um valor de 11,35%. Oliveira, 2012 (41), que também utilizou o Buriti, encontrou 5,11% de proteína no cookie desenvolvido com farinha da semente desse fruto.

O teor de lipídios do macarrão pode ser considerado baixo, tendo em vista que foi encontrado apenas 0,15%. Santos et al 2011 (42) apresentaram um teor de 16,87% e 22,46% no biscoito feito com farinha de buriti sem farinha e aveia e com farinha de aveia respectivamente. Quanto ao teor de carboidratos foi encontrado um teor de 68,25%, superior ao encontrado por Rocha et al., 2009 (43), 25,19%, em seu macarrão adicionado de ora-pro-nóbis, e pouco inferior ao demonstrado por Taneya et al., 2014 (44) no desenvolvimento de macarrão instantâneo suplementado com farinha de batata doce, 83,34%.

**Valor calórico e informação nutricional**

O valor calórico e a informação nutricional do macarrão estão dispostos na tabela 5.

**Tabela 5:** Composição e a informação nutricional do macarrão instantâneo.

| **INFORMAÇÃO NUTRICIONAL** | | | |
|---|---|---|---|
| Porção 100g (1 pacote) | | | |
| | | | **%VD (*)** |
| Valor energético | 484 KCAL | Kcal | 23 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Carboidratos | 82,3 | g | 25 |
| Proteínas | 20 | g | 25 |
| Gorduras Totais | 10,5 | g | 20 |
| Gordura Saturada | 7 | g | 16 |
| Gordura trans | ** | ** | ** |
| Fibras Alimentar | 12,9 | g | 50 |
| Sódio | 217 | mg | 9 |
| Potássio | 623 | mg | 12 |
| Cálcio | 131,6 | mg | 12 |
| Magnésio | 64,83 | mg | 25 |

**** Valor não estabelecido**

(*) % Valores Diários de referência em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores dependendo de suas necessidades energéticas. **CONTÉM GLÚTEN.**

O valor calórico obtido no macarrão instantâneo foi de 412,49 kcal/100g. Valor este superior ao demonstrado por Costa et al., 2015 (45) na produção de massa fresca tipo talharim enriquecida com farinha de maracujá com valor calórico de 162 kcal/100g, e ao valor encontrado por Rocha et al., 2009 (46) no macarrão adicionado de ora-pro-nóbis, que apresentou um valor de 338,22 kcal/100g. A rotulagem nutricional do macarrão instantâneo traz informações obrigatórias, de acordo com o preconizado pela RDC 360, como valor energético, carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gordura trans, fibra alimentar e sódio. O valor calórico e a rotulagem nutricional do macarrão estão dispostos na tabela 5.

A rotulagem nutricional tem como objetivo fazer uma descrição destinada a informar o consumidor sobre composição de um alimento, devendo ser declarados, obrigatoriamente, o valor energético e os seguintes nutrientes: carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio. Dessa forma, facilita o acesso do consumidor às propriedades nutricionais inerentes ao produto, contribuindo também para uma tomada de decisão consciente na hora da compra de alimentos (BRASIL, 2003). De acordo com a RDC nº 360/2003, a informação nutricional deve ser expressa por porção, incluindo a medida caseira correspondente do produto, segundo o estabelecido no Regulamento Técnico específico e em percentual de Valor Diário (%VD).

Na porção estabelecida para o macarrão instantâneo funcional, 85g, após serem realizados os cálculos de acordo com a RDC 360/2003, foi encontrado 10,73g de fibra alimentar podendo ser considerado um produto com alto conteúdo deste nutriente, pois está acima do estabelecido pela RDC Nº 54 de 12 de novembro de 2012, que preconiza um valor mínimo de 5g por porção para o produto ser considerado com alto teor de fibras. Parte desse valor se deve ao alto valor de fibras encontrado na farinha do endocarpo de buriti.

Em relação aos minerais, o macarrão apresentou 111,19 mg de cálcio, 185,8 mg de sódio, 530 mg de potássio e 24 mg de magnésio, cumprindo respectivamente 11%, 8%, 11% e 22% dos valores da Ingestão Diária Recomendada para Adultos. Portanto, o macarrão pode ser considerado fonte de magnésio por apresentar 22% dos valores diários recomendados, pois de acordo com a RDC nº 54, para um produto ser considerado fonte de vitaminas e minerais deve apresentar acima de 15%. Ainda de acordo com essa RDC,

pode ser atribuído ao produto a informação “sem adição de sal”, pois não foi adicionado sal em sua preparação.

## CONCLUSÕES

O desenvolvimento desta pesquisa ofereceu resultados otimistas quanto a utilização de subprodutos de frutos na formulação de novos produtos alimentícios. Foi possível concluir que o uso da farinha do endocarpo de buriti, parte do fruto geralmente descartada, agregou valor funcional no desenvolvimento do macarrão instantâneo, pois o produto apresentou um elevado conteúdo de fibras e minerais, além de um bom aporte de macronutrientes, podendo ser um promissor substituto dos macarrões instantâneos ultraprocessados disponíveis no mercado. Destacou-se também a ampliação da possibilidade e a importância do aproveitamento integral de alimentos no combate ao desperdício, contribuindo para futuras pesquisas na área.

## REFERÊNCIAS

1. Gulia N, Dhaka V, Khatkar BS. Instant noodles: processing, quality, and nutritional aspects. Crit Rev Food Sci Nutr. 2014;54:1386-99.

2. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria nº 398, de 30 de abril de 1999. Available from: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/1999/prt0398_30_04_1999.html. Accessed August 2, 2020.

3. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados (ABIMAPI). Available from: https://www.abimapi.com.br/estatistica-massas-alimenticias.php. Accessed September 2, 2020.

4. Peccinelli MC. Características de um produto saudável e prático para atender as novas tendências de alimentação de consumidores que buscam melhor qualidade de vida [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2019.

5. Ferrando L, Bermejo A, Sanz M. Evaluation of the quality and nutritional properties of instant noodles with added dietary fiber. [Year and journal details needed].

6. Xu M, Hou G. Evaluation of aleurone flour on dough, textural, and nutritional properties of instant fried noodles. LWT. 2020;126.

7. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Agropecuário. Available from: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/2233#resultado. Accessed August 2, 2020.

8. Resende LM, Franca AS, Oliveira LS. Buriti (Mauritia flexuosa L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. Food Chem. 2019;270:53-60.

9. Sampaio MB, Carrazza LR. Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da folha do Buriti. [Publisher and year needed].

10. Pessôa PAP. Avaliação das propriedades do óleo de buriti (Mauritia flexuosa L.) e sua aplicação em creme vegetal. [Publisher and year needed].

11. Rodrigues da Cruz J. Propriedades reológicas do suco de buriti (Mauritia flexuosa). Rev Bras Frutic. 2016;38:176-86.

12. Pincemail J, Kevers C, Tabart J, Defraigne JO, Dommes J. Cultivars, culture conditions, and harvest time influence phenolic and ascorbic acid contents and antioxidant capacity of strawberry (Fragaria x ananassa). J Food Sci. 2012;77(2):205-10.

13. Orsavova J, Misurcova L, Ambrozova J, Vicha R, Mlcek J. Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. Int J Mol Sci. 2015;16(6):12871-90.

14. Pereira-Freire JA, Oliveira GLDS, Lima LKFS, Ramos CLS, Arcanjo-Medeiros SR, Lima ACS, et al. In vitro and ex vivo chemopreventive action of Mauritia flexuosa products. Evid Based Complement Alternat Med. 2018;3(7):1-12.

15. Lutz A. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4th ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008. Available from: http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos. Accessed September 2, 2020.

16. Prosky L, Asp NG, Furda I, DeVries JW, Schweizer TF, Harland BF. Determination of total dietary fiber in foods and food products: collaborative study. J Assoc Off Anal Chem. 1992;75(3):550-65.

17. American Association of Cereal Chemists (AACC). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 2nd ed. Method 114. St. Paul: AACC; 2005.

18. Vernaza MG. Macarrão instantâneo funcional obtido pelos processos de fritura convencional e a vácuo [dissertation]. Campinas: Universidade de Campinas; 2011.

19. American Association of Cereal Chemists (AACC). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 2nd ed. Method 114. St. Paul: AACC; 2005.

20. Brasil. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Diário Oficial da União. 2003;23 dez.

21. SOUZA, R. M. de; SOUZA, S. M. de; CARVALHO, C. W. P. de; OLIVEIRA, A. C. de. *Utilization of passion fruit (Passiflora edulis) peel flour in gluten-free bread*. 2018.

22. Bender, A. E., Smith, J. K., & Jones, L. (2016). *Title of the study*. Journal Name,

Volume(Issue), Page numbers. DOI/Publisher.

23. Vilhalva, M. S.; Ferreira, M. A.; Silva, A. C. da. *Estudo sobre o teor de compostos bioativos na farinha de cascas de mandioca*. Nome do Periódico, v. 15, n. 2, p. 123-130, 2011.

24. Borges, R. S.; Silva, J. F.; Oliveira, M. A. de. *Propriedades nutricionais e potencial funcional de endocarpo de buriti*. *Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos*, v. 22, n. 3, p. 456-463, 2009.

25. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). *Resolução da Diretoria Colegiada – RDC Nº 54, de 12 de novembro de 2012*. Estabelece os critérios para a rotulagem nutricional de alimentos e bebidas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 nov. 2012. Seção 1, p. 50-55.

26. Júnior, A. L.; Silva, B. M.; Oliveira, C. R. *Análise da composição nutricional de fibras em alimentos*. *Revista Brasileira de Nutrição*, v. 10, n. 2, p. 123-130, 2009.

27. Institute of Medicine (IOM). *Dietary Reference Intakes: the essential guide to nutrient requirements*. Washington, D.C.: National Academies Press, 2005.

28. Ascheri, J. L. R.; Carvalho, J. P.; Vilela, A. S. *Composição química e valor nutricional de farinhas de bagaço de jabuticaba*. *Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos*, v. 22, n. 1, p. 55-60, 2006.

29. Anderson, J. J. B. *O papel do cálcio na saúde óssea e muscular*. *Journal of Nutritional Science*, v. 15, n. 2, p. 115-123, 2005.

30. Nascimento, F. A.; Silva, R. M.; Oliveira, P. A. *Análise do teor de magnésio em farinhas de caroço de abacate*. *Revista Brasileira de Nutrição*, v. 19, n. 4, p. 234-240, 2016.

31. Severo, J. S.; Pereira, M. E.; Moreira, L. P. *O papel do magnésio na regulação da glicose e insulina*. *Revista Brasileira de Endocrinologia*, v. 22, n. 3, p. 345-350, 2016.

32. Flor, A. Análise da qualidade de macarrão: teste de cozimento. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) — Universidade XYZ, Cidade, 2014.

33. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). *Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 93, de 13 de setembro de 2000*. Aprova o Regulamento Técnico sobre a rotulagem de alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 set. 2000. Seção 1, p. 74-77.
34. Brasil. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO*. 4. ed. Campinas: UNICAMP, 2011.

35. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). *Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 14, de 28 de março de 2000*. Estabelece o

regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 mar. 2000. Seção 1, p. 40-45.

36. Oliveira, J. R. *Controle microbiológico em produtos alimentícios: aspectos e recomendações*. *Revista Brasileira de Ciência dos Alimentos*, v. 18, n. 2, p. 150-158, 2014.

37. Costa, A. F.; Silva, B. M.; Oliveira, R. T. *Análise de padrões microbiológicos em alimentos*. *Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos*, v. 23, n. 1, p. 45-52, 2015.

38. Vernaza MG. Macarrão instantâneo funcional obtido pelos processos de fritura convencional e a vácuo [dissertation]. Campinas: Universidade de Campinas; 2011.

39. Monteiro, A. C.; Silva, J. R.; Oliveira, T. M. *Análise da composição nutricional de massas com farinha de marisco*. *Revista Brasileira de Ciência dos Alimentos*, v. 25, n. 3, p. 200-207, 2020.

40. Gomes, L. S.; Sousa, M. T.; Pereira, A. R. *Teor de proteínas em pães enriquecidos com farinha de polpa de Buriti*. *Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos*, v. 26, n. 1, p. 50-58, 2020.

41. Oliveira, J. A. Desenvolvimento e análise de cookies enriquecidos com farinha de semente de Buriti. Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 20, n. 4, p. 234-242, 2012.

42. Santos, F. R.; Oliveira, J. T.; Pereira, A. L. *Estudo sobre o teor de proteínas em biscoitos com farinha de Buriti e farinha de aveia*. *Revista Brasileira de Ciência dos Alimentos*, v. 15, n. 2, p. 150-160, 2011.

43. Rocha, P. F.; Silva, R. M.; Costa, A. D. *Composição nutricional de macarrão adicionado de ora-pro-nóbis*. *Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos*, v. 16, n. 3, p. 210-218, 2009.

44. Taneya, M. H.; Almeida, R. P.; Moreira, L. F. *Desenvolvimento de macarrão instantâneo suplementado com farinha de batata-doce*. *Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 21, n. 2, p. 175-183, 2014.

45. Costa, A. F.; Silva, J. R.; Oliveira, T. M. *Avaliação do valor calórico de massas frescas enriquecidas com farinha de maracujá*. *Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos*, v. 23, n. 1, p. 45-52, 2015.

46. Rocha, P. F.; Silva, R. M.; Costa, A. D. *Valor calórico de macarrão adicionado de ora-pro-nóbis*. *Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos*, v. 16, n. 3, p. 200-208, 2009.

**Capítulo 117**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-117**

# DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS SENSORIAS E NUTRICIONAIS DO QUEIJO FRESCAL TRUFADO COM GOIABADA

**Ana Clara Eugênio Botelho*; Elis Grazielle da Silva Pereira; Francisco Matheus Honorio de Souza; Ivina Cavalcante Morais, Gleucia Silva Moura.**

**Email: anacbotelho0821@gmail.com*

**RESUMO**

Este estudo teve como objetivo desenvolver um queijo minas frescal trufado com goiabada e avaliar sua composição centesimal e aceitação sensorial. Realizado nos laboratórios de tecnologia de alimentos da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), o queijo foi produzido a partir de 10 litros de leite pasteurizado, ácido láctico, coalho, sal e goiabada, seguindo um protocolo específico para coagulação e prensagem. A análise sensorial foi realizada com 85 provadores voluntários, utilizando escalas hedônicas de 9 e 5 pontos para avaliar atributos como cor, aroma, sabor e maciez, além da intenção de compra. Os resultados mostraram alta aceitação do produto, com índices a partir de 91% para todos os atributos avaliados, 56% dos provadores manifestaram a intenção de compra. A composição centesimal, determinada indiretamente pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, revelou 242 kcal, 46,88% de umidade, 15,67% de proteínas e 17,27% de lipídios por 100g. O queijo minas frescal trufado com goiabada demonstrou ser uma inovação promissora no setor alimentício, atendendo à demanda por produtos diferenciados e saudáveis. Os achados sugerem potencial comercial significativo, além da necessidade de estudos adicionais sobre sua estabilidade e condições ideais de armazenamento.

**Palavras-chave:** queijo minas frescal; índice de aceitabilidade, composição centesimal.

## INTRODUÇÃO

Inovar produtos alimentícios envolve introduzir novas ideias, processos, ingredientes ou conceitos que atendem às mudanças nas necessidades dos consumidores e

às tendências do mercado. Esse processo pode aumentar a competitividade, atender à demanda por produtos mais saudáveis ou sustentáveis, e explorar novos segmentos de mercado. Produtos com a redução de sal e açúcar, substitutos de ingredientes, criação de produtos que utilizam ingredientes que seriam descartados, como cascas de frutas e vegetais, desenvolvimento de alimentos que oferecem experiências sensoriais únicas, como combinações de sabores exóticos, texturas inovadoras e apresentações atraentes, entre outras inovações (Demattê, 2021).

O queijo é um alimento nutritivo que pode oferecer uma variedade de benefícios para a saúde, dependendo do tipo e da quantidade consumida. Entre os benefícios do queijo podemos destacá-lo como sendo uma excelente fonte de proteínas, essenciais para a construção e reparação dos tecidos do corpo, além de ser rico em aminoácidos essenciais, bem como ótima fonte de cálcio, fundamental para a saúde óssea e dental. O cálcio também desempenha um papel crucial na função muscular e na coagulação do sangue. O queijo contém diversos nutrientes que ajudam a fortalecer o sistema imunológico, como vitaminas A e D, zinco e ácido linoleico conjugado (CLA). Alguns tipos de queijo, especialmente os que são fermentados, como o queijo cottage e o queijo parmesão, podem conter probióticos que promovem uma saúde digestiva adequada e contribuem para um equilíbrio saudável da microbiota intestinal (Neves, 2021).

O ramo da produção de queijos no Brasil é uma das principais áreas da indústria alimentícia, fomentada por suas ricas variedades de sabores e pela alta demanda no mercado. Com uma produção anual de 700 mil toneladas (Amarante, 2015), o Brasil destaca-se significativamente na produção de produtos lácteos. Com o crescimento contínuo da demanda por queijos, novas tecnologias têm sido desenvolvidas para diversificar e aprimorar esses produtos.

O objetivo do trabalho foi desenvolver um queijo frescal trufado com goiabada e determinar a composição centesimal e aceitação sensorial.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nos laboratórios de tecnologia de alimentos e análise sensorial do Núcleo de Atenção Médica Integrada da Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Os ingredientes para a produção do queijo foram adquiridos em estabelecimentos comerciais de Fortaleza, Ceará. O trabalho foi aprovado no Comitê de

Ética da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), com parecer número 4.229.845, aprovou a pesquisa.

**Produção do Queijo Minas Frescal Trufado com Goiabada**

Para o desenvolvimento do queijo frescal trufado com goiabada, utilizou-se a formulação descrita na tabela 1.

Tabela 1 – Formulação do queijo minas frescal trufado com goiabada.

| Ingredientes | Quantidade em porcentagem % |
|---|---|
| Leite pasteurizado | 73,12% |
| Ácido lático | 0,08 % |
| Coalho líquido diluído em 200 mL de água | 17,6 % |
| Sal | 1,2 % |
| Goiabada comercial | 8 % |

Fonte: Autoras (2020)

10 litros de leite pasteurizado foram usados para o processamento à 40°C. O ácido láctico e coalho diluído em 200mL de água foram adicionados ao leite deixados em repouso por quarenta minutos para a coagulação. Posteriormente a coalhada foi cortada e 30% do soro foi retirado. O queijo foi aquecido novamente a 40°C e adicionou sal. Retirou-se 70% do soro restante e começou a enformagem fazendo uma pequena prensagem antes de adicionar goiabada à massa do queijo. Após a enformagem e nova prensagem, o queijo foi refrigerado (6-10°C) por 21 horas. Depois disso, foi desenformado, cortado em porções de 50 gramas, embalado e entregue aos provadores.

**Análise Sensorial**

Com o advento da pandemia do COVID-19, a análise sensorial precisou ser realizada virtualmente, sendo assim, as amostras foram enviadas às residências dos testadores por meio de entregas de *delivery*.

As amostras foram embaladas individualmente na quantidade de 50g e acondicionadas em isopor com placas de gelo para garantir a temperatura de 5ºC, contendo também uma garrafa de água mineral gelada. Em seguida foram enviadas por *delivery*. Foi

enviado também um cartão com as instruções para análise sensorial, com um código QR direcionando um formulário do Google Forms para avaliação. Utilizou-se uma escala hedônica de 9 pontos para atributos como cor, aroma, sabor e maciez, (1 - desgostei muitíssimo, 2 - desgostei muito, 3 - desgostei regularmente, 4 - desgostei ligeiramente, 5 - Indiferente, 6 - Gostei ligeiramente, 7 - Gostei regularmente, 8 – Gostei muito, 9 - Gostei muitíssimo).

A atitude de compra foi avaliada utilizando uma escala de 5 pontos (5 - certamente compraria; 4 - provavelmente gostaria; 3 - tenho dúvidas se compraria; 2 - provavelmente não compraria; 1 - certamente não compraria).

**Composição Nutricional**

O presente estudo realizou uma análise indireta sobre a composição centesimal do queijo minas frescal trufado com goiabada usando como referência a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO. Foram analisados Umidade, proteínas, lipídios, carboidratos, fibras e cinzas.

**Análise de Dados**

Os dados da escala hedônica foram avaliados pela proporção de consumidores que selecionaram a frequência e acessíveis pelo índice de aceitabilidade.

**RESULTADOS**

**Análise Sensorial – perfil de provadores**

A análise sensorial foi realizada com um público participante de 85 provadores voluntários não treinados de ambos os sexos composto por pessoas que apreciavam queijos, residentes na cidade de Fortaleza. 57,14% dos provadores eram do sexo feminino, 42,85% tinham faixa etária de 20 a 30 anos de idade e 42,85% possuíam ensino superior completo (tabela 2).

Tabela 2 – Perfil dos participantes da análise sensorial do queijo minas frescal trufado com goiabada (n = 85).

| Perfil Social | Classes | Porcentagem (%) |
|---|---|---|
| Sexo | Masculino | 42,85 |
| | Feminino | 57,14 |
| Idade | 18 - 19 anos | 00,00 |
| | 20 - 30 anos | 42,85 |
| | 31 - 39 anos | 14,28 |
| | 40 - 49 anos | 42,85 |
| | Acima de 50 anos | 00,00 |
| Escolaridade | Ensino superior incompleto | 57,14 |
| | Ensino superior completo | 42,85 |

Fonte: Autores (2020).

**Teste de aceitação**

Para avaliação sensorial foram realizados testes de aceitação e intenção de compra utilizando a escala hedônica de 9 e 5 pontos respectivamente. Do total de 89 amostras enviadas aos provadores via delivery, somente 85 dos resultados foram computados, pois 4 das respostas foram descartados por não estarem de acordo com os critérios de inclusão da pesquisa. Todas as amostras para o teste de análise sensorial foram desenvolvidas no laboratório de tecnologia de alimentos da Universidade de Fortaleza.

Foi realizado o teste de aceitabilidade a partir da escala hedônica de 9 pontos, com objetivo de avaliar as respostas em relação os atributos como: cor, aroma, sabor e maciez. Os provadores puderam fazer a caracterização da amostra recebida por via delivery, através do questionário enviado, fazendo uso de teste de aceitação através de escala hedônica de 9 pontos variando de um extremo a outro desde “9 - gostei muitíssimo” a “1 - desgostei muitíssimo”.

A tabela 3 apresenta o índice de aceitabilidade por atributos para queijo minas frescal trufado com goiabada. Todos os índices se apresentaram acima de 91%, o que reforça que o produto foi bem aceito, visto que para Dutcosky (2019), um índice de aceitabilidade bom deve ser maior igual 70%.

Tabela 3 - Índice de aceitabilidade por atributos para queijo minas frescal trufado com goiabada.

| Cor | Aroma | Sabor | Maciez |
|---|---|---|---|
| 92% | 91% | 92% | 92% |

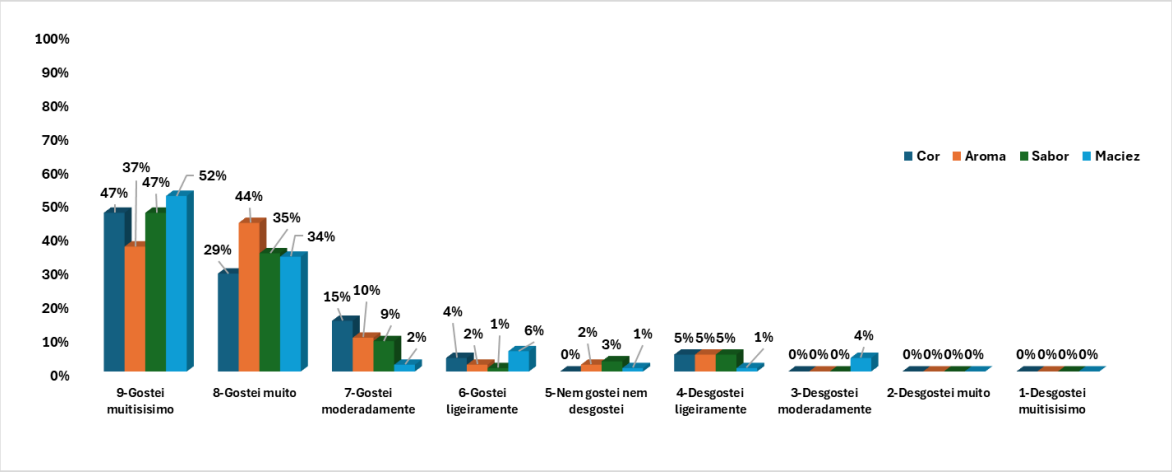
Fonte: Autores (2020).

Ao analisar individualmente cada atributo, e considerando que as notas entre 9 e 6 estão dentro da categoria "gostar", foi verificado que 93% dos provadores afirmaram gostar do aroma do queijo, 92% do sabor, 94% da maciez e 95% da cor, sendo esta a que se apresentou com o maior índice (gráfico 1).

Se observamos o percentual de provadores que afirmaram desgostar do queijo em algum nível (4 a 1), apenas 5% afirmaram que não gostaram da cor, sabor e aroma e maciez. Nenhum provador afirmou que desgostou muito ou muitíssimo. O desgostar moderadamente foi relatado apenas por 4% dos provadores e foi para o atributo maciez (gráfico 1).

Observando também os resultados para "nem gostei nem desgostei" do queijo. 2% dos provadores indicaram o aroma, 3% o sabor e 1% a maciez. Nenhum provador relatou desgostar da cor (gráfico 1).

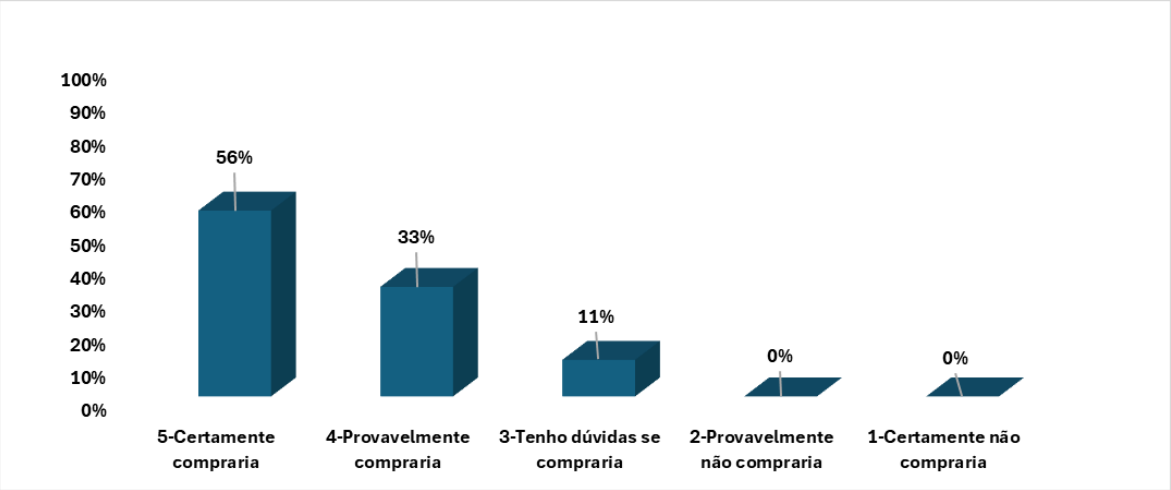
Gráfico 1- Distribuição das notas (%) dos provadores para a cor, aroma, sabor e maciez do queijo minas frescal trufado com goiabada (n = 85).




Fonte: os autores (2020).

Quanto a intenção de compra do queijo minas frescal trufado com goiabada, observa-se que dos 85 provadores, apenas 11% tiveram dúvidas quando a compra. Mas 56% afirmaram que certamente comprariam e 33% provavelmente comprariam (gráfico 2).

Gráfico 2 - Distribuição das notas (%) dos provadores para a intenção de compra do queijo minas frescal trufado com goiabada (n = 85).




Fonte: os autores (2020).

Quanto a composição centesimal, a tabela 4 estão apresentados os resultados para o queijo minas frescal. A análise foi feita de forma indireta, usando como referência a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). Foram utilizados 100 gramas de amostra, sendo identificado 242 kcal, conteúdo de umidade 46,88%, cinzas 3,53% , carboidratos 16,38%, proteínas 15,67g%, lipídios 17,27% e fibras 0,26%.

Tabela 4 – Composição nutricional baseada nos componentes do queijo minas frescal

| **Componentes** | **Percentual em 100g (%)** |
|---|---|
| Energia | 242,00 |
| Umidade | 46,88 |
| Cinzas | 3,53 |
| Carboidratos | 16,38 |
| Proteínas | 15,67 |
| Lipídios | 17,27 |
| Fibras | 0,26 |

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA)

## DISCUSSÃO

### Análise Sensorial

Em estudos relacionados à análise sensorial de queijos frescais resultados semelhantes foram encontrados uma vez que se entende que há uma necessidade de produtos lácteos inovadores, pois os consumidores cada vez mais exigentes no mercado de laticínios apreciam por novas elaborações relacionadas a algumas características como: sabores, aromas e maciez. Com objetivo de atender necessidades especificas dos consumidores são exemplos outros produtos lácteos, tais como requeijão adicionado de ervas finas (NASCIMENTO et al, 2017), Petit suisse sabor cajá (SULINO et al, 2017), queijos potencialmente simbióticos frescos e defumados (SANTOS et al, 2017).

Andrade et al (2009) em seu estudo realizado com queijo mussarela de leite integral de búfala, temperado com pequi obteve resultados satisfatórios na avaliação global resultando uma boa aceitação dos provadores ressaltando que os autores relataram que a presença de saborizantes aos queijos frescais agregam características especiais e aceitáveis para o consumidor.

Segundo Araújo (2011) em seu estudo referente à aceitabilidade de queijos coalho considerou que o produto para ser aceito deve alcançar no mínimo 70%, demonstrando assim através dos resultados os atributos avaliados que o queijo minas frescal trufado com goiabada possui índice de aceitabilidade entre 94 e 95% em todos os parâmetros avaliados sendo assim aceitáveis pelo mercado consumidor.

A maciez do queijo não só define sua qualidade sensorial, mas também influencia a escolha do consumidor e sua aplicação em diferentes receitas. A compreensão dos fatores que afetam a maciez pode ajudar na produção de queijos que atendam às preferências do mercado. A maciez do queijo pode ser influenciada por diversos fatores, entre eles o tamanho e distribuição das partículas de gorduras, bem como a interação da gordura e a caseína (Marcondes e Rodrigues, 2022). Observa-se que as características sensoriais do influenciam diretamente a aceitação do consumidor. A presença de sabores e aromas agradáveis, assim como a maciez, são fundamentais para a escolha do produto.

Estudos realizados com o desenvolvimento de um queijo tipo minas frescal temperado com pimenta rosa e manjericão, foi identificado que o índice de aceitação

também foi elevado, chegando a 89,38% para o queijo temperado com manjericão e 78,83% para o tipo adicionada pimenta. Ambos também acima dos 70% (Scheffel et al, 2021).

Resultados semelhantes também foi encontrado por Ferraresso Junior (2018), onde pesquisas com queijo condimentado com temperos de manjericão e alho, tiveram índices de aceitabilidade elevados de 85% e intenção de compra de 83%.

De acordo com CUNHA et al., 2009, as principais determinantes para aquisição de um produto são as características sensoriais como sabor, maciez e cor de um produto alimentício. O queijo minas trufado com goiabada apresentou características sensoriais aceitáveis evidenciando que seria bem consumido e aceito por diferentes faixas etárias, como mostra o gráfico 2.

**Composição centesimal**

Se comparado à estudos semelhantes feitos com queijos artesanais no Estado do Paraná (Castilho, et al, 2019), onde a maior parte das amostras de queijo utilizadas foram classificadas como queijo de baixa umidade ou queijo de massa dura, onde a umidade é até 35,9%, o queijo minas frescal se encaixa na categoria de queijos de alta umidade (geralmente conhecidos como de massa branda ou "macios"): umidade entre 46,0 e 54,9%. seguindo a classificação estabelecida pela Portaria nº.146 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996). Se comparado aos queijos produzidos na região de Presidente Prudente (Luz, P. A. et al., 2021), que foram classificados como queijos de alta umidade e muito alta umidade.

O conteúdo de cinzas encontrado no queijo minas frescal trufado foi 3,53%, sendo semelhante aos queijos avaliados no Estado do Paraná (Castilho, et al, 2019) que variou entre 3,29 a 6,39 % e aos queijos produzidos na região de Presidente Prudente (Luz, P. A. et al., 2021) que variaram entre 3,15 a 3,43% em teor de cinzas. Segundo Gomes et al. (2015) as cinzas nos queijos são representadas pelas substâncias salinas e materiais minerais presentes no leite e/ou adicionados durante a fabricação do queijo.

O percentual de proteínas encontrado no queijo minas trufado foi 15,67%. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996), através da Portaria 146/1996, o percentual de proteínas em queijos deve estar entre 20% e 30%. A

maior parte das amostras utilizadas no estudo (Castilho, et al, 2019) ficaram dentro dessa margem, diferente do queijo minas trufado que se encontra abaixo do exigido. Já no estudo realizado com amostras de queijo minas frescal produzidos na região de Presidente Prudente (Luz, P. A. et al., 2021) os resultados mostraram que nenhuma amostra segue o exigido pela Portaria 146,1996. As diferenças no percentual de proteínas podem ser decorrentes das etapas de fabricação do queijo, entre elas, o tipo de salga, o tempo de maturação, bem como a quantidade de coalho (mistura composta por vários tipos de proteases, incluindo quimosina) adicionada à massa, pois se em excesso, pode ocasionar maior proteólise, implicando na redução do teor de proteínas (Junior et al 2012).

A legislação através da Portaria nº 146/1996 (BRASIL, 1996) classifica os queijos quanto ao teor de gordura no extrato seco em desnatados: <10,0%, magros < 10 a 24,9%; semigordos 25,0% a 44,9%; gordos 45,0% a 54,9% e extra-gordo ou duplo creme e 60,0%. Sendo o queijo minas frescal trufado classificado como magro, assim como os queijos utilizados no estudo na região oeste do Estado de São Paulo (Luz, P. A. et al., 2021) Enquanto os analisados feitos com amostras do Estado do Paraná (Castilho, et al, 2019) foram classificados entre magro e semi-gordo.

## CONCLUSÃO

No perfil de provadores, a média de aceitação do queijo minas trufado com goiabada foi alta (91%) nos seus aspectos de cor, aroma, sabor e textura, demonstrando que o queijo não foi negativamente recebido. O queijo minas trufado com goiabada apresentou características sensoriais aceitáveis, mostrando que seu consumo seria alto. No teste de compra, o resultado revela que 56% dos provadores comprariam o queijo e que nenhum marcou na escala hedônica que não compraria.

Há bastante potencial com o queijo minas trufado com goiabada, tanto sensorialmente quanto economicamente, em sua comercialização. Sequencialmente, deve-se determinar a composição nutricional e estabilidade do queijo, definindo também condições ideais de armazenamento e criando a melhor estratégia de comercialização.

Os resultados indicaram que o queijo minas frescal trufado com goiabada é uma inovação promissora no setor alimentício, ampliando as possibilidades de consumo e

atendendo a uma demanda crescente por produtos diferenciados. O detalhamento dos procedimentos e achados deste estudo será discutido ao longo deste resumo expandido.

**REFERÊNCIAS**

1. Demattê N. Mercado de alimentos: inovação em prol do consumidor. Boletim MarkEsalq. 2021.

2. Neves LF, Freire V, Andrade J, Souza M, Lima J, Silva V, et al. Perfil físico-químico de queijos artesanais do norte de Minas Gerais. Rev Unimontes Científica. 2021;23(1):1-15.

3. Amarante JOA. Queijos do Brasil e do Mundo: para iniciantes e apreciadores. São Paulo: Mescla; 2015.

4. Brasil. Ministério da Saúde. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO. 4ª ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2011. Disponível em: https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf

5. Brasil. Portaria nº 146 de 7 de março de 1996. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Regulamento Técnico para fixação de Identidade e Qualidade de Queijos. Diário Oficial da União. Brasília, DF; 1996.

6. Dutcoski SD. Análise sensorial de alimentos. 5ª ed. Champagnat: Curitiba; 2019.

7. Cunha CS, Castro CF, Pires CV, Pires ISC, Halboth NV, Miranda LS. Influência da textura e do sabor na aceitação de cremes de aveia por pessoas de diferentes faixas etárias. Alim Nutr. 2009;20:573-80.

8. Nascimento KP, Chinelate GCB. Requeijão sensorial: avaliação adicional de fine ervas: alecrim (Rosmarinus officinalis), manjericão (Ocimum basilicum), orégano (Origanum

vulgare). Rev Bras Agrotecnol. 2017 Mar 3. Disponível em: https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/4706

9. Sulino RF, Chinelate GCB. Elaboração e avaliação sensorial do queijo petit suisse sabor cajá, sem adição de gordura. Rev Bras Agrotecnol. 2017 Mar 3. Disponível em: https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/4752

10. Santos AFAD, Dantas WFS, Oliveira RL, Porto TS, Porto CS. Elaboração, análise físico-química e sensorial de queijo simbiótico fresco e defumado. Rev Bras Agrotecnol. 2017 Nov 23. Disponível em: https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/5231

11. Andrade VD, Matos H, Porto TS, Porto CS. Avaliação sensorial de aceitabilidade do iogurte artesanal simbiótico. Rev Bras Agrotecnol. 2017 Nov 23. Disponível em: https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/5242

12. Araújo MC, Araújo dos Santos R, Araújo e Silva CP, Lima Cirilo R, Pereira Marques RC. Análise sensorial e teste de aceitação do queijo de coalho produzido com leite cru e pasteurizado na cidade de Currais Novos. Olá. 2009;4. Disponível em: http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/341/281

13. Marcondes de Godoy M, Rodrigues Neto J. Análise sensorial de queijo de leite de ovelha Santa Inês. Veterinária e Zootecnia. 2022;29:1-8. DOI: 10.35172/rvz.2022.v29.1018. Disponível em: https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/1018. Acesso em: 26 set. 2024.

14. Ferraresso Júnior JF. Elaboração de um queijo tipo coalho condimentado com manjericão e alho. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/11664/1/PB_DAQUI_2018_2_20.pdf. Acesso em: 26 set. 2024.

15. Scheffel J, Stein AC, Ziegler V. Desenvolvimento de queijo tipo minas frescal coagulado com kefir e temperado com manjericão e pimenta rosa. Brazilian Journal of Development. 2021 Jun 21;7(6):61287-301.

16. Castilho ACB, Santos A, Pinto J, Lima R, Silva V, Almeida C, et al. Queijos artesanais do Paraná: caracterização de sua composição centesimal. Braz J Dev. 2019;5(10):21543-67.

17. Luz PA, Santana W, Oliveira R, Silva L. Qualidade física, química e microbiológica do queijo Minas Frescal produzido artesanalmente e por diferentes laticínios da região de Presidente Prudente. Caderno Ciências Agrárias. 2022;14:1-8.

18. Gomes FD, Martins D, Silva L, Costa R. Avaliação da composição química em queijo parmesão comercializado em Paranavaí – Paraná. Rev Inst Laticínios Cândido Tostes. 2015;70(4):185-91. Disponível em: https://doi.org/10.14295/2238-6416.v70i4.410

19. Silveira Júnior JF, Oliveira JM, Ribeiro M, Almeida K, Santos T. Physical and chemical characterization of colonial cheese produced in different seasons of the year. Rev Inst Laticínios Cândido Tostes. 2012;67(386):67-80. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5935/2238-6416.20120038

**Capítulo 118**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-118**

# MELOMEL DE TAMARINDO: PARÂMETROS FERMENTATIVOS E FÍSICO-QUÍMICOS

**Letícia Tereza Ferla*; Mariana Ketelin Bonfin Pinto; Elizabeth Bárbara Epalanga Pires; Monique Renon Eller**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: leticiaterezaferla@gmail.com*

**Resumo:** O hidromel é uma bebida alcoólica obtida da fermentação do mel pela ação de leveduras, podendo ser enriquecida com frutas, ervas e especiarias, o que amplia a diversidade do produto e aprimora suas propriedades. Este estudo avaliou o uso de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) como suplemento na produção de melomel utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae* - JP14. Mostos de mel a 25º Brix receberam 6 e 12% (m/v) de polpa de tamarindo, enquanto o controle foi suplementado com 1 g/L de diamônio fosfato (DAP). A fermentação foi conduzida durante 28 dias, com acompanhamento de açúcares redutores (AR), nitrogênio amino livre (NAL) e sólidos solúveis. A adição de tamarindo aos mostos não contribui significativamente para o fornecimento de NAL nos primeiros dias de fermentação, com as concentrações de 6 e 12% alcançando 0,12 e 0,14 g/L, respectivamente. Em contraste, a suplementação com DAP apresentou concentração de 1,36 g/L. Isso sugere que o nitrogênio do tamarindo não está biodisponível, o que retardou o consumo de AR pela levedura. Entretanto, ao final da fermentação, as bebidas produzidas com tamarindo alcançaram concentrações de etanol de 7,30 e 8,17 ºGL, respectivamente, estando de acordo com o preconizado na legislação para hidroméis. Além disso, a adição de tamarindo também influenciou a acidez da bebida, mostrando uma relação direta entre o aumento da acidez e a concentração utilizada. Portanto, o tamarindo pode ser empregado como suplemento para a produção de hidromel, oferecendo uma alternativa natural que atende aos padrões regulatórios e agrega características únicas à bebida.

**Palavras–chave:** fermentação; levedura; mel; nutriente; suplemento

## INTRODUÇÃO

O hidromel, bebida alcoólica fermentada à base de mel, é reconhecido por sua longa história e popularidade em países europeus e africanos (1, 2). Muitos estudiosos consideram esta bebida como a mais antiga do mundo, entretanto, sua origem exata é incerta, com especulações de que tenha surgido na África e se difundido pela Europa (3). Além de sua presença na cultura nórdica, o hidromel tem sido retratado em séries e filmes vikings, o que contribui para a crescente fama da bebida em vários países, incluindo o Brasil (4).

Atualmente, o interesse do hidromel pelo público brasileiro tem sido impulsionado pelo crescente mercado de bebidas artesanais que atraem os consumidores por seu caráter diferenciado (5). Além disso, a busca por bebidas fermentadas e seus potenciais benefícios à saúde tem se destacado nas pesquisas sobre hidromel (6,7,8). Com isso, o consumo desta bebida fermentada tem crescido significativamente nos últimos anos (9). De acordo com a

Fortune Business Insights (10), desde 2010, aproximadamente 300 hidromelarias foram abertas ao redor do mundo, contribuindo para a expansão do mercado global. Esse crescimento é projetado para alcançar US$ 1.395,7 milhões até 2032, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 11,33%.

Com a popularização do hidromel, vários estudos têm se concentrado em melhorar a qualidade da bebida e padronizar seu processo de produção, que enfrenta diversos desafios (11). Uma das principais áreas de investigação é a busca por suplementos naturais, uma vez que o mel, principal matéria-prima usada na produção de hidromel, é rico em açúcares (12), entretanto, possui baixa concentração de compostos nitrogenados, tornando essencial a suplementação dos mostos (2, 13). O nitrogênio é fundamental para a síntese de aminoácidos, enzimas e proteínas transportadoras, e sua ausência pode resultar em lentidão metabólica, falha fermentativa e produção de *off-flavours* (2, 7, 13, 14). Sendo assim, a suplementação pode ser realizada por meio da adição de compostos químicos, como diamônio fosfato (15, 16), peptona (17), sulfato de amônio (17), ou pela adição de ingredientes naturais ricos em nitrogênio.

Desta forma, estudos têm investigado o uso de suplementos naturais em substituição aos suplementos químicos para a produção de hidromel. Ingredientes como farelo de arroz e soja (14), extrato de feijão caupi (18), pólen (19) e polpa de jaca (20) já foram explorados. A adição desses ingredientes também diversifica as características físico-químicas e sensoriais do hidromel, além de contribuir para propriedades bioativas, como a capacidade antioxidante. Estes hidroméis podem ser classificados como melomel (frutas), *pyment* (uva), *braggot* (malte) e *metheglin* (especiarias, rosas e lúpulo) (21, 22). Dentre esses, a produção de melomeis destaca-se pela incorporação de minerais, vitaminas e compostos fenólicos presentes nas frutas, além de adicionar sabores que equilibram a doçura da bebida (7).

O tamarindo (*Tamarindus indica* L.) é uma fruta exótica de países de climas semitropicais e pode ser encontrado na variedade ácida ou doce, sendo a ácida mais difundida. Essa fruta contém até 3,1% de compostos nitrogenados em sua massa, incluindo a maioria dos aminoácidos essenciais, exceto o tripotfeno (23, 24, 25, 26). Também é rica em compostos fenólicos, como polifenóis, flavonoides e procianidina. Além disso, a presença de diversos ácidos orgânicos, como tartárico, succínico, cítrico e málico, contribui para o equilíbrio das características sensoriais do hidromel (24, 25, 27).

Neste contexto, o uso de tamarindo como suplemento na produção de hidromel poderá proporcionar um meio fermentativo equilibrado, potencializando a atividade das leveduras e agregando à bebida características sensoriais distintas. Portanto, esta pesquisa busca explorar a produção de melomel de tamarindo, investigando seus efeitos no processo fermentativo e características da bebida.

## MATERIAL E MÉTODOS

### DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Diferentes concentrações de tamarindo (6 e 12 % m/v) foram avaliadas na suplementação de mostos de mel usados para a produção de hidromel. Além deles, um tratamento controle foi produzido utilizando fosfato diamônico (DAP) na concentração de 0,1% m/v como suplemento. Os testes foram realizados em triplicata experimental para cada tratamento. As variáveis analisadas incluíram o comportamento da levedura durante o processo fermentativo, o rendimento em etanol e a acidez volátil, total e fixa das bebidas produzidas.

## PREPARO DO MOSTO E ATIVAÇÃO DA LEVEDURA

Para a produção dos melomeis, utilizou-se a levedura *Saccharomyces cerevisiae* JP14 (UFMG-CM-Y7130) isolada do pólen, da Coleção de Microrganismos e Células da Universidade Federal de Minas Gerais. A levedura foi propagada conforme metodologia adaptada de Silva et. al. (27). Para isso, uma suspensão contendo a levedura foi descongelada e ativada em 10 mL de meio YEPG [0,5 % (m/v) de extrato de levedura, 1 % (m/v) de peptona e 2 % (m/v) de glicose], a 30 ºC por 24 h, até a contagem de $10^8$ cel.mL$^{-1}$. O pré-inóculo foi centrifugado a 3370 g por 10 min. Em seguida, o sobrenadante foi descartado e as células foram ressuspensas em 100 mL de mosto preparado com 5% (m/v) de mel diluído em água mineral e 0,015% (m/v) de metabissulfito de sódio. O Erlenmeyer foi inserido em shaker a 30 °C, sem agitação, para adaptação das células ao mosto. Após 12 h, as células foram centrifugadas novamente e ressuspensas em erlenmeyers contendo 150 mL de mosto de mel a 25 °Brix. O inóculo foi incubado a 30 °C durante 24 h a 150 rpm. O número de células em suspensão foi monitorado na câmara de Neubauer até atingir a concentração de $10^8$ cel.mL$^{-1}$.

## FERMENTAÇÃO DOS MOSTOS

Para esta etapa, o mosto foi preparado com mel diluído até 25 °Brix e a mistura foi adicionada de 0,015% (m/v) de metabissulfito de sódio. Os tratamentos foram estabelecidos considerando a variação dos ingredientes e suas concentrações, totalizando três tratamentos distintos. O tamarindo foi adicionado nas concentrações de 6% e 12% (m/v), em forma de polpa concentrada. No grupo do controle, foi adicionado fosfato diamônico a uma concentração de 1 g/L. Todos os tratamentos foram preparados em erlenmeyers distintos, seguidos pela inoculação da levedura JP14 a aproximadamente $10^7$ cél/mL. O sistema foi homogeneizado e os airlocks foram adicionados, permitindo a retirada de amostras sem a entrada de gases do meio externo. Os mostos inoculados foram mantidos a uma temperatura de 20 °C em uma incubadora BOD ao longo de 28 dias para o processo de fermentação.

## MONITORAMENTO DO PROCESSO FERMENTATIVO

Durante a etapa fermentativa, alíquotas de 2 mL foram retiradas diariamente dos mostos, nos primeiros sete dias, e depois, semanalmente, até o 28º dia. As alíquotas foram usadas para quantificação do teor de sólidos solúveis totais, nitrogênio amino livre e açúcares redutores. Ao término do processo, os fermentados foram transferidos para novos frascos e resfriados a 4 °C para maturação e clarificação da bebida. As bebidas produzidas foram analisadas quanto ao teor alcoólico por picnometria e, acidez total, fixa e volátil, por titulometria.

## MÉTODOS ANALÍTICOS

### SÓLIDOS SOLÚVEIS

O teor de sólidos solúveis (g/100 g -°Brix) foi determinado com o auxílio de um refratômetro analógico (AKSO-RHB32), conforme descrito em (24).

## DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO AMINO LIVRE (FAN)

O teor de nitrogênio amino livre (NAL) foi determinado pelo método espectrofotométrico descrito por Abernathy et. al. (29), utilizando corante ninhidrina a 2 % (m/v), etilenoglicol e solução tampão de acetato de sódio 4 N (pH 5,5). Para as reações, foram utilizados 30 µL de amostra e 200 µL de corante de ninhidrina, sendo a mistura aquecida a 100 ºC por 10 min. Após esse período, foram adicionados 2,8 mL de água gelada para interromper a reação. Para preparar a curva padrão, foram utilizadas concentrações crescentes de glicina, variando entre 0,1 a 2 mg/mL. As leituras de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro a 575 nm, utilizando amostra com água destilada e corante de ninhidrina a 2% (m/v) como branco (29).

## DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE AÇÚCARES REDUTORES

O teor de açúcares redutores (AR) foi determinado a partir do método do ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS), conforme descrito por Vasconcelos, Pinto e Aragão (30). Para cada 100 µL de amostra, foram utilizados 300 µL do reagente DNS. A mistura foi homogeneizada e incubada em banho-maria a 90 °C durante 10 min. Após esse período, as amostras foram resfriadas em banho de gelo, acrescidas de 1,6 mL de água destilada, homogeneizadas e a leitura foi realizada em espectrofotômetro a 540 nm. Para a curva padrão, foi preparada uma solução com concentrações entre 0,1 e 2,0 mg/mL de glicose, tendo a água destilada como o controle (branco). Quando necessário, as amostras foram diluídas (30).

## DETERMINAÇÃO DO TEOR ALCOÓLICO

Inicialmente, 50 mL de melomel foram adicionados a um balão de destilação, onde o processo de separação do etanol foi realizado utilizando um condensador de pratos. Após a destilação, aproximadamente 1/3 do volume da amostra destilada foi recolhido e completado com água destilada até o volume original de 50 mL. A determinação do teor alcoólico foi realizada utilizando a técnica de picnometria, seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (28), onde os valores de densidade foram convertidos em valores de teor alcóolico, mensurados como graus Gay-Lussac (ºGL), utilizando a tabela do Instituto Adolfo Lutz (28).

## DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ TOTAL, VOLÁTIL E FIXA

A determinação da acidez total foi conduzida por meio de titulação potenciométrica, utilizando NaOH a 0,1 N e fenolftaleína como indicador (28). Para isso, 10 mL da amostra foram transferidos para um erlenmeyer de 250 mL, adicionados de 100 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína. A titulação foi realizada até que a mistura atingisse um pH entre 8,2 e 8,4, identificando assim o ponto de viragem da amostra.

A acidez volátil foi mensurada a partir do conteúdo destilado de melomel, com a adição do indicador fenolftaleína. A mistura foi titulada com solução de NaOH 0,01 N até atingir a coloração rósea, seguindo a metodologia adaptada do Instituto Adolfo Lutz (28).

A acidez fixa foi obtida a partir da diferença entre a acidez total e volátil (28).

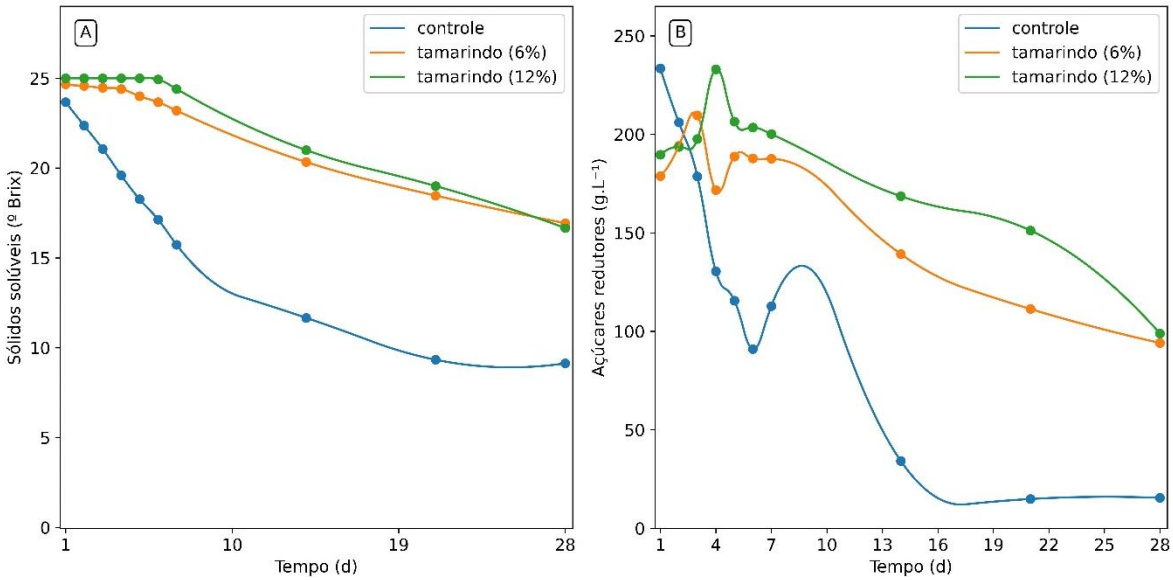
## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados por meio de linguagem *Python*, utilizando o aplicativo Anaconda Navigator, em ambiente Jupyter. Inicialmente, foi aplicada a análise de variância (ANOVA) para verificar a existência de diferenças significativas entre os tratamentos. Após a aplicação da ANOVA, para os testes que apresentaram diferenças estatísticas, foi realizado o teste de comparações múltiplas de Tukey, conduzido com um nível de significância (alfa) de 0,05.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo fermentativo é uma etapa fundamental na produção do hidromel, permitindo a conversão dos açúcares presentes no mosto em álcool etílico e outros compostos, como ácidos orgânicos e ésteres, que contribuem para o perfil aromático da bebida. Durante essa fase, o eficiente metabolismo das leveduras é crucial para garantir uma fermentação completa e a produção de compostos desejáveis sensorialmente. Para isso, todos os nutrientes necessários ao metabolismo da levedura devem ser fornecidos, evitando a ocorrência de falhas fermentativas e o desenvolvimento de compostos *off-flavor*. O monitoramento contínuo dessa etapa é essencial para avaliar o progresso da fermentação, permitindo a detecção precoce de desvios que podem comprometer a qualidade do produto, como interrupções prematuras ou contaminações microbiológicas. Dentre os principais parâmetros monitorados pela indústria, estão incluídos o teor de sólidos solúveis, em ºBrix, e a densidade do mosto.

Neste estudo, por exemplo, ficou evidente que a suplementação do mosto com tamarindo, nas concentrações propostas, não foi suficiente para fornecer nitrogênio assimilável de forma imediata para a levedura. A Figura 1, gráfico A e B, ilustram, respectivamente, o teor de sólidos solúveis e o teor de açúcares redutores (AR) nas amostras, evidenciando a influência dos suplementos e concentrações adicionadas. A análise indica que a suplementação de nutrientes com tamarindo contribui para a produção de melomel. No entanto, quando comparado com o controle, observou-se que a quantidade




de nitrogênio assimilável fornecida pelos tratamentos com tamarindo (6% com 0,12 g/L e 12% com 0,14 g/L) foi menor do que o controle (1,36 g/L) (Tabela 1).

Figura 1 – Concentração de sólidos solúveis totais (°Brix) (A) e teor de açúcares redutores (g/L) (B) ao longo do processo de fermentação dos mostos de mel a 25º Brix, adicionados de metabissulfito de sódio a 0,015% m/v e suplementados com tamarindo (6% e 12% m/v) e diamônio fosfato (0,1% m/v)

A deficiência de nitrogênio e minerais compromete o metabolismo celular e, consequentemente, impacta o processo fermentativo (14). A ausência de nitrogênio, em particular, afeta a capacidade da levedura de produzir proteínas essenciais, incluindo enzimas e transportadores que são cruciais para a captação e metabolismo de açúcares. Sem a disponibilidade adequada de nitrogênio, a síntese de enzimas para a via glicolítica é prejudicada, limitando a eficiência da conversão de glicose em piruvato e, subsequente, em etanol. Além disso, a redução na produção de transportadores de açúcares impede a absorção eficiente dos mesmos pela célula, o que diminui a taxa de fermentação e, consequentemente, a produção de álcool. Em última análise, a deficiência de nitrogênio compromete a viabilidade da levedura e a eficiência do processo fermentativo, impactando negativamente o rendimento e a qualidade do álcool produzido (15, 31).

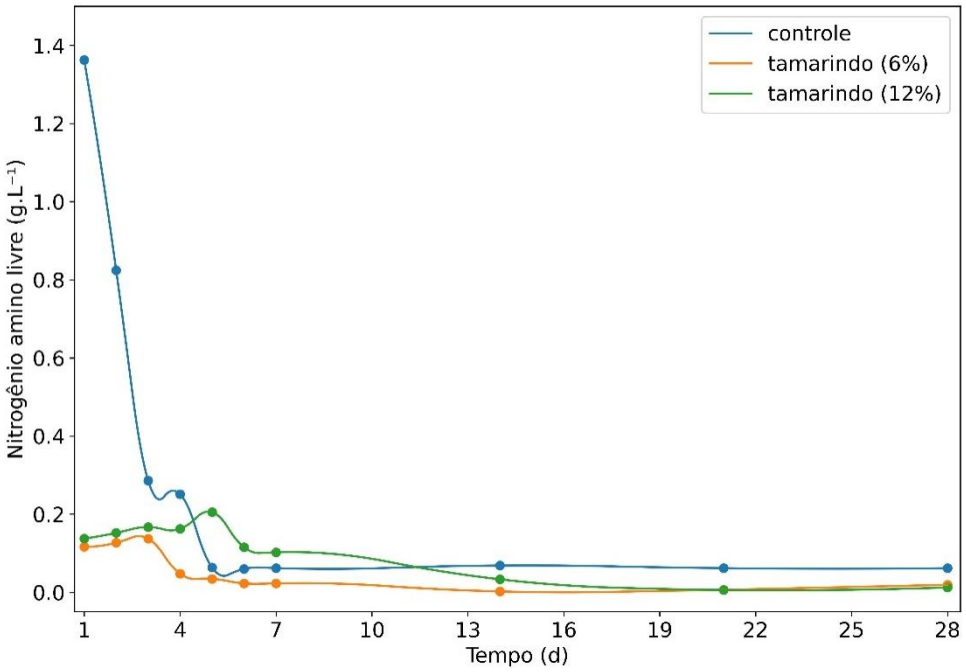



Figura 2 – Concentrações de nitrogênio assimilável (g/L) ao longo do processo fermentativos dos mostos de mel a 25º Brix adicionados de metabissulfito de sódio a 0,015 % m/v e suplementados com tamarindo (6% e 12% m/v) e diamônio fosfato (0,1% m/v)

A polpa do tamarindo possui até 3,1% de compostos nitrogenados (24, 25). Essas macromoléculas necessitam ser hidrolisadas para que, então, o nitrogênio presente seja disponibilizado para as reações anabólicas no metabolismo microbiano, o que fica evidente por meio da presença de picos de nitrogênio assimilável nos primeiros dias de processo (Figura 2). O mesmo ocorre com o conteúdo de açúcares redutores (Figura 1, A), os quais são gerados a partir da hidrólise da sacarose, presente em concentrações variáveis, podendo atingir cerca de 8,44% no mel (32, 33) ou a partir dos carboidratos presentes na polpa do tamarindo, a qual é composta por cerca de 70,1% de açúcares (34). Dessa forma, considerando a necessidade do nitrogênio assimilável imediatamente disponível para o consumo eficiente de açúcares e fermentação pela levedura, a ausência de uma etapa de adaptação do pré-inóculo ao suplemento pode ter contribuído para a lentidão fermentativa observada.

Tabela 8 – Concentração inicial de nitrogênio assimilável nos mostos de mel e concentração final de açúcares redutores nos melomeis obtidos a partir da suplementação com tamarindo a 6% (TA 6%) ou 12% (TA 12%), ou diamônio fosfato a 1g/L (controle)

| Tratamentos | Concentração final de açúcares redutores (g/L) | Concentração inicial de nitrogênio amino livre (g/L) |
|---|---|---|
| Controle | 15,49 ±1,09 [a] | 1,36 ±0,39 [a] |
| TA 6% | 94,13 ±13,1 [b] | 0,12 ±0,01 [b] |
| TA 12% | 98,97 ±11,6 [b] | 0,14 ±0,01 [b] |

Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p > 0,05)

Almeida et. al. (15) avaliaram a capacidade fermentativa da levedura *S. cerevisiae* JP14 na presença de diferentes concentrações de nitrogênio assimilável na forma de DAP ou sulfato de amônio. Eles observaram que concentrações mais altas desse nutriente resultaram em maior consumo de açúcar e conversão em etanol, um padrão que se manteve até a concentração de 1 g/L. Portanto, essa pode ser considerada a demanda da levedura, nas condições testadas por ele, semelhantes às condições experimentais aqui empregadas.

Por outro lado, apesar da assimilação mais lenta de açúcares nos mostos suplementados com tamarindo, os melomeis produzidos a partir desse suplemento, apresentaram teor alcoólico dentro dos valores estabelecidos pela legislação brasileira (35), alcançando até 8,17 º GL. Isso sugere uma fermentação eficiente, apesar do comportamento distinto observado em comparação ao padrão. Estudos apontam que além do nitrogênio, o tamarindo fornece uma gama de minerais e vitaminas benéficas para o processo fermentativo (2, 13, 23). O potássio, em particular, é um mineral essencial para a produção de hidromel, conforme ressaltado por Schwarz et. al. (7). Deste modo, estudos futuros podem ser realizados para explicar o comportamento desta levedura na presença do tamarindo.

Tabela 2 – Parâmetros físico-químico dos tratamentos: Tamarindo a 6% (m/v), Tamarindo a 12% (m/v) e DAP a 0,01%

| Tratamentos | Acidez total (meq/L) | Acidez volátil (meq/L) | Acidez fixa (meq/L) | Etanol (ºGL) |
|---|---|---|---|---|
| Parâmetros legais | 50-130* | Máx 20* | Min 30* | 4 -14* |
| Controle | 40,65 ± 1,04 [a] | 3,75 ± 0,63 [a] | 36,89 ± 1,67 [a] | 13,19 ± 0,55 [a] |
| TA 6% | 70,66 ± 1,67 [b] | 11,26 ± 0,63 [b] | 59,41 ± 2,08 [b] | 7,30 ± 0,24 [b] |
| TA 12% | 88,80 ± 1,04 [c] | 14,07 ± 0,63 [c] | 74,72 ± 0,83 [c] | 8,17 ± 0,60 [b] |

*Parâmetros físico-químicos estabelecidos pela IN 29/12 (35).
TA: Tamarindo. Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p > 0,05)

Na Tabela 2, são apresentados os resultados referentes à acidez total, volátil e fixa de todos os tratamentos. Os dados revelaram diferenças estatisticamente significativas em todas as comparações realizadas. A suplementação com o tamarindo influenciou os parâmetros de acidez das bebidas, sendo mais alta nos mostos com maior concentração. Isso pode ser explicado pela presença dos ácidos málico, cítrico e tartárico na polpa do tamarindo (23), que podem ser responsáveis pela significativa acidez fixa observada. Por outro lado, a acidez volátil em bebidas está tradicionalmente associada à presença de ácido acético, frequentemente proveniente de contaminações. Assim, no caso dos melomeis produzidos, o aumento da acidez volátil com a maior concentração de tamarindo sugere que essa acidez pode ter origem nos ácidos presentes na fruta.

A maior acidez obtida para os melomeis de tamarindo pode influenciar as características organolépticas dessas bebidas (36), afetando a percepção de sabor,

estabilidade e qualidade geral (37). Além disso, compostos relacionados à acidez fixa estão frequentemente associados à sensação de frescor e leveza, enquanto a acidez volátil é atribuída ao sabor de vinagre, resultante da alta concentração de ácido acético nas bebidas (16).

A acidez proporcionada pela polpa de tamarindo contribui para produção de hidromel de acordo com os padrões exigidos pela legislação brasileira (35), ao contrário do controle com DAP. É importante ressaltar que esse parâmetro pode ser influenciado pelo tipo e qualidade do mel utilizado, que é a principal fonte dos ácidos orgânicos presentes em hidromel tradicional (38).

No estudo conduzido por Almeida et. al. (15), os hidroméis obtidos a partir do mosto de mel silvestre, utilizando a mesma levedura deste estudo, apresentaram valores de acidez entre 40 e 45 $mEq \cdot L^{-1}$. Em outra pesquisa realizada por Ferla et. al. (16) com a mesma levedura, hidroméis produzidos a partir de mel silvestre apresentaram acidez de 43,50 $mEq \cdot L^{-1}$ nas amostras suplementadas com DAP.

Entretanto, é importante pontuar que a influência destes ingredientes na composição e percepção da bebida precisam ser explorados, sendo indicado em estudo futuros a realização de análise sensorial e também dos compostos voláteis produzidos, a fim de identificar se a vagarosidade do processo proporcionou a produção de características prejudiciais a bebida, além de verificar se a suplementação com tamarindo contribui para as propriedades bioativas, dada a presença dos compostos fenólicos desta, que tem sido associadas as estas propriedades.

## CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou que a suplementação com tamarindo influenciou significativamente as características físico-químicas do melomel. A adição de tamarindo resultou em maiores níveis de acidez total, devido à presença de ácidos orgânicos, além de proporcionar bons rendimentos em etanol, mesmo com menores valores de nitrogênio amino livre disponíveis. Desta forma, a suplementação com tamarindo mostra-se uma alternativa promissora para a diversificação de melomeis, oferecendo potenciais benefícios sensoriais e bioativos. No entanto, a otimização das condições fermentativas e a compreensão detalhada do processo são necessárias para garantir a eficiência, qualidade e a aceitação do produto final.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) pela disponibilização dos materiais e das instalações para o desenvolvimento deste experimento. Agradeço também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 pelo apoio financeiro concedido através da bolsa de mestrado.

## REFERÊNCIAS

1. Chaijak P, Kongthong A, Maenpaa C. Exploring the potential of alcohol-fermenting yeast isolated from heterotrigona itama stingless bees for beverage production. Makara J. Sci. 2024; 28:3.

2. Prestianni R, Matraxia M, Naselli V, Pirrone A, Badalamenti N, Ingrassia M. Use of sequentially inoculation of *Saccharomyces cerevisiae* and *Hanseniaspora uvarum* strains isolated from honey by-products to improve and stabilize the quality of mead produced in Sicily. Food Microbiol. 2022; 107:104064.

3. Schwarz LV, Marcon AR, Delamare APL, Agostini F, Moura S, Echeverrigaray S. Selection of low nitrogen demand yeast strains and their impact on the physicochemical and volatile composition of mead. J. Food Sci. Technol. 2020; 57:2840-2851.

4. Júnior MRR, Canaver AB, Bassan CFD. Produção de hidromel: análise físico-química e sensorial. Rev. Unimar Ciênc. 2017; 24:59-63.

5. Van Mullem JJ, Zhang J, Dias DR, Schwan RF. Using wild yeasts to modulate the aroma profile of low-alcoholic meads. Braz J Microbiol. 2022; 53:2173–2184.

6. Liu Y, Jiang B, Wang K. A review of fermented bee products: Sources, nutritional values, and health benefits. Food Res Int. 2023; 174: 113506.

7. Schwarz LV, Marcon AR, Delamare APL, Echeverrigaray S. Influence of nitrogen, minerals and vitamins supplementation on honey wine production using response surface methodology. J. Apic. Res. 2021; 60: 57-66.

8. Simão L, Wanderley BRDSM.,Vieira MPT,Haas ICS, Amboni RDDMC, Fritzen-Freire CB. How do different ingredients and additives affect the production steps and the bioactive potential of mead?.Food Technol. Biotechnol. 2023; 61: 179-190.

9. Fortes JP, Franco FW, Baranzelli J, Ugalde GA, Ballus CA, Rodrigues E, Mazutti MA, Somacal S, Sautter CK. Enhancement of the functional properties of mead aged with oak (Quercus) chips at different toasting levels. Molecules. 2022;28: 56.

10. Fortune Business Insights. Mead Beverage Market Size, Share & Industry Analysis, By Type (Fruit Mead and Traditional Mead), Distribution Channel (Supermarkets/Hypermarkets, Specialty Stores, Online Sales Channels, and Others), and Regional Forecast, 2024-2032[Internet].2024 [acesso em 2024 Set 25]. Disponível em: https://www.fortunebusinessinsights.com/mead-market-102278

11. Ramalhosa E, Gomes T, Pereira AP, Dias T, Estevinho LM. Mead production: Tradition versus modernity. Adv. Food Nutr. Res. 2011; 63: 101-118.

12. Araujo GS, Sampaio KF, Santos FS, Bastos TDS, Oliveira PP, Carvalho GBM, Souza SMA, Martínez EA. Biochemical, physicochemical and melissopalynological analyses of two multifloral honey types from Brazil and their influence on mead production. J. Apic. Res. 2021; 60: 784-796.

13. Pereira AP, Mendes-Ferreira A, Estevinho LM, Mendes-Faia A. Improvement of mead fermentation by honey-must supplementation. J. Inst. Brew. 2015; 121: 405-410.

14. Araújo GS, Ribeiro GO, Souza SMA, Silva, GP, Carvalho GBM,Bispo JAC, Martínez EA. Rice (*Oryza sativa*) bran and soybean (*Glycine max*) meal:

unconventional supplements in the mead production. Food Technol. Biotechnol. 2022; 60: 89-98

15. Almeida ELD, Silva GM, Vassalli IDA, Silva MS, Santana WC, Silva PHAD, Eller MR. Effects of nitrogen supplementation on *Saccharomyces cerevisiae* JP14 fermentation for mead production. Food Sci. Technol. 2020; 40:336-343.

16. Ferla LT, Vassalli IA, Silva MVG, Freitas FPM, Teixeira PO; Almeida,ELM, Eller MR. Co-cultures of *Saccharomyces cerevisiae* strains JP14 and IM8 as strategy for high-quality mead production. Eur. Food Res. Technol. 2024; 250: 1093-1101.

17. Amorim TS, Lopes SB, Bispo JAC, Bonafe CFS, Carvalho GBM, Martinez EA. Influence of acerola pulp concentration on mead production by *Saccharomyces cerevisiae* AWRI 796. LWT. 2018; 97: 561-569.

18. Araújo GS, Gutiérrez MP, Sampaio KF, Souza SMA, Rodrigues RDCLB, Martínez EA. Mead production by *Saccharomyces cerevisiae Safbrew* T-58 and *Saccharomyces bayanus* (Premier Blanc and Premier Cuvée): Effect of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) extract concentration. Appl.biochem. biotechnol. 2020; 191: 212-225.

19. Roldán A, Van Muiswinkel GCJ, Lasanta C, Palacios V, Caro, I. Influence of pollen addition on mead elaboration: Physicochemical and sensory characteristics. Food Chemi. 2011; 126: 574-582.

20. Queiroz EL, Almeida TB, Souza SMA, Rodrigues RCLB, Acosta E. Melomel production by *Saccharomyces bayanus* using hydrolyzed jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) pulp, pollen, and rice (*Oryza sativa*) bran extract as unconventional supplements. Indus. Biotechnol. 2023;19: 151-162.

21. Benetole BM, Gomes WPC, Generoso EP, Campos SV, Harder LNC, Arthur V, Harde MNC. Mead of natural fermentation. J. Microbiol. Biotechnol.Food Sci. 2021; 11: 1.

22. Jose-salazar JA, Ballinas-cesatti CB, Hernández-martínez DM, Cristiani-urbina E, Melgar-lalanne G, Morales-barrera, L. Kinetic Evaluation of the Production of Mead from a Non-*Saccharomyces* Strain. Foods. 2024; 13: 1948.

23. Devi B, Boruah T. Tamarind (*Tamarindus indica* L.). In: Nayik GA, Gull A, (eds.). Antioxidants in Fruits: Properties and Health Benefits. Springer Nature Singapore. 2020; 317-332.

24. Kuru P. Tamarindus indica and its health related effects. Asian Pac J. Trop. Biomed. 2014; 4; 676-681.

25. Yahia EM.,Salih NKE. Tamarind (*Tamarindus indica* L.). Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits.Woodhead Publishing .2011; 442–458e.

26. Chimsah FA, Nyarko G, Abubakari AH. A review of explored uses and study of nutritional potential of tamarind (*Tamarindus indica* L.) in Northern Ghana. Afr.J. Food Sci. 2020; 14: 285-294.

27. Silva MS, Arruda LM, Xavier PL, Ramírez MXD,Silveira FA, Santana WC. Selection of yeasts from bee products for alcoholic beverage production. Brazi. J. Microbiol. 2020; 51: 323-334.

28. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed. Brasília-DF: Ministério da Saúde; 2008.

29. Abernathy DG, Spedding G, Starcher B. Analysis of protein and total usable nitrogen in beer and wine using a microwell ninhydrin assay. J Inst Brew.2009; 115: 122-127.

30. Vasconcelos NM, Pinto GAS, Aragão FAS. Determinação de Açúcares Redutores pelo Ácido 3,5-Dinitrosalicílico. Fortaleza: Empraba; 2013.

31. Novo MT, Beltran G, Rozès N, Guillamón JM.,Mas, A. Effect of nitrogen limitation and surplus upon trehalose metabolism in wine yeast. Appl. Microbiol. Biotechnol. 2005; 6: 560-566.

32. Thean JE, Funderburk JR, Walter C. High pressure liquid chromatographic determination of sucrose in honey. JAOAC.1977; 60: 838-841, 1977.

33. Agus A, Agussalim A, Sahlan M, Sabir A. Honey sugars profile of stingless bee Tetragonula laeviceps (Hymenoptera: Meliponinae). Biodiversitas. 2021; 22: 5205-5210.

34. BPVSG B, Lakshmi K, Lakshmi J. Comparative evaluation study on the physicochemical composition of three different tamarind varieties. J. pharmacogn. Phytochem.2021; 10: 60-66.

35. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade das bebidas fermentadas: fermentado de fruta; fermentado de fruta licoroso; fermentado de fruta composto; sidra; hidromel; fermentado de cana; saquê ou sake. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 30 de nov. 2012.

36. Starowicz M, Granvogl M. Trends in food science & technology an overview of mead production and the physicochemical, toxicological, and sensory characteristics of mead with a special emphasis on flavor. Trends Food Sci Technol. 2020; 106: 402-416.

37. Kawa-Rygielska J, Adamenko K, Kucharska AZ, Szatkowska K. Fruit and herbal meads–Chemical composition and antioxidant properties. Food Chem. 2019; 283:19-27.

38. Dobrowolska-Iwanek J, Kwit M, Fołta M, Rusin M, Galanty A, Zagrodzki, P. Chemical analysis of selected meads produced in Poland. Eur Food Res Technol. 2023; 249: 2583-2593.

**Capítulo 119**
**DOI: 10.53934/agronfy-2025-01-119**

# POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DA CARNAÚBA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA: REVISÃO DE LITERATURA

**Jefferson Messias Borges*; Carla Dailane Soares Lima ; Robson Alves da Silva**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:jeffersonborges@live.com*

**Resumo:** A carnaubeira (*Copernicia prunifera*) é uma palmeira nativa do Nordeste brasileiro, que possui alto potencial tecnológico para o desenvolvimento de inúmeros produtos derivados de todas as suas partes que compreendem desde a raiz até a sua palha. Objetivou-se com esta pesquisa realizar uma revisão bibliográfica da literatura sobre as potencialidades da carnaúba e seu aproveitamento na alimentação humana. O principal produto obtido do extrativismo dessa palmeira é a cera de carnaúba, proveniente da palha, e dispõe de alto valor agregado devido às suas diversas aplicações (revestimentos comestíveis, de medicamentos, polimentos de carros, entre outros). Entretanto, a carnaúba, seu fruto, que é composto pela polpa e amêndoa, também pode ser aproveitado para o desenvolvimento de produtos alimentícios (doces, geleias, sucos) devido às características nutritivas e bioativas, que auxiliam no bom funcionamento do metabolismo e saúde humana. Observou-se diante dos resultados encontrados, que a cera é o principal objeto de estudo nas mais diversas áreas do conhecimento, entretanto, na área alimentícia é utilizada como agente estruturante para outros óleos, para a formação de oleogéis e também como revestimentos comestíveis de frutas. Todavia, não foi possível a identificação de estudos com a utilização do fruto, destinado para alimentação humana, no período estabelecido, evidenciando lacunas que precisam ser respondidas com novas pesquisas.
**Palavras-chaves:** *Copernicia prunifera*; potencial alimentício; revestimento comestível.

## INTRODUÇÃO

A carnaubeira (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore) é uma palmeira nativa do Nordeste brasileiro, pertencente à família Arecacea, sendo denominada em algumas regiões como a "Árvore da Vida", por fornecer inúmeros benefícios a comunidade, pois utiliza-se de todas as suas partes desde a sua raiz até a sua palha, no desenvolvimento dos mais variados produtos (artesanato, sorvetes, papel, etc), garantindo a geração de emprego e renda (1,2).

A carnaubeira está presente em locais de climas secos e quentes e terrenos baixos de campinas, como a caatinga na região Nordeste, cuja floração ocorre de julho a outubro e sua frutificação de novembro a março. É uma planta com fácil propagação através da disseminação da sua semente e possui alta defesa contra o ataque de pragas e outras doenças (3).

De acordo, com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2018 os estados do Piauí e Ceará foram os maiores produtores de pó cerífero, gerando cerca de 10.496 e 6.706 mil toneladas, respectivamente. Contudo, da carnaubeira não se

aproveita somente o pó cerífero, mas é possível o seu aproveitamento integral, compreendendo desde suas raízes para uso medicinal, a palha para a confecção de artesanato, seu tronco para construir peças de madeira até a utilização do seu fruto para o desenvolvimento com fins alimentícios (4).

Assim, as folhas ao secarem naturalmente, transformam-se em palha que são responsáveis pela produção de papel devido à grande quantidade de celulose, na criação de artigos artesanais, como bolsas, chapéus, cestos e tapetes; e no pó cerífero, principal produto obtido da carnaúba (5).

A cera é obtida após o beneficiamento do pó, podendo ser realizado de forma manual e/ou semi-industrial, consistindo no seu cozimento, prensagem e solidificação e possui um alto valor agregado na produção de biofilmes de revestimento de diversos tipos de alimentos e medicamentos, além de possuírem destinação para a confecção de cosméticos, chips, plásticos, produtos lubrificantes dentre outros (6).

Como reflexo do aproveitamento total da planta, o tronco da carnaubeira possui grande importância para a indústria de construção civil (vigamentos, caibros, ripas), no desenvolvimento de peças rústicas de madeira como mesas, cadeiras, balcões e a sua raiz pode ter propriedades medicinais (7, 3).

O fruto da carnaubeira (a carnaúba) por sua vez, possui grande potencial de aproveitamento, assim como a cera, onde as evidências da sua utilização na indústria alimentícia denotam a elaboração de sucos e geleias, por meio da sua polpa. O fruto é fonte de macronutrientes, como carboidratos, lipídeos, proteínas, fibras e minerais. Possui também substâncias bioativas no que correspondem aos compostos fenólicos, carotenoides, antocianinas, vitamina C e flavonoides, que são substâncias essenciais para o funcionamento do organismo (8,1,6).

A amêndoa da carnaúba tem sua destinação para a produção de ração animal, fabricação de óleo e biodiesel e, mais recente, no desenvolvimento de produtos alimentícios, como farinha para a composição de mingaus e bolos, e o desenvolvimento de pó solúvel (7).

Apesar dos estudos demonstrarem a potencialidade do uso integral da carnaubeira, pouco estuda-se o desenvolvimento de produtos com fins alimentícios a partir do seu fruto, sendo uma oportunidade de aproveitamento de uma matriz alimentar pouco explorada e que pode trazer benefícios à saúde. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica integrativa sobre as potencialidades da carnaúba e seu aproveitamento na alimentação humana.

## UTILIZAÇÃO DA CARNAÚBA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Após busca em base de dados, segue o Quadro 1, com os resultados de pesquisas que utilizam a carnaúba na alimentação humana:

**Quadro 1 -** Publicações científicas encontradas sobre a utilização da carnaúba na alimentação humana

| USO TECNOLÓGICO | APLICAÇÃO | OBJETIVOS | AUTOR/ANO |
|---|---|---|---|
| Formulação de Alimentos | Bolo e hambúrguer | Preparar e caracterizar o oleogel reforçado à base de cera de carnaúba com ácido adípico; e avaliar as propriedades | Khiabani *et al*., 2020 (9) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | sensoriais e texturas do oleogel em formulações de bolo e hambúrguer bovino | |
| | *Cookies* | Investigar o potencial de aplicação de dois diferentes oleogéis contendo cera de carnaúba e candelilla, para substituir a gordura vegetal em biscoitos | Mert; Demirkesen, 2015 (10) |
| | Macarrão Instantâneo | Estruturar o óleo de soja com a cera de carnaúba para desenvolver oleogéis sólidos, avaliados como um meio de fritura para macarrão instantâneo | Lim, 2017 (11) |
| Revestimento comestível | Jujuba indiana | Avaliar os efeitos do revestimento de cera de carnaúba enriquecidos com monolaurato de glicerol, na qualidade e extensão da vida útil da fruta jujuba indiana durante a temperatura ambiente | Chen; Sun; Yang, 2018 (12) |
| | Berinjela | Aplicar diferentes tratamentos com cera de carnaúba na berinjela, como forma de aumentar a vida de prateleira e manter o melhor frescor | Singh et al., 2016 (13) |
| | ‘Paluma’ goiaba | Avaliar os efeitos do revestimento comestível de cera galactomanana na qualidade e fisiologia pós-colheita de goiaba armazenada em | Germano *et al*., 2018 (14) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ambiente refrigerado | |
| | Laranja “Valência Delta” | Avaliar a qualidade da laranja “Valência Delta” submetida ao desverdecimento seguido de recobrimento de cera de carnaúba | Pereira, Machado, Costa, 2016 (15) |
| | Uvas Thompson | Determinar uma composição ideal da cobertura comestível à base de cera de carnaúba adicionado de probiótico | Mira et al., 2015 (16) |
| | Tomate Sweet Grape | Avaliar a vida de prateleira de mini-tomates (*Lycopersicum esculentum Mill*.) armazenada em condições ambientais e refrigeradas em diferentes embalagens | Sandri, 2015 (17) |
| | Laranja ‘Valência” | Avaliação de nanoargila e efeitos nas formulações de emulsão de cera de carnaúba para bloquear as taxas de respiração e perda de peso | Motamedi et al., 2018 (18) |
| | Grãos de feijão (BRSMGMajestic) | Determinar as propriedades mecânicas de grãos (BRSMGMajestic) revestidos com cera de carnaúba | Corrêa *et al*., 2019 (19) |
| | Mangas 'tommy atkins' | Avaliar a influência da cera de carnaúba e do filme plástico de embalagem Xtend, com e sem armazenamento refrigerado, na preservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'. | Costa, 2018 (20) |

De acordo com o Quadro 1 observou-se que, apesar das inúmeras potencialidades de uso da carnaubeira e todas as suas partes, nos últimos 5 anos os estudos desenvolvidos com foco na alimentação humana, basicamente, utilizaram a cera de carnaúba, que é proveniente da palha, como ingrediente em fórmulas alimentícias ou como revestimento comestíveis de frutas.

A cera de carnaúba, é considerada um aditivo alimentar (INS 903), pelo *The Codex Alimentarius,* e na União Europeia é permitida como agente de revestimento de frutas e vegetais, ou incorporado em produtos de panificação, doces, sorvetes, molhos, entre outros, sendo o valor máximo permitido de 200 mg / kg de alimento. No Brasil, a RDC nº 239 de 26 de julho de 2018 preconiza seu uso em suplementos alimentares sólidos e semissólidos, como agente glaceante, com limite máximo de 0,50g/100 g de alimento (21,22).

Um dos potenciais que foram observados da cera de carnaúba é a sua utilização como agente estruturante de outro óleos vegetais. A cera de carnaúba, quando adicionada a outros óleos, produzem os chamados organogéis ou oleogéis, que podem ser definidos como sistemas de óleos vegetais líquidos (soja, girassol, entre outros) que são presos por redes tridimensionais formadas pelos agentes estruturantes (23).

As ceras são bons agentes estruturantes, assim, ao ser comparada com as demais ceras naturais, a de carnaúba possui baixa solubilidade e maior resistência, com o ponto de fusão alto, atingindo no mínimo 85 ºC, constituindo-se de ésteres, álcoois livres, ácidos alifáticos e aromáticos, hidrocarbonetos, diésteres e hidróxi-ésteres, que possuem capacidade de formar pastas e microemulsões, componentes importantes na formação de oleogéis com força e qualidade. O uso das ceras vegetais, além de possuírem propriedades tecnológicas favoráveis na produção de oleogéis, possuem baixo custo e obtenção facilitada quando confrontadas com outros agentes estruturantes (24).

Os oleogéis possuem potencial para melhorar atributos físicos de alimentos em escala industrial, sem aumentar os ácidos graxos saturados ou trans, desenvolvendo produtos mais saudáveis, elevando os teores das gorduras insaturadas que são melhores para a saúde (25,26).

Assim, os autores (9,11) ao avaliarem a cera de carnaúba como ingrediente adicionado a óleos vegetais para a formulação de alimentos, alcançaram resultados satisfatórios, mostrando a eficiência e eficácia da cera de carnaúba, principalmente. Por outro lado, os autores (10), que ao analisarem o desenvolvimento de cookies, observaram que a funcionalidade do oleogel produzido não tinha os mesmos atributos de qualidade que uma gordura comercial, que são essenciais para fabricação de biscoitos, como por exemplo, a rigidez e a plasticidade.

Além disso, observou-se a utilização da cera de carnaúba como revestimentos comestíveis de frutas, que segundo (27,28) definem-se películas de revestimentos como sendo uma fina camada comestível, colocada em frutas e vegetais, formando uma cobertura com propósito de aumentar a vida útil desses alimentos, preservar as características organolépticas, assegurando a segurança e integridade desse produto.

Os filmes e coberturas comestíveis são formadas por lipídeos (monoglicerídeos, ceras, ésteres de ácido graxo), proteínas (gelatina, colágeno, zeína do milho, glúten do trigo), polissacarídeos (amidos e derivados, pectinas, quitosana) entre outros, sendo substâncias geralmente conhecidas como seguras (GRAS) (29).

A finalidade do uso de filmes e revestimentos comestíveis não se diz respeito apenas da proteção superficial do produto, pois quando combinado com outros processos,

como o sistema de resfriamento, pode visar o controle da umidade, das trocas gasosas entre o alimento e o ambiente, controle do $O_2$ (para evitar danos fisiológicos e anaerobiose), conservam os aditivos químicos na superfície dos alimentos, retardam a deterioração por micro-organismo, conferem brilho aos alimentos e melhoram seu aspecto visual (29).

A utilização desses revestimentos não podem influenciar na fisionomia, nem alterar o gosto ou odor original dos frutos *in natura*, devendo, portanto, possuir uma aderência adequada a fim de evitar a sua fácil remoção. A utilização de filmes e revestimentos comestíveis vem se tornando uma área de grande interesse de inúmeros pesquisadores pela sua capacidade de conservar os alimentos em especial frutas e hortaliças (30).

Nesse sentido, (14) ao avaliar 'Paluma' goiaba, revestida com cera de forma separada e junta com galactomanana (carboidrato proveniente do endosperma de leguminosas como a vagem), obteve resultados positivos retardando a taxa de respiração dessa fruta, além de preservar a cor verde da casca.

De acordo com os estudos de (12), a utilização da cera de carnaúba isolada e composta por monolaurato de glicerol, gerou resultados satisfatórios na qualidade e vida útil da jujuba indiana, reduzindo a taxa respiratória, a produção de etileno e retardando a perda das características da fruta (cor, textura, firmeza) durante o armazenamento pelo período de 12 dias em refrigeração a 20 ºC.

Já os estudos de (20), ao avaliarem a influência da cera de carnaúba como revestimento da manga 'Tommy Atkins' acondicionada em embalagem flexívelXtend, armazenadas por 21 dias em refrigeração a 12 ºC, verificaram a preservação das características desejáveis no fruto (firmeza, cor, sabor, textura).

A utilização das ceras naturais junto a outras substâncias, influenciam em várias características intrínsecas e extrínsecas de frutas, como a perda de peso, pois, ao utilizar a camada de revestimento, permite a redução da transpiração nesses frutos, reduzindo até 50% a perda de água, além de interferir na firmeza e na cor do fruto (29). Segundo os autores, que utilizaram a cera de carnaúba como revestimento comestível, a exemplo, (13) que utilizaram isoladamente a cera em diferentes concentrações na manutenção e qualidade da berinjela. Os resultados foram satisfatórios, pois demonstraram a eficiência na redução do peso, aumento da vida útil e manutenção de atributos essenciais.

Ainda, percebeu-se que os revestimentos comestíveis possuem propriedades mecânicas que são indispensáveis para a sua aplicação, pois devem ser resistentes, preservando a estrutura do alimento, e flexível, tendo a capacidade de suportar qualquer alteração que ocorrer no alimento (31). Entretanto, ao avaliar as propriedades mecânicas do grão de feijão majestoso revestidos com a cera de carnaúba, (19) obteve efeitos contrários, o autor descreve que a cobertura não foi eficiente e que a firmeza dos grãos foi diminuindo durante o armazenamento.

## CONCLUSÕES

Os estudos demonstram que a carnaúba, apesar do seu alto potencial de aproveitamento integral, tem sido pouco explorada para alimentação humana, destacando-se apenas a utilização da cera, extraída das palhas, para revestimento de frutos e produção de oleogéis.

Apesar de alguns trabalhos demonstrarem o potencial nutritivo do fruto da carnaúba, não ficou evidenciado seu aproveitamento para alimentação humana e/ou desenvolvimento de produtos alimentícios. Assim, há necessidade de desenvolver mais estudos com os frutos da carnaubeira, de forma a conhecer melhor não apenas a sua composição nutritiva e tecnológica, mas proporcionar o seu aproveitamento para o desenvolvimento de produtos alimentícios, agregando valor e gerando renda.

**REFERÊNCIAS**

1. Sousa RF, Silva RAR, Rocha TGF, Santana JAF, Vieira FA. Etnoecologia e etnobotânica da palmeira carnaúba no semiárido brasileiro. Cerne. 2015; 21:587-594.

2. Carvalho FPA, Gomes JMA. Eco-eficiência na produção de cera de carnaúba no município de Campo Maior, Piauí, 2004. Rev. Econ. Sociol. Rural. 2008; 46: 421-453.

3. Nogueira DH. Qualidade e potencial de utilização de frutos de Genótipos de carnaubeira (*Copernicia prunifera*) oriundos do estado do Ceará [tese]. Paraíba: Universidade Federal da Paraíba; 2009.
4. Brasil. Instituto brasileiro de geografia e estatística (Ibge). Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. Rio de Janeiro, Ibge; 2017.

5. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Carnaúba: Copernicia prunifera. Brasília: Mapa; 2012.
6. Alves MO, Coêlho JD. Extrativismo da carnaúba: relações de produção, tecnologia e mercados. 20. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste; 2008.

7. Gomes JMA, Santos KB, Silva MS. Cadeia produtiva da cera de carnaúba: diagnósticos e cenários. Teresina: editora gráfica da UFPI; 2006.

8. Feitosa APF. Composição centesimal e mineral da polpa e amêndoa de carnaúba [trabalho de conclusão de curso]. Piauí: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí; 2017.

9. Khiabani AA, Tabibiazar M, Roufegarinejad L, Hamishehkar H, Alizadeh A. Preparation and characterization of carnauba wax/adipic acid oleogel: A new reinforced oleogel for application in cake and beef burger. Food Chem. 2020; 333.

10. Mert B, Demirkesen I. Evaluation of highly unsaturated oleogels as shortening replacer in a short dough product. LWT. 2016; 68: 6477-484.

11. Lim J, Jeong S, Kyung Oh I, Lee S. Evaluation of soybean oil-carnauba wax oleogels as an alternative to high saturated fat frying media for instant fried noodles. LWT. 2017; 84: 788-794.

12. Chen H, Sun Z, Yang H. Effect of carnauba wax-based coating containing glycerol monolaurate on the quality maintenance and shelf-life of Indian jujube (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) fruit during storage. Sci. Hortic. 2019; 244:157-164.

13. Singh S, Khemariya P, Rai A, Rai AC, Koley TK, Singh B. Carnauba wax-based edible coating enhances shelf-life and retain quality of eggplant (Solanum melongena) fruits. LWT - Food Sci. Technol. 2016, 74: 420-426.

14. Germano TA, Aguiar RP, Bastos MSR, Moreira RA, Ayala-Zavala JF, Miranda MRA. Galactomannan-carnauba wax coating improves the antioxidant status and reduces chilling injury of 'Paluma' guava. Postharvest Biol. Technol. 2019; 149: 9-17.

15. Pereira G, Machado F, Costa J. Quality of 'Valencia Delta' orange after degreening and coating with wax. Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient. 2016; 20: 936-940.

16. Mira I, Filho CDC, Viola DN. Composição ideal da solução filmogênica adicionada de prebiótico, aplicada em uvas 'thompson'. Rev. Bras. Frutic. 2015; 37: 308-317.

17. Sandri D, Rinaldi MM, Ishizawa TA, Cunha AHN, Pacco HC, Ferreira RB. 'Sweet grape' tomato post harvest packaging. Eng. agríc. 2015; 35:1093-1104.

18. Motamedi E, Nasiri J, Malidarreh TR, Kalantari S, Naghavi MR, Safari M. Performance of carnauba wax-nanoclay emulsion coatings on postharvest quality of 'Valencia' orange fruit. Sci. Hortic. 2018; 240: 170-178.

19. Corrêa PC, Paixão AA, Baptestini FM. Propriedades mecânicas de grãos de feijão cultivar BRSMG Majestoso revestidos com cera de carnaúba. Cienc. Rural 2019, 49:1-7.

20. Costa JDS, Neto AF, Almeida FAC, Costa MS. Conservation of 'tommy atkins' mangoes stored under passive modified atmosphere. Rev. Caatinga 2018, 31:117-125..

21. European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the re-evaluation of carnauba wax (E 903) as a food additive. EFSA Journal 2012, 10:1-23.

22. Brasil. Resolução da Diretoria Colegiada n° 239, de 26 de julho de 2018. Estabelece os aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia para uso em suplementos alimentares. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da União. 27 jul 2018; Ed. 144 Seção 1 p. 90.

23. Sanson MDS. Desenvolvimento de oleogéis à base de óleo de girassol alto teor oleico estruturados pro monoestearato de sorbitanana [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2019.

24. Rocha JCB. Obtention and characterization of organogels of soybean oil structured using vegetable waxes and interesterified fat under controlled crystallization conditions [tese]. São Paulo:Universidade Estadual de Campinas; 2017.

25. Rogers MA. Novel structuring strategies for unsaturated fats – Meeting the zero-trans, zero-saturated fat challenge: A review. Food Res Int. 2009; 42:747-753.
26. Hughes NE, Marangoni AG, Wright AJ, Rogers MA, Rush JWE. Potential food applications of edible oil organogels. Trends Food Sci Technol. 2009; 20:470-480.

27. Oetterer M, Regitano-D'arce MAB, Spoto MHF. Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos. Barueri: Manole; 2006.
28. Moreira MKV. Conservação de pinhões minimamente processados por meio de revestimentos comestíveis com características antimicrobianas [dissertação]. Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Pelotas; 2018.

29. Chitarra MIF. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005.

30. Assis OBG, Brito D, Forato, LA. O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas *in natura* e minimamente processadas. São Carlos: Embrapa; 2009.

31. Guilbert S, Gontard N, Gorris L. Prolongation of the shelf-life of perishable food product using biodegradable films and coatings. LWT - Food Sci. Technol. 1996. 29: 10-17.

# Conbraca

Fortaleza

## Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos

# RESUMOS SIMPLES

### III CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

**Use Ctrl+F para pesquisar e acessar os trabalhos apresentados no evento!**

# MERCÚRIO EM CAMARÕES DO LITORAL FLUMINENSE: AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONTAMINAÇÃO E IMPLICAÇÕES PARA O CONSUMO HUMANO

**Fábio José Targino Moreira da Silva Júnior[1]; Bruno Soares Toledo[1]; Ana Gabriela Ramos[1]; Verônica da Silva Santos Nepomuceno Ferraz[1]; Jéssica Fernandes de Oliveira[1]; Letícia Santos Macedo[1]; Eliane Teixeira Mársico[2]**

[1]Discentes do Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária – Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal – PGHigVet – Faculdade de Veterinária - UFF.
[2]Docente/pesquisadora do Depto. de Tecnologia de Alimentos – MTA – Faculdade de Veterinária - UFF.

**Introdução:** O mercúrio (Hg) é um contaminante químico de importância mundial. No contexto atual de mudanças climáticas, de garimpo ilegal e de impactos ambientais nos ambientes aquáticos, destaca-se enquanto potencial agente tóxico aos consumidores, uma vez que é através dos alimentos a principal forma de exposição ao Hg. Quando lançado no ambiente, passa por várias transformações na forma química, acumulando, concentrando e biomagnificando principalmente no pescado. O camarão marinho representa um importante recurso alimentar, seja oriundo da pesca ou da carcinicultura. **Objetivo:** Analisar contaminação por mercúrio total (HgT) em três diferentes estruturas (musculatura, cefalotórax e carapaça) de espécimes coletados em diferentes pontos do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Métodos:** Foram coletadas 30 amostras de diferentes pontos de comercialização dos municípios de Niterói, Cabo Frio e Maricá. Foram transportadas sob refrigeração até o Laboratório de Controle Físico-Químico de POA, da UFF, onde foram obtidos os dados biométricos, em seguida, dissecados e separados a cabeça (cefalotórax), musculatura do abdome e carapaça e analisadas em triplicata por Espectrometria de Absorção Atômica com Decomposição Térmica e Amalgamação (TDA-AAS) no Analisador Direto de Mercúrio (*Direct Mercury Analyzer*) - DMA-80® (Milestone, Sorisole, Itália), de acordo com os procedimentos preconizados pela USEPA - EPA 7473 (2007). O material de referência utilizado foi o DORM-4, analisado em triplicata, e os valores detectados foram: 0,4853 $mg.kg^{-1}$; 0,3725 $mg.kg^{-1}$ e 0,3575 $mg.kg^{-1}$, a média do material de referência analisado foi 0,4051 $mg.kg^{-1}$, com acurácia de 98%. **Resultados:** HgT foi detectado em todas as amostras de músculo analisadas. Nas amostras de cabeça foi detectado em 97% (29/30) e em 87% (26/30) das amostras da carapaça. As médias de HgT variaram de: 0,0254 $mg.kg^{-1}$ em cefalotórax; 0,0215 $mg.kg^{-1}$ na carapaça e o valor de 0,0202 $mg.kg^{-1}$ em musculatura. **Conclusão:** Observou-se uma maior concentração de HgT em estruturas descartadas no processamento do camarão: cabeça (cefalotórax) e carapaça. No entanto, em algumas situações, essas estruturas são utilizadas na preparação de caldos, molhos ou temperos naturais, prática esta que pode ser desestimulada para diminuir a ingestão total de mercúrio. Ainda que nenhuma das amostras analisadas tenham ultrapassado o limite máximo tolerável para camarões (0,5 $mg.kg^{-1}$) previsto em legislação, é importante o monitoramento através de análise de risco, pois caso a quantidade e a frequência de consumo seja maior, pode existir impacto à saúde dos consumidores decorrente dessa exposição ao HgT.

**Palavras-chave:** crustáceo; elementos traço tóxicos; pescado; toxicologia.

# CARACTERIZAÇÃO PALINOLÓGICA DO PÓLEN APÍCOLA DA REGIAO DE ESPERANTINA - PI

**Afra Maria do Carmo Bandeira do Nascimento[1]; Mariana de Morais Sousa[1]; Luanne Morais Vieira Galvão[1]; Romério Alves Carvalho da Silva[1]; Maria do Carmo Passos Rodrigues[2]; Francisco de Assis Ribeiro dos Santos[3]**

[1]Docente do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI.
[2]Docente do Depto de Tecnologia de Alimentos – DETAL – UFC.
[3]Docente da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS.

O principal objetivo desta pesquisa foi avaliar os aspectos palinológicos do pólen apícola produzido na região de Esperantina, PI, sendo possível contribuir na determinação da sua origem botânica, uma vez que o produto já era explorado comercialmente pelos produtores locais. O produto foi obtido nas coordenadas 03º 54' 06" S 42º 14' 01" O, nos períodos de produção entre os meses de fevereiro a maio de 2017, sempre no turno da manhã, na forma desidratada e acondicionado em embalagens de polietileno a vácuo. Foram preparadas lâminas com as amostras de pólen apícola pelo método acetolítico. O perfil polínico das amostras de pólen foi avaliado por meio de observações das lâminas com microscópio óptico, realizando-se análises qualitativas pela identificação dos tipos de pólen, com o auxílio de literatura especializada e comparação com lâminas da palinoteca do Laboratório de Micromorfologia Vegetal (Universidade Estadual de Feira de Santana). Identificou-se *Mimosa caesalpinifolia* (88%), *Borreria verticillata* (5,24%), *Mimosa quadrivalvis* (2,75%), *Poaceae sp* (2%), *Senna sp* (1,75%) e *Zea mays* (0,25%). Pode-se verificar que a espécie dominante no pólen coletado (tipo polínico > 45%) é a *Mimosa caesalpinifolia*, uma Fabaceae subfamília Mimosaceae, conhecida popularmente como sabiá, uma das árvores mais representativas da vegetação do semiárido brasileiro e cujas flores apresentam alto teor de néctar e grandes produtoras de pólen, denotando seu alto valor apícola. Não há casos de alergia relacionados à esta espécie na literatura, ao contrário verificou-se estudos que apontam o seu uso com finalidade medicinal de combate à inflamação em geral. Para todos esses tipos polínicos identificados foi realizada busca de artigos que relatassem algum caso de alergias provocado por pólen destas plantas e nada foi verificado. Desta forma, a utilização deste pólen para aplicação na alimentação humana não implicaria em riscos à saúde do consumidor, pois alguns estudos tratam de casos clínicos de choques anafiláticos decorrentes do consumo do pólen apícola, por isso é importante a etapa de identificação polínica antes do uso dessa matéria prima no desenvolvimento de produtos alimentícios.

**Palavras-chave**: Apis mellifera, pasto apícola, palinologia.

# ELABORAÇÃO E ACEITAÇÃO SENSORIAL DE BOLOS ENRIQUECIDOS COM A FARINHA DO "ARROZ DO BARRO" (*ORYZA SATIVA* L.)

**Samíria de Jesus Lopes Santos-Sodré; Dafiny Heloá Baltazar Fernandes; Fernanda Lisboa Nascimento Silva; Christiano Jorge Campos; Érica da Costa Monção ; Eville Karina Maciel Delgado Ribeiro Novaes; Luana Lopes Padilha**

**Introdução:** O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo, servindo como alimento básico para mais da metade da população mundial. É um alimento fonte de carboidratos, proteínas, vitaminas e minerais, e possui um baixo teor de gordura. Dentre as várias formas de consumo do arroz, a farinha de arroz pode ser usada parcial ou totalmente em substituição à farinha de trigo em diversas preparações, como na produção de pães, biscoitos e bolos. Essa prática pode favorecer a economia local, adiciona novas características nutricionais e sensoriais aos alimentos e incentiva o consumo de alimentos tradicionais ricos em nutrientes, especialmente para pessoas com restrições alimentares, como os celíacos. Em Barreirinhas - MA, o arroz do barro, como é conhecido pela população local, é cultivado em comunidades tradicionais e necessita de um incentivo no seu consumo para assim ampliar possibilidades de comercialização, bem como fontes nutritivas para a comunidade. **Objetivo:** Analisar a elaboração e a aceitação sensorial de bolos enriquecidos com a farinha de "arroz do barro", da cidade de Barreirinhas, Maranhão. **Métodos:** Os bolos foram produzidos com a farinha de "arroz do barro" (100%), leite de vaca integral, açúcar demerara, sal, ovo de galinha, óleo de soja e fermento químico em pó. E avaliados sensorialmente pela escala hedônica de aceitação de nove pontos e intenção de compra, por 133 provadores não treinados, de ambos os sexos, adolescentes e adultos. Os atributos sensoriais avaliados foram textura, aroma, sabor, aparência, cor e qualidade global. Os dados foram analisados no *software Stata*® 14.0. **Resultados:** Na aceitação sensorial, as seguintes médias foram obtidas: aparência (7,74 ± 1,80); cor (7,77 ± 1,47); aroma (7,66 ± 1,58); textura (7,80 ± 1,35); sabor (8,35 ± 0,93) e qualidade global (8,29 ± 1,92); com predominância das avaliações "gostei muito" e "gostei moderadamente" nos atributos analisados. O índice de aceitação global foi de 88,18%, superior a 70%, conforme recomendação de Dutcosky (2011) para a aceitabilidade de um produto. Quanto à intenção de compra, a maioria (60,15%) informou que "certamente compraria" o produto. **Conclusão:** Os bolos elaborados com a farinha de "arroz do barro" obtiveram uma avaliação positiva em relação aos seus atributos sensoriais, demonstrando ser uma alternativa viável à farinha de trigo, além de serem saudáveis e sustentáveis do ponto de vista sensorial.

**Palavras-chave:** arroz; farinha sem glúten; bolos artesanais; aceitabilidade sensorial.

# OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL DE FARINHA DA SEMENTE DE MURICI (BYRSONIMA CRASSIFÓLIA) E FOLHAS DE ORA-PRO-NÓBIS (PERESKIA ACULEATA)

**Ana Luísa Vieira Liberato[1]; Luma de Oliveira Kraemer[1]; Maria Beatriz de Souza Alves[1]; Suellen Costa Moura[1]; Fabiana de Oliveira Pereira[2]; Pãmella Fronza[3]**

[1]Estudante do Curso de Nutrição- PUC-MINAS.
[2]Estudante do curso de Doutorado em Desenvolvimento Rural e Sistemas Agroalimentares - PPDRGEA – IFPA.
[3]Docente/pesquisadora do Depto de alimentos – PPGCA – UFMG.

Introdução: A promoção de estudos sobre a inserção das plantas alimentícias não convencionais (PANC), bem como, o aproveitamento de resíduos agroindustriais vem crescendo nos últimos anos em função de promover práticas de produção mais sustentáveis. Essas plantas demandam de menos recursos para crescimento e podem crescer mesmo que existam condições adversas, o que contribui para conservação de recursos hídricos e redução do uso de produtos químicos. Por outro lado, o reaproveitamento de resíduos contribui para agregar valor ao material que seria descartado, muitas vezes esses materiais não passam por tratamento e são descartados no meio ambiente, contribuindo para o aumento da poluição, assim seu aproveitamento, além de agregar valor poderá minimizar os impactos ambientais. As folhas de ora-pro-nóbis, bem como, as sementes de murici são exemplos de matrizes que podem ser utilizadas com esse apelo. A produção de farinhas pode ser uma opção para produção de diversas preparações alimentícias. Objetivos: Baseado nessas informações o objetivo deste estudo foi obter farinhas a partir das folhas de ora-pro-nóbis e sementes de murici e caracterizar esse subproduto quanto à sua composição centesimal. Métodos: As matérias-primas foram secas em estufa com circulação de ar forçado a 55 ºC por um período de 24 horas. Após a secagem o material resultante foi triturado em moedor cadence até obtenção da farinha. A farinha foi analisada quanto aos teores de umidade, cinzas e proteína bruta, conforme metodologia estabelecida pela AOAC, 2000). O teor de lipídeos foi quantificado por meio do método descrito por Bligh e Dyer (1959). A quantidade de carboidratos totais foi aferida por diferença. **Resultados:** A farinha de ora-pro-nóbis apresentou elevado teor proteico (23,41% de proteína bruta) e de minerais (19,57%), com baixo teor de lipídeos (0,05%), e umidade (6,38%). Os carboidratos totais foram de 50,6%. Por outro lado, a farinha da semente de murici mostrou-se rica em carboidratos totais (80,08%). O teor de umidade foi de 8,93%, 8,65% de proteínas, 0,98% de lipídeos e 1,36% de minerais. Esses resultados mostram o potencial desse subproduto para ser incorporado em várias preparações alimentícias, tais como: produtos de panificação, sorvetes, barras de cereais entre outras. **Conclusão:** Os resultados observados mostram que as farinhas obtidas nesse estudo, podem ser importantes fontes de nutrientes, com potencial para contribuir com alimentos sustentáveis e nutricionais.

**Palavras-chave:** Plantas alimentícias; Composição nutricional; Farinhas de sementes; Sustentabilidade.

# CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE FARINHA DE COPRODUTO DE FEIJÃO CAUPI (*Vigna unguiculata*)

**Larissa Queiroz de Magalhães Marinho[1]; Camila Duarte Ferreira Ribeiro[2]**

[1]Estudante do Curso de Mestrado em Alimentos, Nutrição e Saúde – ENUFBA – UFBA.
[2]Docente/pesquisadora do Depto de Ciência dos Alimentos – ENUFBA – UFBA e do Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos - UFBA.

**Introdução** A produção da massa de acarajé e abará gera como coproduto a casca do feijão caupi, que pode ser transformada em farinha visando à sua utilização para o desenvolvimento de novos produtos. **Objetivo** Este estudo objetivou caracterizar a farinha de casca de feijão caupi (FCF) quanto aos aspectos tecnológicos. **Métodos** A FCF foi elaborada por secagem (60ºC/24h) e moagem do coproduto. Foram avaliados, em triplicata: umidade; atividade de água (Aw); os parâmetros de cor luminosidade (L*), intensidade de vermelho-verde (a*) e intensidade de amarelo-azul (b*); índice de absorção de água (IAA); índice de solubilidade em água (ISA); capacidade de absorção de água (CAA) e de óleo (CAO). Os resultados foram expressos em média±desvio-padrão. **Resultados** A umidade (4,36±0,17g/100g) atende à regulamentação técnica brasileira (máx. 15g/100g) e ao CODEX *Alimentarius* para farinha de trigo (máx.15,5g/100g). Aw é um parâmetro importante porque está relacionado à velocidade de reações em alimentos e o valor encontrado (0,34±0,03) está dentro da faixa de menor velocidade das reações de oxidação lipídica (0,3-0,55) e abaixo do valor em que há favorecimento de crescimento microbiano (>0,6). A aparência de um alimento é importante para sua aceitação, pois a visão é uma das primeiras formas de inferir impressões. Os parâmetros de cor (L* 67,97±2,23, a* 5,82±0,10 e b* 12,21±1,28) indicam que a FCF é mais escura e vermelha que a farinha de trigo (L*=93,75, a*=-1,18, b*=11,15) e um pouco mais clara, vermelha e menos amarela que a de milho (L*=59,21, a*=-1,44, b*=28,04), observadas na literatura. Portanto, sua adição em produtos desenvolvidos com essas farinhas pode influenciar na cor. O IAA (4,60±0,29) indica que a FCF é adequada para formulações que exijam inchaço por aquecimento, como mingau ou pudim por exemplo. De acordo com o ISA (0,11±0,03), a FCF não é indicada para alimentos que requerem uma boa solubilidade em água, como bebidas em pó para reconstituição, mas pode ser aplicada em alimentos com viscosidade moderada, como iogurte ou alimentos sólidos. A CAA (3,33±0,20g $H_2O$/g) indica que a FCF é indicada para alimentos que precisam de hidratação para o desenvolvimento de textura, principalmente envolvendo o manuseio de massa, como biscoito. Já a CAO (1,02±0,06g óleo/g), relacionada aos constituintes hidrofóbicos, indica que o CSCF não seria a melhor escolha para a formulação de emulsões e produtos alimentícios ricos em gordura. **Conclusão** Sendo assim, a FCF pode ser utilizada para o desenvolvimento de novos alimentos, especialmente os que demandam absorção de água.

**Palavras-chave:** capacidade de absorção de água; capacidade de absorção de óleo; casca; índice de absorção de água; índice de solubilidade em água; parâmetros de cor.

**Agradecimentos:** FAPESB (n°: BOL0189/2023); CAPES; CNPq (n° processos: 409924/2021-0; 303587/2021-0).

# EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE ANTOCIANINAS DOS FRUTOS DA CARNAÚBA (*Copernicia prunifera*)

**Thaís Silva da Rocha[1]; Andreana de Maria dos Santos Sousa[2]; Robson Alves da Silva[3], Izadora Patrícia Costa Oliveira[4], Nayra Gabriele Fernandes De Carvalho[5], Jefferson Messias Borges[6], Carlyanne Do Nascimento Costa Ramos[7]**

[1]Estudante do Curso de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição do Programa de pós graduação em alimentos e nutrição-PPGAN/UFPI.
[2]Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos do Departamento de informação, ambiente, saúde e produção alimentícia – DIASPA/IFPI.
[3]Docente/pesquisador do Departamento de informação, ambiente, saúde e produção alimentícia – DIASPA/IFPI.
[4]Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos do Departamento de informação, ambiente, saúde e produção alimentícia – DIASPA/IFPI.
[5]Estudante do Curso de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição do Programa de pós graduação em alimentos e nutrição-PPGAN/UFPI.
[6]Estudante do Curso de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição do Programa de pós graduação em alimentos e nutrição-PPGAN/UFPI.
[7]Estudante do Curso de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição do Programa de pós graduação em alimentos e nutrição-PPGAN/UFPI.

**Introdução** No Brasil, pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de utilizar frutos para obter corantes naturais que podem ser utilizados no desenvolvimento de novos produtos, dentre estes frutos destaca-se a carnaúba que além possuir muitos nutrientes apresenta em sua composição antocianinas, que são pigmentos naturais, além de possuir atividade antioxidante. Os frutos da carnaubeira são basicamente aproveitados para alimentação animal, porém, grande parte é desperdiçada na época da safra, devido ao curto período de vida útil da fruta *in natura*, bem como pela falta de processamento, seja para consumo humano ou animal. Dessa forma, aproveitar os frutos da carnaúba na extração de antocianinas seria uma forma de melhorar o seu aproveitamento. **Objetivo** obter o extrato e quantificar o teor de antocianinas presentes nos frutos da carnaúba. **Métodos** a extração foi realizada em banho de ultrassom com variação de tempo de 30, 40, e 60 minutos, onde os ensaios foram denominados E1, E2 e E3, respectivamente. A quantificação total de antocianinas foi realizada com a metodologia do pH diferencial. **Resultados** o ensaio E2 apresentou a maior concentração de antocianinas (aproximadamente 0,1704 mg/g), sugerindo que o tempo de extração de 40 minutos foi mais eficiente na extração desses compostos em comparação aos outros ensaios. O rendimento de antocianinas aumentou acentuadamente com o aumento do tempo de extração e atingiu o valor máximo aos 40 minutos. **Conclusão** conclui-se que a duração do processo de extração exerce uma influência considerável sobre a quantidade de antocianinas extraídas dos frutos de carnaúba. O experimento E2, após 40 minutos de extração, demonstrou ser o mais eficaz, apresentando uma concentração mais elevada desses compostos.

**Palavras-chave**: carnaúba; antocianinas; extração.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO- QUÍMICA DE HAMBÚRGUER CRU E ASSADO ADICIONADO DE PROBIÓTICO

**Neila Mello dos Santos Cortez Barbosa[1]; Gabriela Silva Amorim[2]; Daniely Luzia Rhis[3]; Géssica Ferreira de Souza[4]; Julia Teixeira de Paula[5]; Karina da Silva Chaves[6]; Keily Alves de Moura Oliveira[7]**

[1]Docente/pesquisador do Curso de Engenharia de Alimentos - ICET – UFMT.
[2]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – ICET – UFMT.
[3]Estudando do Curso de Engenharia de Alimentos – ICET – UFMT.
[4]Estudando do Curso de Engenharia de Alimentos – ICET – UFMT.
[5]Docente/pesquisador do Curso de Engenharia de Alimentos – ICET – UFMT.
[6]Docente/pesquisador do Curso de Farmácia – ICBS – UFMT.
[7]Docente/pesquisador do Curso de Engenharia de Alimentos – ICET – UFMT.

**Introdução:** O hambúrguer é um alimento que tem uma preferência de consumo, pois a maioria das pessoas atualmente busca no seu dia-a-dia uma refeição saborosa. Um ponto a ser analisado com muita cautela são as condições higiênico-sanitárias do processo de produção, como também o padrão físico-químico dos produtos elaborados, estando dentro da sua identidade e qualidade para manter seu elevado valor nutricional. Visando essas situações o controle de qualidade impede que situações não desejadas venham acontecer. **Objetivo:** O objetivo foi avaliar a qualidade da produção de hambúrguer com potencial probiótico *L. casei* cru e grelhado. **Métodos:** A formulação do hambúrguer proposto seguiu os parâmetros da portaria n° 724 de 2022, que regulamenta a identidade e qualidade do hambúrguer. A produção do hambúrguer seguiu a norma, sendo sua formulação composta por 80% de carne bovina (corte cárneo patinho) e 20% de toucinho e adição do probiótico *L.casei* e foi analisado o pH e a composição centesimal dos hambúrgueres, assim como a contagem do probiótico após produção e armazenamento. **Resultados:** O hambúrguer cru e assado apresentaram média dos valores pH, proteína, gordura, carboidratos, cinzas e umidade, respectivamente de: 5,49 e 5,93; 28,54% e 43,47%; 9,21% e 12,31%; 7,11% e 12,19%, 1,58% e 2,11% e 53,56% e 29,92%. Verificamos que os parâmetros gordura e proteína se adequam às normas onde exigem máximo 25% e mínimo 15%, respectivamente, porém o valor de carboidratos nas formulações ficou acima do permitido por lei de no máximo 3%, que pode ser decorrente ao balanceamento na composição com valores de proteína e gordura superiores. Tanto o hambúrguer cru quanto o assado apresentaram contagem de *L. casei* 8,4 e 7,5 Log UFC/g, respectivamente, ambos produtos exibem potencial probiótico. **Conclusão:** Podemos concluir que a formulação do hambúrguer bovino, cru e assado com adição de probiótico, favoreceu a viabilidade do *L. casei*, e apresentaram-se dentro dos valores padrões de qualidade permitidos por lei, com exceção dos carboidratos.

**Palavras-chave:** Hambúrguer; Qualidade; Normativa.

# ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA FARINHA DA CASCA DO FRUTO DO BACURIZEIRO (*PLATONIA INSIGNS MART*.)

Izabela Cristina Pereira de Araujo[1]; Joyce Lopes Macedo[1]; Jussilene Alves Amorim[2]; Simone Kelly Rodrigues Lima[3]; Paulo Humberto Moreira Nunes[4]; Daniel Dias Rufino Arcanjo[4]; Maria do Carmo de Carvalho e Martins[4]

[1]Doutoranda em Biotecnologia - RENORBIO – Universidade Federal do Piauí - UFPI
[2]Mestranda em Alimentos e Nutrição - PPGAN Universidade Federal do Piauí - UFPI
[3]Doutora em Biotecnologia - RENORBIO - Universidade Federal do Piauí - UFPI
[4]Docente/pesquisador do Departamento de Biofísica e Fisiologia – Universidade Federal do Piauí - UFPI

**Introdução:** O bacurizeiro, planta da família das Clusiaceae e gênero *Platonia*, é típico do cerrado e encontrado na região amazônica e nos estados do Nordeste, como Maranhão e Piauí. A polpa do fruto é bastante apreciada, porém tem baixo rendimento e gera grandes quantidades de cascas e sementes, coprodutos pouco explorados. A produção de farinhas desses coprodutos, com possível utilização na elaboração de novos produtos alimentícios, pode ser uma forma de aproveitamento integral do bacuri. Várias atividades biológicas foram confirmadas em diferentes partes do bacurizeiro, sendo possível que atividades semelhantes sejam encontradas na farinha da casca desse fruto. **Objetivo:** Avaliar a atividade antioxidante e a presença de compostos bioativos na farinha da casca do bacuri (FCB). **Métodos:** Para a produção da farinha, após higienização com hipoclorito de sódio por 15 minutos seguida de lavagem em água para retirada do excesso de cloro e secagem em estufa a 80ºC, as cascas foram trituradas em processador industrial e a farinha obtida armazenada em recipiente de vidro hermeticamente fechado. As análises foram realizadas em extrato aquoso da FCB a 10% (EaqFCB10%) e foram realizadas em triplicata. A atividade antioxidante foi avaliada pelo método do DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazila) e pela quantificação da capacidade antioxidante total (CAOT) pelo teste do fosfomolibdato. A determinação quantitativa do teor de fenóis totais foi realizada pelo teste de Folin-Ciocalteu, e os flavonoides totais pelo método do cloreto de alumínio. **Resultados:** O teor de fenóis totais da FCB foi de 1.836,54 ±10,38 µEq de Ácido Gálico/g de farinha e o conteúdo de flavonoides foi de 2.417,08±2,26 µg de Rutina/g de farinha. A CAOT determinada foi de 1.356,24±22,73 µg de Vitamina C/g de farinha. Quanto à atividade antisequestrante de radicais livres, o sobrenadante do EaqFCB10% apresentou atividade de 87,5% de inibição após 30 minutos de reação. **Conclusão:** A farinha da casca do bacuri apresentou atividade antioxidante pelos métodos DPPH e CAOT, além de elevado teor de compostos fenólicos e de flavonoides totais, corroborando a atividade antioxidante da farinha de cascas de *Platonia insignis* Mart. Diante desses achados, a utilização de farinhas desse coproduto pode contribuir para o aproveitamento integral do bacuri como forma de aproveitamento integral de alimentos e para fundamentar futuros estudos *in vivo*.

**Palavras-chave:** casca do bacuri; atividade antioxidante; flavonóides; compostos fenólicos

# COMPOSTOS FENÓLICOS E FLAVONÓIDES TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna Unguiculata*) BIOFORTIFICADOS COM ZINCO

**Jussilene Alves Amorim[1]; Joyce Lopes Macedo[2]; Maria do Perpétuo Socorro Carvalho Martins[3]; Abdias Jean; Paulo Humberto Moreira Nunes[4]; Maurisrael de Moura Rocha[5]; Maria do Carmo de Carvalho e Martins[6]**

[1]Estudante do Curso de Mestrado em Alimentos e Nutrição – PPGAN- UFPI. [2]Estudante do Curso de Doutorado em Biotecnologia – RENORBIO- UFPI. [3]Docente/pesquisador do Depto de Nutrição – CCS - UFPI [3]Estudante do Curso de Mestrado em Ciências Agrárias – PPGCA - UFPI. [4]Docente/pesquisador do Depto de Biofísica e Fisiologia – CCS – UFPI [5]Docente/pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Meio-Norte [6]Docente/pesquisador do Depto de Biofísica e Fisiologia – CCS - UFPI

**Introdução:** O feijão-caupi faz parte da alimentação tradicional de famílias de baixa renda do nordeste brasileiro por apresentar baixo custo, além de possuir alto valor nutritivo e elevado teor de proteínas, fibras alimentares, carboidratos e compostos fenólicos. A Embrapa Agroindústria de Alimentos coordena pesquisas de biofortificação de alimentos com micronutrientes para melhorar seu valor nutricional. A biofortificação com zinco é particularmente interessante devido ao custo relativamente baixo e à sustentabilidade em longo prazo. A análise de atividade antioxidante e de compostos bioativos nas cultivares de feijão-caupi biofortificado com zinco é importante para fundamentar novas pesquisas na área de alimentos. **Objetivo:** Quantificar compostos bioativos e atividade antioxidante *in vitro* de duas cultivares de feijão-caupi biofortificado com zinco. **Metodologia:** As amostras de feijão foram moídas em moinho de martelos (modelo MML-100 Astecma – Brasil), com peneira interna média (1,0 mm de diâmetro) e armazenadas sob refrigeração a 8 °C para análises posteriores. As análises foram realizadas em triplicata em extrato aquoso a 10% de amostra de feijão verde-aracê (EAFV10%) e feijão branco-imponente (EAFB10%). A quantificação de fenóis totais foi realizada pelo teste de Folin-Ciocalteu, e dos flavonoides totais pelo método do cloreto de alumínio. A atividade antioxidante foi avaliada pelo método do DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazila) e a capacidade antioxidante total (CAOT) pelo teste do fosfomolibdato. O conteúdo de zinco nas cultivares bioforticadas aracê e imponente aqui analisadas foi, respectivamente, de 4,81±0,44 e 4,68±0,83 mg/100 g. **Resultados:** O EAFB10% apresentou média de teor de fenóis totais (4µEq de Ácido Gálico/g de feijão) significativamente maior ($p<0,05$) quando comparado a EAFV10% (EAFB10%: 177,8±4,4; EAFV10%: 46,4±1,4), sem diferenças quanto aos flavonoides totais (µg de Rutina/g de feijão) entre as cultivares (EAFB10%: 102,8±4,0; EAFV10%: 186,1±14,0). Não houve diferença na CAOT (µg de Vitamina C/g de feijão) determinada nas cultivares de feijão-caupi (EAFB10%: 41,2±1,4; EAFV10%: 39,7±3,1). Quanto à atividade antisequestrante de radicais livres, elevada inibição foi encontrada no sobrenadante dos extratos aquosos de ambas as cultivares após 30 minutos de reação (EAFB10%: 92,48%; EAFV10%:72,86%). **Conclusão:** Foi possível verificar que as duas cultivares avaliadas apresentam potencial de atividade antioxidante evidenciada pelo

método DPPH e CAOT, assim como também há presença de compostos fenólicos e de flavonoides totais.

**Palavras-chave:** Atividade antioxidante; compostos bioativos; Biofortificação de alimentos; zinco.

# OBTENÇÃO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FARINHA DE SEMENTE DE MAMÃO FORMOSA (*Carica Papaya L.*)

**Nicole Moreira Martins [1]; Rodrigo Caetano de Oliveira [2]; Tháila Pimentel Albuquerque Moura [3]; Liana Cleide Flor de Lima Velho [4]; Lucicleia Barros de Vasconcelos Torres [5]**

[1] Graduando em engenharia de alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos - CCA – UFC.
[2] Graduanda em engenharia de alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos - CCA – UFC.
[3] Doutoranda em ciências e tecnologia de alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos - CCA – UFC.
[4] Técnica do laboratório de Frutas e Hortaliças, Departamento de Engenharia de Alimentos - CCA – UFC.
[5] Docente, Departamento de Engenharia de Alimentos - CCA – UFC.

**Introdução:** As sementes do mamão, juntamente com as cascas, são comumente destinadas para descarte nas residências. Porém, essa parte da fruta, além de possuir as mesmas propriedades do mamão (β-caroteno, vitaminas e minerais) possui benefícios ao intestino e tem ação anti-inflamatória. Com isso, esse subproduto se mostra promissor para ser amplamente explorado. Uma alternativa é a secagem dessas sementes e fabricação de farinha, que possui gosto levemente picante, podendo ser utilizada no preparo de pratos ou elaboração de produtos picantes, substituindo, por exemplo, a pimenta do reino. **Objetivo(s):**O objetivo deste trabalho foi elaborar e avaliar a farinha de semente de mamão a fim de estudar suas características físico-químicas. **Métodos:** Foram usadas sementes de mamão formosa (*Carica Papaya L.*) obtidas no comércio local da cidade de Fortaleza. Inicialmente, os grãos foram separados da fruta e lavados para remoção dos resquícios de polpa. Em seguida, as sementes foram pesadas, dispostas em formas de alumínio e colocadas em uma estufa com circulação de ar, onde permaneceram secando por cerca de 11 horas, a 60°C. Estas foram então trituradas em um almofariz com auxílio de pistilo, para a obtenção da farinha e esta submetida às análises físico-químicas, quantos aos seguintes parâmetros: atividade de água, pH, °Brix, Acidez Titulável Total (ATT) pelo método eletrométrico e umidade. Todas as análises foram feitas em triplicata e os resultados obtidos em média e desvio padrão. **Resultados:** A farinha apresentou atividade de água (aW) de 0,3654 ± 0,0070 e 5,66 ± 0,07 de pH. Já no grau Brix houve o resultado de 16,3 ± 0,58. Para a acidez por método eletrométrico o valor encontrado foi de 1,73 ± 0,15 (% ácido cítrico), na umidade o resultado foi de 6,55% ± 0,42. **Conclusão**: Este estudo evidenciou a viabilidade de produzir farinha a partir das sementes de mamão, apresentando-se como uma alternativa promissora para ser utilizado como matéria-prima na elaboração de novos produtos a fim de aproveitar em sua totalidade esse subproduto.

**Palavras-chave**: Farinha; mamão; semente; secagem; análise; subproduto.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DA ÁGUA DE COCO RECONSTITUÍDA

**Dalylla Bruno Libório Dourado[1]; Rodrigo Soares Oliveira[2]; Vinicius Luis De Oliveira Cantuário[2;] Manuel Henrique de Sousa Cunha[3]; Amanda De Castro Amorim Serpa Brandão[4;] Francilio de Carvalho Oliveira[5;]**

[1]Estudante do Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição- PPGAN– UFPI
[2]Graduado em Biomedicina pelo Centro Universitário Uninovafapi- Afya– UNINOVAFAPI
[3]Estudante do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais- PPGCM– UFPI
[4]Docente/pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição- PPGAN– UFPI
[5]Docente/pesquisador do Centro Universitário Uninovafapi- Afya– UNINOVAFAPI

**Introdução**: A água do coco é um excelente nutriente que ajuda a recuperar a hidratação do organismo humano e possui vários outros benefícios, tais como atenuar o envelhecimento, auxiliar na prevenção e tratamentos de doenças. A água de coco é uma bebida característica do Brasil e bastante consumida em virtude de suas propriedades nutricionais. Além da saudabilidade garantida por esse hidratante natural, seu sabor é deveras apreciado pelos brasileiros, que ao longo dos anos pressionam as indústrias para o aumento dessa demanda, convertendo a água de coco antigamente consumida diretamente de dentro do fruto para um produto de prateleira. **Objetivo**: O atual estudo teve como objetivo avaliar a toxicidade da água de coco através de ensaios de *Allium cepa*. **Métodos:** O estudo tratou-se de uma pesquisa experimental com atuação na avaliação da toxicidade da água de coco reconstituída, utilizaram-se os testes de *Allium cepa,* teores de acidez e sólidos solúveis totais. Foram coletadas amostras de 3 marcas de água de coco reconstituída, de cada marca foram utilizadas 3 amostras de lotes distintos e 1 amostra de água de coco natural, totalizando em 10 amostras. As amostras de água de coco reconstituída foram codificadas de S, M e P e a água de coco natural de N. **Resultados:** Com isso, verificou-se uma variação da acidez de pH 3,29 a 3,73 para as amostras analisadas, e também uma variação no índice de acidez titulável de 0,52 a 0,72. E nos resultados para sólidos solúveis totais verifica-se uma variação nas médias de 3,0 a 2,06 °Brix. Entretanto, os resultados dos testes de toxicidade não apresentaram um comportamento tóxico quando comparada a solução salina e pode-se afirmar que há uma diferença nestes índices entre os lotes, embora nenhum deles apresente risco a saúde por toxicidade. **Conclusão**: As águas de coco reconstituídas não estavam em consonância com a legislação, entretanto quanto ao nível de toxicidade as mesmas não apresentaram toxicidade frente ao teste realizado.

**Palavras-chave:** Acidez; Água de coco; *Allium cepa*; *Cocos nucifera L*; pH; Toxicidade.

# AÇÃO DA TECNOLOGIA DE PLASMA A FRIO EM AMIDO DE MILHO

**Mayara Lima Goiana[1]; Fabiano André Narciso Fernandes[2]**

[1]Estudante de Doutorado em Engenharia Química - PGEQ – UFC.
[2]Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Química – DEQ – UFC.

Há uma tendência de utilizar tecnologias verdes para modificar o amido, sem gerar quaisquer produtos residuais, e o tratamento com plasma a frio se insere nesta categoria, haja vista que sua aplicabilidade proporciona a redução de resíduos químicos. No presente estudo, investigamos o efeito da tecnologia de plasma de Descarga de Barreira Dielétrica (DBD) nas propriedades físico-químicas e estruturais do amido de milho. Índices de amilose, solubilidade, absorção de água, turbidez foram medidos nas frequências de 100, 200 e 300 Hz e nos tempos 10 e 20 min. Espectros no Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) também foram realizados. O tratamento em 200 Hz e 20 min promoveu a maior variação nos teores de amilose, solubilidade e absorção de água em relação a amostra controle. A turbidez não alterou significativamente após o tratamento. Conforme os resultados de MEV e FTIR, observou-se alguns poros na superfície do amido e uma leve mudança na região da estrutura ordenada, respectivamente. Esses parâmetros indicaram que houve alteração nas propriedades físico-químicas, especialmente na relação amilose e amilopectina, mas sem afetar a estrutura do grânulo, o qual determina o comportamento deste e a aplicação a qual será destinado, pois está diretamente associado ao processo de gelatinização.

**Palavras-chave:** amilose; descarga de barreira dielétrica; gelatinização.

# DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL E NUTRICIONAL DE *SNACKS* ELABORADOS A PARTIR DA FARINHA INTEGRAL DE FEIJÃO-MUNGO VERDE (*VIGNA RADIATA* (L.) R. WILCZEK).

**Kaio Germano Sousa da Silva [1]; Thayanne Torres Costa [2]; Erick Vinícius Rocha da Silva [3]; Luis José Duarte Franco [4]; Jorge Minoru Hashimoto [5]; Maurisrael de Moura Rocha [6].**

[1,2] Pós-graduando em Alimentos e Nutrição pela Universidade Federal do Piauí – UFPI; [3] Pós-graduando em currículo e prática docente nos anos iniciais do ensino fundamental pela Universidade Federal do Piauí – UFPI; [4] Analista da Embrapa Meio – Norte; [5,6] Pesquisador da Embrapa Meio – Norte.

**INTRODUÇÃO:** O feijão mungo-verde é uma *pulse* de grande importância nos países asiáticos e o seu cultivo vem crescendo no Brasil nos últimos anos. **OBJETIVO:** Desenvolver e caracterizar do ponto de vista sensorial e nutricional, *snacks* elaborados a partir da farinha integral de feijão-mungo verde (FIFM). **MÉTODOS:** Utilizou-se uma amostra de grãos da cultivar de feijão-mungo BRS Esperança cedida pelo Programa de Melhoramento Genético do feijão-mungo da Embrapa Meio-Norte, em Teresina/PI. As análises foram realizadas no Laboratório de Desenvolvimento de Produtos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí – UFPI e no Laboratório de Bromatologia e Bioquímica da Embrapa Meio-Norte, ambos em Teresina/PI. Após padronizações da receita, duas formulações de snack [S30: 30% de FIFM+farinha de trigo+orégano+páprica; S50: 50% de FIFM+farinha de trigo+orégano+pimenta calabresa) foram elaboradas e avaliadas sensorialmente, com a participação de 102 analistas sensoriais não treinados. O *snack* com melhor aceitação foi analisado em termos de sua composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos), valor energético total (VET); amido; fibra alimentar total (FAT); minerais: cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio, fósforo (P), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu), bem como análises microbiológicas para detecção de enterobactérias totais, Salmonella spp., bolores e leveduras. Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Piauí – UFPI, sob o número de CAAE 69597723.5.0000.5214. **RESULTADOS:** Os resultados das análises sensoriais dos dois *snacks* (S30 e S50) evidenciaram que o S50 obteve índices de aceitação superiores em todos os aspectos: cor (94%); aroma (92%); sabor (93%); textura (95%) e aceitação global (97%). O snack S50 apresentou a seguinte composição química: umidade = 11,53 g 100g-1; cinzas = 2,63 g 100g-1; lipídios = 15,43 g 100g-1; proteínas = 16,95 g 100g-1; carboidratos = 53,54 g 100g-1; VET = 420,50 kcal 100g-1; amido = 39,33 g 100g-1; FAT = 25, 08 g 100 g-1; Ca = 95,66 g 100g-1; Mg = 66,33 g 100g-1; K = 585,33 g 100g-1; P = 434,00 g 100g-1; Fe = 8,44 mg 100 g-1; Zn = 3,41 mg 100 g-1; Mn = 0,012 mg 100g-1; e Cu = 0,66 mg 100 g-1. As análises microbiológicas evidenciaram uma qualidade favorável ao produto formulado, estando em conformidade com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente, apontando boas condições. **CONCLUSÃO:** Quanto aos parâmetros sensoriais, os snacks receberam avaliações positivas de aprovação, variando entre 6 a 7 no se discerne os atributos dietéticos. O snack elaborado com 50% da FIFM, cultivar BRS Esperança, apresentou

características sensoriais e nutricionais favoráveis ao consumo, podendo desempenhar um papel relevante como um alimento promotor da saúde da população, em parâmetros com legislação de rotulagens o snack a 50% possui alto conteúdo no que discerne a composição de minerais e fibras alimentar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Feijão da china; propriedades nutricionais; propriedades funcionais; aceitabilidade.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# COMPOSTOS BIOATIVOS, MINERAIS E FIBRAS ALIMENTARES EM BISCOITO TIPO SEQUILHO SEM GLÚTEN ADICIONADO DA FARINHA DE CHICHÁ (*STERCULIA STRIATA*) E COCO DESIDRATADO (*COCOS NUCIFERA*) ORGÂNICOS

**Dayane Dayse de Melos Costa[1]; Sarah Celeste Rodrigues de Sousa Val[2]; Tâmara Raquel Andrade Borges[3]; Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo[4]**.

[1]Estudante de Doutorado do Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição – PPGAN – UFPI. [2]Estudante do Curso de Nutrição – DN – UFPI. [3]Estudante do Curso de Nutrição – DN – UFPI. [4]Docente/pesquisador do Depto de Nutrição – DN e Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição - PPGAN – UFPI.

**Introdução**: Os biscoitos são muito apreciados em diferentes níveis socioeconômicos, destacam-se pela praticidade, diversidade de sabores e versatilidade. É uma escolha ideal para explorar novas matérias-primas, como a farinha de chichá. A incorporação da farinha de chichá nos biscoitos representa uma inovação promissora na indústria de alimentos, trazendo consigo uma série de benefícios nutricionais e sensoriais. As farinhas funcionais apresentam diversas características, dentre estas destacam-se as propriedades antioxidantes, muitas vezes atribuídas a presença de compostos bioativos, como o conteúdo de polifenóis, antocianinas, flavonoides e tocoferóis, alto teor de fibras e minerais. **Objetivo:** Avaliar a concentração de compostos bioativos, os teores de minerais e fibras do sequilho adicionado da farinha de chichá (*Sterculia striata*). **Métodos**: Pesquisa de natureza experimental. O biscoito de sequilho foi elaborado com as seguintes matérias primas: amido de milho, manteiga, açúcar demerara, flocos de coco, farinha de chichá e gema de ovo, posteriormente foi submetido a análises químicas. As análises realizadas foram de compostos bioativos (fenólicos e flavonoides totais e taninos condensados), atividade antioxidante (captura de radicais livres), minerais (cálcio, cobre, ferro, fósforo, magnésio, manganês, potássio, sódio e zinco), fibras (método enzimático-gravimétrico) e vitamina C (método de TILLMANS). Para a análise estatística, foi criado um banco de dados no Programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 17.0. **Resultados**: As análises demonstraram que o biscoito apresentou dentre os compostos bioativos: fenólicos totais 53,22 mg/100g de ácido gálico, flavonoides totais 100,96 mg/100g de ácido gálico e taninos condensados 91,49 mg/100g de catequina, o solvente com maior eficiência de extração dos compostos fenólicos foi a água; Atividade antioxidante: DPPH 249,56, ABTS 231,31, FRAP 32,09 (µmol/100g de ácido ascórbico), 63,07 µmol/100g de Fe II e Vitamina C 1,05 mg vitamina C/100g, podendo ter ocorrido divergência na atividade antioxidante devido ao calor submetido na etapa de assamento dos sequilhos; Minerais (mg/100g): cálcio 16,6, cobre 0,29, ferro 0,62, fósforo 101, magnésio 39, manganês 0,24, potássio 209, sódio 121 e zinco 1,35; e Fibras totais 11,38 g, este último se encontrando acima dos valores estabelecidos (2,5 g de fibras por porção de 30g). **Conclusão:** A adição de farinha de chichá ao biscoito sequilho resultou em um produto com teores promissores de minerais, compostos bioativos e atividade antioxidante e em alto teor de fibras alimentares. Isso sugere a possibilidade de substituir o amido de milho por farinha de chichá em produtos de panificação, aproveitando seu potencial inovador na produção de alimentos.

**Palavras-chave**: Inovação; Sequilho; Farinha de Chichá; Compostos Bioativos.

# O USO DO *NEAR-INFRARED SPECTROSCOPY* NA AVALIAÇÃO DE VITAMINA C EM TOMATES

**Daniela Santana de Souza[1]; Helton Patrick Monteiro Barreto[2]; Andressa Cândido de Abreu[3]; Vithorya Custódio Pereira Ferreira[4]; Isabella da Silva Pinheiro[5]; Diogo Pedrosa Corrêa da Silva[6]; Luis Carlos Cunha Júnior[7]**

[1]Estudante de Doutorado em Nutrição e Saúde – PPGNUT – UFG
[2]Estudante de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – UFG
[3]Estudante do curso de Agronomia – EA – UFG
[4]Estudante do curso de Agronomia – EA – UFG
[5]Estudante do curso de Agronomia – EA – UFG
[6]Pesquisador da Escola de Agronomia – EA – UFG
[7]Docente da Escola de Agronomia – EA - UFG

**Introdução:** O tomate é uma das culturas de maior importância econômica para o país, sendo um dos frutos mais consumidos no mundo. O Brasil é um dos maiores produtores de tomate em escala mundial e a qualidade destes frutos é de elevada importância para a comercialização e produção de subprodutos. O *Near-Infrared* (NIR) tem sido muito utilizado para analisar a qualidade de frutos e hortaliças, pois é uma tecnologia que permite a análise não destrutiva, fácil e rápida. **Objetivo:** Desenvolver um modelo de calibração para predição de vitamina C em tomates utilizando o NIR portátil. **Métodos:** Os frutos foram cultivados no estado de Goiás em sistema de cultivo convencional. Para as análises, foram utilizados 434 frutos, de 7 variedades (Caniati, Coronel, Valerim, Mercato, BS 113, Solar e BS 90) em dois estágios de maturação (frutos no início do amarelecimento e totalmente vermelhos). Os espectros foram coletados utilizando o NIR portátil F-750 e a análise de vitamina C foi realizada por titulação com iodato de potássio. Os dados espectrais e os valores de referência de vitamina C foram analisados e o modelo foi criado utilizando o aplicativo quimiométrico *The Unscrambler*® versão 10.0.3. **Resultados:** O conjunto de dados analisados mostraram melhores resultados com o pré-processamento de SNV. A quantidade média de vitamina C encontrada nas amostras foi de 19,18 mg/100g de fruto, com valor mínimo de 13,10 e máximo de 26,41 mg/100g de fruto. O modelo desenvolvido utilizando PLSR com dados no comprimento de onda de 396 a 1131 nm apresentou valor de $R^2c$ de 0,73 e $R^2$ cv de 0,54. Para RMSEC e RMSECV, 2,47 e 3,26 respectivamente. Para o valor de SDR (SD/RMSECV) o modelo apresentou-se com 1,46. **Conclusão:** Os resultados obtidos sugerem que, utilizando o NIR portátil, foi possível desenvolver um modelo de calibração satisfatório para a determinação de vitamina C em tomates.

**Palavras-chave:** NIRS; ácido ascórbico; PLSR.

# EMBALAGEM INTELIGENTE ADICIONADA DE EXTRATO DE BETERRABA PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DO FILÉ DE ATUM

**Patrícia Lima Araújo[1]; Cristiani Viegas Brandão Grisi[2]; Jordana Nunes de Oliveira[1]; Alice Soares Pereira[3]; Lidinayde Kelly Morais[3]; Sthelio Braga da Fonseca[4]; Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles[4]**

[1]Estudante do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Nutrição - CCS – UFPB.
[2]Pesquisadora do Programa de Pós-graduação em Engenharia Química - CT - UFPB.
[3]Estudante do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar - CCHSA – UFPB.
[4]Docente/pesquisador do Depto da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos – CCTA – UFCG.

**Introdução:** Alguns fatores são determinantes para a redução da vida de prateleira nos peixes e, consequente mudanças sensoriais e nutricionais, como a oxidação e a degradação por microrganismos, influenciando na formação de compostos como amônia e aminas, também, relacionados às modificações no pH. **Objetivo:** Aplicar uma embalagem inteligente adicionada do extrato de beterraba e avaliar a qualidade do filé de atum quanto as mudanças de pH e das bases nitrogenadas voláteis (NBVT). **Métodos:** O extrato foi elaborado uma concentração 1:10 (amostra:solvente) em solução hidroalcóolico (30% água e 70% etanol) com pH ajustado para 5,0. Para aplicação das embalagens, foram utilizados potes coletores, com 20 g de filé de atum fechados com a embalagem respectiva, sendo estes divididos em dois tratamentos: controle (C) sem adição do extrato de beterraba; TB – com adição de 20% do extrato de beterraba. Foram avaliados os parâmetros de pH e NBVT do filé de atum durante 6 dias em intervalos de 48 h (0, 2, 4 e 6 dias). O pH dos peixes foi feito com leitura direta no equipamento. Os valores de NBVT foram expressos em mg/100g. **Resultados:** O valor inicial do pH foi de 5, 95 ± 0,01 para os dois tratamentos, dentro do limite máximo aceitável para peixes e pescados que é de 6,5, sendo um bom indicador de frescor. Observou-se que o tratamento C obteve os valores de pH mais aumentados durante o experimento, no segundo dia de experimento estava no valor de 6,41 ± 0,09 e no sexto e último dia, alcançou o valor de 7,46 ± 0,06 valor acima do máximo permitido. Enquanto, o pH de TB no segundo dia obteve o valor 6,16 ± 0,04 e no sexto dia de 6,42 ± 0,09. Para a análise de NBVT foi observado valor inicial de 4,23 mg/100g para os dois tratamentos, no segundo dia 5,65 mg/100g para o C e 4,86 mg/100g para o TB. Enquanto no sexto dia, os valores foram de 55,54 mg/100g para o C e 43,72 mg/100g para o TB para o NBVT, porém, os dois últimos valores estão acima do limite máximo, conforme a Instrução Normativa (IN) nº 21, que é de 30 mg/100g para que o pescado esteja apto para o consumo, indicando que o TB retardou o processo de deterioração do peixe. **Conclusão:** Assim, a aplicação da embalagem adicionada do extrato de beterraba, teve ação positiva para preservação da qualidade do filé de atum.

**Palavras-chave:** Bases nitrogenadas; Degradação; Frescor; Oxidação.

# ANÁLISE DO POTENCIAL TECNOLÓGICO DO CAMAPU (*PHYSALIS ANGULATA L.)* COLHIDOS NA CIDADE DE SOBRAL.

**Ruan Ferreira Rodrigues[1]; Maria Luiza Rodrigues Farias[2]; Ariel Sousa de Oliveira[3]; Melissa de Lima Matias [4]**

[1,2,3]Discente do Instituto Federal de Ciências e Tecnologias do Ceará, IFCE-Campus Sobral.
[4]Docente do Instituto Federal de Ciências e Tecnologias do Ceará, IFCE-Campus Sobral.

**Introdução**: O estudo do potencial tecnológico do Camapu (*Physalis angulata L.)* da cidade de Sobral-CE foi importante por possibilitar a utilização desse recurso disponível, ainda pouco explorado e desconhecido na nossa região, apresentando assim as características físicas e físico-químicas desse fruto. Distribuída ao longo de todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, o Camapu contém nutrientes e micronutrientes essenciais como minerais, fibras, vitaminas e diversos compostos secundários de natureza fenólica. **Objetivo:** Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar o potencial do Camapu através da caracterização dos frutos com análises físico-químicas e físicas. **Métodos:** Os frutos foram colhidos na cidade de Sobral-Ce, levados para o laboratório de biotecnologia do IFCE- Campus Sobral, realizadas as análises físicas com o fruto in natura e armazenados sob refrigeração para as análises físico químicas. Para caracterização física foi utilizado um delineamento experimental de 3 blocos, quanto ao peso (g) e espessura (mm). O fruto integral foi submetido a caracterização físico-química quanto aos parâmetros de pH, atividade de água, acidez total titulável e sólidos solúveis, as análises foram realizadas em triplicata. **Resultados**: Os resultados da caracterização física dos frutos foram peso médio de 1,34±0,32 e uma espessura média de 13,4±1,33mm. Já para análises físico-químicas os parâmetros de pH foram de 4,60±0,07, atividade de água 0,94±0,01, acidez total titulável de 0,52±0,05 (% de ácido cítrico) e sólidos solúveis 11,9±0,15ºBrix. Os frutos analisados apresentaram peso e espessura que favorecem o processamento e oferecem um excelente rendimento, permitindo o uso dos frutos inteiros, sem necessidade de retirar cascas ou sementes. Os resultados mostraram níveis consideráveis de sólidos solúveis (11,9°Brix) e uma acidez natural 0,52 % de ácido cítrico. **Conclusão:** O Camapu colhido na cidade de Sobral demonstrou um excelente potencial tecnológico para beneficiamento e desenvolvimento de novos produtos. Ele possui altos níveis de sólidos solúveis e baixa acidez, resultando em um sabor agradável que torna o fruto ainda mais atraente.

**Palavras chaves:** fruto nativo, caracterização, potencial tecnológico.

# DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DA CASCA DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*) OBTIDOS POR DIFERENTES TÉCNICAS E SOLVENTE EXTRATOR

**Inga Maria Jeremias[1]; Daniely Olga Martins Lima[1]; Nathália Gonçalves Santiago[1]; Katia Banegas Ulloa[1]; Carla Andreia da Silva[1]; Ana Paula da Fonseca Machado[1]**

[1] Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGA), Faculdade de Engenharia (FAEN), Universidade Federal da Grande Dourado (UFGD), Rodovia Dourados Itahum Km 12, 79804-970 Dourados, MS, Brasil.

Introdução: O tucumã-do-Amazonas é uma palmeira do norte do Brasil, pertencente à família *Arecaceae*. Embora sua comercialização seja limitada em outras regiões do país, no Norte, o fruto é bastante utilizado na produção de sorvetes e sanduíches, o que leva a geração de alta quantidade de subprodutos inutilizados (casca, caroço e amêndoas). Sua casca é caracterizada por possuír alta concentração de compostos bioativos como carotenoides, vitamina A e compostos fenólicos. Objetivo: Comparar a eficiência de técnicas de extração (maceração dinâmica, maceração manual e extração assistida por ultrassom) e solventes (água, etanol puro e etanol 50%) na extração de compostos fenólicos totais e antioxidantes da casca de tucumã-do-Amazonas. Métodos: As técnicas de extração foram realizadas com tempo padronizado (15 min) e quantidades fixas de matéria-prima (3 g) e solvente extrator (60 mL). O conteúdo de compostos fenólicos totais (CFT) foi realizado segundo o método de Folin-Ciocalteu, com solução padrão de ácido gálico. A capacidade antioxidante (CA) foi medida pelo método de eliminação do radical livre DPPH, com a utilização de padrão trolox. Resultados: O CFT foi maior para o extrato obtido com etanol 50% empregando a técnica de maceração dinâmica (42,23 mg EAG/g), seguida da técnica de maceração manual (33,12 mg EAG/g) e a extração assistida por ultrassom (12,15 mg EAG/g). O etanol 50% mostrou uma capacidade superior em capturar compostos fenólicos quando comparado ao etanol puro (média de 3,36 mg EAG/g) e a água 15,27 mg EAG/g). A CA correlacionou-se positivamente com CFT, sendo também observado melhores valores para os extratos obtidos com etanol 50%. Contudo, a técnica que resultou em extratos com maior poder antioxidante foi a extração assistida por ultrassom (321,74 µmol ET/g). A água foi o solvente menos eficaz na extração de compostos antioxidantes, apresentando os menores valores, principalmente para a técnica de maceração manual (0,652 µmol ET/g). Conclusão: A escolha do solvente e da técnica de extração tem impacto significativo na eficiência de extração de compostos fenólicos e antioxidantes do resíduo de tucumã-do-Amazonas. O etanol 50% mostrou-se particularmente eficiente na extração desses compostos, aumentando a capacidade antioxidante dos extratos devido à sua maior afinidade por essas substâncias. A técnica de ultrassom destacou-se na extração de antioxidantes, enquanto a maceração dinâmica com etanol 50% foi a mais eficaz na extração de compostos fenólicos totais. Esses achados destacam a importância de escolher corretamente o método e o solvente para extrair maior quantidade de compostos bioativos.

**Palavras-chave:** Bioativos; Compostos fenólicos; Extração; Poder antioxidante; Solventes; Tucumã.

# ANÁLISE DO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E NUTRICIONAIS DO ÓLEO DE CASTANHA-DO-PARÁ

**Cynara Santos Araújo[1]; Yone Alves de Sousa[2]; Rosa Helena Veras Mourão[3]; Adenilson de Sousa Barroso[4]; Rayanne Rocha Pereira[5]**

[1]Laboratório de Farmacognosia e Bromatologia – UFOPA.
[2]Laboratório de Farmacognosia e Bromatologia – UFOPA.
[3]Laboratório de Bioproespecção e Biologia Experimental - LabBBEx – UFOPA.
[4]Laboratório de Bioprospecção e Biologia Experimental – LabBBEx - UFOPA.
[5]Laboratório de Farmacognosia e Bromatologia – Instituto de Saúde Coletiva – ISCO – UFOPA.

**Introdução:** A flora brasileira abriga diversas espécies de plantas oleaginosas, entre as quais se destaca a castanheira-do-pará (*Bertholletia excelsa*), uma árvore típica da floresta amazônica, reconhecida internacionalmente pela sua riqueza nutricional. O óleo extraído das suas sementes possui uma composição química peculiar que lhe atribui propriedades nutricionais com potencial aplicação em diversos ramos industriais, especialmente, na indústria de alimentos. **Objetivos:** determinar o perfil de ácidos graxos que compõem o óleo fixo de castanha-do-pará e caracterizar seus parâmetros físico-químicos e nutricionais. **Métodos:** o perfil de ácidos graxos do óleo foi obtido por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM), utilizando o método de esterificação para conversão dos ácidos graxos em ésteres metílicos. Foram adicionados 150 mg da amostra em 5,0 mL de NaOMe (metóxido de sódio) dissolvidos em metanol e éter etílico (1:1), e agitados por 2 minutos. Após adição de 3,0 mL de hexano e 15,0 mL de cloreto de sódio saturado, a mistura foi agitada por 15 minutos e o meio reacional foi transferido para um funil de decantação. Finalizada a separação das fases, 2,5 mL da fase sobrenadante foram coletadas e encaminhadas para análise no CG-EM. A identificação dos componentes foi baseada no tempo e índice de retenção linear (série de n-alcanos C8-C40), na interpretação e comparação dos espectros de massas obtidos com os dados disponíveis nas bibliotecas Nist. Os parâmetros fisico-químicos e de qualidade nutricional, incluindo índice de iodo, saponificação, capacidade oxidativa, aterogenicidade (IA), trombogenicidade (IT) e razão hipocolesterolêmico/hipercolesterolêmico (H/H), foram determinados através de equações matemáticas que partiram da análise da composição dos ácidos graxos. **Resultados:** O óleo de castanha-do-pará é predominantemente composto por ácidos graxos insaturados, com destaque para o ácido linoleico (33,42%) e o oleico (31,39%). Em menores concentrações, foram identificados o ácido palmitoleico (0,64%) e os ácidos graxos saturados, como o palmítico (16,95%), esteárico (14,96%) e o eicosanóico (1,02%). Os parâmetros físico-químicos demonstraram valores de iodo, saponificação e capacidade oxidativa de 85.49, 192.7 e 3.758, respectivamente. Os indicadores de qualidade nutricional apresentaram valores de 0.26 para IA, 0.97 para IT e 3.82 para H/H. **Conclusão:** O estudo revelou a boa estabilidade oxidativa do óleo de castanha-do-pará e atestou a sua qualidade nutricional. Ademais, seu alto teor de ácidos graxos insaturados oferecem benefícios à saúde cardiovascular e contribuem para a manutenção de uma dieta equilibrada, demonstrando sua segurança e potencial para aplicação em alimentos.

**Palavras-chave:** Óleo de castanha-do-pará; Ácidos graxos; Cromatografia gasosa; Qualidade nutricional.

# CARACTERIZAÇÃO *IN VITRO* DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DA CASCA DA SERIGUELA (*Spondias purpurea*)

**Laís Lima de Castro Abreu[1]; Joyce Lopes Macedo[2]; Jaynara Keylla Moreira da Silva[3]; Ana Karolinne da Silva Brito[2]; Juliany Sales Ramos Machado[1]; Paulo Humberto Moreira Nunes[4]; Maria do Carmo de Carvalho e Martins[5]**

[1]Estudante do Curso de Pós-Graduação em Alimento e Nutrição – PPGAN – UFPI
[2]Estudante do Curso de Pós-Graduação da Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO – UFPI
[3]Nutricionista – Graduada pela Universidade Federal do Piauí – UFPI
[4]Docente/pesquisador do Departamento de Biofísica e Fisiologia da Universidade Federal do Piauí - UFPI
[5]Docente/pesquisador Curso de Pós-Graduação em Alimento e Nutrição – PPGAN – UFPI.

**Introdução:** A seriguela (*Spondias purpurea*) é uma planta da família das anacardiáceas, nativa do Brasil (cerrado e caatinga) e encontrada em todos os estados da região nordeste. Seu fruto, referido pelos mesmos nomes da planta tem camada de polpa fina e doce, consumida de diversas formas, desde natural até na confecção de sucos, sorvetes e doces. A polpa é rica em carboidratos, cálcio, fósforo e ferro, e possui vitaminas A, B e C, além de compostos bioativos. Contudo, pouco interesse tem sido dado à casca do fruto, geralmente descartada, e que poderia ser usada como matéria-prima para elaboração de produtos alimentícios, contribuindo para o aproveitamento integral de seus constituintes fitoquímicos. **Objetivo:** Avaliar a atividade antioxidante e a presença de compostos bioativos presentes na casca da seriguela madura (CS). **Metodologia:** Frutos maduros foram selecionados e higienizados com solução de hipoclorito de sódio por 15 minutos, com posterior lavagem para retirada do excesso de cloro. Os frutos foram despolpados manualmente para a obtenção das cascas, que foram trituradas até formar massa homogênea. As análises foram realizadas em extrato aquoso da CS a 10% (EACS10%) e foram realizadas em triplicata. A avaliação dos compostos bioativos foi realizada por meio de determinação quantitativa do teor de fenóis totais pelo teste de Folin-Ciocalteu e de flavonoides totais pelo método do cloreto de alumínio. A atividade antioxidante foi avaliada pelo método do DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazila) e pela quantificação da capacidade antioxidante total (CAOT) pelo teste do fosfomolibdato. **Resultados:** O teor de fenóis totais encontrado foi de 226,8 ± 9,0 µEq de Ácido Gálico/g de CS e de flavonoides de 37,1 ± 1,0 µg de Rutina/g de CS. A CAOT determinada foi de 228,5 ± 6,7 µg de Vitamina C/g de CS. Quanto à atividade antisequestrante de radicais livres, o sobrenadante do EACS10% apresentou uma atividade de 96,4% de inibição do DPPH após 30 min de reação. **Conclusão:** Foi possível comprovar pelo método de DPPH e CAOT que há atividade antioxidante na casca da seriguela, além de presença de compostos fenólicos e de flavonoides totais, corroborando os achados de atividade antioxidante *in vitro*. Assim, a utilização desse resíduo da seriguela pode contribuir para aumentar o aproveitamento do fruto e para fundamentar futuros estudos *in vivo*.

**Palavras-chave:** Atividade antioxidante; Casca; Seriguela; *Spondias purpurea.*

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE POLPAS DE UMBU

**Fernanda Fernandes Pinheiro da Costa**
Técnica do Laboratório de Controle de Qualidades de Alimentos – IFSERTAOPE

**Introdução** - O umbu (*Spondias tuberosa*) é uma fruta de período sazonal curto e de elevada perecibilidade, sua comercialização *in natura* é prejudicada. Uma alternativa para solucionar tal problema é a produção de polpa de fruta congelada, essa opção aumenta a vida útil e a disponibilidade do produto no mercado. **Objetivo** – Neste estudo, objetivou-se avaliar as características físico-químicas de duas marcas de polpas congeladas de umbu comercializadas na cidade Petrolina – PE. **Métodos** - As polpas foram adquiridas nas próprias embalagens em que são comercializadas e encaminhadas em caixa térmicas para o Laboratório de Análises Físico-Químicas do Instituto Federal do Sertão Pernambucano – *Campus* Petrolina Zona Rural para serem analisadas. Visando resguardar a identidade das empresas avaliadas, foram atribuídas as letras A e B em substituição aos nomes das respectivas marcas. Realizaram-se as seguintes análises físico-químicas em triplicata: pH, acidez total titulável (AT) em ácido orgânico, sólidos solúvel totais (SST) e a relação SST/ATT. A metodologia utilizada para realização das análises foi a proposta pelo Instituto Adolfo Lutz. Para a análise estatística dos dados utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado e a comparação das médias pelo teste de Tukey, utilizando o *software* Assistat. **Resultados** – Com relação aos atributos físico – químicos avaliados, as polpas apresentaram pH médio de 2,47, sólidos solúveis totais de 8,0, acidez titulável de 1,44 e a relação SST/AT de 5,55 para a primeira marca analisada. Já para a segunda marca analisados foram encontrados valores médios de 2,18 no pH, 8,0 para sólidos solúveis totais, acidez titulável de 1,40 e a relação SST/AT de 5,71. De acordo com o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para polpas de frutas nos aspectos de sólidos solúveis totais e relação SST/AT nas duas marcas analisadas apresentaram desacordo com o regulamento técnico. Em relação ao pH, apenas na segunda marca houve desacordo. Já em relação a acidez titulável ambas marcam estavam em desacordo. **Conclusão** - Diante dos resultados pode-se inferir que a qualidade da matéria-prima influencia a qualidade do produto final, o que justifica os parâmetros em desacordo com o padrão desejado.

**Palavras – chave**: avaliação; qualidade; spondias tuberosa

# EFEITO DO TEMPO DE SONICAÇÃO NA EXTRAÇÃO DE PECTINA DAS CASCA DE MARACUJÁ

**Adolfo Pinheiro de Oliveira[1]; Newton Carlos Santos[2]; Gabriel Monteiro da Silva[3]; Virgínia Mirtes de Alcântara Silva[4]; Fábio Gomes Teles[5]; Maria Suiane de Moraes[6] Ana Paula Trindade Rocha[7]**

[1]Estudante do Curso de Licenciatura de Formação Pedagógica – IFFAR; [2]Pós-doutorando Programa de Pós-graduação Engenharia Agrícola – UEALI – UFCG; [3]Químico Industrial-UEPB;[4] Doutora em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais – UFCG; [5]Engenheiro de Pesca – UFRPE;[6] Estudante do Curso de pós-graduação Lato Sensu em Docência do Ensino Superior – Uninassau; [7]Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – UEALI – UFCG.

**Introdução:** A pectina é um hidrocolóide, frequentemente usado nas indústrias alimentícias, farmacêuticas e cosméticas. Portanto, diferentes técnicas de extração, convencionais e não convencionais, têm sido utilizadas para otimizar sua extração em diferentes biomateriais. Entre as tecnologias atuais de extração, o ultrassom tem sido amplamente reconhecido como ecologicamente correto, barato, rápido e eficiente. **Objetivo:** Avaliar o efeito do tempo de ultrassonicação no rendimento de extração de pectina das cascas de maracujá, potencial Zeta, grau de metoxilação e na calorimetria diferencial exploratória. **Métodos**: Para isso, cascas de maracujá foram submetidas ao processo de secagem (60°C). Para extração da pectina, casca de maracujá em pó foi dissolvido em água destilada, e o ácido clorídrico (HCl) 1N foi utilizado para ajustar o pH da solução (pH 1-3). A pectina foi extraída utilizando um ultrassonicador operando a 20 kHz com uma amplitude de 75% em diferentes tempos de processo 2, 4 e 6 min. **Resultados:** O rendimento de extração e o grau de metoxilação da pectina das cascas do maracujá é significativamente ($p<0.05$) influenciado pelo tempo de ultrassom, variando de 9,87% a 13,21% e de 26,18% a 32,25%, respectivamente, entre o 2 e 6 min de processo. O potencial Zeta das partículas de pectina, que é uma medida da carga elétrica superficial, não mostrou uma tendência clara em relação ao tempo de ultrassom, destaque para o processo conduzido por 4 min que presentou valor de -18,25 mV. Por fim, a análise de calorimetria diferencial de varredura apresentou termogramas com pico endotérmicos. É relevante mencionar que todos os termogramas exibiram um pico próximo a 80°C, indicando uma transição térmica comum entre as amostras. Isso sugere que há semelhanças na estrutura ou composição das diferentes amostras de pectina extraídas em diferentes tempos de processo. **Conclusão**: Os resultados desse estudo, facilitariam a possibilidade de aplicações práticas para indústrias alimentícias.

**Palavras-chave:** Resíduo Agroindustrial; Grau de metoxilação; Polissacarídeo; Tecnologia não-térmica; Sustentabilidade.

# AVALIAÇÃO DA PÓS-COLHEITA DE MAÇÃS FUJI (*Malus x domestica)* QUANDO TRATADAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS

**Mayana Dutra Samúrio[1]; Bruno Spindola Mondini[1]; Priscila de Freitas Pontes[1]; Nathaly Calister Moretto[1]; Vinicius Nelson Barboza de Souza[1], Alexeia Barufatti[2], Silvia Maria Martelli[1]**

[1] Faculdade de Engenharia (FAEN), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.
[2] Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

**Introdução:** Às podridões são responsáveis por grande parte das perdas de maçã durante o período de pós colheita. Isso geralmente ocorre devido a ação de fungos que se desenvolvem em condições de alta umidade e temperatura. Emulsões de óleos essenciais (OEs) podem atuar como sanitizantes naturais reduzindo o crescimento microbiano. Este estudo teve como objetivo aplicar emulsões de óleos essenciais em maçãs fuji (*Malus x domestica)* e avaliar a maturação pós-colheita, através da perda de massa e umidade da casca. **Métodos:** Inicialmente, foram preparadas emulsões (0,4%v/v) contendo os óleos essencial de cravo botão (*Eugenia caryophyllus)*, menta piperita (*Mentha x piperita)*, tomilho (*Thymus vulgaris)* e manjericão (*Ocimum basilicum)* utilizando Tween 80 e água destilada. As maçãs foram cobertas por imersão durante 1 min, secas à temperatura ambiente e em seguida armazenadas em sala com temperatura constante de 20°C. Para perda de massa, 3 maçãs fuji foram escolhidas com base no tamanho, formato e tempo de maturação, armazenadas em bandejas e assim pesadas em por períodos específicos durante 39 dias. A umidade da casca foi realizada em quadruplicatas, à 105°C por 24h. **Resultados:** Os resultados indicam que as maçãs tratadas com emulsões de concentração a 0,4% apresentaram menor perda de massa comparadas às de concentrações de 0,2%, indicando que uma maior concentração de óleos essenciais é mais eficiente na preservação de umidade. As maçãs controle (sem tratamento com OE) apresentaram sinais visíveis de desidratação e enrugamento. Os resultados demonstram que a perda de massa das frutas tratadas com emulsão na concentração de 0,4% foi menor, relacionado a análise de umidade da casca a concentração à 0,2% demonstrou dados mais satisfatórios. Sendo assim, os tratamentos pós-colheita com emulsões e concentrações adequadas auxiliam no prolongamento da vida útil e manter a qualidade de vida das frutas, de forma a minimizar a perda de massa e inibindo sinais de desidratação e deterioração.

**Palavras-chave:** Maçãs fuji; vida útil; umidade; perda de massa.

**Agradecimentos:** À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pelo financiamento da pesquisa e a Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

# ESTUDO COMPARATIVO DA CAPACIDADE DE EXPANSÃO DE MILHO DE PIPOCA DE DIFERENTES MARCAS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE GARANHUNS-PE

**Thatiane Maria Soares de sousa[1]; Iris Barbosa de Souza[2]; Williames Fabio de Souza Bezzerra Filho[3]; Diogo Marques da Silva[4]; Monnykhe Lorena de Oliveira Melo[5].**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE.
[2]Docente do Depto da Engenharia de Alimentos – UFAPE.
[3]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE.
[4]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE.
[5]Mestranda em Ciências Ambientais – UFAPE.

**Introdução** O milho de pipoca possui uma característica particular: a capacidade de expansão dos grãos quando aquecidos a temperaturas próximas de 180°C. Essa capacidade de expansão (CE) é o principal atributo de interesse para o consumidor e destaca-se como principal característica para definir a qualidade do grão. **Objetivo(s)** O objetivo deste trabalho foi avaliar a CE de marcas de milho de pipoca comerciais disponíveis num mercado de referência localizado na cidade de Garanhuns-PE. **Métodos** Foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com três tratamentos, identificados como P1, P2 e P3 e três repetições. Somado a isso, foram avaliados os parâmetros de teor de umidade (%) e número de grãos não estourados (piruás). Inicialmente foi analisado o teor de umidade de cada amostra dos grãos de pipoca com Medidor de Umidade G650i. Em seguida, a CE foi determinada por meio da razão entre o volume inicial do grão de pipoca e volume após a expansão. Para a expansão dos grãos, utilizou-se uma pipoqueira de ar quente pré-aquecida a 100 ºC e os grãos foram mantidos no recipiente pelo tempo de 60 segundos. Foi utilizada uma proveta graduada de 100 mL para padronizar o volume inicial de 40 mL de milho pipoca, e os grãos não estourados foram contados as unidades para cada tratamento. **Resultados** Quanto ao teor de umidade, a amostra P2 apresentou menor valor entre as marcas avaliadas (12,1% ± 0,05$^{c}$), seguida por P1 (12,5% ± 0,05$^{b}$) e P3 (13,4% ± 0,00$^{a}$), esses resultados indicam que todas as amostras diferem significativamente entre si, com base no teste de Tukey 5%. Além disso, a marca P2 apresentou maior CE 31,56 ml.g-1) superando as marcas P1 (29,40 ml.g-1) e P3 (29,42ml g-1). Em relação ao número de piruás, a marca P2 teve uma média de 14 grãos, enquanto as marcas P1 e P3 apresentaram médias de 6,6 e 3 grãos, respectivamente. **Conclusão** Diante do exposto, todas as marcas possuem uma umidade adequada, tendo em vista que estão entre os valores de 12,1% e 13,4%. No entanto, a marca P2 apresentou uma melhor CE em comparação com as demais. Por outro lado, foi a amostra com maior número de piruás, o que pode levar ao consumidor a considerá-la uma pipoca de qualidade inferior apesar de apresentar uma melhor CE Logo, considerando CE principal parâmetro deste trabalho, a marca P2 apresentou o melhor resultado.

Palavras-chave: avaliação física; umidade; piruás.

# CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO CAMARÃO SECO COMERCIALIZADO EM UMA FEIRA LIVRE DE SALVADOR BAHIA, BRASIL.

**Elba Santos da Boa Morte[1], Diana Paula Rivas Pacheco [2], Winnie Samay Sacramento Freitas[2], Bianca Martinez Neves[2], Pedro Paulo Lordelo Guimarães Tavares[3], Carolina Oliveira de Souza[4], Ryzia de Cassia Vieira Cardoso[5],**

[1]Doutoranda, Escola de Nutrição/Universidade Federal da Bahia (UFBA)
[2] Estudante de graduação, Escola de Nutrição (UFBA)
[3] Doutorando, Faculdade de Farmácia (UFBA)
[4] Professora, Faculdade de Farmácia (UFBA)
[5] Professora, Escola de Nutrição (UFBA)

**Introdução**: O camarão salgado e seco (camarão seco) é um elemento fundamental da cultura alimentar do Brasil, sobretudo a afro-baiana, utilizado em pratos tradicionais como acarajé, caruru e vatapá. Apesar deste amplo uso, trata-se de produto artesanal, sem registro nas tabelas de composição de alimentos brasileiras e com lacunas na literatura científica. **Objetivo:** Assim, este estudo objetivou avaliar características físico-químicas do camarão seco comercializado na maior feira livre de Salvador - BA, a Feira de São Joaquim. **Metodologia**: Trata-se de pesquisa quantitativa, realizada a partir da obtenção de 11 amostras de camarão seco, dos tipos defumado e com corante. Para cada amostra, a coleta envolveu a obtenção do produto em três repetições, em meses distintos. Considerando os diferentes tipos de camarão, foram obtidas seis amostras defumadas e cinco com corante. As amostras foram analisadas conforme métodos oficiais, quanto ao (à): teor de umidade, por secagem em estufa a 105 °C; resíduo mineral fixo, por combustão da amostra seca à 550 °C, em forno mufla; lipídios, por extração a frio; atividade de água (Aw), em medidor eletrônico específico e pH, avaliado em pHmetro digital. **Resultados**: O teor de umidade para as amostras defumadas variou de 51,05±2,34 a 59,86±1,67 g.100g$^{-1}$, e, para as amostras com corantes, foi de 47,31±3,02 a 56,99 ±2,36 g.100g$^{-1}$; para resíduo mineral fixo, nas amostras com corante variou de 18,21 ±1,90 a 23,49 ± 3,40 g.100g$^{-1}$, enquanto para amostras defumadas foi de 17,38 ±7,65 a 21,94 ± 4,80 g.100g$^{-1}$. Para lipídios, o teor foi de 1,72 ± 0,08 a 2,71 ± 1,70 g.100g$^{-1}$, nas amostras defumadas, e de 1,72 ± 0,49 a 3,68 ± 3,17 g.100g$^{-1}$, nas com corante. Para a totalidade das amostras, a Aw variou na faixa de 0,70 a 0,76. Na comparação com padrões para produtos à base de pescado salgado, todas as amostras ultrapassaram o limite de umidade estabelecido (35%), conquanto tivessem atendido ao limite para resíduo mineral fixo (25%), sugerindo procedimentos de produção e /ou conservação inapropriados. Quanto ao pH, houve pouca variação: as amostras defumadas registraram de 7,90 a 8,32, e aquelas com corante de 7,91 a 8,38, indicando processos de degradação proteica. **Conclusão**: Os resultados evidenciam falhas nos processos de produção e conservação do camarão seco comercializado, que afetaram as suas características físico-químicas, principalmente relativas aos teores de umidade, sinalizando riscos potenciais à estabilidade lipídica e à segurança de alimentos, indicando a necessidade de maior regulação do produto, neste comércio.

**Palavras-chave:** Camarão seco; Composição Físico Química; Culinária Afro-baiana.

# AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS EM COUVE EM PÓ OBTIDA A PARTIR DE FOLHAS SUBMETIDAS A AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E TRATAMENTO COM HIPOCLORITO DE SÓDIO

**Géssica Alexandre de Barros[1]; Janeeyre Ferreira Maciel[6]; Cristiani Viegas Brandão Grisi[5]; Anne Caroline Alves Vieira[3]; Fabrícia de Souza Ferreira[4]; Rosana Maria da Silva[2]; Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro[7]**

[1]Mestre em Tecnologia Agroalimentar - - PPGTA -UFPB
[2]Estudante do Curso de Tecnologia dos Alimentos - CTDR – UFPB
[3]Estudante do Programa de Pós-graduação em Ciência da Nutrição - PPCN – UFPB
[4]Estudante do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – UFPB
[5]Pesquisadora – Pós-Doc - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química -PPGEQ – UFPB
[6]Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – CT – UFPB
[7]Docente/pesquisador do Depto de Tecnologia dos Alimentos – CTDR – UFPB

**Introdução:** A procura por uma alimentação rica em vegetais tem aumentado muito nos últimos anos. O consumo da couve-manteiga (*Brassica oleracea acephala*) está associado a esses novos hábitos, tanto na forma fresca como processada em pó. **Objetivo**: Avaliar as propriedades tecnológicas de couve em pó obtida a partir de folhas submetidas a avaliação microbiológica e tratamento com hipoclorito de sódio. **Métodos**: A couve foi adquirida *in natura*, foi avaliada a influência das concentrações de hipoclorito de sódio na higienização, posteriormente avaliados os Coliformes das amostras. Após isso, a couve foi processada em pó e caracterizada. **Resultados**: As contagens de bactérias aeróbias mesófilas em amostras de couve manteiga adquiridas em diferentes mercados da cidade de João Pessoa variaram de 1,4x105 UFC/g a 2,5x108 UFC/g indicando que esse alimento é comercializado com elevada contaminação bacteriana. Foram encontrados em 55% das amostras coliformes termotolerantes, microrganismos comumente usados como indicadores da presença de enterobactérias patogênicas, entretanto, nenhuma Salmonella foi detectada. Com relação a enteroparasitas foram encontrados cistos de *Giardia lambria*, *Entamoeba coli*, larva de *Estrongilóides spp*., dentre outros, em 58,3% das amostras. Quando as folhas de couve foram tratadas com hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos, foram observadas as maiores reduções nas contagens de bactérias totais, coliformes totais e termotolerantes, reduzindo até 2 ciclos logs nas amostras analisadas, representando uma redução de 98% da contaminação. Quanto às propriedades funcionais, a couve em pó obteve baixa retenção de água e gordura, alta densidade aparente e baixa densidade compactada e real e valores intermediários de fluidez pelo fator de Hauser e pelo índice de compressibilidade de Carr. Além disso, apresentou higroscopicidade de 12,14 g/100g influenciando na propriedade de solubilidade. **Conclusão**: Por apresentar tais características, o uso da couve em pó se torna mais adequado em alimentos à base de amido como pães, massas e bolos e a higienização com hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos se mostrou mais eficaz no tratamento de contaminantes.

**Palavras-chave**: Farinha; Parasitária; Vegetais.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# SORBET MISTO DE FRUTO DA PALMA (*Opuntia fícus-indica*) E AÇAÍ (*Euterpe oleracea*): AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E ESTRUTURAIS

**Belo Ivo Monteiro da Silva[2]; Fabrícia de Souza Ferreira[3]; Marcelo Lima dos Santos[4]; Eleny da Silva Pinto[1]; Reginaldo Felipe da Silva Inácio[1]; Maristela Alves Alcântara[4]; Angela Maria Tribuzy De Magalhães Cordeiro[5]**

[1]Estudante do Curso de Tecnologia dos Alimentos - CTDR – UFPB
[2]Tecnólogo de Alimentos – CTDR - UFPB
[3]Estudante da Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PPGCTA – UFPB
[4]Técnico do Depto de Tecnologia dos Alimentos – CTDR – UFPB
[5]Docente/pesquisador do Depto de Tecnologia dos Alimentos – CTDR – UFPB

**Introdução**: O açaí é um dos gelados comestíveis mais consumidos no Brasil. Este gelado, também conhecido como *sorbert*, de frutas à base de água apresenta redução de gordura, tornando-se uma alternativa mais saudável para os consumidores. Contudo, por não ser adicionado de gordura ele pode conter problemas físicos e texturais que comprometem o produto e a aceitação. A utilização de agentes emulsionantes e espessastes, como hidrocoloides presentes nos cactos, é uma alternativa. **Objetivo**: Avaliar a aplicação da polpa do fruto da palma nas propriedades físicas e estruturais de gelado de açaí. **Métodos**: Após o preparo da polpa do fruto da palma, realizou-se a avaliação da composição físico-química. Foram elaboradas 3 formulações de *sorbet* de açaí com diferentes concentrações de polpa do fruto da palma, sendo F1 a formulação com 50% de polpa de fruto da palma e 50% de polpa de açaí; F2 contendo 60% de polpa de fruto da palma e 40% de polpa de açaí; e F3 a formulação com 40% de polpa de fruto da palma e 60% de polpa de açaí. Foram avaliadas também 2 amostras de *sorbet* de açaí comerciais (MIX e GLA). **Resultados**: A composição físico-química, análise de textura e de derretimento foram realizados comparando as formulações de *sorbets* elaborados e dos gelados comerciais. A polpa do fruto da palma apresentou características físico-química com potencial tecnológico. Os *sorbets* elaborados apresentaram maior conteúdo de sólidos solúveis, carboidratos e consequentemente menor teor de umidade que os comerciais. Os gelados comerciais apresentaram textura mais macia. Já os *sorbets* adicionados de polpa de fruto da palma revelaram consistência mais firme. O teste de derretimento mostrou maior resistência nas amostras comerciais, mas todas as amostras iniciaram o descongelamento após 20 min de análise. A formulação F3, contendo 40% de polpa do fruto da palma e 60% de polpa de açaí foi a mais apreciada pelo grupo de pesquisa em termos de textura e sabor. Contudo, a adição da polpa do fruto da palma deixou o produto com uma coloração atraente, devido a presença de betalaína e um brilho intenso. Identifica-se que o fruto da palma é um potencial corante natural para aplicação em gelados comestíveis. Foi constatado a presença de corantes artificiais nas amostras comerciais. **Conclusão**: A produção de *sorbet* adicionado de polpa do fruto da palma apresenta uma vantagem do ponto de vista econômico, pois possui substâncias texturizantes e pigmentos com alto poder colorante, ainda é disponível na região nordeste, o que tornaria o produto com custo mais baixo. Conclui-se que o fruto da palma tem potencial para ser aplicado em diversos produtos alimentícios, possibilitando novas pesquisas.

**Palavras-chave**: Cactos; Gelado comestível; Hidrocoloides.

# ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS GRÃOS DE NÍGER (*Guizotia abyssinica*)

**Érica Santos Ferreira[1]; Mariana Oliveira Medeiros[2]; Ana Carolina Oliveira Medeiros[3]; Winnie Gonsalves Sturnich[4]; Caroline Pereira Moura Aranha[5]; Ana Paula da Fonseca Machado[6]**

[1, 3, 4] Estudante do programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGA - UFGD
[2] Estudante de graduação do curso de Biotecnologia - FCBA - UFGD
[5, 6] Docente/Pesquisar do curso de Engenharia de Alimentos – FAEN – UFGD

**Introdução:** O níger (*Guizotia abyssinica*) é uma planta que tem sua maior produção na Etiópia, sendo utilizado principalmente na fabricação de óleos, que é um produto muito consumido na região. No Brasil, o níger ainda está em estudos para sua utilização na alimentação humana, porém, é bastante empregado com combinações de farinhas para alimentação de pássaros, juntamente com painço e sementes de girassol. **Objetivo:** O objetivo do presente trabalho foi realizar análises físico-químicas e avaliar a composição centesimal dos grãos de níger. **Métodos:** Foram realizadas análises de umidade, atividade de água, conteúdo de resíduo mineral fixo, lipídios, proteínas, carboidratos, fibras, pH, acidez titulável e cor. **Resultados:** O teor de umidade, atividade de água e cinzas foram de 7,20%, 0,54% e 4,77%, respectivamente. Os lipídios apresentaram 26,28% e 25,41% para os métodos Bligh Dyer e Soxhlet, respectivamente. As proteínas, o teor de fibra e os carboidratos obtiveram valor de 19,12%, 20,24% e 3,88%, respectivamente. O valor de pH apresentou 5,88 e a acidez titulável 2,64. O cálculo da cromaticidade resultou em 1,94. **Conclusão**. O níger é uma semente rica em lipídios, o que se sobressai na sua utilização para extração do óleo, porém, existem outros componentes, como proteínas e fibras que devem ser estudados mais a fundo, para sim, posteriormente ser agregado um maior valor comercial e funcional.

**Palavras-chave:** Oleaginosa; Lipídios; Semente; Proteínas; Fibras.

# AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE, COMPOSTOS BIOATIVOS E COMPOSIÇÃO PROXIMAL DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC's)

**Djalma Lopes Bittencourt Júnior[1]; Naiara Tays Francisco Felicio[2]; Renata Dinnies Santos Salem[3]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - DEA – UEPG.
[2]Doutoranda do PPG em Ciência e Tecnologia de Alimentos – DEA – UEPG.
[3]Docente do Departamento de Engenharia de Alimentos/PPG em Ciência e Tecnologia de Alimentos – DEA – UEPG.

**Introdução:** O termo PANC (planta alimentícia não convencional) se refere a todas as plantas que possuem uma ou mais partes comestíveis e que não estão incluídas da alimentação cotidiana. Tais plantas não precisam necessariamente ser cultivadas, e sim mantidas e manejadas de acordo com as condições do solo, podendo ser utilizadas como um complemento à alimentação diária. **Objetivo:** O objetivo principal deste trabalho foi determinar a composição proximal, o teor de compostos bioativos e atividade antioxidante das PANC's azedinha *(Rumex acetosa*), dente de leão (*Taraxacum officinale*), folhas de batata doce (*Ipomea batatas*) e folhas de ipê rosa (*Tabebuia rosea*). **Métodos:** As PANC's foram selecionadas, sanitizadas (NaClO 200 mg/L, 10 min), desidratadas em estufa com circulação de ar (60 $^{o}$C, 24h) e trituradas. Foram determinados os teores de umidade, cinzas totais, proteína bruta, gordura total, acidez total titulável, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante (inibição do radical DPPH), clorofila A e B, carotenoides totais e flavonoides. **Resultados:** Todas as PANC's apresentaram valores de umidade inferiores a 15% (alimentos de baixa umidade). O maior percentual de cinzas foi encontrado para o dente-de-leão (15,35% +- 0,12) e o menor valor para a folha de ipê rosa (5,19% +- 0,04). O maior teor de proteína ($p < 0,05$) foi observado para a azedinha (30,95% ±1,96), seguido da folha de batata doce (27,10% ±0,96) e da folha de ipê rosa (22,66% ±0,28). Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) no teor médio de gordura das PANC's (3,22 a 3,96%). O dente de leão apresentou a maior atividade antioxidante na inibição do radical DPPH (2207,93 µmol Trolox/L ±21,25), as maiores concentrações de compostos fenólicos totais e flavonoides (260,66 µg/mL ±6,02 e 1021,09 µg/mL ±12,59, respectivamente), e os maiores teores de clorofila A e B (1,80 mg/L ±0,01 e 1,85 mg/L ±0,03, respectivamente) ($p < 0,05$). A azedinha apresentou a maior concentração de carotenoides totais (0,89 mg/L ±0,02), e a maior acidez (127,32 acidez normal/100 mL ±9,37), diferindo estatisticamente das demais PANC's ($p < 0,05$). **Conclusão:** De forma geral, as PANC's investigadas neste trabalho apresentaram teores expressivos de proteínas e minerais totais, assim como compostos bioativos e atividade antioxidante. Os resultados sugerem que tais PANC's poderiam ser incluídas na alimentação humana, na forma *in natura*, ou como ingredientes para melhoria do valor nutricional dos alimentos.

**Palavras-chave:** proteínas; compostos fenólicos; dente de leão; azedinha; batata doce; ipê rosa.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# AVALIAÇÃO DO TEMPO D E EFICIÊNCIA ANTIMICROBIANA DOS FILMES BIODEGRADÁVEIS À BASE DE AMIDO DE INHAME COM ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA CÁSSIA

**Pamela Gabriela de Souza Dantas[1]; Victor Augusto Gomes de Oliveira[1]; Eliane de Sousa Costa[2]; Kátia Nicolau Matsui[3]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – Centro de Tecnologia – UFRN
[2] Doutora em Engenharia de Processos – Centro de Ciência e Tecnologia - UFCG
[3] Docente do Depto de Engenharia Química – Centro de Tecnologia – UFRN

**RESUMO: Introdução:** Óleos essenciais (OE) têm sido usados em matrizes poliméricas como conservantes naturais em embalagens alimentares devido às suas propriedades ativas, incluindo atividade antimicrobiana. **Objetivo:** Desenvolver filmes biodegradáveis à base de amido de inhame com 1% (m/m) de OE de canela cássia e avaliar a influência do tempo de fabricação na ação antimicrobiana. **Métodos:** Os experimentos foram realizados no Laboratório de Engenharia de Alimentos (LEA) da UFRN. Os filmes foram produzidos pelo método casting com 4% (m/v) de amido de inhame, 2% (m/v) de glicerol, solubilizados em 100 mL de água, aquecidos a 95°C. Quando a solução resfriou a 50°C, incorporou-se 1% (m/v) de OE de canela cássia e 0,1% (m/v) de emulsificante Tween 80. Após homogeneização, as soluções foram espalhadas em placas de acrílico e desidratadas a 40°C por 24h. Os filmes foram armazenados em ambiente estéril e identificados pela data de produção para análise antimicrobiana (t0, t3, t7, t15, t20, t35). A atividade antimicrobiana foi determinada pelo método de difusão em ágar para Staphylococcus aureus (gram-positiva) e Escherichia coli (gram-negativa) em triplicata. Os resultados foram comparados com antibióticos e literatura. **Resultados:** Para S. aureus, a vancomicina apresentou um halo de inibição de 19,33 ± 0,58 mm. Os filmes t0 e t3 mostraram halos de 20,67 ± 5,69 mm e 15,25 ± 3,89 mm, respectivamente, indicando suscetibilidade e ação intermediária. Em t7, o halo foi de 13,00 ± 2,65 mm, indicando resistência. Para E. coli, a gentamicina apresentou um halo de 29,00 ± 1,00 mm. O filme t0 mostrou um halo de 18,00 ± 6,24 mm, indicando suscetibilidade, enquanto t3 e t7 apresentaram 13,33 ± 2,52 mm e 11,67 ± 2,08 mm, indicando resistência. Filmes nos intervalos t15, t20 e t35 mostraram halos inferiores a 10 mm para ambas as bactérias, indicando resistência. Filmes sem OE de canela não apresentaram ação antimicrobiana. **Conclusão:** O OE de canela cássia (1%) nos filmes biodegradáveis demonstrou atividade antimicrobiana significativa, mas esta diminuiu com o tempo. O estudo destaca a importância de correlacionar o tempo de vida dos filmes com a ação antimicrobiana. Novas concentrações de OE de canela serão estudadas para estabelecer novas correlações. Os filmes desenvolvidos são uma alternativa promissora como embalagem ativa, contribuindo para a segurança e extensão da vida útil dos alimentos.

**Palavras-chaves:** óleo essencial; canela cássia; filmes antimicrobianos; filmes biodegradáveis; amido de inhame; conservantes naturais.

# CRESCIMENTO DE BACTÉRIAS POTENCIALMENTE PROBIÓTICAS EM EXTRATO DE ERVILHA (*Pisum sativum*)

**Stéphanie Mulder Perrone[1]; Mariana Fensterseifer Fabricio[2]; Marco Antônio Záchia Ayub[3]**

[1] Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos - ICTA - UFRGS.
[2] Pesquisadora do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos - ICTA - UFRGS.
[3] Docente/Pesquisador do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos - ICTA - UFRGS.

**Introdução:** Tradicionalmente, alimentos probióticos partem de bases lácteas, porém, com o aumento da demanda por produtos *plant-based*, um dos grandes desafios da indústria é encontrar novos substratos vegetais. Estudos com leguminosas, cereais e frutas vêm demonstrando bons resultados. **Objetivo:** Analisar o crescimento de bactérias ácido lácticas potencialmente probióticas em extrato de ervilha. **Métodos:** Para produção do extrato foi utilizada ervilha fresca, na proporção 1:3 (ervilha/água). Os grãos foram triturados e passaram por banho-maria (95 ºC, 15 min). Cinco linhagens de bactérias ácido láticas potencialmente probióticas foram testadas: *Lactiplantibacillus plantarum* BL011; *Lacticaseibacillus rhamnosus* FAGRON™; *Lacticaseibacillus paracasei* 12B0-2; *Lacticaseibacillus paracasei* M1A3; e *Lactococcuslactis* 32B4-1. O extrato foi fermentado com inóculo de 7 log UFC/mL, a 30 ºC e 130 rpm por 48 h, em duplicata. Foram avaliados a viabilidade celular (contagem em placa de ágar MRS) e pH. **Resultados:** Todas as bactérias láticas foram capazes de crescer no extrato de ervilha. Em 12 h, o microrganismo *L. lactis* alcançou 9,59 ± 0,04 log UFC/mL e manteve sua viabilidade até 48 h. A linhagem demonstrou o melhor desempenho no extrato, mantendo-se estável ao longo do tempo. Este perfil de rápido crescimento é desejado para diminuir o tempo de fermentação, considerando que a ervilha sofre oxidação de cor e compostos bioativos ao longo do processo. Até 24 h de fermentação, o *L. rhamnosus* e o *L. paracasei* 12B0-2 apresentaram comportamento similar, entretanto, a partir de 36 h o *L. rhamnosus* se destacou, apresentando a mesma viabilidade que o *L. lactis* em 48 h (9,59 ± 0,13 log UFC/mL). O *L. paracasei* 12B0-2 apresentou a menor viabilidade no extrato, atingindo um máximo de 8,80 ± 0,14 log UFC/mL em 24 h e diminuindo sua viabilidade em 48 h, o que não seria ideal para futura aplicação em produtos. O pH dos cultivos, que iniciou em 7,23 ± 0,04, diminuiu ao longo da fermentação para uma faixa entre 3,86 ± 0,08 e 4,85 ± 0,07. Esta mudança nos valores de pH está associada à formação de ácidos orgânicos, como ácido lático, e pode influenciar a viabilidade das bactérias. **Conclusão**: Os resultados deste trabalho sugerem que o extrato de ervilha é uma matriz vegetal eficaz para suportar o crescimento de bactérias ácido láticas potencialmente probióticas, apresentando contagens viáveis entre $10^8$ e $10^9$ UFC/mL, conforme exigido pela legislação brasileira.

**Palavras-chave:** Extrato de ervilha; probióticos; *plant-based*.

# ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOPOLÍMEROS DE ALGINATO E MESOCARPO DE BABAÇU CONTENDO *Curcuma longa L.*

**Casi Santos dos Santos[1]*;Maurício Henrique Barboza Silva Ferreira[2]; Pablo Daniel Sena Silva[3]; Aldo da Silva Farias [3]; Liandra Silva Vale[3]; Audirene Amorim Santana[4]; Allan Kardec Dualibe Barros Filho[5]**

[1]Estudante de Doutorado em Biotecnologia - Renorbio - UFMA.
[2]Pesquisador do curso de Engenharia Química– LEPPEQ – UFMA
[3]Estudante do curso de Engenharia Química - CCET - UFMA
[4]Docente /pesquisador do Depto de Engenharia Química - CCET - UFMA
[5]Docente /pesquisador do Depto de Engenharia Elétrica - CCET - UFMA

**Introdução:** Nos últimos anos, o consumo excessivo de resíduos sólidos, como as embalagens plásticas, tem se tornado um problema global devido ao descarte inadequado desses materiais e ao longo tempo de decomposição. Para enfrentar esses desafios, surgiram alternativas como os biopolímeros, que são desenvolvidos para substituir os plásticos. Estes materiais são oriundos de organismos vivos e de recursos renováveis, como polissacarídeos, lipídios e proteínas. Os biopolímeros têm mostrado grande potencial como agentes protetores de alimentos e revestimentos comestíveis, ajudando a prevenir a proliferação de microrganismos indesejados. **Objetivo:** Este estudo teve como objetivo avaliar a caracterização de biopolímeros produzidos a partir de alginato e mesocarpo de coco babaçu, contendo cúrcuma (*Curcuma longa L.*), e conferir a esses materiais propriedades antioxidantes. **Métodos:** Os filmes foram preparados pelo método casting, utilizando o Delineamento Composto Central Rotacional com 11 experimentos, variando as concentrações de cúrcuma e mesocarpo de coco babaçu. As respostas analisadas foram teor de umidade, solubilidade, espessura, permeabilidade ao vapor d'água, propriedades mecânicas e carotenoides totais. **Resultados:** A adição de cúrcuma aos filmes resultou em uma coloração e aroma agradáveis, além de uma boa consistência. As diferentes concentrações de mesocarpo de coco babaçu (MCB) e cúrcuma utilizadas afetaram simultaneamente a solubilidade, a umidade, a permeabilidade ao vapor d'água, as propriedades mecânicas e o conteúdo de carotenoides. A elongação na ruptura foi a única propriedade influenciada exclusivamente pela concentração de cúrcuma empregada. **Conclusão:** Assim, esses filmes têm potencial para serem usados como embalagens biodegradáveis com características antioxidantes.

**Palavras-chave:** Biopolímero; Biodegradável; Alginato; Cúrcuma.

# IMPORTÂNCIA DA PRÁTICA DE BRANQUEAMENTO ANTES DO CONGELAMENTO PARA A PRESERVAÇÃO DA VIDA ÚTIL DE VEGETAIS

**Maria Rosa de Araújo Oliveira[1]; Luziane Kaylane Araujo Silva[2]; Anna Clara da Silva Torres Anaisse[3]; Loanne Costa Dias de Almeida[4]; Ana Luísa Pires Tavares[5]; Gabriela de Sousa Santos[6]; Marilene Magalhães de Brito[7]**

[1,2,3,4,5]Estudante do Curso de Nutrição pelo Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU
[6]Estudante do curso de Nutrição pelo Centro Universitário Unifacid Wyden
[7]Doutoranda em Alimentos e Nutrição pela Universidade Federal do Piauí – UFPI e Docente do Curso de Nutrição do Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU

**Introdução:** Hodiernamente as práticas que utilizam o frio como forma de conservação como refrigeração e congelamento são as mais utilizados e contribuem para o aumento da vida útil do alimento. Pré-tratamentos como o branqueamento onde há a exposição dos alimentos a água fervente ou vapor de água de 60 a 100°C, contribuem para a maior acentuação dos benefícios que além da preservação do alimentos do ponto de vista microbiológico ao reduzir a carga microbiana do alimentos, também auxilia para evitar o escurecimento enzimático, processo muito comum que ocorre nas frutas e vegetais quando as mesmas são expostas ao oxigênio e sofrem injúrias como cortes por exemplo, e tendo suas superfícies expostas ocorrendo o contato de enzima e substrato fazendo com que haja alterações na cor, textura e sabor dos alimentos. Além disso, essa técnica também apresenta importância no realce da cor de vegetais verdes e na conservação da textura desses alimentos. **Objetivo:** Demonstrar a importância do branqueamento para conservar a cor e textura dos vegetais. **Métodos**: Foram utilizados os vegetais batata, cenoura e brócolis, que foram separados em três grupos com tratamentos diferentes. O tratamento 1 consistiu de vegetais que sofreram congelamento; o tratamento 2, de vegetais que passaram por branqueamento e posterior congelamento; e o tratamento 3, de vegetais que foram branqueados com a adição de 1% de bicarbonato de sódio antes do congelamento. **Resultados:** Foi observado que os vegetais do tratamento 1 sofreram alterações na sua coloração, especialmente a batata e o brócolis que ficaram escurecidos e apresentaram textura menos firme, amolecida o que impacta no consumo desses alimentos. Os tratamentos 2 e 3 apresentaram vegetais com cores mais realçadas e com textura mais firme. Infere-se que o branqueamento foi efetivo para preservar a cor e a textura dos vegetais estudados ao inativar enzimas que causam escurecimento enzimático, já o uso associado de bicarbonato de sódio promoveu um ambiente alcalino que preservou a cor principalmente de vegetais verdes como brócolis. E sua ação na textura faz com que haja a preservação da estrutura celular, assim no descongelamento os vegetais mantem a mesma textura original. **Conclusão:** Fica evidenciado a eficácia do pré-tratamento para preservação dos vegetais, aumentando sua vida útil contribuindo também para a diminuição do desperdício de alimentos, pois a prática promove uma conservação sem perder a qualidade.

Palavras-chave: branqueamento, vegetais, escurecimento enzimático, conservação

# CARACTERIZAÇÃO DE MICROCÁPSULAS DE ÓLEO DE PEQUI (*Caryocar brasiliense*) INCORPORADAS DE ÁCIDO TÂNICO

**Silvia Sayuri Yahagi[1]; Magno Aparecido Gonçalves Trindade[2]; Dênia Mendes de Sousa Valladão[3]; Eliana Janet Sanjinez Argandoña[4]**

[1]Estudante do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Biodiversidade - PPGBB - UFGD
[2]Docente/pesquisador da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra – FACET – UFGD
[2]Docente/pesquisador do Instituto de Ciências da Saúde – ICS – UFMT
[2]Docente/pesquisador da Faculdade de Engenharia – FAEN – UFGD

**Introdução:** A biodiversidade brasileira abriga diversas espécies de vegetais comestíveis, muitas delas endêmicas. Entre as espécies encontradas no cerrado destaca-se o pequi (*Caryocar brasiliense*), cujo óleo tem sido alvo de estudos científicos devido aos seus efeitos hiperlipidêmicos, reduzindo o estresse oxidativo e os processos inflamatórios. Essas propriedades são importantes para a saúde humana e têm motivado pesquisas para técnicas que facilitem sua inserção na alimentação, preservando seus compostos bioativos e fornecendo produtos mais palatáveis. A microencapsulação é uma das técnicas promissoras,
em que o bioativo é envolvido por polímeros formando uma cápsula protetora, o que possibilita a obtenção de produtos enriquecidos, uma vez que durante o processamento e estocagem os compostos biativos são preservados. Ainda, o uso de reticulantes permite reforçar a matriz polimérica do encapsulante, aumentando a proteção ou estabilidade da cápsula. **Objetivos**: O objetivo do estudo foi obter microcápsulas de óleo de pequi pela técnica de coacervação complexa e avaliar a ação do ácido tânico como reticulante, verificando o rendimento, eficiência, tamanho de partícula e oxidação acelerada por Rancimat. **Métodos:** As microcápsulas de óleo de pequi foram obtidas por coacervação complexa, utilizando gelatina (2,5%) e goma arábica (2,5%), como agentes encapsulantes na proporção de 1:1 e 7,5g de óleo, posteriormente foi adicionada solução de ácido tânico (10%) na proporção de 0,25% e a mistura foi mantida em agitação por 6 horas a temperatura ambiente (Microcápsula AT). Microcápsulas sem adição de reticulante foram consideradas amostras controle (C). **Resultados:** Os resultados mostraram que a adição do reticulante não influenciou significativamente nos parâmetros de rendimento (86,70% (C) e 86,82% (AT)) e eficiência (83,01% (C) e 85,44% (AT)), porém o tamanho das partículas foi menor, apresentando 84,76 µm e 69,49 µm, respectivamente, para as amostras C e AT. A análise de oxidação acelerada por Rancimat apresentou períodos de indução (PI) de 26,17h (C) e 51,32h (AT), indicando que a o ácido tânico reforçou a matriz encapsulante, retardando a oxidação do óleo. **Conclusão:** Dessa forma, conclui-se que a adição do ácido tânico como reticulante acarretou a obtenção de microcápsulas com tamanhos menores e maior estabilidade ao processo oxidativo do óleo, características desejáveis em produtos alimentícios e cosméticos. Essa inovação pode contribuir significativamente para a preservação e utilização eficiente do óleo de pequi em diversas aplicações industriais.

**Palavras-chave:** Coacervação Complexa; Reticulante; Oxidação acelerada

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE ÓLEO DE BOCAIUVA MICROENCAPSULADO POR SPRAY DRYING

**Ana Carolina Oliveira Medeiros[1]; Caroline Honaiser Lescano[2]; Eliana Janet Sanjinez Argandoña[3]**

[1]Estudante de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGA – UFGD.
[2]Docente/pesquisador do Departamento de Ciências Fisiológicas – DCF – UFAM.
[3]Docente/pesquisador do curso de Engenharia de Alimentos – FAEN – UFGD.

**Resumo:** *Acrocomia aculeata*, conhecida como bocaiuva ou macaúba e pertencente à família *Arecaceae*, é uma palmeira comum nas regiões tropicais, especialmente no Cerrado brasileiro, seus frutos são comestíveis e apresentam alto conteúdo de óleo. O óleo extraído da polpa do fruto é rico em ácidos graxos insaturados, como os ácidos oleico e linoleico. A cor amarelo-alaranjada do óleo deve-se principalmente à alta concentração de β-caroteno, carotenoide que desempenha diversas funções biológicas e oferece uma variedade de benefícios à saúde humana, com destaque para suas propriedades antioxidantes. Contudo, a preservação desses compostos é um desafio, uma vez que muitos deles reagem com o calor e o oxigênio, reduzindo sua ação. A microencapsulação, particularmente pelo método de *spray drying* (secagem por atomização), é uma técnica amplamente utilizada na indústria de alimentos por sua eficácia em estabilizar compostos bioativos, além de ser uma opção de baixo custo e simplicidade operacional. Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar as propriedades físicas do óleo de bocaiuva microencapsulado por atomização, utilizando goma arábica (GA) e maltodextrina (MD) como agentes encapsulantes. Foram preparadas três emulsões (E) contendo 5% de óleo de bocaiuva, variando as concentrações de agentes encapsulantes: E1 (GA: 20%; MD: 0%), E2 (GA: 15%; MD: 5%) e E3 (GA: 5%; MD: 20%). As emulsões foram desidratadas a 180°C em *spray dryer*, com fluxo de ar de secagem de 35 L/min, bico aspersor de 1,0 mm de diâmetro e vazão de alimentação de 0,6 L/h. As amostras foram analisadas quanto à atividade de água, umidade, higroscopicidade, microscopia óptica, eficiência de microencapsulação e cor. Os resultados mostraram que todas as amostras desidratadas apresentaram umidade inferior a 6%, corroborando com a baixa atividade de água: 0,328 (E1), 0,266 (E2) e 0,317 (E3). A formulação E1 apresentou-se ligeiramente higroscópica (10,02%), enquanto E2 (9,67%) e E3 (8,19%) mostraram-se não higroscópicas, o que sugere maior estabilidade. A microscopia óptica confirmou a formação de microcápsulas, sendo que E1, composta apenas por goma arábica como agente encapsulante, apresentou maior eficiência de microencapsulação (75,1%) em comparação a E2 (66,9%) e E3 (66,7%). A análise instrumental de cor identificou predominância da cor amarela em ambas as amostras, com maior intensidade na formulação E2, provavelmente pela maior retenção de carotenoides. Todas as formulações exibiram boas características físicas, indicando estabilidade em temperatura ambiente e potencial para aplicação em produtos alimentícios e nutracêuticos.

**Palavras-chave:** *Acrocomia aculeata*; Compostos bioativos; Secagem por atomização.

# AVALIAÇÃO DO GRAU DE ESTERIFICAÇÃO DE PECTINAS DE PEQUI

**Mayara Lira Furtado [1]*, Joana De Barros Alexandre [2], Luana Carvalho Da Silva [3], Gabrielle Albuquerque Freire [4], Nathália Uchôa De Castro Bessa [5], Roselayne Ferro Furtado [6]**

[1, 2, 4, 5]**Universidade Estadual do Ceará, Programa de Pós-graduação em Ciências Naturais.**
[3]**Universidade Estadual do Ceará.**
[5] **Embrapa Agroindústria Tropical – CNPAT**.

* Autor correspondente – E-mail: roselayne.furtado@embrapa.br

**Introdução**: As pectinas são polissacarídeos de alto peso molecular encontrados nas paredes celulares das plantas e compostos principalmente por cadeias de ácido galacturônico. As pectinas têm ampla aplicação nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética, sendo destacadas por seu uso como agentes espessantes, emulsificantes e gelificantes. Essas aplicações podem variar de acordo com o grau de esterificação (GE) das pectinas, que podem ser classificadas em pectinas de alta esterificação (>50%) e pectinas de baixa esterificação (<50%). **Objetivo(s):** O objetivo deste estudo foi determinar o GE das pectinas extraídas do mesocarpo do pequi utilizando ácido cítrico. **Métodos:** Inicialmente, o mesocarpo foi higienizado, submetido ao processo de branqueamento, liofilizado e, em seguida, reduzido a pó. As extrações de pectinas foram realizadas na proporção sólido-líquido de 1:40 (m/v), com variação do pH entre 1,5 e 3,5. A temperatura foi ajustada entre 60 ºC e 90 ºC, e o tempo de extração variou de 30 a 180 minutos. Para esse estudo, foi utilizado um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) com dezessete tratamentos. O GE das pectinas foi analisado por espectroscopia de infravermelho. **Resultados:** As pectinas extraídas apresentaram GE que variou de 27,72% a 73,82%. Verificou-se que tanto o pH quanto a temperatura influenciaram significativamente os resultados. **Conclusão:** Pectinas extraídas do mesocarpo de pequi com ácido cítrico podem ser classificadas como de alto ou baixo grau de esterificação, ampliando suas possibilidades de aplicação tecnológica.

**Palavras-chave**: Mesocarpo de pequi; Espectroscopia de infravermelho; Extração ácida.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# REVESTIMENTO BIODEGRADÁVEL DE AMIDO MODIFICADO DE MANDIOCA E ÓLEO ESSENCIAL DE ERVA-DOCE (*Foeniculum vulgare*) COM APLICAÇÃO NA PÓS-COLHEITA EM MAMÃO

**Vitória Souza Marques[1]; Kelvi Wilson Evaristo Miranda[2]; Maryana Melo Frota[2]; Karolayne Silva de Paula[3]; Márcia Régia Souza da Silveira[4]; Maria do Socorro Rocha Bastos[5]; Lucicléia Barros de Vasconcelos[6]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos. - CCA – UFC.
[2]Doutorando em Ciência e Tecnologia de Alimentos – CCA – UFC.
[3]Estudante do Curso Agronomia – CCA – UFC.
[4]Analista da Embrapa Agroindústria Tropical – EMBRAPA.
[5]Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical – EMBRAPA.
[6]Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos– CCA – UFC.

**Introdução:** Os revestimentos de biopolímeros têm sido foco de pesquisas como uma alternativa promissora de embalagem para preservação de alimentos. **Objetivo:** Nessa perspectiva, o presente estudo teve como objetivo a aplicação de um revestimento biopolimérico de amido modificado de mandioca e óleo essencial de erva doce em mamão (Carica Papaya L.) para controle da antracnose e garantir de qualidade na pós-colheita. **Métodos:** O amido de mandioca modificado (AMM) e o óleo essencial de erva doce foram utilizados na concentração de 3% (m/v) e 1500 ppm, respectivamente. O procedimento foi realizado em 3 tratamentos, controle, revestimento controle (sem óleo) e revestimento com óleo, aplicados por 2 métodos, aspersão e imersão, resultando em 5 grupos: C- controle; CRI- controle + revestimento em Imersão; CRA- controle + revestimento em Aspersão; ROI- revestimento + óleo em Imersão; ROA- revestimento + óleo em Aspersão. Os mamões foram armazenados em câmara fria (10°C) da Embrapa Agroindústria Tropical. Foram realizadas análises de perda de massa, firmeza, °BRIX, pH, acidez, vitamina C, respiração CO2 e etileno, e colorimetria da casca e da polpa em cinco tempos com intervalo de 3 dias. **Resultados:** Observou-se que todos os grupos apresentaram aumento de °BRIX e acidez, com maiores valores para os que possuíam revestimento com óleo. Os grupos revestidos por aspersão, CRA e ROA, demonstraram melhores resultados para perda de massa e firmeza. Na colorimetria, os parâmetros dos mamões do grupo controle indicaram um clareamento da cor da casca do fruto e escurecimento da cor da polpa do fruto, demonstrando um amadurecimento mais acelerado. Não houve variação significativa do pH. Na respiração, os mamões revestidos por imersão foram os que obtiveram o pico de etileno mais tardio. A estabilidade visual dos mamões no decorrer do armazenamento apresentou melhores resultados para os frutos revestidos por aspersão, maior resistência a injúrias. **Conclusão:** Os resultados obtidos no trabalho indicam que a formulação do revestimento com óleo e a aplicação por aspersão garantiu uma maior aderência do revestimento ao fruto, indicando um potencial adequado para aplicação na preservação do mamão.

**Palavras-chave:** Biopolímero; Colheita; Conservação; Embalagens; Mamão.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# EFEITOS DA LEGUMINOSA *Parkia Biglobosa* – (Jacq.) R. Br. ex G Don) SOBRE PARÂMETROS LIPÍDICOS, HORMONAIS E INFLAMATÓRIO DE RATOS *WISTAR* OBESOS

**Mirela Gouveia-Nhanca[1]; Maria Luiza Rolim Bezzerra[1]; Isabelle Karoline Carvalho Costa[2]; Thais Bayma Barbosa Rolim[2]; Alana Natalícia Vasconcelos de Araújo[1]; Jailane de Souza Aquino[3]**

[1] Programa de Pós-Graduação em Ciências da Nutrição – PPGCN – UFPB.
[2]Estudante do Curso de Nutrição- CCS – UFPB.
[3]Docente/pesquisador do Depto de Nutrição – CCS – UFPB.

**Introdução:** A fisiopatologia da obesidade está associada a alterações inflamatórias e metabólicas. O tratamento dessa condição envolve mudanças na alimentação, incluindo a incorporação de alimentos ricos em compostos bioativos. A *Parkia biglobosa*, uma leguminosa originária da África, possui uma rica composição fitoquímica que pode atuar como adjuvante no tratamento da obesidade. Objetivo: Objetivou-se avaliar os efeitos do consumo da *Parkia biglobosa* (PB) sobre parâmetros lipídicos, hormonais e inflamatórios de ratos obesos. **Metodologia:** Ratos *Wistar* foram randomizados nos grupos: sadio (CS, n=16) que recebeu dieta controle, e obeso (CO, n=16) que recebeu dieta de cafeteria durante oito semanas. Posteriormente, foram subdivididos em quatro grupos: sadio (CS, n=8) e obeso (CO, n=8), que receberam gavagem (2 mL de água destilada); e os grupos sadio (SPB, n=8) e obeso (OPB, n=8) tratados com a polpa da PB (400 mg/kg de peso corporal). Esses grupos mantiveram suas respectivas dietas por mais oito semanas. Ao final das 16 semanas, os animais foram eutanasiados e o sangue foi coletado para análises bioquímicas. As frações de triglicerídeos, colesterol total, lipoproteína de alta densidade, lipoproteína de baixa densidade e proteína C-reativa, insulina e leptina foram quantificadas utilizando kits comerciais. **Resultados:** O tratamento com PB reduziu os níveis de triglicerídeos (31,38 ± 3,47 vs. 49,71 ± 3,36), colesterol total (275,81 ± 26,95 vs. 318,61 ± 29,37), lipoproteína de baixa densidade (10,85 ± 5,45 vs. 31,25 ± 15,70) e proteína C-reativa (1,56 ± 0,15 vs. 2,92 ± 0,16) nos ratos obesos (OPB), além de aumentar os níveis de lipoproteína de alta densidade (142,17 ± 18,55 vs. 95,27 ± 12,22) em comparação com o grupo obeso (CO). Ademais, o tratamento com PB foi eficaz na redução dos níveis de insulina (0,66 ± 0,18 vs. 1,28 ± 0,25) e leptina (0,73 ± 0,08 vs. 1,23 ± 0,43) nos ratos do grupo OPB em comparação com o CO. **Conclusão:** A polpa de *Parkia biglobosa* melhorou o perfil lipídico, hormonal e inflamatório em ratos obesos, sugerindo seu potencial como adjuvante no tratamento da obesidade.

**Palavras-chave:** Obesidade, *Parkia biglobosa*, perfil lipídico, proteína C-reativa; insulina.

# IMPACTO DO CONSUMO DA LEGUMINOSA *Parkia Biglobosa* SOBRE O PESO, CONSUMO ALIMENTAR E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE RATOS OBESOS

**Mirela Gouveia-Nhanca [1]; Maria Luiza Rolim Bezerra[1]; Thais Bayma Barbosa Rolim[2]; Isabelle Karoline Carvalho Costa[2]; Alana Natalícia Vasconcelos de Araújo[1]; Jailane de Souza Aquino[3]**

[1] Programa de Pós-Graduação em Ciências da Nutrição – PPGCN – UFPB.
[2]Estudante do Curso de Nutrição- CCS – UFPB.
[2]Docente/pesquisador do Depto de Nutrição – CCS – UFPB.

**Introdução:** A obesidade é um problema grave de saúde pública e a intervenção dietética é fundamental para seu tratamento. O consumo de alimentos ricos em compostos bioativos têm sido amplamente recomendado. Nesse contexto, *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex G Don, uma leguminosa rica em compostos fenólicos e fibras, pode desempenhar um papel significativo no tratamento da obesidade. **Objetivo:** Avaliar o efeito do consumo da polpa da *Parkia Biglobosa* sobre o peso, consumo alimentar e composição corporal de ratos obesos. **Métodos:** Ratos *Wistar* foram randomizados em dois grupos: saudável (GS, n=16), que recebeu dieta controle, e grupo obeso (GO, n=16), alimentado com dieta de cafeteria durante oito semanas. Em seguida, os animais foram subdivididos em quatro grupos: sadio (CS, n=8) e obeso (CO, n=8), que receberam gavagem com 2 mL de água destilada; e saudável (SPB, n=8) e obeso (OPB, n=8) tratados com polpa de *Parkia biglobosa*, na dose de 400 mg/kg de peso corporal. Esses grupos continuaram com suas respectivas dietas por mais oito semanas. O consumo alimentar foi avaliado diariamente, e a ingestão energética foi calculada a partir dos dados do consumo alimentar e dos rótulos de alimentos processados e ração comercial. O peso corporal foi medido semanalmente em balança eletrônica. Após as 16 semanas, os animais foram eutanasiados e as carcaças foram utilizadas para a quantificação de massa livre de gordura e massa gorda**. Resultados:** O tratamento com *Parkia biglobosa* reduziu o consumo alimentar (-37%), calórico (-20,97%) e de macronutrientes no grupo OPB em comparação com o grupo CO. Esses resultados refletiram na redução do peso corporal dos animais, revertendo o ganho de peso e diminuindo a porcentagem de massa gorda em ratos OPB *versus* CO. **Conclusão:** Os resultados sugerem um potencial efeito anti-adiposidade de *Parkia biglobosa*, evidenciado

pela perda de peso e pela redução da porcentagem de massa gorda nos ratos obesos que consumiram sua polpa, tornando-a uma estratégia promissora no combate à obesidade**.**

**Palavras-chaves:** Obesidade; *Parkia biglobosa*; dieta de cafeteria; massa gorda.

# ANÁLISE COMPARATIVA DE ATIVIDADES BIOLÓGICAS DA CELULOSE BACTERIANA SCOBY COM E SEM PURIFICAÇÃO

**Loyz Sousa Assis[1]; Lívia Moraes Lamar[2]; William Renzo Cortez-Vega[3]; Eliana Janet Sanjinez-Argandoña[4]**

[1]Estudante do PPG em Ciência e Tecnologia de Alimentos – FAEN – UFGD.
[2]Estudante do curso de Engenharia de Alimentos – FAEN – UFGD.
[3]Docente do curso de Engenharia de Alimentos – FCA – UFAM.
[4]Docente do curso de Engenharia de Alimentos – FAEN – UFGD.

**Introdução:** A produção de bebidas fermentadas com propriedades nutracêuticas e terapêuticas está em ascensão como alternativa às bebidas açucaradas de baixo impacto nutricional. Um exemplo é a Kombucha, uma bebida fermentada de chá de *Camellia sinensis*, açucarado, fermentado pelo SCOBY, uma cultura simbiótica de bactérias (primordialmente bactérias acéticas) e leveduras, caracterizada como celulose bacteriana (CB). Durante cada fermentação, um novo filme de celulose bacteriana se forma na superfície do líquido, formado pelas bactérias *Komagataeibacter*, presentes na cultura simbiótica e na bebida. Este filme, conhecido por sua alta resistência mecânica e cristalinidade, é valorizado por suas propriedades bioativas. **Objetivo:** Este estudo investigou a purificação da CB, avaliando sua influência nas atividades biológicas, essencial para aplicação em biofilmes ativos. **Métodos:** Amostras de CB foram obtidas de produções artesanais de Kombucha em Dourados e preparadas para análise. As amostras não purificadas foram comparadas com as purificadas, que passaram por banhos ultrassônicos seguidos de tratamento alcalino e lavagem intensiva. **Resultados:** Após a purificação, a CB apresentou características visuais translúcidas e cristalinas, com pH variando de 6,89 a 7,04. No entanto, os resultados de fenólicos totais foram significativamente mais baixos para a CB purificada (CBP) em comparação com a CB integral (CBI), indicando uma redução na atividade antioxidante. Enquanto CBI revelou uma média de 83,3850±0,5871 µg GAE/g, CBP apresentou valores negativos de fenólicos totais (-76,6428±4,0041 µg GAE/g). Resultados semelhantes foram observados na atividade antioxidante, onde CBI demonstrou 2.409,631±0,379 µM TE/g, enquanto CBP registrou 1.725,117±4,201 µM TE/g. A avaliação do percentual de inibição do radical DPPH também refletiu essas diferenças, com CBI alcançando 88,2539±1,1186% de inibição, enquanto CBP mostrou um resultado negativo (-9,9644±9,0997%). Além das variações nas propriedades bioativas, a purificação da CB exigiu um consumo considerável de água potável e destilada. Considerando o baixo potencial bioativo da CBP para a produção de biofilmes ativos, os pesquisadores optaram por desconsiderar a etapa de purificação. Isso se deve à preservação das atividades biológicas já presentes na CB integral, que poderiam ser diretamente aplicadas na fabricação de produtos bioativos, minimizando desperdícios e simplificando o processo de produção. **Conclusão:** Este estudo destaca não apenas a importância da CB como um recurso promissor para aplicações industriais, mas também a necessidade de estratégias sustentáveis na sua manipulação e processamento. Futuras pesquisas podem explorar técnicas alternativas para melhorar as propriedades da CB sem comprometer seu potencial bioativo, contribuindo assim para o desenvolvimento de produtos mais eficazes e sustentáveis.

**Palavras-chave:** antioxidantes; fenólicos; celulose bacteriana;

# CONSUMO DE CARBOIDRATOS DURANTE PROVA DE *MOUNTAIN BIKE*

**Leandra Caline dos Santos[1]; Rayane Carvalho de Moura[1]; Crislane de Moura Costa[1]; Michelly da Silva Pinheiro[1]; Marcos Antonio Pereira dos Santos[2]**

[1]Estudante do Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição – PPGAN/CCS – UFPI;
[2]Docente/Pesquisador do Departamento de Biofísica e Fisiologia – DBFI/CCS – UFPI.

**Introdução:** O desempenho dos ciclistas de *mountain bike* em provas de longa duração depende da ingestão adequada de nutrientes, especialmente carboidratos (CHO), visto que seu metabolismo resulta na principal fonte de energia durante o exercício intenso. A importância do consumo de CHO durante a prova reside na sua capacidade de manter os níveis de glicose no sangue e reabastecer os estoques de glicogênio muscular, prevenindo a fadiga e melhorando o desempenho físico. **Objetivo:** Avaliar o consumo de carboidratos e seu efeito em atletas durante prova de *mountain bike.* **Métodos:** Trata-se de um estudo transversal realizado com dezoito atletas de *mountain bike*, treinados, do sexo masculino, com idade entre 18 a 59 anos, que participaram de uma competição com percurso de 75 km, altimetria de 601m em ambiente quente (36 ºC, umidade de 42% e velocidade do vento de 1,3km/h) e ao final da competição os atletas informaram o que ingeriram durante a competição. Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê em Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí, com parecer nº 6.494.725. Os dados foram apresentados em médias e desvio padrão. **Resultados:** A média de idade foi de 39,60±11,52 anos, a massa corporal média foi 76,87±21,61kg. O tempo de prova dos participantes foi de 168,09 ± 30,55 minutos. Vale ressaltar que os voluntários eram livres para consumir alimentos, suplementos e líquidos *ad libitum* e não receberam conselhos ou instruções dos pesquisadores sobre a ingestão de alimentos e líquidos. Em resposta ao objetivo da pesquisa, todos os atletas relataram consumir suplementos à base de carboidratos durante a prova, com um consumo médio de 39,44±15,52g. Ainda, outros alimentos também foram declarados, tais como frutas (banana, melancia e melão) e rapadura. **Conclusão**: Os dados revelam que os ciclistas consumiram uma quantidade abaixo da recomendada para uma prova de resistência. Portanto, para otimizar o desempenho e manter níveis adequados de energia, recomenda-se o aumento da ingestão de CHO durante provas de longa duração, visando atingir a faixa recomendada, bem como as necessidades energéticas e de recuperação muscular, além de auxiliar na reposição de eletrólitos.

**Palavras-chave:** Carboidratos; Performance atlética; *Mountain bike.*

# SUCO DE TAMARINDO FERMENTADO PRÓBIOTICO: VIABILIDADE CELULAR E FITOQUÍMICOS

**Alisson da Silva Gomes[1]; Francisco Sandro Vidal da Silva[2]; Paulo Felipe Câmara de Macedo[3], Ana Terra de Medeiros Felipe[4], Beatriz de Cássia Martins Salomão[5].**

[1,2,3]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química, Centro de Tecnologia-CT – UFRN.
[4]Estudante do Programa de Pós-graduação em Engenharia Química- PPGEQ, Departamento de Engenharia Química, Centro de Tecnologia-CT – UFRN.
[5]Docente do Curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química, Centro de Tecnologia- CT – UFRN.

**Introdução:** A fermentação de extratos vegetais e sucos é um dos principais desafios na indústria de derivados vegetais, pois a maioria dos microrganismos fermentadores e probióticos precisam de um ambiente favorável para seu metabolismo. O tamarindo é uma das frutas mais encontradas e apreciadas no Nordeste brasileiro, sendo rico em minerais, fibras e vitaminas A, C e E, em ácidos orgânico e fitoquímicos. Porém, sua produção é baixa e existem poucas aplicações industriais. **Objetivos:** Assim, esta pesquisa objetivou estudar a fermentação do suco de tamarindo, observar a sobrevivência do probiótico durante o armazenamento e avaliar seu conteúdo de fitoquímicos. **Metodologia:** Para o preparo da polpa da tamarindo, suas vagens foram higienizadas e retiradas para que seu fruto fibroso fosse colocado em água por 4h para total retirada das sementes. A fermentação seguiu com 2 formulações: o suco T1 composto apenas de tamarindo com 10º Brix e o T2 composto por suco de tamarindo e maçã na proporção 1:1 (V/V) com 10º Brix. O pH dos sucos foram corrigidos para 4,0 com NaHCO3 e pasteurizados a 60ºC/30min. A fermentação foi realizada com adição de 8 log UFC/mL de *Bifidobacterium infantis* em temperatura de 38ºC até atingir o pH de 3,8. Durante o armazenamento foram avaliados a viabilidade celular, o pH e a acidez, em 1 e 10 dias de armazenamento, além da concentração de fenólicos totais (mgeq. ácido gálico) e flavonoides (mgeq. quercitina). **Resultados:** Os resultados para o suco T1 foram: (1ºdia) 7,24±0,064 log UFC/mL, pH 3,7, acidez 0,755±0,029 g/mL; (15ºdia) 5,65±0,082 log UFC/mL, pH 3,57, acidez 0,892±0,011 g/mL. Para o suco T2: (1ºdia) 7,34±0,021 log UFC/mL, pH 3,8, acidez 0,332±0,014 g/mL; (15ºdia) 6,86±0,047 log UFC/mL, pH 3,7, acidez 0,419±0,018g/mL. As análises para os compostos fenólicos de T1 e T2 pós fermentação foram, respectivamente, 897,31±94,59 mgGAE/100g e 755,89±81,21 mgGAE/100g. Já para os flavonoides de T1 e T2 foram 177±0,11 mgQE/100g e 120±0,081 mgQE/100g, respectivamente. **Conclusão:** Diante dos resultados encontrados, percebe-se que, em ambas as amostras, a bifidobactéria demonstrou-se capaz de fermentá-las. Ao observar os valores da viabilidade nas duas amostras, o suco T2 mostrou-se com menor decaimento de células em relação a amostra T1 que possuía apenas o suco de tamarindo. Em relação aos fitoquímicos, considera-se um alto conteúdo de compostos fenólicos e flavonoides, evidenciado pela sua coloração. Portanto, o suco de tamarindo tem potencial de fermentação, sendo capaz de carrear probióticos, tornando-se uma bebida fermentada com possível caráter funcional pela presença de fitoquímicos e probióticos.

**Palavras-Chave:** Compostos bioativos, fermentado, *plant-based*.

# EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DA FARINHA DE SEMENTE DE MANGABA FERMENTADA POR *Aspergillus terréus*

**Beatriz Queiroz Silva Carvalho[1]; Luciana Cristina Lins de Aquino Santana[2].**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – DTA – UFS.
[2]Docente/pesquisador do Depto de Tecnologia de Alimentos – DTA – UFS.

**Introdução.** O reaproveitamento de resíduos gerados por processos agroindustriais tem sido tema de discussões sobre sustentabilidade e economia circular buscando soluções para minimizar o impacto ambiental e agregar valor à subprodutos ricos em diversos compostos, tais como compostos bioativos. **Objetivo.** O presente trabalho teve como objetivo a extração de compostos polifenólicos de semente de mangaba submetida à fermentação em estado sólido utilizando as técnicas de maceração com agitação e ultrassom assistida. **Métodos.** As sementes de mangaba, provenientes de uma indústria de polpas em Sergipe, foram lavadas, secas, trituradas e fermentadas com esporos de *Aspergillus terréus* ($10^7$ esporos/mL) por 168 h a 30 ºC em frascos Erlenmeyer. A cada 24 h realizou-se a extração de compostos bioativos utilizando solução aquosa de etanol a 80% sob agitação orbital ou ultrassom assistida por 1 h a 30 ºC. Os teores de fenólicos totais e flavonoides totais foram determinados pelo método de Folin-Ciocalteau e cloreto de alumínio, respectivamente. **Resultados.** Os maiores teores de fenólicos totais (2,96 mg de equivalente de ácido gálico/100 g de resíduo) e flavonoides totais (7,43 mg de equivalente de quercetina/100 g de resíduo) foram obtidos após 72 h de fermentação, seguido pela extração por maceração e ultrassom assistida, respectivamente. Este resultado correspondeu a um aumento de 211,58% e 864,93% nos teores desses compostos, respectivamente, em relação à farinha da semente não fermentada. **Conclusão.** Dessa forma, a fermentação em estado sólido associada à extração por maceração sob agitação orbital ou ultrassom assistida foi eficiente para aumentar os teores de compostos polifenólicos no resíduo de semente de mangaba.

**Palavras-chave:** resíduos agroindustriais; compostos polifenólicos; fermentação em estado sólido.

# ANÁLISE DOS EFEITOS DE DIFERENTES TEMPERATURAS NAS CURVAS DE SECAGEM DA TORTA DE *Salvia hispanica* E AJUSTES DE MODELOS MATEMÁTICOS NA OTIMIZAÇÃO DE ALIMENTOS

**Casi Santos dos Santos[1]; Maurício Henrique Barboza Silva Ferreira[2]; Aldo da Silva Farias[2]; Pablo Daniel Sena Silva[2]; Liandra Silva Vale[2]; Louryval Coelho Paixão[3]; Audirene Amorim Santana[2]**

[1]Estudante do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – CCBS – UFMA.
[2]Estudante do Curso de Engenharia Química – CCET – UFMA.
[2]Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Química – CCET – UFMA.
[3]Docente/pesquisador da Coord Bacharelado Interdisciplinar de Ciência e Tecnologia – CCET – UFMA.

**Introdução**: Os resíduos de chia (*Salvia hispanica*), frequentemente descartados, contêm compostos com propriedades valiosas. Incorporar esses compostos na indústria de alimentos é crucial para preservar qualidade, prevenir oxidação e rancidez, e melhorar textura e cor. Dessa forma, a chia valoriza os produtos, oferece benefícios à saúde e reduz o desperdício, destacando-se no mercado. **Objetivos:** Este trabalho investigou o impacto das curvas de secagem, sob temperaturas de 40 a 80°C, na torta de chia, bem como os modelos matemáticos mais adequados para descrever esse comportamento. **Métodos:** Os experimentos de cinética de secagem foram realizados em estufa a temperaturas de 40 a 80°C, com pesagens a cada 5 minutos até massa constante. Modelos empíricos (Verna, Page, Newton, Henderson e Pabis, Dois Termos e Page Modificado) foram ajustados usando o *software* Statistica 7.0 pelo método Gauss Newton. A avaliação dos modelos baseou-se no Coeficiente de Determinação ($R^2$), Erro Médio Quadrático (RMSE), Erro Padrão de Predição (%SEP), Erro Relativo ($E_r$) e Critério de Akaike (AIC). O modelo com maior $R^2$ e menores RMSE, %SEP, $E_r$ e AIC foi considerado o melhor para descrever a CS. **Resultados:** Nos experimentos de secagem, realizados em duplicata, a temperatura ambiente variou de 16 ± 2 °C a 26 ± 1 °C, com umidade relativa de 62 ± 2% a 72 ± 4%. Os resultados mostraram umidades iniciais em base seca (b.s.) de 0,0642 a 0,0789% e finais de 0,0022 a 0,0475%, com remoções de água variando de 37,58% a 97,01%. Os modelos matemáticos aplicados à CS apresentaram bons ajustes para 40 e 50 °C, mas inadequados para 60 °C e perderam precisão após uma hora a 70 e 80 °C. Estatisticamente, o modelo Dois Termos foi o que melhor descreveu, com $R^2$ de 0,993 e RMSE de 0,0010. No entanto, o critério de Akaike indicou que o modelo de Newton foi o mais confiável, devido ao menor valor médio de AIC (412,87). **Conclusão**: As menores temperaturas resultaram em maior umidade final, e foram observadas anomalias nas cinéticas de 40 e 50 °C devido a variações na umidade e temperatura ambiente. Agora, para simulação, controle e otimização, o modelo de Newton é recomendado por sua maior confiabilidade.

**Palavras-chave:** Alimentos; Otimização; *Salvia hispanica*; Temperatura; Curvas de Secagem; Modelos Matemáticos.

# MAPEAMENTO DE ANTIMICROBIANOS PRESENTES EM MEL

**Tainara de Brito Dourado[1]; Gerla Castello Branco Chinelate [2]; Layane de lima bezerra[3]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos- UFAPE.
[2]Docente/pesquisador da UFAPE.

**Introdução:** A composição do mel depende, das fontes vegetais das quais ele é derivado, porém depende também de diferentes fatores, como a espécie da abelha, o estado fisiológico da colônia, o estado de maturação do mel, entre outros.
Apesar da sua importância, a Legislação Brasileira que padroniza o mel para fins de comercialização só atende às características do mel de Apis, não contemplando o mel das abelhas nativas do país, desta forma leva à necessidade de estudos de diferentes méis para a sua padronização para uma futura Legislação Brasileira.
O mel de qualidade é aquele que passou por todas as etapas de produção, desde o apiário até a comercialização, com um processo rigoroso de higiene. O mel não deve conter areia, substâncias inorgânicas ou orgânicas e não deve ultrapassar os níveis de coliformes totais, salmonelas, fungos e leveduras permitidos, além disso os resíduos tóxicos devem ficar nos níveis permitidos. E a preparação dele deve ser de acordo com os Princípios Gerais sobre Higiene de Alimentos recomendados pela Comissão do Codex Alimentarius, FAO/OMS. **Objetivo(s):** Este resumo tem por objetivo contabilizar por meio de plataforma digital, a presença de antimicrobianos em mel do período de 2011 a 2022. **Métodos:** O método de levantamento sobre os antimicrobianos presentes no mel foi por meio do Ministério da Agricultura e Pecuária, através da plataforma Plano de Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes PNCRC / Animal, onde foram contabilizados os valores em 12 anos. **Resultados:** Diante da averiguação dos respectivos antimicrobianos ao longo dos anos, pode-se observar o resultado total chegando a 1.393, sendo válido salientar o período com maior valor os seguintes anos 2011 a 2013 que juntos alcançaram 497 deste resultado, o que chega a ser um valor expressivo. É perceptível com o decorrer dos anos diminuições como por exemplo 2014 e 2020, que obtiveram respectivamente 48 e 16, os menores valores em comparação aos demais anos avaliados. O mel tem chamado a atenção como alternativa para algumas afecções, visto que tem efeitos medicinais como antibacteriano, antifúngico, antiviral, imunomodulador, anticancerígeno, sendo estabelecido como um potencial agente antioxidante para várias doenças. **Conclusão:** Desta forma, ao final da coleta de dados, foi possível observar a quantidade exata da presença de antimicrobiano do produto. Assim, o objetivo do trabalho citado no início é alcançado mediante os resultados.

**Palavras-chave:** Contaminante; Qualidade; Mel

# MODELAGEM MATEMÁTICA DO ASSAMENTO DE PEITO DE FRANGO COM GEOMETRIA REALISTA OBTIDA POR FOTOGRAMETRIA

**Ana C. M. Zabot [1]; João P. Ferreira[2]; Mariane Wolf[2]; Jhony T. Teleken[3]; João B. Laurindo[2]; Bruno A. M Carciofi[4]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Materiais - EMC – UFSC
[2]Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Química e de Alimentos – EQA – UFSC
[3]Docente/pesquisador da Faculdade de Engenharia Química – UNIFESSPA
[3]Docente/pesquisador do Department of Biological and Agricultural Engineering, University of California, Davis, CA, USA.

**Introdução:** A qualidade da carne assada está diretamente relacionada ao transporte de calor e massa durante o processo de cocção. Portanto, o desenvolvimento de ferramentas matemáticas capazes de quantificar a dinâmica da cocção são fundamentais para o desenvolvimento, controle e otimização da operação. **Objetivo(s):** Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e validar um modelo multifísico para descrever o processo de cocção de peito de frango. Além de simular os perfis de temperatura e umidade em uma geometria realista do peito de frango. **Métodos:** O modelo matemático foi baseado nas equações da conservação da energia térmica e da massa, assumindo que o transporte de calor é exclusivamente condutivo e que o transporte de umidade segue a Lei de Fick. O sistema de equações diferenciais, juntamente com as condições iniciais e de contorno (radiação térmica, convecção de calor, evaporação e gotejamento) foram resolvidas numericamente pelo método dos elementos finitos no software COMSOL Multiphysics ®, v. 5.5. Para validar o modelo foram utilizados dados experimentais de temperatura e conteúdo de umidade de peito de frango (cortado na forma de blocos retangulares) e assado em forno elétrico com controle PID de temperatura. A perda de massa (umidade) foi medida usando uma célula de carga, enquanto a temperatura (Tc) foi monitorada com um termopar no centro geométrico da amostra, ambos conectados a um sistema de aquisição de dados. As medições foram realizadas em experimentos independentes, em triplicata. **Resultados:** O modelo foi validado, apresentando raiz do erro quadrático médio (RMSE) inferior a 2,70 ºC para a temperatura central (Tc) e 0,05 kg de água/kg, o que indica uma boa capacidade de predição em relação aos dados experimentais. Ao ser aplicado a um peito de frango (180g) obtido por fotogrametria, estimou-se a distribuição de temperatura e umidade ao longo do processo. Com isso, foi possível avaliar o tempo necessário para que o centro geométrico do frango atingisse a temperatura de segurança de 74 ºC, conforme preconizado pela ANVISA. Verificou-se que o tempo de assamento diminui com o aumento da temperatura do forno, passando de aproximadamente 17 minutos a 180 ºC para 11 minutos a 220 ºC. **Conclusão:** O modelo desenvolvido mostrou-se adequado para simular processos de cocção de peito de frango, sendo útil para estudos de caso, predição de parâmetros de qualidade e desenvolvimento de produtos e equipamentos.

**Palavras-chave:** Assamento; Transferência de calor e de massa; Modelagem matemática; Peito de frango; Fotogrametria.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# ESTUDO COMPARATIVO DE PROCESSOS DE SECAGEM DE BANANA POR DIFERENTES MÉTODOS: SECADOR CONVENCIONAL E MICRO-ONDAS

**Maria Paula Lopes dos Anjos[1]; Williany Gomes Leal[2]**

[1]Estudante do Curso de Bacharelado em Agroindústria- CCHSA – UFPB.
[2]Estudante do Curso de Bacharelado em Agroindústria- CCHSA – UFPB.

**Introdução** A secagem é uma das operações unitárias mais empregadas na indústria visando a conservação de alimentos. Este método consiste na redução do teor de água, aumentando, consequentemente, sua vida de prateleira. A banana (*Musa ssp*), fruta de elevado valor nutritivo, apresenta uma baixa vida de prateleira, dificultando sua comercialização *in natura*. Desse modo, o processo de secagem apresenta-se como alternativa para evitar desperdícios. **Objetivo** O presente trabalho tem como objetivo avaliar o melhor método de secagem, secador convencional ou micro-ondas, com potencial a ser utilizado na indústria com o intuito de minimizar o desperdício de alimentos. **Métodos** Para os métodos de secagem em secador convencional e micro-ondas, os frutos foram descascados e cortados em fatias de 5 mm. No método de secagem em secador de circulação de ar forçada, foi pesado aproximadamente 50g da amostra em triplicata e submetido a secagem à uma temperatura de 65 °C. As amostras foram pesadas em intervalos de 15, 30 e 60 minutos até peso constante. No método de secagem em micro-ondas foi utilizado a mesma quantidade de amostra, aproximadamente 50g. As amostras foram submetidas a desidratação utilizando duas potências diferentes, 20% e 10%, sendo pesadas em intervalos de 2 e 1 minutos até peso constante. **Resultados** As amostras submetidas a desidratação em secador de circulação de ar forçada e micro-ondas apresentavam inicialmente uma umidade de 68,18%, apresentando umidade final no secador de circulação de ar forçada de 66,66% e no micro-ondas, na potência de 30% uma umidade de 67,14% e na potência de 20% uma umidade de 59,92%. A secagem em secador de circulação de ar forçada, obteve peso constante após 12h. Já as amostras submetidas a desidratação em micro-ondas na potência de 20% e 10%, obtiveram peso constante em 35 e 105 minutos, respectivamente. Desse modo, podemos observar uma grande diferença no tempo de secagem dos diferentes métodos. **Conclusão**: Diante do exposto, podemos observar que o método de secagem em micro-ondas com uma potência de 20% apresenta um menor tempo de secagem, o que leva a ser considerado um grande potencial para utilização nas indústrias de alimento, levando em consideração um menor consumo de energia em virtude do tempo de utilização e a potência de 10% apresentou uma menor umidade final, podendo ser considerada sua utilização em casos em que é necessária uma menor umidade do alimento.

**Palavras-chave:** Desidratação; Secagem; Micro-ondas.

# AVALIAÇÃO DA SECAGEM DA POLPA DE JENIPAPO (*Genipa americana* L.) EM MICRO-ONDAS

**Williany Gomes Leal[1]; Maria Paula Lopes dos anjos[2]**

[1]Estudante do Curso de Bacharelado em Agroindústria- CCHSA – UFPB.
[2]Estudante do Curso de Bacharelado em Agroindústria- CCHSA – UFPB.

**Introdução** O Jenipapo (*Genipa americana* L.) apresenta grande potencial tecnológico para desenvolvimento de uma grande variedade de produtos, entretanto, apresenta uma grande perecibilidade, que pode influenciar em sua utilização. Desse modo, faz-se necessário a utilização de métodos de conservação que visem minimizar o desperdício e aumentar sua empregabilidade, atenuando as alterações em suas características físicas, físico-químicas e nutricionais. A secagem é uma tecnologia empregada na conservação dos alimentos oferece benefícios significativos, incluindo a extensão da vida útil do produto e a preservação de suas propriedades nutricionais e sensoriais. O forno micro-ondas vem apresentando resultados promissores na utilização para o processo de desidratação, apresentando como vantagens a redução do consumo de energia em virtude da redução significativa do tempo de secagem. **Objetivo** O presente trabalho teve por objetivo avaliar a secagem da polpa de Jenipapo utilizando o método de secagem por micro-ondas. **Métodos** Os frutos foram descascados e posteriormente foi separado a polpa das sementes. Foram pesadas duas amostras com aproximadamente 50g e submetidas a desidratação em forno micro-ondas em duas potências diferentes 20% e 30%, sendo pesadas em intervalos de 2 e 1 minutos até peso constante. **Resultados** As amostras submetidas à secagem tinham uma umidade inicial de 78,24%. Quando submetida a potência de 30%, a amostra conseguiu estabilizar o peso em 35 minutos, indicando que toda a água livre da amostra foi eliminada. Já com a potência de 20%, o tempo de estabilização foi de 41 minutos. A amostra submetida a potência de 30% apresentou uma coloração mais escura, indicando o processo de queima da amostra. Já a amostra submetida a potência de 20% apresentou coloração clara, característica do produto submetido à secagem. **Conclusão** As amostras submetidas a menor potência apresentaram um tempo maior de estabilização de peso, contudo, manteve melhores características do produto. Deste modo, é possível concluir que a utilização de menores potências é o mais indicado para utilização na secagem da polpa do Jenipapo.

**Palavras-chave:** Secagem; Micro-ondas; Jenipapo.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# MÉTODO KANBAN NA VALIDAÇÃO E CONTROLE DE PRODUTOS DO ESTOQUE DE ALIMENTOS EM UMA MATERNIDADE DE REFERÊNCIA NO MUNICÍPIO DE TERESINA-PI

**Ruthe Soares Pessoa dos Santos[1]; Daniel Resende Lima[2]; Fabíola Sheyenny dos Santos Bezerra[3]; Jussilene Alves Amorim[4]**

[1]Pós-graduanda em gestão hospitalar e auditoria em serviços de saúde pela Faculdade Estratego, Belém-Pará.
[2]Licenciatura em Ciências Biológicas Instituto Federal do Piauí - IFPI
[3]Master Of Business Administration em Unidades de Alimentação e Nutrição pelo instituto Nutrir, Teresina-Piauí.
[4]Mestranda em Alimentos e Nutrição pela Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina-Piauí.

**Introdução**: Em Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN) ocorre grande fluxo de produção de alimentos o que demanda extensos processos de planejamento, controle e estocagem dos gêneros alimentícios, em consequência disso, faz-se necessário a utilização de metodologias de fácil acesso para melhorar a qualidade do fluxo de produção. Uma alternativa a ser aplicada no controle de estoque é o método Kanban, caracterizado como uma metodologia ágil que permite fazer o acompanhamento de tarefas, podendo ser adotado por qualquer tipo de processo, por ser intuitivo, visual e adaptável a diferentes projetos. **Objetivo:** Padronizar tarefas executadas pelos colaboradores, a fim de garantir maior agilidade no processo de produção de alimentos utilizando o método Kanban. **Métodos:** Este estudo foi desenvolvido no estoque da UAN localizada na Nova Maternidade Dona Evangelina Rosa, em Teresina- Piauí. A ferramenta de controle, utilizada neste trabalho, trata-se do Kanban de movimentação (adaptado em cores laranja para os produtos que irão vencer no ano vigente e preto para os que irão vencer no mês atual). O Kanban, tem o intuito de controlar as entradas e saídas do estoque, onde as informações preenchidas nos *cards* são referentes exclusivamente a detalhes dos produtos e pedidos realizados, simbolizadas por cores distintas, mostrando a disponibilidade dos itens, para que o controle produtivo permaneça em dia. Na área de recebimento faz-se a verificação do lote e data de validade, na estocagem e saída do estoque é aplicado o método Kanban, incluindo confirmação dos produtos mais próximos a vencer. São usadas placas informativas, contendo a identificação do produto, lote e data de validade e por fim as cores informativas. **Resultados:** A partir da utilização desta ferramenta foi possível reduzir erros nas etapas do controle de estoque, a saber: a reposição dos insumos, o recebimento de produtos dentro do prazo de validade. Proporcionou ainda, um controle eficaz de itens existentes no estoque, incluindo produtos a vencer, além de possibilitar uma rotina padronizada e ágil através do monitoramento visual contínuo, permitindo uma fácil memorização e aplicação rápida, prática que não exige um conhecimento técnico aprofundado, ou seja, é um método acessível a todos os colaboradores. **Conclusão:** A utilização da metodologia Kanban no controle de estoque além de melhorar a eficiência na produção de alimentos, permitiu melhor acompanhamento visual na organização e distribuição dos alimentos, permitiu um reabastecimento dos insumos em datas adequadas possibilitando a utilização dos mesmos dentro do prazo de validade para que não haja desperdícios.

**Palavras-chave**: Método Kanban; Controle de Estoque; Gêneros Alimentícios.

# ANÁLISE DO DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS EM UMA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO LOCALIZADA EM UMA MATERNIDADE DE REFERÊNCIA NO MUNICÍPIO DE TERESINA-PI

**Fabíola Sheyenny dos Santos Bezerra[1]; Ruthe Soares Pessoa dos Santos[2]; Laís Ribeiro de Oliveira[3]; Jussilene Alves Amorim[4]**

[1]*Master Of Business Administration* em Unidades de Alimentação e Nutrição pelo instituto Nutrir, Teresina-Piauí.
[2]Pós-graduanda em gestão hospitalar e auditoria em serviços de saúde pela Faculdade Estratego, Belém-Pará.
[3]Especialização em nutrição clínica, esportiva, estética e prescrição de fitoterápicos pelo Instituto de Pós-graduação e graduação – IPOG, Teresina-Piauí.
[4]Mestranda em Alimentos e Nutrição pela Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina-Piauí.

**Introdução**: Em 2022, do total de alimentos desperdiçados em todo o mundo, 60% aconteceram no âmbito doméstico, com os serviços de alimentação responsáveis por 28%. Em contrapartida, no ano de 2018 identificam-se 821 milhões de pessoas que sofreram privações de alimentos, sendo que 5 milhões residiam no Brasil. Nesse sentido, torna-se extremamente relevante controlar o desperdício de alimentos em uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN), tendo em vista que o Brasil é um país onde a fome e a miséria são considerados problemas de saúde pública. **Objetivo:** Avaliar o desperdício de alimentos em uma UAN hospitalar por meio do cálculo do resto ingesta. **Métodos**: **Este estudo foi desenvolvido no refeitório da UAN localizada na Nova Maternidade Dona Evangelina Rosa, em Teresina- Piauí. O** cardápio é composto por duas opções de proteínas, duas opções de saladas, arroz, feijão e guarnição. Foram realizadas cinco amostragens dos restos alimentares durante cinco dias da semana, os alimentos foram pesados em balança digital Welmy, modelo W-300, série -20884 com carga máxima de 300 kg e para calcular o desperdício, utilizou-se a fórmula: % de resto-ingesta = peso do resto x 100 / peso da refeição distribuída. **Resultados:** Os valores de cada amostra corresponderam a 12.0, 8.5, 11.9, 9.52 e 10.3%, segundo esses valores, o resto manteve-se regular, uma vez que a literatura aponta que para coletividades sadias deve-se estipular um valor de 10-15%. Vale salientar que o porcionamento é realizado pelos funcionários da UAN, exceto o arroz, que é servido pelo comensal. Existem comensais que solicitam e/ou colocam comida a mais no prato, este fato pode ter relação com a falta de conscientização, os maiores índices de rejeição associam-se as preparações com maior quantidade de ossos, como por exemplo arroz de costela, bisteca bovina e cozido de costela, e se tratando dessas preparações é inviável a retirada dos ossos, pois descaracteriza a composição do prato. No que diz respeito aos dias com percentual abaixo de 10% estão correlacionadas as preparações sem ossos, como: batido, lasanha e escondidinho. Vale ressaltar que valores de resto ingesta podem variar de acordo com uma série de acontecimentos, incluindo: cardápio escolhido, tipo de preparo, preferências da clientela e outros. **Conclusão:** Conclui-se que o desperdício de alimentos nesta UAN é regular, entretanto, é necessário a implantação diária de conscientização contra o desperdício de alimentos, a fim de garantir de forma continuada um percentual de resto ingesta dentro dos valores recomendados.
**Palavras-chave**: Resto-Ingesta; Segurança Alimentar; Desperdício de Alimentos.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# AVALIAÇÃO DOS EGRESSOS APÓS A CONCLUSÃO DO CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS UFV- *Campus* RIO PARANAÍBA

**Vanessa Caroline de Oliveira[1]; Manoella de Moura Gea[2]; Fabrícia Queiroz Mendes[3]; Érica Nascif Rufino Vieira[4]; Isadora Rebouças Nolasco de Oliveira[5]**

[1]Estudante do Curso de Doutorado - PPGCTA- UFV
[2]Graduada em Ciência e Tecnologia de Alimentos UFV – *Campus* Rio Paranaíba
[3]Docente no Departamento de Ciências Agrárias UFV – *Campus* Rio Paranaíba
[4]Docente no Departamento de Alimentos UFV
[5]Docente na Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos – UFCG *Campus* Pombal.

**Introdução**: O curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos (CTA) tem como objetivo formar profissionais especialistas nos mais amplos aspectos dos alimentos e o programa de graduação em CTA da Universidade Federal de Viçosa - *Campus* Rio Paranaíba prepara os alunos para enfrentar os desafios do setor alimentício. Tendo em vista sua importância, é crucial traçar o perfil do profissional egresso alinhando com as necessidades do mercado e no desenvolvimento de carreiras. **Objetivos**: Objetivou-se analisar a avaliação dos egressos após a conclusão do curso CTA. **Metodologia**: Foi elaborado um questionário com 45 perguntas dividido em seções. Em uma seção no questionário visava avaliar alguns aspectos referentes a percepção dos egressos em relação ao benefício de realizar o curso de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, verificar a relação deles com a universidade, a continuidade da vida acadêmica e a contribuição da graduação para a inserção dos mesmos no mercado de trabalho. Foi aplicado em plataforma online de formulários do Google. A pesquisa foi apreciada pelo Comitê de Ética para Seres humanos da UFV (CEP-UFV) e aprovada sob o número de registro: 25775119.7.0000.5153. **Resultados**: Com um total de 53 respondentes, a respeito da manutenção de vínculo com a universidade após a formação (67,9%) declararam não manter qualquer vínculo com a universidade após concluir o curso. Dos egressos que mantiveram vínculo com a universidade, 20,8% manteve vínculo por meio da participação em eventos promovidos pela UFV, e 11,3% mantiveram o vínculo por meio da realização de pós-graduação na universidade. A maioria dos egressos entrevistados (62,2%) declararam ter cursado, ou estar cursando pós-graduação, 24,5% revelaram desejo de cursar a pós-graduação e apenas 13,2% revelaram não ter nenhum desejo de cursar uma pós-graduação. Em relação a inserção no mercado de trabalho, 70¨% dos egressos também concorda que a graduação aumentou as chances de inserção profissional, porém não estão satisfeitos com a ascensão social (55%) e os salários (47%). Sobre a contribuição do curso para a melhoria da qualidade de vida 86,6% afirmou que melhorou após a conclusão do curso. **Conclusão**: Conclui-se que o questionário foi eficaz em captar a visão dos egressos em relação a vários aspectos relevantes, permitindo traçar um perfil detalhado do profissional Cientista de Alimentos formado pela UFV-CRP.

**Palavras-chave:** Ascenção social; qualidade de vida; perfil profissional; satisfação profissional.

# DIÓXIDO DE SILÍCIO EM EMBALAGENS ALIMENTÍCIAS: ESTUDO DA DIGESTÃO GASTROINTESTINAL E BIOACESSIBILIDADE POTENCIAL

**Maryana Melo Frota[1]; Luana Carvalho da Silva[2]; Vitória Souza Marques[3]; Patrícia Monteiro Evangelista[4]; Lívia de Sousa da Cunha[5]; Maria do Socorro Rocha Bastos[6]; Lucicléia Barros de Vasconcelos[7]**

[1]Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PPGCTA – UFC
[2]Doutora em Biotecnologia - Renorbio – UECE
[3]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCA – UFC
[4]Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos - PPGCA – UNICAMP
[5]Estudante do Curso de Engenharia Química - CT – UFC
[6]Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical – EMBRAPA
[7]Docente do Depto de Engenharia de Alimentos – CCA – UFC

**Resumo**

**Introdução**: As propriedades químicas e físicas do dióxido de silício ($SiO_2$) possibilitam sua aplicação em uma ampla gama de produtos. Na indústria alimentícia, sua utilização mais significativa tem sido como aditivo em produtos em pó. No entanto, o $SiO_2$ apresenta características multifuncionais que favorecem seu uso no desenvolvimento de compósitos poliméricos para embalagens de alimentos. Apesar disso, o conhecimento limitado sobre as interações físico-químicas com outros componentes alimentares e a controvérsia em torno da toxicidade do silício inorgânico restringem sua aplicação em contato direto com os alimentos. **Objetivo:** Portanto, o objetivo deste trabalho se limitou em avaliar a digestão gastrointestinal in vitro, seguida de determinação de bioacessibilidade do $SiO_2$ solúvel presente em um revestimento a ser aplicado em embalagens para alimentos. **Métodos**: Para isso, foi desenvolvido um revestimento nanocompósito composto por 3% (m/v) de cera de abelha e 27% (m/m) de nanofibrilas de celulose bacteriana funcionalizadas com $SiO_2$ (2% m/m) (BW/Bcn-$SiO_2$). O revestimento foi analisado por meio de um modelo de digestão estática in vitro em dois estágios: fluido gástrico simulado contendo pepsina e fluido intestinal simulado com sais biliares e pancreatina. A bioacessibilidade do material digerido foi avaliada, e o $SiO_2$ digerido e biodisponível, assim como o $SiO_2$ total presente no BW/Bcn-$SiO_2$, foram quantificados por espectrofotometria. **Resultados**: O revestimento BW/Bcn-$SiO_2$ apresentou 13% de silício solúvel, com uma quantidade considerável de $SiO_2$ digerido na fase gástrica (36%). No entanto, apenas cerca de 19% do material foi transportado para a fase intestinal simulada. Este resultado indica que o silício não está biodisponível para participar de processos de síntese no organismo, uma vez que os valores de bioacessibilidade não puderam ser quantificados. **Conclusão**: Este estudo forneceu informações relevantes sobre o processo de digestão gastrointestinal e a bioacessibilidade do silício inorgânico, abrindo caminho para futuras pesquisas sobre a incorporação desse revestimento em embalagens alimentares. Contudo, são necessários estudos adicionais sobre migração de compostos e toxicidade crônica para complementar esses resultados.

**Palavras-chave:** Dióxido de silício; Digestão in vitro; Embalagens de alimentos

# GRAU DE PROCESSAMENTO DOS ALIMENTOS CONSUMIDOS POR MULHERES COM DOENÇA DE CROHN

**Michelly da Silva Pinheiro[1]; Vitória Ribeiro Mendes[1]; Mayara Storel Beserra de Moura[2]; Crislane de Moura Costa[1]; Regina Márcia Soares Cavalcante[3]; Poliana Cristina de Almeida Fonseca Viola[3]; Marcos Antônio Pereira dos Santos[4]; Nadir do Nascimento Nogueira[3]**

[1]Estudante de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição – CCS – UFPI.
[2]Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição – CCS – UFPI.
[3]Docente/pesquisadora do Depto de Nutrição – CCS – UFPI.
[4]Docente/pesquisador do Depto de Biofísica e Fisiologia – CCS – UFPI.

**Introdução**: Alimentos minimamente processados (MP) são aqueles in natura (IN), submetidos a técnicas de processamento mínimo, enquanto, ingredientes culinários processados (IP) são substâncias extraídas de alimentos. Os alimentos processados têm adição de sal, açúcar ou outras substâncias, e os ultraprocessados (UP) são formulações industriais que têm pouco ou nenhum alimento. Uma dieta rica em UP tende a ser pobre em fibras, vitaminas e minerais, o que pode provocar irritação na mucosa intestinal, agravando a doença de Crohn (DC), uma doença crônica caracterizada por lesões salteadas, que podem afetar todo o trato digestivo, e se apresentar nas fases ativa e remissão, sendo a terapêutica nutricional parte fundamental do tratamento. **Objetivo**: Avaliar a qualidade da dieta de mulheres com DC quanto ao consumo de alimentos processados. **Métodos**: Estudo transversal, descritivo, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do HU/UFPI, com amostra inicial de dez mulheres com DC, com idade entre 21 a 53 anos, atendidas no ambulatório do HU/UFPI. O consumo de alimentos foi investigado por meio da realização de dois Recordatórios Alimentar de 24 horas (R24h), sendo um destes durante a semana e outro do final de semana. Em planilha do software Excel® - versão 2021 foram tabulados dois recordatórios de cada uma das cinco pacientes. Para a análise por alimentos que foram classificados de acordo com o grau de processamento, seguindo o Guia Alimentar para a população Brasileira, utilizou-se três tabelas de composição nutricional: a Tabela de alimentos da Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 – IBGE; Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO; Tabela de composição de alimentos: Suporte para decisão nutricional (Tabela Tucunduva) e Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TBCA. Na ausência do alimento nas tabelas, recorreu-se ao rótulo do produto. Os resultados descritivos foram apresentados em média ± erro padrão da média. **Resultados**: Foram avaliadas cinco pacientes, com média de idade de 39 ± 6,0 anos. O consumo médio de energia encontrado foi de 1914,4 ± 398,3 kcal/dia (1660,8 ± 279,3 gramas/dia), sendo 1461,3 ± 261,3 kcal (81,3%) provenientes de alimentos IN ou MP e IP; 105,3 ± 87,7 kcal (4%) de alimentos processados e 477,4 ± 241,3 kcal de UP (14,7%). A predominância de alimentos menos processados pode ser justificada pelo acompanhamento nutricional no ambulatório. **Conclusão**: O predomínio do consumo de alimentos IN ou MP e IP sugere tendência para uma alimentação saudável, indicando, ainda, adesão à terapêutica nutricional para o controle da DC.

**Palavras-chave:** Alimentos Minimamente Processados; Alimento Processado; Doença de Crohn; Ingestão de Alimentos.

# LISTA DE VERIFICAÇÃO E SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE COMO FERRAMENTAS DE MELHORIA EM UMA INDÚSTRIA DE SALGADOS LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

**Bruna Luiza Barreto de Oliveira; Leonardo Emanuel de Oliveira Costa; Iracema Maria de Carvalho da Hora**

**Introdução**: A globalização do comércio alimentar impõe desafios significativos para assegurar a qualidade e segurança dos alimentos ao longo de toda a cadeia de abastecimento. A implementação de um Sistema de Gestão de Segurança de Alimentos (SGSA) é importante para o cumprimento dos requisitos regulamentares, reduzindo riscos financeiros e danos aos produtos. **Objetivos:** O presente trabalho teve como objetivo realizar o diagnóstico das Boas Práticas de Fabricação em uma indústria de alimentos congelados de pequeno porte no município do Rio de Janeiro. **Métodos**: A indústria tem produção média de 800 mil salgados por mês realizada através de maquinário automatizado. Para diagnóstico da empresa foi aplicada a metodologia de pesquisa descritiva sistemática, desenvolvida a partir de um estudo de caso, através de visitas técnicas quinzenais por meio de observação visual baseadas na lista de verificação da Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 275 adaptada, onde foram excluídos os itens que não se aplicavam a unidade. Foram avaliadas também as reclamações de clientes recebidas pelo Serviço de Atendimento ao Cliente (SAC) da empresa, classificadas como não conformidades, divididas por mês no período de março de 2022 a fevereiro de 2024. Após a avaliação dos dados do SAC da empresa, foi realizada a média por mês dos anos contemplados. Foram categorizadas em contaminação física, contaminação microbiológica, produto descongelado, embalagem/rotulagem, falha na padronização, fritura/assamento, sabor/receita. **Resultados**: Como resultado da aplicação da lista de verificação observou-se que o item 4 -Produção e transporte do alimento, apresentou o menor índice de adequação na avaliação com média de 47,13% (14). Os subitens 4.2 Fluxo de produção e 4.4 -Controle de qualidade do produto apresentaram respectivamente os menores índices com média de 25% (1) e média de 0% (0) de adequação. Observou-se que os períodos de maior incidência de reclamação de clientes foram os meses de julho onde o chefe de cozinha tem seu período de férias e dezembro e janeiro onde ocorre a maior demanda de produção. A reclamação com maior incidência foi relacionada ao sabor/receita com 43% (47). **Conclusão:** Diante do exposto o diagnóstico revelou falhas significativas nas Boas Práticas de Fabricação, especialmente no fluxo de produção e controle de qualidade, com índices de adequação baixos. As reclamações dos clientes aumentaram em períodos críticos, como férias e alta demanda, com foco no sabor/receita. Esses resultados destacam a necessidade de implantação urgente de um SGSA para garantir a qualidade, segurança dos produtos e satisfação dos clientes.

**Palavras-chave**: gestão da segurança de alimentos; boas práticas; salgados, lista de verificação.

.

# PESQUISA DE MERCADO E PERFIL DO CONSUMIDOR DE BEBIDA LÁCTEA ZERO LACTOSE

**Gabriel Henrique da Silva Lira[1]; Brunna Fernanda Zahlouth Ferreira[1]; Daniela de Lima Souza[1]; Emelly Cardoso Pereira[1]; Kelly Cristiane Amaro Miranda[1]; Sabrina Alves da Silva[2]; Rafaela Cristina Barata Alves[2].**

[1]Discente do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos - ISPA – UFRA/Campus Belém
[2]Docente/pesquisador do Instituto de Saúde e Produção Animal – ISPA – UFRA.

**Introdução:** As indústrias têm se atentado cada vez mais na produção de alimentos zero lactose focando na diversificação desses produtos. Um exemplo são as bebidas lácteas zero lactose que possibilitam fortalecimento da imunidade, por se tratar de um produto que auxilia na digestibilidade, e ter um mercado consumidor em amplo crescimento e mais exigente quanto à qualidade e sabores. **Objetivo(s):** Coletar informações sobre o conhecimento dos consumidores sobre um produto zero lactose com indicação de funcionalidade disponível no mercado. **Métodos:** As informações foram coletadas mediante formulário do "Google Forms" utilizando divulgação em redes sociais. O formulário continha 16 perguntas sobre idade, gênero, escolaridade, frequência do uso de suplementos, intolerância à lactose e hábitos de consumo de bebidas lácteas zero lactose, e perguntas sobre o do conhecimento quanto a funcionalidade da bebida láctea. **Resultados:** Foram coletadas um total de 125 respostas, das quais o perfil predominante dos participantes era do gênero feminino, representando 68 %. Para a faixa etária, 69,6 % apresentaram idade entre 18 e 29 anos e 74 % não utilizavam vitaminas ou proteínas como suplemento alimentar. Foi identificado que 40 % dos participantes consideravam produtos zero lactose muito importantes para a saúde e consumiam bebidas lácteas; 76 % não possuíam intolerância à lactose e 74 % não conheciam a bebida láctea zero lactose utilizada no estudo. Essa informação relaciona com o fato de, por não possuírem intolerância à lactose, os consumidores acreditam que esses produtos são apenas voltados para os intolerantes, não entendendo seus benefícios de consumo, como a melhoria da digestibilidade. Ainda nesse sentido, 41 % dos participantes não sabiam que a bebida láctea zero lactose pode fortalecer a imunidade, por possuir beta-glucanas de levedura, e 49 % desconhecem que é um alimento zero glúten e açúcar. Outro dado importante é que 44 % estariam dispostos a pagar somente R$ 3,00 a R$ 4,90 por uma bebida zero lactose, valor abaixo do preço de mercado. Tal questão pode estar relacionada ao poder aquisitivo da população do estudo, como também o desconhecimento dos benefícios da bebida. Apenas 36 % dos participantes recomendam a bebida láctea zero lactose, um percentual consideravelmente baixo. **Conclusão:** Conclui-se que a maior parte dos participantes da pesquisa reconhecem a importância da bebida láctea zero lactose, porém não possuem conhecimento em relação aos benefícios do produto para a saúde na questão funcionalidade. Uma medida de corretiva para ampliar o conhecimento da população consiste na divulgação sobre as funcionalidades das bebidas lácteas zero lactose.
Palavras-chave: alimentos zero lactose; estudo com consumidores; alimentos especiais; intolerância à lactose; alimentos funcionais.

# ANÁLISE DE RÓTULOS DE CAMARÕES COMERCIALIZADOS EM SUPERMERCADOS

**Maria Larissa Gomes Rodrigues[1]; Maria Laureana Aparecida Silva do Nascimento[1]; Valclécia de Siqueira Silva[1]; David de Sousa Ferreira[1]; José Igor Pereira da Silva[1]; Felipe Costa de Souza[1]; Mirla Dayanny Pinto Farias[2]**

1Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos- Eixo Produção Alimentícia – IFCE- campus Sobral.
2 Docente/pesquisadora do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos- Eixo Produção Alimentícia – IFCE- campus Sobral.

**Introdução**: O camarão *Litopenaeus vannamei* é uma das espécies cultivadas e comercializadas em muitos países. No Brasil, a carcinicultura, que nada mais é do que a produção de camarão em cativeiro, se destaca devido a sua expansão considerável. No Nordeste, este resultado se expressa em números chegando aos 99,71% da produção nacional, por possuir condições ideais para tal produção, com concentração maior no estado do Ceará, com até 43% da produção (Ximenes; Vidal, 2023), consequentemente essa expansão é vista nos supermercados com os produtos industrializados que estão disponíveis para o consumidor. **Objetivo:** Analisar os rótulos das embalagens de camarões beneficiados industrializados e comercializados, comparando-os com a legislação vigente. **Métodos**: A pesquisa dos produtos foi realizada na cidade de Sobral-CE, em um supermercado do tipo atacado e varejo, onde os produtos escolhidos foram Camarão pré-cozido, Camarão cinza descascado cozido congelado e Camarão cinza sem cabeça cozido congelado. Uma lista de verificação foi construída a partir da Portaria n° 240, de 23 de julho de 2021 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA, que dispõe sobre as premissas para os produtos de origem animal embalados. A lista continha as opções de Sim (continha o item avaliado), Não (não continha o item avaliado) e NA (não se aplica) e era composta pelos seguintes itens: Denominação do produto, Marca do produto, Lote, Local de Fabricação, Carimbo do órgão de inspeção, Cuidados para conservação, Formas de descongelamento, Informações nutricionais, Ingredientes e Aditivos, Serviço de atendimento, Conteúdos líquidos. Os resultados obtidos foram analisados e discutidos para encontrar possíveis falhas de rotulagem por parte das empresas que industrializaram os camarões. **Resultados e Conclusão**: Dos três produtos escolhidos, aproximadamente 33,3% obtiveram resultados insatisfatórios em relação ao que se exige a legislação. Os pontos em desconformidade foram: Lote, Local de Fabricação, Carimbo do órgão de inspeção, Cuidados para conservação, Formas de descongelamento, Aditivos (para camarão seria o metabissulfito de sódio) e Serviço de Atendimento. Diante disto, as empresas que beneficiam estes produtos industrializados devem se adequar para dá todas as informações previstas em lei devam estar nos rótulos. Essa é uma política pública que deve ser implantada para dá rastreabilidade e qualidade aos produtos e consequentemente seguridade aos consumidores.

**Palavras-chave:** Verificação; Carcinicultura; Rotulagem; Consumidor.

# AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO DOS MANIPULADORES DE PIZZAS SOBRE AS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CODÓ/MA

**Carlyanne do Nascimento Costa Ramos[1]; Manoel Filho Alves Teixeira[2]; Lívia Oliveira da Silva Bonfim[3] ;Eva Michelly Carvalho Santana Nobre[4] Robson Alves da Silva [5] ; Thaís Silva da Rocha [6] ; Jefferson Messias Borges [7]**

[1] Discente da Pós Graduação em Alimentos e Nutrição- PPGAN – UFPI.
[2] Discente do Curso de Tecnologia de Alimentos- IFMA- Campus Codó.
[3]Docente do Curso de Tecnologia de Alimentos- IFMA- Campus Codó.
[4]Docente do Curso de Tecnologia de Alimentos- IFPI- Teresina Central.

**Introdução:** A manipulação inadequada de alimentos como a pizza tem originado casos de doenças transmitidas por alimentos. Os manipuladores têm um papel importante na prevenção das DTAs, sendo de fundamental importância o oferecimento de treinamentos específicos, para que estas pessoas possam se qualificar nas atividades que vão exercer. **Objetivo**: Diagnosticar o nível de conhecimento, sobre as Boas Práticas de Fabricação, dos manipuladores de pizzas do município de Codó/MA. **Métodos**: Para a realização da pesquisa foi elaborado um único questionário com 21 perguntas abertas e fechadas, dividido em duas partes, aplicado a 08 (oito) manipuladores de pizzas entrevistados. A primeira parte do questionário caracterizava socioeconomicamente o manipulador, e foi composta por 06 (seis) perguntas relacionadas ao sexo, faixa etária, escolaridade, realização de cursos na área em que atua e tempo de trabalho na área de alimentos; a segunda parte avaliou os conhecimentos dos manipuladores em Boas Práticas de Fabricação e foi composta por 15 (quinze) perguntas, elaboradas de acordo com a RDC nº 216/2004. **Resultados**: Os resultados demonstraram que a maioria dos manipuladores tinha entre 36 e 55 anos, metade dos entrevistados tinha ao menos o ensino médio completo e 62,5%, já tinham participado de algum curso profissionalizante na área de pizzas. Com relação aos conhecimentos em Boas Práticas de Fabricação (BPF's), quase todos os entrevistados (87,5%) relataram que as conheciam. Em relação à prática da lavagem das mãos, todos afirmaram ser importante "após tocar em boca, olhos e nariz", "após tocar em dinheiro" e "após o uso do sanitário", mas 1 dos entrevistados não a considerou importante "após iniciar o trabalho", "após jogar o lixo fora" e a "cada troca de atividade". Quanto à importância do uso na paramentação, todos relataram que era importante o uso da touca, calçado fechado/bota e luvas, 1 não considerou importante o uso da calça, jaleco ou avental e 2 não consideraram importante o uso da máscara. Os entrevistados demonstraram nunca ter ouvido falar em micro-organismos como *E. coli* e *Clostridium*, somente 1 ouviu falar no *S. aureus* e 4 ouviram falar em *Salmonella*. Sobre o termo "contaminação cruzada", 37,5% dos manipuladores responderam que conheciam o termo, enquanto 62,5% dos manipuladores responderam que não. **Conclusão**: Diante da pesquisa desenvolvida, concluiu-se que os manipuladores das pizzarias têm um bom conhecimento sobre as Boas Práticas de Fabricação, mas é preciso que se realizem capacitações constantes e fiscalização do cumprimento dessas ações corretas, na rotina dos funcionários.

**Palavras-chave:** Alimentos; Diagnóstico; Boas Práticas.

# GESTÃO EFICIENTE DE SOBRAS EM *SELF-SERVICE*

Ana Beatriz Lima Sousa[1]; Evelyn Soares Ferreira[2]; Gisela Matos Lima[2]; Larissa Vieira de Lima Tersi[3]; Mayra Horácio de Araújo[4]

[1]Nutricionista e Pós-graduanda em Vigilância Sanitária de Alimentos - CCS – UECE.
[2]Graduanda em Engenharia de Alimentos- CCA – UFC.
[3]Engenheira de Alimentos e Mestre em Ciências e Tecnologia dos Alimentos – CCA – UFC.
[4]Engenheira de Alimentos e Especialista em Segurança Alimentar e Nutricional - IDR - UNILAB.

**Introdução:** Este trabalho apresenta um estudo sobre a análise das sobras das comidas do *self-service*, com o intuito de analisar os desperdícios diários. Para isso foram utilizadas planilhas para registrar as quantidades de sobras sujas e limpas. **Objetivo:** Quantificar e analisar as sobras de alimentos do *self-service*, identificando causas e propondo ações para reduzir desperdícios e perdas financeiras. **Métodos:** Uma planilha foi desenvolvida para preenchimento diário, com intuito da coleta de dados quantitativos de proteínas, guarnições e saladas. A coleta de dados ocorreu durante três meses, com a análise focada em 12 dias selecionados, considerando dias de maior e menor fluxo de vendas. A porcentagem de sobras foi calculada pela equação: %Sobras = (Total de sobras em kg x 100) / Total de comida produzida em kg, comparada ao limite aceitável de 3% (Vaz, 2006). **Resultados:** As porcentagens de sobras variaram entre 5,7% e 16,8%, ficando acima do valor aceitável de 3%. Nos 12 dias analisados, o estabelecimento perdeu R$7.102,83, com uma média diária de R$591,90, devido ao alto índice de sobras. **Conclusão:** As elevadas sobras podem ser atreladas a falhas no planejamento das preparações, variações na quantidade produzida, preferências alimentares, treinamento inadequado dos funcionários e baixa aceitação dos pratos, além de uma apresentação ineficaz dos alimentos. As perdas financeiras indicam a necessidade de ajustes na produção para reduzir desperdícios e otimizar o faturamento.

**Palavras-chave:** desperdício; *self-service*; alimentos; sobras; planejamento.

# DIAGNÓSTICO DA ROTULAGEM DE DIFERENTES MARCAS DO PÃO DE FORMA INTEGRAL

**Francisca Emilly Souza Lins[1]; Luiz Antônio da Silva Fernandes[2]; Bruno Fonsêca Feitosa[3]; Emanuel Neto Alves de Oliveira[3]; João Vitor Fonseca Feitoza[4]**

[1]Estudante do Curso Técnico em Alimentos – IFRN, *campus* Pau dos Ferros/RN.
[2]Técnico em Alimentos – IFRN, *campus* Pau dos Ferros/RN.
[3]Docentes do Curso Técnico em Alimentos – IFRN, *campus* Pau dos Ferros/RN.
[4]Doutorando em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFC, *campus* Fortaleza/CE.

**Introdução:** Entre os variados processos cuja farinha de trigo é submetida, destaca-se a fabricação do pão integral. Este utiliza ingredientes integrais e pedaços de cereais em sua composição, contribuindo para uma maior concentração de micronutrientes. Para a comercialização, requerem-se informações nutricionais e outras distribuições obrigatórios na rotulagem desse produto alimentício, visando o fácil entendimento e discernimento para compra pela população. **Objetivo:** Avaliar, consoante as legislações vigentes, a rotulagem de pães integrais de diferentes marcas comercializados na cidade de Sousa, PB, Brasil. **Métodos:** O presente estudo fundamentou-se na observação das Resoluções de Diretoria Colegiada (RDC) nº 727/2022, RDC nº 429/2020, Instrução Normativa nº 75/2020 e Lei nº 10.674/2003. Foi realizado em um mercado local situado em Sousa (PB, Brasil), reunindo cinco marcas diferentes de pão de forma integral. Estas foram codificadas de A à E. A rotulagem dos produtos foi examinada sob dois aspectos: informações nutricionais e outras distribuições obrigatórias nos rótulos. **Resultados**: Ao considerar os parâmetros nutricionais, verificou-se que 100% das marcas informaram a porção, valor energético, teores de carboidratos, proteínas, fibras, sódio, gorduras totais, saturadas e *trans*. No entanto, quanto ao colesterol, nenhuma das marcas apresentou valores, estando inadequadas em relação a legislação. A marca C procedeu corretamente ao atribuir zero para gorduras saturadas, bem como todas as marcas no parâmetro gorduras *trans*. Nas demais distribuições obrigatórias, 100% dos rótulos continham denominação de venda, lista de ingredientes, identificação da origem e lote, prazo de validade, nome do país de origem e ausência de glúten. A data de fabricação e a orientação para conservação do alimento não constaram em todos os rótulos. Assim, 75% das marcas estavam conformes com as normas estabelecidas. **Conclusão:** Infere-se que 90% das amostras estavam de acordo com a legislação correspondente às informações nutricionais. Quanto aos fatores que apresentaram inconformidades, compreende-se a necessidade de intervenções por parte dos órgãos fiscalizadores, como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Ministério da Agricultura (MAPA).

**Palavras-chave:** legislação; produtos de cereais; rótulo.

# VERIFICAÇÃO DOS TEORES DE CREATINA E CAFEÍNA EM SUPLEMENTOS PARA ATLETAS POR MEIO DA ROTULAGEM

**Nágylla Maria Alves Canuto[1]; Paulo Víctor de Lima Sousa[2]; Maria Christina Sanches Muratori[3]**

[1]Estudante do Curso de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição a nível de Mestrado-PPGAN – UFPI.
[2]Docente do curso de Nutrição – UniFacid Wyden.
[3]Docente/pesquisadora do Depto de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição – PPGAN – UFPI.

**Introdução**: Os suplementos são indicados para indivíduos que querem complementar as necessidades nutricionais, quando não conseguem atingir as recomendações pela dieta, além disso, a insatisfação com o corpo faz com que as pessoas busquem, cada vez mais, pelo corpo perfeito. Contudo, cuidados devem ser observados na prescrição de suplementos, já que atualmente, o uso errôneo de suplementos vem crescendo cada vez mais pelos atletas e praticantes de exercício físico. Um dos fatores que colaboram para o uso exacerbado da suplementação é, na maioria das vezes, a má interpretação dos rótulos, que devem mostrar com clareza as informações nutricionais corretas e específicas referentes ao produto usado, conforme que é preconizado na legislação vigente. **Objetivo(s)**: Verificar os teores de creatina e cafeína em suplementos para atletas por meio da rotulagem. **Métodos**: A pesquisa é de caráter quantitativo, exploratório e descritivo que analisou os suplementos a base de creatina e cafeína de diversas marcas. As amostras de suplementos foram coletadas por conveniência, de forma não-probabilística, de acordo com a disponibilidade nas lojas no município de Teresina-PI, por meio do registro fotográfico dos rótulos. A verificação do teor de cafeína e creatina na rotulagem dos suplementos foi realizada através de um checklist elaborado com base na resolução nº 243 de 26 de julho de 2018, com os seguintes requisitos: Requisitos da rotulagem; Itens obrigatórios; Requisitos da rotulagem nutricional; Itens não permitidos e para a análise dos dados, utilizou-se o programa Microsoft Excel, e os dados apresentados na forma de frequência e percentual, bem como expressos em forma de gráficos e tabela. **Resultados:** Em relação aos requisitos da rotulagem, foi possível observar que pouco mais de 30% dos rótulos consultados estavam em conformidade com a legislação vigente, no entanto, quando observa-se os itens não permitidos chega-se a um percentual maior que 90%. Na análise dos itens obrigatórios, somente um item conseguiu atingir um percentual maior que 40% de adequação. Também é importante destacar que dos itens obrigatórios quatro dos sete requisitos avaliados aparecem com percentual superior a 80% de inadequação com relação ao que preconiza a legislação citada, demonstrando inconformidade desses produtos. **Conclusão**: Diante dos resultados obtidos na pesquisa, é possível concluir a presença de elevadas irregularidades na rotulagem de suplementos de cafeína e creatina, frente às legislações vigentes. Com isso, demonstra a necessidade de ações efetivas por parte dos órgãos reguladores, com fiscalização contínua e rigorosa dos rótulos.

**Palavras-chave**: Rotulagem; Suplementos; Atletas.

# MEDIDAS E PROTOCOLOS PARA A SEGURANÇA SANITÁRIA, DURANTE A COVID-19: ESTUDO EM RESTAURANTES COMERCIAIS, EM SALVADOR-BA

**Juçara Alvarindo Brito Soledade[1]; Daniel dos Santos Regis Silva[2]; Diana Campos Brandão[3]; Eduarda Santos Fernandes[4]; Jéssica Nascimento Palmeira Nogueira[5]; Ryzia de Cassia Vieira Cardoso[6]**

[1]Estudante do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde – PPGANS-UFBA.
[2]Estudante do Curso de Graduação em Nutrição – Escola de Nutrição - ENUFBA- UFBA.
[3]Estudante do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde - PPGANS-UFBA.
[4]Estudante do Curso de Graduação em Nutrição – Escola de Nutrição - ENUFBA-UFBA.
[5]Estudante do Curso de Graduação em Nutrição - Escola de Nutrição - ENUFBA-UFBA.
[6]Docente/Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde – PPGANS-UFBA.

**Introdução:** Em todo o mundo, os serviços de alimentação experienciaram muitos desafios, nos últimos anos, em razão da emergência da COVID-19. Nesse cenário, ao mesmo tempo em que órgãos internacionais e agências brasileiras adotaram normas e diretrizes para o enfrentamento da pandemia, o gerenciamento sanitário em restaurantes se tornou uma atividade complexa e árdua, pelo desconhecimento da doença, pelos *lockdowns* e restrições estabelecidas e pela evolução das regulamentações, *pari passu* aos avanços do conhecimento científico. **Objetivo(s):** Analisar a adoção de medidas e protocolos de adequação sanitária, em restaurantes comerciais de um Distrito Sanitário (DS) de Salvador - Bahia, durante a pandemia da COVID-19, observando requisitos vigentes à época. **Métodos:** Este estudo integra o projeto "Restaurantes comerciais e pandemia da COVID-19: repercussões e desafios para a adequação sanitária", aprovado pelo Comitê de Ética da Escola de Nutrição - UFBA. Trata-se de estudo descritivo, transversal, conduzido junto a uma amostra estratificada proporcional, obtida a partir de cadastro dos estabelecimentos produtores de refeições, disponibilizado pelo DS do Centro Histórico – Vigilância Sanitária de Salvador (VISA), Bahia - Secretaria Municipal da Saúde. **Resultados:** De 28 restaurantes investigados, observou-se que a modalidade de serviço predominante foi a *la carte/buffet* (50%) e que a maioria (59,3%) possuía responsável técnico da área de alimentos. Para o conjunto, 42,9% haviam sido visitados e notificados pela VISA, no período pandêmico, por não conformidades, constatando-se dificuldades na adequação às novas medidas estabelecidas. Na pandemia, 78,6% dos estabelecimentos tiveram suas atividades interrompidas, sendo o motivo principal o *lockdown* (95,5%). Parte dos estabelecimentos funcionaram com serviço *delivery* (39,3%) ou *take away* (60,7%). Quanto ao uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e aos riscos de exposição ao vírus, 89,3% dos entrevistados informaram ter desenvolvido ações educativas para os funcionários, sendo o EPI mais adotado as máscaras descartáveis (85,7%), seguidas do uso de máscaras alternativas de tecido ou artesanal (57,1%). Para o fornecimento de refeições no estabelecimento, as medidas mais implementadas foram: adoção de utensílios e materiais de higiene individuais (75%), fornecimento de álcool 70% (89,3%) e a disponibilidade de pias com sabão para higiene de mãos (75%). **Conclusão:** De acordo com os resultados, constatou-se que os estabelecimentos investigados

enfrentaram desafios significativos, devido às dificuldades de recursos financeiros e pessoais para se adequarem às medidas e aos protocolos estabelecidos pela Vigilância Sanitária, para o trabalho e a produção segura de alimentos, durante o período pandêmico.

**Palavras-chave:** Pandemia; Serviço de alimentação; Vigilância sanitária; Inocuidade dos Alimentos; Produção de alimentos.

# CARNE DE SOL: TRADIÇÃO E SISTEMA PRODUTIVO EM ITORORÓ, BAHIA

**Adriana dos Santos Silva[1]; Diana Campos Brandão[2]; Ryzia de Cássia Cardoso[3]; Suelen Neris Almeida Viana[4]; Vanessa de Lima Silva[5]; Carolina Oliveira de Souza[6]; Alcides Caldas dos Santos[7]**

[1]Estudante do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde – PPGANS-UFBA.
[2]Estudante do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde - PPGANS-UFBA.
[3]Docente/Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde – PPGANS-UFBA.
[4]Estudante do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos – PGALi-UFBA.
[5]Estudante do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos - PGALi-UFBA.
[6]Docente/Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos – PGALi-UFBA.
[7]Docente/Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Geografia – POSGEO-UFBA.

**Introdução:** A carne de sol é um produto artesanal, da tradição alimentar, reconhecido nacionalmente. É amplamente consumido, sobretudo no Nordeste e regiões sertanejas. Na Bahia, a cidade de Itororó recebe o título de capital da carne de sol. Entretanto, este produto ainda não possui padrão de identidade e qualidade estabelecido. **Objetivos:** Levantar informações sobre a notoriedade, a produção, a qualidade e o comércio da carne do sol em Itororó, Bahia. **Métodos:** Realizou-se um trabalho de campo exploratório, *in loco*, em junho de 2024, com visita a estabelecimentos de produção e venda da carne de sol, considerando indicações obtidas junto a informantes-chave. Nos estabelecimentos, a partir de diálogo com os responsáveis, foram abordados aspectos como: a tradição da produção, métodos utilizados e os cortes de carne mais empregados. **Resultados:** Constatou-se que o diferencial da carne de sol de Itororó está na idade do animal, na utilização de carne de novilhas de criação extensiva e alimentação exclusivamente a pasto. Os cortes alcatra, contrafilé e coxão mole foram os mais comercializados, sendo as partes nobres vendidas para o comércio externo. Houve mudanças ao longo do tempo, quanto à produção da carne: antes era salgada e também exposta ao sol e/ou ao sereno, passando a ter um processo de salga rápida, seguida de conservação sob frio. Alguns produtores mencionaram que a carne utilizada no processo era inspecionada, porém, para a maioria, a carne provinha de abate irregular. Havia na cidade um matadouro, contudo, por questões higienicossanitárias e ambientais insatisfatórias, foi fechado. Atualmente, o município possui um frigorífico não finalizado que, segundo os produtores, foi construído com uma capacidade de abate superior à produção local, o que inviabiliza o prosseguimento da obra pelo município. **Conclusão:** A carne de sol de Itororó é uma tradição e patrimônio alimentar que, de modo a alcançar indicadores de qualidade higienicossanitário, requer transpor entraves, sendo fundamental o atendimento de exigências de abate inspecionado. Nesta direção, a ausência de regulação específica para o produto e a escassez de estudos compreendem importantes lacunas a serem preenchidas.

**Palavras-chave:** carne salgada; produtos de origem animal; produtos artesanais; regulação sanitária.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# DESENVOLVIMENTO DE BIOCOMPÓSITOS AVANÇADOS COM ADIÇÃO DE POLIACRILONITRILA PARA MELHORAR A PERFORMANCE DE EMBALAGENS ALIMENTARES

**Pablo Daniel Sena Silva[1]; Haniele Santos Rocha[1]; Aldo da Silva Farias[1]; Liandra Silva Vale[1]; Casi Santos dos Santos[2]; Louryval Coelho Paixão[3]; Audirene Amorim Santana[4]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia Química – CCET – UFMA.
[2]Estudante do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – CCBS – UFMA.
[3]Docente/pesquisador do Coord Bacharelado Interdisciplinar de Ciência e Tecnologia – CCET – UFMA.
[4]Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Química – CCET – UFMA.

**Introdução:** O aumento da procura por embalagens ecológicas tem impulsionado a pesquisa em biocompósitos que combinam polímeros naturais e sintéticos para aprimorar o desempenho e reduzir o impacto ambiental. A poliacrilonitrila (PAN) é um polímero de interesse devido à sua capacidade de melhorar as propriedades mecânicas e de barreira dos biopolímeros. A combinação de amido extraído do mesocarpo de coco babaçu (MCB) e alginato com PAN, nas formas natural (PAN-N) e hidrolisada (PAN-H), pode oferecer novas perspectivas para embalagens com melhor performance e sustentabilidade. **Objetivo(s):** Este estudo tem como objetivo explorar as propriedades e o desempenho de biocompósitos fabricados com diferentes concentrações de PAN-N e PAN-H, investigando como a hidrólise da PAN influencia a umidade, solubilidade, permeabilidade ao vapor d'água e propriedades mecânicas. **Métodos:** O amido foi obtido por peneiração do MCB e lavado com soluções de NaOH (0,05 $mol.L^{-1}$) e $Na_2S_2O_5$ (1:2 m/v), seguido de secagem. A PAN foi hidrolisada com uma solução de KOH e $SrCO_3$ (1:40 e 1:25 m/m, respectivamente). Foram preparadas quatro formulações de biocompósitos variando as concentrações de PAN-N e PAN-H (1,25% e 2,5% m/v), com adição de amido (0,75% m/v), alginato (2% m/v), glicerol (1,25% v/v) e $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ (7,5% v/v) em 400 mL de água destilada, com ajustes na temperatura. **Resultados:** A umidade e a solubilidade dos materiais aumentaram parcialmente com o uso de PAN-H, de 12,44% para 16,20% e de 14,69% para 18,46%, respectivamente. Esse adicional pode ser atribuído à introdução de grupos OH na estrutura do polímero, que promovem uma maior interação com a água. A permeabilidade ao vapor de água foi consideravelmente reduzida de 6,62 para 4,37 $(g \cdot mm).(m^2 \cdot dia \cdot kPa)^{-1}$ com a PAN-H, oferecendo uma barreira mais eficiente contra a umidade, o que é vantajoso para aplicações em embalagens alimentares. As propriedades mecânicas mostraram melhorias significativas com a utilização de PAN-H: a tensão de ruptura aumentou de 2,26 MPa para 4,46 MPa, indicando uma melhoria na integridade estrutural do material. O Módulo de Young aumentou exponencialmente, atingindo 153,64 MPa, sugerindo que os materiais se tornaram mais rígidos e menos suscetíveis a deformações sob carga. No entanto, a elongação reduziu de 1,59% para 1,22%, refletindo a maior rigidez e menor flexibilidade dos materiais. **Conclusão:** Os resultados físico-químicos e mecânicos dos biocompósitos mostraram que a hidrólise da PAN proporcionou melhorias, evidenciadas pela diminuição da permeabilidade e aumento da tensão de ruptura e rigidez do material, indicando uma alternativa eficaz para aplicações na indústria de embalagens sustentáveis.

**Palavras-chave:** Alginato; Amido; Babaçu; Biocompósito; Embalagem; Poliacrilonitrila

# PADRÕES DE HIGIENE E INFORMAÇÃO SOBRE ALÉRGENOS NOS RÓTULOS DE ALIMENTOS: PROTEÇÃO AOS DIREITOS DO CONSUMIDOR NO BRASIL

**[1]Maria Geovana Vieira Paiva; [2]Ariádnna dos Santos Fernandes; [3]José Roberto da Cunha Lima.**

[1]Estudante do curso de Nutrição pela UNINASSAU
[2]Estudante do curso de Direito pela UNINASSAU
[3]Mestre em Biotecnologia e docente/pesquisador do curso de Nutrição – UNINASSAU

**Introdução:** Em um mundo globalizado, mudanças nos estilos de vida e hábitos alimentares afetam o organismo humano, que nem sempre responde bem a essas alterações. O avanço científico tem aumentado o diagnóstico de alergias em diversas idades e entre os mais diversos alergênicos. A literatura indica que a exclusão do alergênico da dieta é a forma mais segura de evitar reações. Nesse contexto, o Estado deve garantir a segurança alimentar dos alérgicos, reforçando padrões rigorosos de higiene na produção, para que se evite a contaminação cruzada, e fiscalizando a legislação sobre rotulagem para fornecedores. **Objetivos:** Neste estudo, os objetivos consistem na análise da aplicação e fiscalização das normas de rotulagem pelos fornecedores para garantir a segurança alimentar. **Metodologia:** Este resumo adota uma abordagem exploratória e qualitativa, utilizando pesquisa bibliográfica e observacional. Foram selecionados cinco artigos principais sobre o tema, retirados do "Google Scholar" e "Scientific Electronic Library Online (SciELO)", focando em publicações de 2018 a 2023 para a coleta de dados. **Resultados:** Foram selecionados cinco artigos de um total de dez sobre o tema. Após análise aprofundada, observou-se que três publicações discutem a importância da rotulagem correta dos alimentos, destacando sua influência nos direitos dos consumidores, na saúde pública e a necessidade de regulamentação para garantir a precisão das informações nos rótulos, especialmente para consumidores com restrições alimentares no Brasil. Outro artigo foca na contaminação cruzada por glúten, abordando o padrão de higiene desde o cultivo até a venda. O último estudo analisa a vulnerabilidade de consumidores com alergia ao leite e intolerância à lactose, destacando a falta de informações claras nos rótulos. **Conclusão:** Em suma, é possível constatar que a legislação deveria ser suficiente para promover um alinhamento na comunicação entre a indústria e o consumidor e que vigilância sanitária realiza intervenções para eliminar, diminuir ou prevenir riscos, porém observa-se que ainda é necessário a implementação de ações corretivas para que os consumidores tenham acesso a alimentação segura e que possam confiar nas palavras expressas nos rótulos das embalagens. **Palavras-chaves:** "Alergênicos"; "Rotulagem"; "Legislação" e "Segurança".

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# EFEITO DA POLIACRILONITRILA E VERMICULITA NAS PROPRIEDADES DE BIOCOMPÓSITOS FORMULADOS COM ALGINATO E AMIDO DO MESOCARPO DE COCO BABAÇU

**Pablo Daniel Sena Silva[1]; Luciano Yves Vale Mendes[1]; Liandra Silva Vale[1]; Haniele Santos Rocha[1]; Aldo da Silva Farias[1]; Louryval Coelho Paixão[2]; Audirene Amorim Santana[3]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia Química – CCET – UFMA.
[2]Docente/pesquisador da Coord Bacharelado Interdisciplinar de Ciência e Tecnologia – CCET – UFMA.
[3]Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Química – CCET – UFMA.

**Introdução:** A integração de polímeros naturais e sintéticos tem avançado no desenvolvimento de biocompósitos com potencial para biodegradação. A combinação de poliacrilonitrila em pó (PAN) e fibrosa ($PAN_f$) com argila vermiculita organofilizada ($VMT_{org}$) na matriz polimérica de alginato e amido do mesocarpo de coco babaçu (AMCB) oferece novas possibilidades para a criação de embalagens que combinam desempenho e sustentabilidade. **Objetivo:** Este estudo analisou os efeitos das concentrações de $VMT_{org}$, PAN e $PAN_f$ nas propriedades físico-químicas dos biocompósitos, com foco em umidade, solubilidade, espessura e permeabilidade ao vapor de água (PVA). **Métodos:** Adotou-se um design experimental do tipo *simplex-lattice* expandido, resultando em 13 ensaios com uma repetição no ponto centroide. As variáveis investigadas foram as concentrações de $VMT_{org}$, $PAN_f$ e PAN, com limites máximos de 1,25%, 0,25% e 1,25% m/v, respectivamente. Os biocompósitos foram preparados em 400 mL de água destilada, contendo AMCB (0,75% m/v), alginato (2% m/v), glicerol (1,25% v/v) e $CaCl_2.2H_2O$ (7,5% v/v), com ajustes de temperatura conforme necessário. **Resultados:** Dentre todas as expansões polinomiais, o modelo cúbico completo apresentou os melhores ajustes estatísticos, com coeficiente de determinação ($R^2$) de 0,8816, 0,8413, 0,6873 e 0,8952 para umidade, solubilidade, PVA e espessura, respectivamente. A análise das superfícies de resposta mostrou que o modelo cúbico era adequado, tornando outros modelos (linear e quadrático) menos eficazes. A umidade aumentou significativamente em concentrações extremas de $PAN_f$, alcançando 31,30%, enquanto a interação entre $VMT_{org}$ e PAN teve um impacto menor, com valor mínimo de 17,65%. A solubilidade foi maior em concentrações intermediárias, mas caiu abruptamente com baixos níveis de $PAN_f$, atingindo 22,16%. A PVA foi reduzida na ausência de $PAN_f$, alcançando 4,60 $(g.mm).(m^2.dia.kPa)^{-1}$. A espessura variou de 0,15 a 0,25 mm e foi influenciada principalmente pelo teor de $PAN_f$ e pela quantidade de $VMT_{org}$, com a adição de PAN resultando em uma espessura menor. O teste de Tukey confirmou que os ensaios repetitivos pertencem ao mesmo grupo homogêneo de médias. A otimização das variáveis com um limite de desejabilidade igual a 1 alcançou 0,90, na formulação com 0,075% de $VMT_{org}$, 0,0825% de $PAN_f$ e 0,09% m/v de PAN, resultando em um biocompósito ideal próximo do ponto central. **Conclusão:** Os resultados indicaram que a variação das concentrações de $VMT_{org}$, $PAN_f$ e PAN pode ajustar as propriedades dos biocompósitos conforme as necessidades específicas. A $VMT_{org}$ demonstrou eficácia na melhoria das propriedades de barreira e na redução da solubilidade, evidenciando seu potencial para otimizar seu desempenho em embalagens.

**Palavras-chave:** Alginato; Amido; Babaçu; Biocompósito; Embalagem; Poliacrilonitrila

# ESTUDO DAS PROPRIEDADES DE BIOCOMPÓSITOS FORMULADOS COM ALGINATO E AMIDO DO MESOCARPO DE COCO BABAÇU INCORPORANDO MATRIZES DE REFORÇO

**Haniele Santos Rocha[1]; Pablo Daniel Sena Silva[1]; Luciano Yves Vale Mendes[1]; Liandra Silva Vale[1]; Aldo da Silva Farias[1]; Louryval Coelho Paixão[2]; Audirene Amorim Santana[3]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia Química – CCET – UFMA.
[2]Docente/pesquisador da Coord Bacharelado Interdisciplinar de Ciência e Tecnologia – CCET – UFMA.
[3]Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Química – CCET – UFMA.

**Introdução:** O desenvolvimento de materiais avançados tem se tornado cada vez mais prevalente, combinando componentes naturais e sintéticos para criar soluções ecológicas. **Objetivo:** O presente estudo visa a otimização de biocompósitos formulados com alginato, amido do mesocarpo de coco babaçu (AMCB), argila bentonita cálcica organofilizada ($Bent_{org}$) e poliacrilonitrila em pó (PAN) e fibrosa ($PAN_f$), com o objetivo de aprimorar suas propriedades físico-químicas. O foco era na umidade, solubilidade, espessura e permeabilidade ao vapor de água (PVA), com vistas à produção de embalagens sustentáveis. **Métodos:** Foi adotado um design experimental do tipo *simplex-lattice* expandido, resultando em 13 ensaios com uma repetição no ponto centroide. As variáveis investigadas incluíram as concentrações de $Bent_{org}$, $PAN_f$ e PAN, com limites máximos estabelecidos em 1,25%, 0,25% e 1,25% m/v, respectivamente. Os biocompósitos foram preparados em 400 mL de água destilada, contendo AMCB (0,75% m/v), alginato (2% m/v), glicerol (1,25% v/v) e $CaCl_2.2H_2O$ (7,5% v/v), com ajustes de temperatura conforme necessário. **Resultados:** O design experimental utilizado permitiu diversas expansões polinomiais, incluindo modelos linear, quadrático, cúbico e cúbico completo. O modelo cúbico completo apresentou os melhores ajustes, com coeficientes de determinação ($R^2$) de 0,8817, 0,8829, 0,6682 e 0,8945 para umidade, solubilidade, PVA e espessura, respectivamente. Estes resultados estavam de acordo com as expectativas, dado o número significativo de parâmetros de regressão incluídos no modelo. A análise da superfície de resposta revelou que formulações com baixa ou nenhuma adição de PAN apresentaram as maiores umidades, atingindo até 31,86%. A maior solubilidade foi observada em formulações com concentração máxima de $PAN_f$, alcançando 94,15%, e aumentou em formulações próximas a mistura binária de $Bent_{org}$ e PAN. Elevadas concentrações de $PAN_f$ associadas a baixas concentrações de PAN resultaram em uma maior PVA, atingindo 19,97 $(g.mm).(m^2.dia.kPa)^{-1}$. A espessura dos biocompósitos apresentou um comportamento típico de ponto de sela, diminuindo com o aumento de PAN ou $Bent_{org}$, mas aumentando com maiores concentrações de $PAN_f$ ou combinações equilibradas de PAN e $Bent_{org}$, variando de 0,16 a 0,24 mm. As variáveis foram otimizadas com um limite de desejabilidade igual a 1. Muitas formulações atenderam às exigências, especialmente aquelas com quase 100% de $PAN_f$ e baixas concentrações de $Bent_{org}$. Todos os componentes mostraram-se estáveis na região próxima ao ponto central, oferecendo relativa flexibilidade na escolha da formulação, com uma desejabilidade em torno de 88%. **Conclusão:** A flexibilidade das formulações e a alta desejabilidade alcançada indicam que os biocompósitos estudados possuem potencial significativo para o desenvolvimento de bioembalagens eficientes e funcionalmente versáteis.

**Palavras-chave:** Alginato; Amido; Babaçu; Bentonita; Biocompósito; Poliacrilonitrila

# ANÁLISE DAS BOAS PRÁTICAS EM RESTAURANTES DE PRAÇA DE ALIMENTAÇÃO EM SHOPPING

**Anna Clara da Silva Torres Anaisse[1]; Ana Luisa Pires Tavares[2]; Rikelme da Silva Rocha[3]; Luziane Kaylane Araujo Silva[4]; Maria Rosa de Araujo Oliveira[5]; João Pedro Sousa de Sá[6]; Marilene Magalhães de Brito[7];**

[1,2,3,4,5,6]Estudante do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU.
[7]Docente/pesquisador do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau - UNINASSAU

**Introdução:** A segurança higiênico-sanitária dos alimentos é uma preocupação alarmante e crescente em ambientes de grande circulação, como as praças de alimentação de shoppings. Preparações expostas e práticas de manipulação inadequadas podem comprometer a saúde dos consumidores e acarretar em Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs). É fundamental que os manipuladores de alimentos adotem boas práticas, desde a higiene pessoal correta até a exposição e armazenamento adequado das preparações. Além disso, os alimentos devem ser armazenados sob condições ideais para que não haja riscos de contaminação cruzada. **Objetivo:** Analisar as boas práticas de higiene e manipulação de alimentos em restaurantes de praças de alimentação de shopping. **Métodos:** A pesquisa foi executada por meio de uma análise de cinco restaurantes em uma praça de alimentação de shopping na cidade de Teresina-PI. As observações foram feitas no próprio local, considerando a exposição dos alimentos, a higiene dos manipuladores e os métodos de conservação das comidas. Os dados foram coletados através de um checklist baseado nas normas da Resolução-RDC ANVISA nº 216/04 e analisados qualitativamente. **Resultados:** Dos cinco restaurantes analisados, foi observado que quatro apresentavam alimentos expostos sem nenhuma proteção, favorável a contaminação dos alimentos causada pelos próprios usuários do restaurante, agravando o risco de contaminação por agentes externos. Observou-se também que muitos manipuladores utilizavam adornos como anéis, pulseiras e relógios, além de alguns estarem com barbas e maquiagem, contrariando as normas de higiene, de acordo com a Resolução 216/04. Ademais, constatou-se a ausência de higienização adequada das superfícies de preparo e utensílios de cozinha, com limpeza inadequada entre os ciclos de uso, o que pode resultar em contaminação cruzada. **Conclusão:** A exposição inadequada dos alimentos, o uso de adornos e a falta higiene pessoal entre os manipuladores representam riscos à segurança higiênico-sanitária dos alimentos. Recomenda-se a implementação de treinamentos constantes para os funcionários e a adoção de medidas mais rigorosas de controle de qualidade, como o uso de proteções adequadas para os alimentos e a conformidade com as normas de higiene pessoal. Estas medidas são essenciais assegurar a saúde dos consumidores e a reputação dos estabelecimentos.

**Palavras-chave:** Boas práticas; Restaurantes; Higiene pessoal; Manipuladores; Praça de Alimentação;

# ANÁLISE DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DE INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO EM TERESINA-PI

**Luziane Kaylane Araujo Silva[1]; Anna Clara da Silva Torres Anaisse[2]; Maria Rosa de Araujo Oliveira[3]; Loanne Costa Dias de Almeida[4]; João Pedro Sousa de Sá[5]; Antonia Kledyna Vieira da Silveira[6]; Marilene Magalhães de Brito[7];**

[1,2,3,4,5]Estudante do Curso de Nutrição do Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU– Teresina
[6]Estudante do Curso de Nutrição do Centro Universitário Fael - UNIFAEL
[7]Docente/pesquisador do Curso de Nutrição do Centro Universitário Maurício de Nassau UNINASSAU-Teresina.

**Introdução**: As condições higiênicas nas indústrias de panificação são essenciais para assegurar a segurança e qualidade dos produtos disponibilizados aos consumidores. Ao implementar medidas preventivas, essas indústrias garantem a proteção e confiança do cliente em relação aos produtos consumidos. O ambiente precisa estar limpo e organizado. Os manipuladores e a indústria devem estar seguindo todas as recomendações previstas na Resolução-RDC ANVISA nº 216/04. **Objetivo:** Avaliar as condições higiênico-sanitárias em indústria de panificação o município de Teresina-PI. **Métodos**: A pesquisa foi conduzida por meio da aplicação de um checklist durante uma semana, analisando uma indústria de pães que fabrica e fornece produtos para supermercados de pequeno e grande porte. Foram observadas as práticas de higiene dos manipuladores, incluindo o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), as condições higiênicas no processo de produção e armazenamento dos ingredientes, bem como a estrutura do local. **Resultados:** Foram identificadas irregularidades relacionadas à estrutura da indústria e às condições higiênico-sanitárias. Quanto à estrutura física, constatou-se a falta de limpeza no piso e no teto, que estavam extremamente sujos, o que pode levar à contaminação dos alimentos, em desacordo com o que estabelece a RDC 216/04. Em relação aos manipuladores de alimentos, foram observados o uso de adornos, barbas grandes e fardas sujas, em desacordo com as normas de higiene. Além disso, alguns manipuladores foram vistos falando e comendo durante a produção dos pães, o que é completamente inadequado. Outro problema identificado foi a distribuição inadequada dos setores, aumentando o risco de contaminação cruzada. Essas irregularidades observadas aumentam o risco de contaminação dos produtos de panificação produzidos e embalados nessa empresa, o que também pode colocar a saúde do consumidor em risco. **Conclusão**: Ressalta-se a necessidade de melhorias na estrutura do local e nas condições higiênico-sanitárias na indústria de panificação estudada. Além disso, faz se necessário periodicamente treinamento de boas práticas para os manipuladores de alimentos. Implementar medidas de fiscalização e educação é fundamental para assegurar que sejam seguidas boas práticas de fabricação, garantindo a segurança dos produtos oferecidos aos consumidores.

**Palavras-chave:** Boas práticas de fabricação; panificação; higiene.

# COMIDA DE RUA: AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS NA MANIPULAÇÃO DE ALIMENTOS

**João Pedro Sousa de Sá; Anna Clara da Silva Torres Anaisse; Francyelle Castelo Branco Silva**; **Ana Maria Oliveira da Silva Pereira; Luziane Kaylane Araujo Silva; Loanne Costa Dias de Almeida; Marilene Magalhães de Brito[7];**
1Estudante do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU.
[7]Docente/pesquisadora do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU.

**Introdução:** O termo "comida de rua" tem sido utilizado para designar alimentos e bebidas vendidos em vias públicas, destinados ao consumo imediato ou posterior, porém que não necessitam de etapas adicionais de processamento. O consumo desses alimentos é uma prática comum em muitas cidades, onde se apresenta uma alternativa econômica e prática para a população. Contudo, à medida do aumento da popularidade e crescimento das opções, há também aumento na preocupação sobre a segurança e qualidade dos alimentos ofertados. A segurança alimentar é uma questão crucial para a saúde pública, e a comida de rua é uma parte integrante da dieta de muitas pessoas, e qualquer falha nas condições higiênico-sanitárias pode resultar em Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs). **Objetivo:** Avaliar as condições higiênico-sanitárias na manipulação de alimentos de rua. **Métodos:** A pesquisa foi realizada em três estabelecimentos de comercio de ambulantes de alimentos próximos a um Hospital público de Teresina-PI, local com grande fluxo de pessoas. A análise foi feita a partir de aplicação de *checklist* feito com base na Resolução-RDC ANVISA nº 216/04, que abrange diversos aspectos sobre boas práticas de manipulação de alimentos e segurança alimentar. **Resultados:** Dos três estabelecimentos pesquisados, apenas um mantinha as preparações quentes sob aquecimento durante a exposição para o almoço. Em dois estabelecimentos, os manipuladores de alimentos usavam touca; no entanto, em todos os locais pesquisados, foi observado o uso de adornos, como anéis e relógios. Além disso, constatou-se a manipulação de dinheiro e aparelhos celulares concomitantemente à manipulação de alimentos, o que representa um risco significativo de contaminação. Outra irregularidade observada foi a presença de animais ao redor do ambiente, interagindo com o público. É importante ressaltar que, por se tratar de um ambiente ao ar livre, esse controle da presença de animais se torna mais desafiador. Também foi notado que os profissionais não tinham o hábito de lavar as mãos antes de manipular os alimentos, e quando lavavam o ato de secá-las era feito com panos, em vez de toalhas de papel, o que compromete ainda mais a higiene. **Conclusão:** Ressalta-se a importância de as ações com programas educativos em higiene de alimentos para o segmento de comida de rua, sendo essencial conscientizar os manipuladores sobre boas práticas de manipulação. Além disso, a fiscalização e a aplicação rigorosa das normas de segurança alimentar como a RDC nº 216/04, são essenciais para proteger a saúde pública.

**Palavras-chave:** Segurança alimentar; Comida de rua; Higiene; Manipuladores; Boas práticas de manipulação;

# AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DOS RÓTULOS DE PESCADOS COMERCIALIZADOS EM COELHO NETO - MARANHÃO

**Antonia Kledyna Vieira da Silveira[1]; Ana Luisa Pires Tavares[2]; Ana Maria Oliveira da Silva Pereira[3]; Gabriela de Sousa Santos[4]; Loanne Costa Dias de Almeida[5]; Rikelme da Silva Rocha[6]; Marilene Magalhães de Brito[7].**

[1]Estudante do curso de Nutrição no Centro Universitário Fael UNIFAEL – Coelho Neto; [2]Estudante do curso de Nutrição do Centro Universitário Maurício de Nassau UNINASSAU – Teresina;[3]Estudante do curso de Nutrição do Centro Universitário Maurício de Nassau UNINASSAU – Teresina; [4]Estudante do curso de Nutrição no Centro Universitário Facid Wyden - UNIFACID WYDEN – Teresina; [5]Estudante do curso de Nutrição do Centro Universitário Maurício de Nassau UNINASSAU – Teresina; [6]Estudante do curso de Nutrição do Centro Universitário Maurício de Nassau UNINASSAU – Teresina; [7]Docente/pesquisador do Curso de Nutrição do Centro Universitário Maurício de Nassau UNINASSAU-Teresina.

**Introdução**: A rotulagem de produtos alimentícios é crucial para garantir a segurança alimentar e a transparência para os consumidores. No caso dos pescados, essas normas são ainda mais importantes, pois informam detalhes essenciais sobre a procedência, conservação e características do produto. As diretrizes para rotulagem são estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que visam assegurar que informações essenciais estejam disponíveis nos rótulos, garantindo que o consumidor tenha plena confiança na qualidade e segurança do pescado que está adquirindo. **Objetivos:** Avaliar a conformidade dos rótulos de pescados FI e FC com as normas vigentes. **Métodos:** Foram selecionados dez produtos de pescados fracionados industrialmente (FI) e dez de pescados fracionados no comércio (FC) em um supermercado da cidade de Coelho Neto no Maranhão. Essa seleção foi baseada na disponibilidade e variedade dos produtos. Foi utilizado um *checklis*t detalhado, baseado nas diretrizes da ANVISA e do MAPA para avaliar a conformidade dos rótulos. Os itens avaliados para FI incluíram denominação de venda, lista de ingredientes, origem do produto, número de lote, data de validade, peso líquido, nome e endereço do produtor/distribuidor, selo de inspeção federal (SIF), informação nutricional, declaração de alergênicos, condições de conservação e instruções de preparo. Para FC, foram: denominação de venda, número de lote, data de validade, peso líquido, informações do estabelecimento, informação nutricional, declaração de alergênicos e condições de conservação. Os produtos foram fotografados e avaliados individualmente. **Resultados:** A análise revelou que a maioria dos produtos FI estava em conformidade, com exceções. Um produto apresentou denominação de venda pouco visível, outro não incluía a declaração de alergênicos, e um terceiro exibiu o (SIF) por escrito, mas sem o selo físico. No caso dos produtos FC, todos os produtos não apresentaram número de lote e informações do estabelecimento. Um dos pescados não apresentou declaração de alergênicos, três produtos não apresentaram condições de conservação e sete não apresentaram informações nutricionais. **Conclusão:** Os resultados indicam que, enquanto os produtos FI geralmente atendem às normas de rotulagem, há falhas que precisam ser corrigidas. Por outro lado, os produtos FC apresentaram diversas lacunas na conformidade com as normas, necessitando de melhorias significativas na rotulagem. Recomenda-se a intensificação da fiscalização, a capacitação dos comerciantes e a melhoria da clareza e visibilidade das informações nos rótulos para garantir a segurança e a transparência para os consumidores.

**Palavras-chave:** Rotulagem; pescados; produtos fracionados

# DESENVOLVIMENTO DE REVESTIMENTOS BIOPOLIMÉRICOS À BASE DE AMIDO DO MESOCARPO DE COCO BABAÇU E FIBRAS DE ALGODÃO PARA PRODUÇÃO DE BIOEMBALAGENS

**Vitória Santos Pires[1]; Pablo Daniel Sena Silva[1]; Adriana Soraya Araujo[2]; Walbert Silva Alves Cartagenes[3]; Adones Almeida Rocha[4]; Louryval Coelho Paixão[5]; Audirene Amorim Santana[6]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia Química – CCET – UFMA.
[2]Estudante do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – CCBS – UFMA.
[3]Técnico do Laboratório de Processos do Curso de Engenharia Química – CCET – UFMA.
[4]Estudante do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais– COPPE–PEMM–UFRJ.
[5]Docente/pesquisador da Coord Bacharelado Interdisciplinar de Ciência e Tecnologia – CCET – UFMA.
[6]Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Química – CCET – UFMA.

**Introdução:** O desenvolvimento de biocompósitos tem crescido significativamente devido à demanda por fontes renováveis e à necessidade de substituir materiais derivados do petróleo, que são persistentes no ambiente e prejudicam o ecossistema. A produção de embalagens convencionais, como as de polietileno, utiliza polímeros sintéticos de difícil degradação. Nesse cenário, os polissacarídeos se destacam como alternativa sustentável, sendo biopolímeros capazes de formar géis e soluções viscosas em meio aquoso. **Objetivo(s):** Este estudo teve como principal objetivo desenvolver revestimentos biopoliméricos a partir de amido do mesocarpo de coco babaçu, um recurso abundante no estado do Maranhão, em combinação com fibras de algodão. A proposta oferece baixo custo de produção, atoxicidade e rápida biodegradabilidade, com potencial para substituir embalagens de base petroquímicas por bioembalagens de base biopoliméricas. **Métodos:** Inicialmente, realizou-se a extração e purificação do amido utilizando soluções de NaOH (0,05 mol.$L^{-1}$) e $Na_2S_2O_5$ (1:2 m/v), seguida pela secagem do material. Em seguida, os revestimentos foram desenvolvidos em 100 mL de água destilada, com 4% m/v de amido e diferentes concentrações de glicerol (variando de 0 a 1,4 mL). As fibras de algodão foram entrelaçadas em placas acrílicas, servindo como reforço para os biocompósitos. **Resultados:** Os revestimentos apresentaram boa maleabilidade com o aumento da concentração de glicerol, enquanto as formulações sem glicerol exibiram maior resistência, porém com um aspecto mais quebradiço. Visualmente, as formulações contendo glicerol demonstraram maior homogeneidade. O teor de umidade variou de 7,72% (0 mL de glicerol) a 31,18% (1,4 mL de glicerol). Os valores de solubilidade oscilaram entre 28,56% (0,8 mL de glicerol) e 49,64% (0,4 mL de glicerol). A espessura e a permeabilidade ao vapor de água variaram de 0,14 mm a 0,24 mm, e de 2,75 a 8,27 (g.mm)/($m^2$.dia.kPa), respectivamente. O intumescimento apresentou variação de 80,86% (0 mL de glicerol) a 91,62% (1,4 mL de glicerol). Nos ensaios mecânicos, a elongação variou de 3,71 a 7,74%, a resistência à tração de 1,92 a 34,10 MPa, e o módulo de Young entre 33,32 e 67,26 MPa. **Conclusão:** Os revestimentos biopoliméricos apresentaram propriedades ajustáveis conforme a variação do teor de glicerol, como maior maleabilidade, controle de umidade e solubilidade, além de serem completamente biodegradáveis.

**Palavras-chave:** Algodão; Amido; Babaçu; Biocompósito; Bioembalagem; Fibras

# MAPEAMENTO DE REGISTROS DE IDENTIFICAÇÕES GEOGRÁFICAS DE QUEIJOS NO BRASIL

**Cássia Jesyele Maciel dos Anjos[1]; Krause Gonçalves Silveira Albuquerque[1]; João Paulo Alves Marinho[1]; Jamilly de Souza Silva[1]; Karina Barbosa dos Santos[1]; Larissa Mylena Mendes Dias[1]; Gerla Castello Branco Chinelate[2]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE.
[2]Docente/pesquisador do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE.

**Introdução**: O registro de Indicação Geográfica é conferido a um determinado produto ou serviço que apresentam características únicas, relacionadas com o seu local de origem, o que lhes atribui reputação, valor intrínseco e identidade própria, além de os distinguir em relação aos seus similares disponíveis no mercado. As indicações geográficas por sua vez podem ser classificas entre indicação de procedência (IP) e denominação de origem (DO), onde a IP está ligada a reputação construída por um produto ou serviço ao longo do tempo, em uma determinada localidade, enquanto que a DO exige uma ligação mais profunda com o território de origem do produto ou serviço. **Objetivo:** Mapear os registros de identificação geográficas de queijos no Brasil. **Métodos:** O levantamento foi realizado a partir do banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI, levando em considerações os registros de indicações de procedência reconhecidas e de denominações de origem reconhecidas concedidas até julho de 2024. **Resultados:** Ao levantar os dados de registros de IP foram obtidos 6, todos do Brasil, sendo 3 do estado de Minas Gerais (Queijo Serrano-2011; Canastra-2012; Cerrado-2023), 1 do Paraná (Colônia Witmarsum-2018) e 1 do Pará (Marajó-2021). No que diz respeito a DO, identificou-se 2 registros, sendo um deles do queijo Roquefort, atribuído a França, com registro na de 2013, onde são descritas diversas comunas que possuem o reconhecimento de origem do produto. E um segundo registro, sendo ele do Brasil, referente ao queijo artesanal Serrano, oriundo de 18 municípios em Santa Catarina e 16 no Rio Grande Sul. Ao analisar os números, nenhum registro oriundo da região nordeste do país foi identificado e apenas um da região norte, embora ambas as regiões apresentem uma ampla diversidade alimentar. Observou-se ainda o expressivo número de registro no estado de Minas Gerais, principal produtor de leite nacional. **Conclusão:** A partir do estudo realizado identificou-se um número substancialmente baixo de registros, possivelmente inferior a realidade do Brasil, tendo em vista sua vasta extensão territorial e cultural, podendo ser um reflexo do desconhecimento da importância da identificação geográfica ou até mesmo a falta de organização social e política dos produtores. Assim, conclui-se que a necessidade de difundir e capacitar os indivíduos vinculados a cadeia produtiva dos queijos artesanais brasileiros para ampliar as identificações geográficas, como uma forma de registro e memória dos aspectos tecnológicos e socioculturais presentes na produção desses alimentos.
**Palavras-chave:** Propriedade intelectual; INPI; Produtos lácteos.

# ROTULAGEM NUTRICIONAL DE FARINHA DE MILHO DO TIPO FLOCADO COMERCIALIZADO E PRODUZIDO EM TERESINA - PI

**[1]Maria das Graças Santos Cardoso, [2]Francyelle Castelo Branco Silva, [3]Anna Clara da Silva Torres Anaisse, [4]Loanne Costa Dias de Almeida, [5]Luziane Kaylane Araujo Silva, [6]Celma de Oliveira Barbosa, Marilene Magalhães de Brito[7]**

[1]Estudante do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU [2]Estudante do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU [3]Estudante do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU [4]Estudante do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU [5]Estudante do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU [6]Docente/pesquisadora do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU [7]Docente/pesquisadora do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU

**Introdução**: A rotulagem é o processo pelo qual se estabelece uma linha de comunicação entre as empresas produtoras de alimentos e os consumidores que desejam informações sobre os produtos que estão comprando. A farinha de milho é um produto rico em fonte de fibras alimentares, baixo teor de gorduras e fonte de carboidratos, e minerais como cálcio, ferro, fósforo e potássio e vitaminas A, B1 e B2, produzida a partir do grão de milho, moído, laminado e flocado sendo consumido em larga escala no Nordeste, em especial em Teresina, em vários preparos como em bolos, cuscuz e em farofas. **Objetivo:** Avaliar a rotulagem de farinhas de milho flocadas comercializada e produzida em Teresina – PI. **Métodos**: O trabalho foi realizado no laboratório de Bromatologia do Centro Universitário Maurício de Nassau. Todas as amostras foram adquiridas do comercio local do município. Apenas três amostras de farinha de milho foram incluídas na pesquisa por serem produzidas localmente, sendo denominadas de Marca 1, 2 e 3. Foi utilizada uma balança digital com capacidade de 10 kg própria para alimentos para pesagem dos produtos e aplicado um *checklist* de rotulagem para os seguintes parâmetros: Identificação do estabelecimento produtor; Nomenclatura oficial do produto; Lista de ingredientes; Conteúdo(volume); Conservação do produto; Data de fabricação; Prazo de validade e lote; Informação nutricional; Dizeres e/ou informações e imagens não permitidas; Ortografia, unidades de medida e tamanho da letra e memorial descritivo de rotulagem, de acordo com a Resolução nº 429/20. **Resultados:** Os resultados mostraram que todas as marcas de farinha de milho flocada estavam de acordo com as regras de rotulagem nutricional nas legislações mencionadas. Observou-se ainda que os pesos com ou sem embalagem obedeciam ao que estava descrito na embalagem, evidenciando que não houve descontos do alimento. Ademais, constatou-se que os estabelecimentos estão devidamente seguindo todas as normas que estão previstas nas resoluções e portarias que falam a respeito do tema. Esses resultados indicam maior transparência para o consumidor, garantindo segurança alimentar ao identificar alergênicos e aditivos, e assegurando conformidade legal. **Conclusão**: O estudo revelou que as massas de milho analisadas estão em conformidade com as regulamentações vigentes. Destaca-se o fato de que apenas três farinhas de milho flocadas comercializadas também eram produzidas localmente.

**Palavras-chave:** Rotulagem; Farinha de milho; Legislação.

# ANÁLISE DA QUANTIDADE DE PROTEÍNA INFORMADA EM RÓTULOS DE SUPLEMENTOS DE *WHEY PROTEIN* E A CONFORMIDADE COM A LEGISLAÇÃO VIGENTE

**Roselita Floriano Patú e Silva Andrade**[1]
**Christine Maria Carneiro Maranhão Ribeiro**[2]

[1] Docente do Depto. de Nutrição, do Centro Universitário Frassinetti do Recife – UNIFAFIRE
[2] Preceptora da Clínica Escola de Nutrição, do Centro Universitário Frassinetti do Recife – UNIFAFIRE

**Introdução**: *Whey protein* é a proteína do soro do leite e atualmente utilizado como matéria-prima em suplementos proteicos para atletas e na indústria alimentícia como aditivo na fabricação de diversos produtos, como fórmulas infantis, produtos cárneos, lácteos e de panificação. Diversos trabalhos têm demonstrado as propriedades fisiológicas e funcionais das proteínas do soro do leite como auxiliares na síntese proteica muscular esquelética, no processo de redução da gordura corpórea e no aumento do desempenho físico. Segundo estudos recentes, amostras de *whey protein* comercializadas no Brasil apresentaram irregularidades quanto à composição nutricional, em relação aos valores de nutrientes declarados na rotulagem. **Objetivos**: O presente estudo teve por objetivo analisar a quantidade de proteínas informada nos rótulos de suplementos alimentares *whey protein* e compará-los com os limites mínimos recomendados pela Instrução Normativa n.º 28/2018. **Método**: Trata-se de um estudo observacional, descritivo e quantitativo de proteínas informadas no rótulo de suplementos alimentares *whey protein*. Os dados foram coletados nos meses de março e abril de 2024, em quatro lojas de diferentes bairros, no município de Recife – PE. Foram analisados 12 rótulos de produtos *Whey protein*, calculada a quantidade de proteínas, de acordo com a porção declarada nos rótulos das amostras indicada pelo fabricante e os resultados obtidos foram comparados com os limites mínimos recomendados pela IN n.º 28/2018. **Resultados:** Dentre as 12 amostras analisadas, identificou-se que a quantidade de proteína informada no rótulo de quatro produtos não atendeu à legislação vigente, apresentando-se abaixo do limite mínimo de 8,4 g estabelecido pela IN n.º 28/2018. **Conclusão**: A partir dos resultados obtidos neste estudo, concluiu-se que 33,4% das amostras de *Whey Protein* avaliadas não atenderam os limites mínimos recomendados pela legislação em vigor. Assim, sugere-se que as empresas que comercializam esse tipo de suplemento nutricional realizem um controle de qualidade mais eficaz, evitando assim a ocorrência desse tipo de alteração nas informações nutricionais dos produtos.

**Palavras-chave:** Rotulagem; ANVISA; proteína; soro do leite; suplementação nutricional.

# AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE REGULATÓRIA DA ROTULAGEM DE PRODUTOS ZERO LACTOSE EM SUPERMERCADOS DE TERESINA – PI

**Loanne Costa Dias de Almeida[1]; Luziane Kaylane Araújo Silva[2]; Maria Rosa de Araújo Oliveira[3]; Antonia Kledyna Vieira da Silveira [4]; Maria das Graças Santos Cardoso[5]; João Pedro Sousa de Sá [6]; Marilene Magalhães de Brito [7]**

[1]Estudante do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU. [2] Estudante do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU. [3] Estudante do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU. [4] Estudante do Curso de Nutrição - Centro universitário Fael – UNIFAEL. [5] Estudante do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU. [6] Estudante do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU [7] Docente/Pesquisadora do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU

**Introdução:** A rotulagem de alimentos é crucial para informar os consumidores sobre ingredientes e valores nutricionais. Para produtos "zero lactose", destinados a pessoas com intolerância à lactose, é essencial que as informações sejam precisas e claras, garantindo segurança e conformidade com as normas. No Brasil, há diretrizes específicas para a rotulagem de produtos sem lactose, mas sua aplicação prática ainda é limitada. Este estudo busca verificar se os rótulos desses produtos estão de acordo com a legislação e se as informações fornecidas são claras para os consumidores. **Objetivo:** Verificar a adequação da rotulagem de produtos zero lactose em relação às normas estabelecidas. **Método:** Foi realizada uma análise abrangente dos rótulos de 10 produtos zero lactose de diferentes marcas, coletados em supermercados de Teresina-PI. A avaliação foi dividida em duas etapas: a primeira focou no cumprimento das exigências legais estabelecidas pela RDC nº 135/2017 e RDC nº 259/2002 da ANVISA, verificando a conformidade dos rótulos quanto à presença e exatidão das informações obrigatórias, como a indicação "zero lactose", dados nutricionais, lista de ingredientes e alertas para alérgicos. A segunda etapa envolveu a análise da clareza das informações, considerando aspectos como legibilidade, uso de termos técnicos e a compreensão das alegações de saúde e benefícios do produto. Esta análise foi feita com base em critérios estabelecidos na literatura sobre rotulagem sem a necessidade de entrevistas com especialistas. **Resultados:** Os resultados indicaram que 30% dos produtos apresentaram deficiências na informação nutricional ou falta de clareza nas alegações de saúde. Essas deficiências foram mais frequentes em marcas menores, sugerindo variações na qualidade dos processos de rotulagem. Além disso, foi observado que rótulos com fontes pequenas ou termos técnicos pouco explicados dificultaram a compreensão, o que pode comprometer a percepção de segurança e qualidade do produto. **Conclusão:** A eficácia dos processos de rotulagem para produtos zero lactose no Brasil apresenta desafios especialmente em relação à clareza e à precisão das informações. As diferenças na conformidade e na clareza indicam a necessidade de padronização e controle rigoroso para garantir que todos os consumidores, particularmente aqueles que dependem dessas informações para evitar problemas de saúde, possam fazer escolhas seguras e informadas. Recomenda-se que os fabricantes melhorem a rotulagem, não apenas para atender às exigências legais, mas para aumentar a confiança e a satisfação dos consumidores.

**Palavras-chave:** Rotulagem, Zero Lactose, Regulamentação.

# ANÁLISE DA PRESENÇA DE ADITIVOS EM ÁGUAS DE COCO COMERCIALIZADAS EM TERESINA-PI

**[1]Rikelme da Silva Rocha; [2]Ana Luisa Pires Tavares; [3]Anna Clara da Silva Torres Anaisse; [4]Ana Maria Oliveira da Silva Pereira; [5]Antonia Kledyna Vieira da Silveira; [6]Gabriela de Sousa Santos; [7]Marilene Magalhães de Brito**

[1234]Discente/ Nutrição no Centro universitário Maurício de Nassau UNINASSAU
[5]Discente/ Nutrição no Centro universitário UNIFAEL
[6]Discente/ Nutrição noCentro universitário UNIFACID WYDEN
[7]Docente/ Pesquisador do curso de nutrição no Centro universitário Maurício de Nassau UNINASSAU
Marilene Magalhães de Brito

**Introdução**: Conforme estabelecido no art. 20 do Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, a água de coco é a bebida não diluída, não fermentada, obtida da parte líquida do fruto do coqueiro, através de um processo tecnológico adequado. A rotulagem de água de coco industrializada deve seguir as normas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), especialmente a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 429, que regulamenta a rotulagem nutricional de alimentos. Sendo fundamental para informar os consumidores sobre a composição nutricional e a presença de aditivos nos produtos. **Objetivo**: Analisar a presença de aditivos em diferentes marcas de águas de coco. **Métodos**: Foram selecionadas cinco marcas de água de coco disponíveis em um supermercado no município de Teresina-PI. A coleta de dados foi realizada a partir das informações nutricionais e da lista de ingredientes presentes nos rótulos. **Resultados**: Os dados coletados revelaram variações significativas entre as marcas analisadas. Observou-se que 100% das marcas continham aditivos alimentares, sendo eles o Ácido Ascórbico e Metabissulfito de sódio. A presença desses aditivos é comum em versões industrializadas do produto. Esses aditivos são usados para garantir a qualidade e prologar a vida de prateleira da água de coco, ambos têm ação antioxidante e atuam para prevenir a oxidação e escurecimento da água de coco. Foi observado também que todas as marcas analisadas apresentam valores distintos de açúcar e sódio, sendo que apenas uma das marcas continha açúcares adicionados, vale destaque que, a adição de açúcar pode alterar as propriedades naturais da água de coco, diminuindo seus benefícios nutricionais. As diferenças observadas nas marcas estudadas podem influenciar a percepção do consumidor. Consumidores que buscam uma opção mais natural e saudável devem verificar os rótulos cuidadosamente para escolher produtos sem aditivos ou buscar água de coco fresca, que é livre de tais modificações. **Conclusão**: Embora a água de coco seja frequentemente associada a um alimento saudável, ela pode conter aditivos e açúcar adicionado. Por isso, uma rotulagem clara e informativa é essencial para ajudar os consumidores a fazer escolhas conscientes.

**Palavras-chave:** Aditivos, água de coco, consumidor.

# ANÁLISE DA ROTULAGEM DE BARRAS DE CEREAIS COMERCIALIZADOS EM TERESINA- PIAUÍ

**Ana Maria Oliveira da Silva Pereira[1]; Ana Luisa Pires Tavares[2] ; Rikelme da Silva Rocha[3] ; Antonia Kledyna Vieira da Silveira[4] ;Marilene Magalhães de Brito[5]**

[123]Estudante do Curso de Nutrição no Centro Universitário Maurício de Nassau UNINASSAU-TERESINA
[4]Estudante do Curso de Nutrição no Centro Universitário Fael UNIFAEL-Coelho Neto;
[5]Docente/pesquisador do Curso de Nutrição do Centro Universitário Mauricio de Nassau UNINASSAU-Teresina

**Introdução:** A rotulagem de alimentos orienta os consumidores sobre a qualidade e a quantidade dos componentes dos produtos. Ela é fundamental para garantir que as informações fornecidas sejam precisas e evitar alegações enganosas que possam induzir os consumidores ao erro. Há uma tendência crescente de consumo de barras de cereais e produtos similares, que são frequentemente promovidos como alternativas saudáveis aos biscoitos tradicionais. Estes produtos são muitas vezes enriquecidos com ingredientes como frutas, castanhas e chocolate, e são apresentados como opções nutricionalmente melhores. Destaca-se a importância de o consumidor ler atentamente os rótulos dos produtos, como as barras de cereais. **Objetivo**: Analisar os rótulos de barras de cereais comercializadas em Teresina-PI. **Métodos**: Foram coletadas 10 barras de cereal de diferentes marcas e sabores, conforme a disponibilidade em supermercado de Teresina-PI. A análise foi realizada utilizando um checklist detalhado, elaborado com base nos itens exigidos pelas legislações vigentes sobre rotulagem de alimentos, como lista de ingredientes em ordem decrescente, informações nutricionais, tamanho da porção com medida caseira, selo frontal para produtos com alto teor de açúcares, gorduras saturadas ou sódio, identificação de alérgenos, declaração de lactose, data de validade, conteúdo líquido, país de origem e, quando necessário, modo de conservação e preparo. . Cada produto foi fotografado e avaliado individualmente. **Resultados**: Após a análise das dez unidades de barras de cereal foram observadas algumas inadequações principalmente em relação à RDC 727/2022. Foram identificados alguns rótulos com fontes ilegíveis, o que dificultava a leitura. Das barras analisadas, 40% não apresentaram tabela nutricional com letras pretas e fundo branco. Já 30% das barras estavam com a lista de ingredientes e alergênicos cobertas por parte da própria embalagem. Uma das barras estava identificada como zero açúcar, mas continha açúcar nos ingredientes. As demais normas das legislações foram cumpridas. **Conclusão**: Foram identificadas algumas não conformidades com a legislação, o que destaca a necessidade de fiscalização rigorosa para garantir o cumprimento das normas. É fundamental facilitar a leitura dos rótulos desses alimentos para os consumidores, promovendo escolhas alimentares saudáveis e conscientes.

**Palavras-chave:** rotulagem; barras de cereal; legislação

# IMPACTO DA LEGISLAÇÃO ALIMENTAR NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS

**Soraia Lopes Rodrigues[1]; Flávia Aline Andrade Calixto[2]**

[1]Estudante do Curso de Nutrição – Centro Universitário Serra dos Órgãos – Unifeso.
[2]Docente – Centro Universitário Serra dos Órgãos – Unifeso

**Introdução:** A higiene, a legislação e a segurança dos alimentos são elementos essenciais para garantir a saúde pública e o direito ao acesso a alimentos de qualidade, em quantidade adequada e de forma contínua. A implementação de uma legislação rigorosa é fundamental para assegurar a segurança dos alimentos e, consequentemente, minimizar os riscos e danos à saúde dos consumidores decorrentes do consumo de alimentos impróprios. As doenças transmitidas por alimentos (DTA) são causadas pelo consumo de alimentos contaminados por microrganismos patogênicos. A contaminação pode ser dividida em três categorias: física, química e biológica, sendo esta última a mais comum e responsável pela maioria dos surtos de DTA **Objetivo:** Avaliar os possíveis pontos críticos que impactam a segurança dos alimentos e soluções para redução de surtos de DTA com base em 14 anos de dados de DTA no Brasil. **Métodos:** Para essa pesquisa, utilizou-se dados de todo o território brasileiro do período de 2007 a 2024 através de análise de dados de planilha sobre surtos de DTA do Ministério da Saúde. Foram avaliados os agentes incriminados nos surtos, os locais de ocorrência, assim como os principais alimentos contaminados. **Resultados:** Os agentes etiológicos mais frequentemente envolvidos nesses surtos são os *coliformes, Escherichia coli, Staphylococcus aureus e Salmonella spp*. Os locais mais comuns de ocorrência são as residências com 45,90%, e os restaurantes com 19,35%. Os principais alimentos identificados como causador da contaminação incluem a água, alimentos mistos e leite e seus derivados. A identificação e o controle desses agentes são essenciais para a prevenção de doenças transmitidas por alimentos, os principais agentes encontrados já são conhecidos na contaminação de alimentos, sendo já amplamente estudados quanto aos seus efeitos no consumo e dinâmica de multiplicação no alimento estando presentes na legislação nacional de padrão microbiológico de alimentos. É fundamental destacar a importância de adotar boas práticas de higiene e manipulação em todos os processos de produção alimentar e o treinamento contínuo de todos os funcionários em restaurantes. Assim como, transmitir os possíveis perigos na contaminação de alimentos nas residências para população em geral. Percebe-se que alimentos mais manipulados (alimentos mistos) e alimentos que tem uma capilaridade muito grande independente de garantia de segurança estão em destaque. **Conclusão**: Conclui-se que a implementação de medidas preventivas, como a educação sanitária em segurança alimentar e a fiscalização sanitária na produção de alimentos, é de suma importância para reduzir a incidência de surtos, garantindo assim a proteção da saúde pública.

**Palavra-chave**: Segurança alimentar; Doenças transmitidas por alimentos; Contaminação microbiológica de alimentos.

# ANÁLISE DE ROTULAGEM DE SARDINHAS (*Sardinella brasiliensis*) ENLATADAS

**Lívia Cotrin Rodrigues; Francisco Klevemayk Borges dos Santos; Antônia Tágila da Silva Holanda; Ana Dávila Moreira da Silva; Ana Carolina de Araújo da Silva; Francisca Joyce Elmiro Timbó Andrade e Mirla Dayanny Pinto Farias**

**Introdução:** A rotulagem dos alimentos é um importante fator de segurança diante da necessidade de uma escolha esclarecida do que o consumidor está adquirindo, tendo conhecimento através de informações completas sobre sua procedência e seus respectivos ingredientes. A sardinha é uma espécie de peixe comumente comercializada enlatada e para isso, a indústria brasileira deve obedecer a legislação que estabelece a identidade e as características mínimas de qualidade, e ainda afirma a necessidade de estabelecer a rotulagem seguindo legislação específica. **Objetivo:** Avaliar a conformidade da rotulagem de sardinhas enlatadas de diferentes marcas comercializadas em supermercados e atacarejos em municípios do Estado do Ceará. **Métodos:** Inicialmente identificou-se as marcas de sardinhas enlatadas que eram comercializadas em três municípios do Ceará (Sobral, Ipu e Cariré), em seguida para realizar a avaliação da rotulagem destes produtos elaborou-se uma lista de verificação de acordo com as legislações vigentes sobre rotulagem e sobre produtos de origem animal embalados, com adaptações, para posterior observação dos produtos. A lista possuía cinco seções, totalizando 21 itens e era dividida em duas opções de resposta (Conforme e Não-Conforme). **Resultados:** Foram identificadas sete (07) marcas com seis (06) denominações de vendas diferentes de sardinhas enlatadas nos supermercados das referidas cidades, totalizando cinquenta e uma (51) latas de sardinhas avaliadas, destas apenas as latas de sardinha com denominações em óleo sabor defumado e em óleo sabor limão, tiveram o maior índice de conformidade em 83,5%, e o índice de conformidade mais baixo foi para a denominação com molho de tomate, com 79,1%, não havendo nenhuma das denominações com 100% de conformidades. Entre os 21 itens avaliados na lista, apenas oito (8) estavam conformes e treze (13) itens estavam inconformes. Entre os itens em desacordo estão lote, inscrição "indústria brasileira", prazo de validade, data de fabricação, informações nutricionais, armazenamento e conservação, preparo e instrução de uso, visibilidade, clareza, peso líquido drenado, ligação gratuita, *e-mail*, *home page*. **Conclusão:** Conclui-se que a maioria dos rótulos avaliados estão em discordância com a legislação vigente, não apresentando todas as informações fundamentais nas rotulagens, porém isso pode ser explicado devido ao longo período de validade desses produtos ao qual foram produtos e distribuídos antes das mudanças na rotulagem.

**Palavras-chave**: *checklist*; conformidades; pescados; produtos enlatados; Sobral

# OBTENÇÃO DE FARINHA UTILIZANDO A CASCA DA BANANA

**Láysa Maria Alves Medeiros[1], Deivid dos Santos Dias[1], Janaina Maria MartinsVieira[2], Marina Cabral Rebouças[2]**

[1]Estudante/Bolsista PIBIC do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – IDR - UNILAB
[2]Docente/Pesquisador do Instituto de Desenvolvimento Rural – IDR, do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos - UNILAB.

**Introdução:** A banana (*Musa spp*.) é uma das frutas mais consumidas no mundo. Atrelado a isso, o Brasil apresenta um elevado índice de desperdício na etapa da pós-colheita, sofrendo perdas de até 40% da produção total mundial. Em contrapartida, sabe-se que a banana é uma fruta de alto valor nutritivo, fazendo-se necessário a adoção de novas técnicas de aproveitamento para não só minimizar o desperdício, mas também, agregar valor e incrementar a renda dos pequenos produtores. **Objetivo:** Obter farinha da casca da banana *Musa spp*. **Métodos:** Trata-se de um estudo experimental e foi realizado obedecendo 4 etapas: 1ª seleção e sanitização; 2ª branqueamento; 3ª desidratação e por fim, a 4ª trituração. **Resultados:** Na 1ª etapa, a de seleção e sanitização, as bananas foram escolhidas, classificadas em 7 segundo a Escala de maturação de Von Loesecke e pesadas, onde com casca obtiveram 4.055g, só a polpa, 2.684g e só a casca 1.364,8g. Após a seleção foram sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio a 4000ppm. Na sequência, na etapa 2, foi realizado o branqueamento das cascas, utilizando a técnica da imersão em água fervente a 100ºC e após 5 minutos, foi realizado choque térmico em água fria por 1 minutos. Posteriormente foram pesadas onde obtiveram um peso de 1.610,3g. Na 3ª etapa, foi realizado a desidratação em estufa a 60ºC, onde foi realizado a mensuração do peso de uma amostra a cada 30 minutos até peso constante, onde foram necessários 13 ciclos de 30 minutos até peso constante. Por fim, na última etapa, após obtenção do peso constante, foi realizado a trituração utilizando liquidificador do tipo industrial (Industrial Shop© 60Hz Classe I IPX1) até obtenção da farinha. Em seguida foi acondicionado em embalagem a vácuo para posteriores análises. O rendimento foi de 115,91g. **Conclusão:** Infere-se que a obtenção da farinha da casca da banana é de fácil manejo, podendo ser replicada por produtores como alternativa para aproveitamento integral do fruto, entretanto, necessitaria de um grande volume de cascas para chegar a um peso comercializável de farinha. Necessita-se, ainda, de estudos para testar as potencialidades de aplicação dessa farinha.

# ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHA DO SUBPRODUTO DO UMBU-CAJÁ (*Spondias* spp.)

**Jordana Nunes de Oliveira[1]; Thatyane Mariano Rodrigues De Albuquerque[2]; Patrícia Lima Araújo[1]; Evandro Leite de Souza[2]**

[1]Estudante do Programa de Pós-graduação em Ciências da Nutrição – Universidade Federal da Paraíba – UFPB.
[2]Docente do Depto de Nutrição – Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

**Introdução:** A umbu-cajazeira (*Spondias* spp.) é uma espécie nativa da região Nordeste do Brasil, com grande importância econômica e social para o semiárido. Seus frutos são explorados comercialmente para consumo *in natura* ou industrializado. Durante o processamento de frutas é produzida uma grande quantidade de subprodutos que causam impactos ambientais indesejáveis. Esses subprodutos podem ser transformados em farinha com potencial para serem incluídos na alimentação humana. Contudo, durante o processamento, pode haver contaminação por microrganismos patogênicos, tornando um fator limitante sua comercialização e consumo. **Objetivos:** Esse estudo teve como objetivo elaborar uma farinha a partir do subproduto do processamento do umbu-cajá e avaliar a composição centesimal e qualidade microbiológica. **Métodos:** A farinha foi submetida à secagem com circulação forçada de ar a 60°C por 7h30min. Foram realizadas análises de umidade, pH, acidez, lipídios e análises microbiológicas de coliformes fecais (termotolerantes), *Bacillus cereus e Salmonella* spp. **Resultados:** Nessas condições, a farinha apresentou baixo teor de umidade (7,73 ± 0,00 %), conforme recomendação da ANVISA (2005), baixo pH (2,80 ± 0,01), alta acidez (4,81 ± 0,03 %) e baixo teor de lipídios (2,56 ± 0,66 g/100 g). Essas características intrínsecas parecem ter contribuído para limitar o crescimento microbiano de patógenos. Os resultados das análises microbiológicas indicaram, coliformes fecais (<3 NMP/g), *Bacillus cereus* (<100 UFC/g) e ausência de *Salmonella* em 25 g, valores abaixo do que recomenda a legislação vigente (RDC nº 724/2022 e IN 161/2022), afirmando que a farinha do subproduto do processamento do umbu-cajá possui características microbiológicas aceitáveis para consumo humano. **Conclusão:** Conclui-se que o uso do subproduto do processamento do umbu-cajá na alimentação humana pode ser recomendado, por apresentar estabilidade e segurança microbiológica, além de melhorar o valor nutricional das preparações.
**Palavras-chave:** Subprodutos agroindustriais; fruta; qualidade de alimentos; alimentos funcionais; qualidade microbiológica.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE MELÃO MINIMAMENTE PROCESSADO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE QUITOSANA

**Bianca Gabrielle Oliveira Perote[1]; Sandriane Pizato[2]; Rosalinda Arévalo Pinedo[3]; Grethel Teresa Choque-Delgado4; Marcelo Fossa da Paz5; William Renzo Cortez-Vega6**

[1]Mestranda do programa de pós-graduação em alimentos, nutrição e engenharia de alimentos - PPGANEA – UNESP.
[2]Docente/pesquisador da Faculdade de Ciências Agrarias – FCA – UFAM
[3]Docente/pesquisador da Faculdade de Engenharia – FAEN – UFGD
[4]Docente/pesquisador do Departamento Académico de Ingeniería de Industrias Alimentarias –DAIIA-UNSA
[5]Docente/pesquisador da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais – FCBA – UFGD
[6]Docente/pesquisador da Faculdade de Ciências Agrarias – FCA – UFAM

**Introdução:** Frutas minimamente processadas tem menor tempo de vida útil devido aos tratamentos durante o processamento. **Objetivo:** O objetivo do presente trabalho foi realizar analises microbiológicas e avaliação sensorial de melão minimamente processado utilizando diferentes concentrações de coberturas à base de quitosana como revestimentos comestíveis para a manutenção da qualidade de melão minimamente processados, armazenados durante 9 dias a uma temperatura de 5 ±1 ºC. **Métodos:** Os melões foram lavados em água clorada (0,2 $g.L^{-1}$) sendo descascados e fatiados, foram totalmente submersos por 10 minutos nas coberturas e drenados. Os melões MP foram armazenados em embalagem PET – Polietileno Tereftalato, com tampa (SANPACK), por um período de 9 dias a 5±1 °C. Obteve-se 3 tratamentos: T1 - Controle (melão sem revestimento); T2 – quitosana 1% T3 – quitosana 2%. Foram realizadas análises microbiológicas e sensoriais em triplicata no dia do processamento (dia 0) e após 1, 3, 5, 7 e 9 dias de armazenamento. **Resultados:** Em todas as amostras analisadas para todos os tratamentos de melões minimamente processados não foi detectada a presença de Escherichia coli ($<10^2$ $UFC.g^{-1}$) assim como de Salmonella (ausência em 25g). O crescimento de bolores e leveduras foi baixo nos tratamentos com cobertura. Os melões minimamente processados com coberturas apresentaram características sensoriais boas, não apresentando alterações profundas em relação a aparência do produto. **Conclusão:** Conclui-se que as coberturas a base de quitosana utilizadas neste trabalho foram eficientes no controle microbiológico e manutenção das propriedades sensoriais de melão minimamente processado. O tratamento T1 (quitosana 1%) obteve os melhores resultados.

**Palavras–chave:** Melão, revestimentos, microbiologia,

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA DE CEPAS DE *Escherichia coli* ISOLADAS DE LEITE BOVINO PRODUZIDO NO ESTADO DO MARANHÃO

**Yasmim Hellen Rocha Gonçalves[1]; Kleydejany Lima Lemos de Oliveira[2]; Rejeana Márcia Santos Lima[3]**

[1]Bacharel em Zootecnia – IFMA.
[2]Docente do Instituto Federal do Maranhão.
[3]Docente do Instituto Federal do Maranhão.

**Introdução:** *Escherichia coli* é um bacilo mesófilo que vive no intestino de humanos e animais, podendo ser patogênica e causar doenças graves, como colite hemorrágica e Síndrome Urêmico-Hemolítica. A *E. coli* é também associada à resistência a antimicrobianos, exacerbada pelo uso indiscriminado de antibióticos na medicina e agropecuária. Esta resistência representa um problema significativo para a saúde pública, dificultando o tratamento de infecções e contribuindo para a disseminação de genes de resistência entre espécies. **Objetivos:** Avaliar o perfil de resistência antimicrobiana de cepas de *Escherichia coli* isoladas de leite bovino produzido no Estado do Maranhão. **Métodos:** Foram utilizadas vinte cepas de *E. coli* que foram isoladas anteriormente de leite cru bovino produzido no estado do Maranhão. As cepas estavam estocadas em BHI + glicerol a temperatura de -20° C. Verificou-se a resistência antimicrobiana das cepas selecionadas, utilizando-se a técnica de Disco-difusão em ágar Mueller-Hinton (MH), conforme o protocolo do Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2017). Para a realização da técnica, os isolados foram inoculados em caldo BHI e incubados durante 24 horas a 37°C. Após esse período, os cultivos foram ajustados na escala 0,5 de McFarland em BHI, estriados em placa de ágar MH com posterior aplicação dos discos de antibióticos. Essas placas foram incubadas durante 24 horas a 37°C, sendo que após esse período foi realizada a leitura dos halos de inibição, sendo os resultados interpretados com base nas diretrizes do CLSI, 2020. **Resultados:** As cepas de *E. coli* utilizadas nesse estudo, apresentaram resistência a quase todos os antibióticos testados, sendo eles: Ciprofloxacina, Norfloxacina, Cefotaxina, Amicacina, Cefepime, Nitrofurantoínas, Penicilinas-Ampicilina, Polimixinas-Polimixina e Sulfametaxazol+trimetropim. E foram sensíveis aos antimicrobianos: Acido nalidíxico, Gentamicina e Imipenem. Os resultados obtidos mostraram níveis elevados de resistência antimicrobiana das cepas isoladas. Os maiores índices de resistência estiveram relacionados à Polimixinas (85%), Sulfametaxazol+trimetropim (85%), Nitrofurantoínas (80%), Cefotaxina (65%) e Norfloxacina (55%). As vintes cepas testadas, foram 100% sensíveis a apenas três antimicrobianos: Ácido nalidíxico, Gentamicina e Imipenem. **Conclusão:** Os resultados apontam que as cepas de *Escherichia coli* utilizadas nesse estudo apresentaram elevado índice de resistência aos antimicrobianos testados. Estes resultados têm implicações importantes em relação ao uso prudente de agentes antimicrobianos e à possível propagação de resistência antimicrobiana em populações bacterianas, o que dificultaria um tratamento de doenças de origem alimentar e até mesmo de outros tipos de enfermidades.

**Palavras-chave**: *Escherichia coli;* Resistência; Antimicrobianos; Leite.

# INTRODUÇÃO DO PESCADO NA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR DURANTE A PRIMEIRA INFÂNCIA

**Andrea Christina Gomes de Azevedo-Cutrim[1]; Nayara Dorneles da Cruz[2]; Rayanne dos Santos Castro[2]; Antonia Jordânia Oliveira Castro[2]; Deyse Siqueira Andrade[2]; Rayane Serra Rosas[3]; Emily Dayanne Oliveira Lindoso[4]**

[1]Docente/Pesquisadora do Departamento de Biologia, Universidade Estadual do Maranhão. Estudante de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Maracanã – Maranhão - Brasil, andreacgazevedo@uol.com.br
[2]Estudante do Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade – PPGECB/UEMA
[3]Mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade – PPGECB/UEMA
[4]Nutricionista, Universidade Federal do Maranhão. Estudante de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Maracanã – Maranhão – Brasil

**Introdução:** O consumo de pescado marinho, rico em proteínas e ácidos graxos poli-insaturados como o ômega 3 ou ômega 6, é reconhecido por sua qualidade nutricional, porém seu consumo entre crianças no Brasil ainda é abaixo das recomendações da Organização Mundial de Saúde. O Programa Nacional de Alimentação Escolar desempenha um papel crucial ao buscar suprir as necessidades nutricionais dos alunos da rede pública ao longo do ano letivo. O Brasil tem grande potencial para fabricação de novos produtos de pescado que possam suprir esta demanda, devido à sua extensa região costeira de mais de oito mil quilômetros e a presença de estoques com elevado potencial de captura ou cultivo de peixes. **Objetivo:** Este estudo testou dois tipos de formulações de pescado com o objetivo de realizar a introdução de pescado na alimentação escolar, durante a primeira infância, com o intuito de promover uma alimentação saudável e nutritiva. **Métodos:** Inicialmente foram identificadas espécies de peixes com alto valor nutricional, disponíveis em feiras e mercados de São Luís - MA, sendo selecionada a tilápia (*Oreochromis* sp.) por apresentar bom rendimento e filé com poucas espinhas. Foram produzidas duas formulações com o pescado – almôndegas de tilápia e *fishburguers* - sendo realizada a análise sensorial com escala hedônica de 1 a 5, em duas turmas de crianças da Educação Infantil 2, totalizando 31 escolares de uma creche-escola, com faixa etária de quatro e cinco anos. O alimento foi fornecido na hora do lanche como fonte principal de proteína. **Resultados:** Na análise sensorial com as almôndegas 71% avaliaram como "adorei", 18% "gostei", 7% "não gostei" e 4% "detestei" (totalizando 89% de aceitação). Já na análise com os *fishburguers* 81% indicaram "adorei", 13% "gostei" (totalizando 94% de aceitação), 3% "não gostei" e 3% avaliou como "detestei". Os testes com as formulações de pescado demonstraram um bom potencial para o consumo, uma vez que os resultados do Índice de Aceitabilidade (IA) foi acima de 70% para ambos os produtos, portanto, considerados satisfatórios. **Conclusão:** Os resultados obtidos neste estudo destacam a viabilidade e a importância da inclusão do pescado marinho na alimentação escolar. Ao integrar conhecimentos técnicos, práticos e sensoriais, este trabalho oferece subsídios relevantes para promover uma alimentação mais saudável e nutritiva nas escolas, contribuindo para o bem-estar e desenvolvimento das crianças, além de contribuir para a valorização da pesca local.

**Palavras-chave:** aceitabilidade; análise sensorial; formulações; peixe; nutrição.

# ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE ERVA-DOCE NA ATIVIDADE ANTIFÚNGICA FRENTE AO *COLLETOTRICHUM* SP.

**Patrícia Monteiro Evangelista[1]; Lívia de Sousa da Cunha[2]; Regimara Francisca Bernardo da Silva Vieira[3]; Maryana Melo Frota[4]; Maria do Socorro Rocha Bastos[5]; Christiana de Fátima Bruce da Silva[6]; Lucicléia Barros de Vasconcelos[7]**

[1]Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos - PPGCA – UNICAMP
[2]Estudante do Curso de Engenharia Química – CT – UFC
[3]Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia PPGAF - UFC
[4]Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – UFC
[5, 6]Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical - Fortaleza/CE
[7]Docente do Departamento de Engenharia de Alimentos – CCA – UFC

**Introdução:** as perdas pós-colheita causadas por microrganismos, especialmente fungos, são um problema recorrente no agronegócio. Nesse contexto, os óleos essenciais têm se destacado como uma alternativa eficaz para o controle de doenças pós-colheita, devido às suas propriedades antifúngicas e antioxidantes. Entre eles, o óleo essencial de erva-doce (OE-ED) se apresenta como uma potencial alternativa natural para o controle da antracnose, uma doença provocada pelo fitopatógeno *Colletotrichum sp.*, que causa perdas significativas e de grande impacto econômico no setor da fruticultura. **Objetivo:** o presente trabalho objetivou investigar a influência da composição química dos OE-ED na atividade antifúngica frente ao *Colletotrichum sp.* utilizando óleos essenciais de erva-doce com 72,1% e 100% de E-anetol. **Métodos:** as concentrações investigadas foram de 500, 1000, 1500 e 2000 ppm. Os controles incluíram: positivo (+) com ausência de OE-ED; negativo (-) com o fungicida comercial tebuconazol; e controle com Dimetilsulfóxido (DMSO). Inicialmente, os óleos essenciais foram diluídos em DMSO na proporção 1:1 nas concentrações adotadas e, em seguida, adicionados ao meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) fundido, sendo então homogeneizados e vertidos em placas de Petri em triplicata. Após a solidificação, discos de micélio de 5 mm do fitopatógeno *Colletotrichum sp.* de 8 dias de crescimento foram colocados no centro das placas. Logo após, as placas foram vedadas com parafilme e incubadas em BOD a 28 ºC com fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram realizadas ao longo de 8 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, e os resultados foram analisados estatisticamente pelo método Scott-Knott, comparando as médias dos índices de crescimento micelial através do software AgroEstat. **Resultados:** verificou-se que o OE-ED com maior concentração de E-anetol apresentou melhor atividade antifúngica contra *Colletotrichum sp.*, com menor índice de crescimento micelial e porcentagem de inibição 11,39% maior do que a do óleo com menor concentração de E-anetol, na concentração de 2000 ppm. Além disso, o OE-ED com maior concentração de E-anetol demonstrou atividade fungistática e fungicida na concentração de 1500 ppm. Trabalhos na literatura associam a atividade antifúngica do óleo essencial de erva-doce ao seu composto majoritário, E-anetol. **Conclusão:** os OE-ED foram eficazes contra a atividade do fitopatógeno em estudo e podem ser utilizados no controle da antracnose. Além disso, foi verificado que a composição química do OE-ED influência em sua ação antifúngica *in vitro.*

**Palavras-chave**: fitopatógeno; E-anetol; antracnose.

# APLICAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Zingiber officinale* COMO CONSERVANTE NATURAL NA PRODUÇÃO DE LINGUIÇA TOSCANA

**Maria Gleiciane Soares Coutinho[1]; Francisca Lidiane Linhares de Aguiar[2]; Silmara Moreira Barbosa[1]; Ailton Dias Ferreira[1]; Raquel Oliveira dos Santos Fontenelle[2] Maria Larissa Gomes Rodrigues [3]; Leiliane Teles César [4]**

[1]Estudante do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA
[2]Docente/pesquisador da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA
[3]Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal do Ceará - IFCE – Sobral
[4]Docente/pesquisador do Instituto Federal do Ceará – IFCE

**Introdução**: O uso excessivo de conservantes sintéticos pode gerar resistência aos antibióticos e seu uso prolongado pode apresentar efeito carcinogênico. Estudos com conservantes naturais têm sido realizados como alternativa, destacando-se os óleos essenciais extraídos de plantas por suas propriedades antimicrobianas. Esses compostos vêm conquistando a atenção da indústria alimentícia nos últimos tempos, devido à sua capacidade de controlar o crescimento de patógenos responsáveis por doenças transmitidas por alimentos. **Objetivo**: Objetivou-se avaliar a qualidade da linguiça toscana produzida com adição de óleo essencial de *Zingiber officinale* como conservante natural na produção de linguiça toscana. **Métodos**: O óleo foi extraído por hidrodestilação e a análise da composição química realizada por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas. As linguiças foram produzidas no Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários-LTPA da UVA, respeitando as Boas Práticas de Fabricação - BPF, de acordo com a RDC nº 272 (BRASIL, 2019) e Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (BRASIL, 2000). A matéria-prima utilizada foi adquirida em supermercado, portadoras de selo SIF, no município de Sobral - CE. Foram fabricados 10 kg de linguiça, usando sobrepaleta suína desossada (72,23%), triturada em moinho manual, posteriormente condimentada com sal (1,32%); alho (2%); cebola (2,75%); noz moscada (2,2%); glutamato monossódico (1,0%); ligatari (1,0%); pimenta (0,25%); páprica (0,25%); toucinho (9,0%) e água (8,0%), adicionou-se 0,2% e 0,4% de óleo essencial do gengibre. Os testes microbiológicos avaliaram a contagem de *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. e contagem total de mesófilos, conforme exigido pela legislação, IN nº 161/2022, para linguiça. **Resultados:** Os compostos majoritários presentes no óleo essencial foram geranial (22,33%) e neral (18,15%). O óleo essencial de gengibre não diferiu (P< 0,05) do controle (linguiça sem óleo) na concentração de 0,2%, no entanto, em 0,4% reduziu a contagem de *Escherichia coli* 3,6x10 para 2,3x10 UFC/g. Na contagem de aeróbios mesófilos, o óleo de gengibre apresentou resultados semelhantes aos de *E. coli*, inibindo o crescimento apenas na adição de 0,4% (P<0,05) do óleo do gengibre, com redução de 3,5x10 para 2,0x10. A contagem de *Salmonella* foi ausente, estando todas as linguiças produzidas dentro dos limites estabelecidos pela legislação. **Conclusão:** A capacidade de redução do crescimento microbiano nos embutidos mostra que o óleo essencial de *Z. officinale* têm potencial para ser utilizado na conservação de embutidos cárneos, sendo promissor para substituir os conservantes sintéticos, com o intuito de oferecer alimentos mais seguros ao consumidor.

**Palavras-chave:** Conservantes naturais; *Escherichia coli*; Gengibre; Linguiça toscana; Óleo essencial

# INFLUÊNCIA DO TEMPO, TEMPERATURA E PH NO RENDIMENTO DE EXTRAÇÃO DE PECTINAS OBTIDAS PELO MESOCARPO DE PEQUI

**Nathália Uchôa de Castro Bessa [1]; Joana de Barros Alexandre [2]; Gabrielle Albuquerque Freire[3]; Luana Carvalho da Silva [4]; Roselayne Ferro Furtado [5]; Carlucio Roberto Alves [6]**

[1]*Estudante de Pós-graduação em Recursos Naturais - PPGCN - UECE*
[2]*Doutora em Recursos Naturais - PPGCN - UECE*
[3]*Estudante de Pós-graduação em Recursos Naturais - PPGCN - UECE*
[4]*Doutora em Biotecnologia - Renorbio - UECE*
[5] *Pesquisadora Embrapa Agroindústria Tropical*
[6] *Docente Pós-graduação em Recursos Naturais - PPGCN - UECE*

**Introdução:** O pequi, fruto com importância sócio-econômica no Nordeste e Centro-oeste do Brasil, é consumido direto após cocção dos putâmens e utilizado na produção de azeites, óleos e conservas. No entanto, a maior parte do fruto é composta pelo mesocarpo externo que, apesar de ter potencial tecnológico, não é aproveitado, gerando grandes quantidades de resíduos que se acumulam no meio ambiente. O mesocarpo externo é uma interessante fonte de pectinas e estas podem ser extraídas por diferentes métodos, sendo o mais utilizado o método químico usando ácidos. **Objetivo:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do pH, tempo e temperatura no rendimento da extração de pectina do mesocarpo do pequi.
**Métodos:** Para o estudo, foi realizado um Delineamento Composto Central Rotacional (Statistica – StatSoft), onde os valores de pH variaram de 1,5 a 3,5, temperatura variou de 60 ºC a 90 ºC e tempo, de 30 a 180 minutos. Dezessete tratamentos foram avaliados, e a extração foi realizada utilizando ácido cítrico. **Resultados:** Ao final das extrações, foi possível observar uma variação no rendimento de 4,2% a 16,7%, dentro dos valores encontrados na literatura. O maior rendimento foi obtido nas condições de pH 1,5, temperatura de 75 ºC e tempo de 105 minutos. Por outro lado, o menor rendimento foi encontrado com pH 3,09, temperatura de 66 ºC e tempo de 150 minutos. **Conclusão:** Analisando todos os tratamentos, observou-se que em pH abaixo de 3 foram obtidos os melhores rendimentos. Em relação à temperatura, valores acima de 70 ºC, quando associados a pH baixos, resultaram em bons rendimentos, enquanto o tempo não apresentou influência significativa no rendimento das pectinas de pequi.

**Palavras-chave:** Mesocarpo de Pequi; Aproveitamento de resíduos; Rendimento.

# SORBET MISTO DE FRUTO DA PALMA (*Opuntia fícus-indica*) E AÇAÍ (*Euterpe oleracea*): AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E ESTRUTURAIS

**Belo Ivo Monteiro da Silva[2]; Fabrícia de Souza Ferreira[3]; Marcelo Lima dos Santos[4]; Eleny da Silva Pinto[1]; Reginaldo Felipe da Silva Inácio[1]; Maristela Alves Alcântara[4]; Angela Maria Tribuzy De Magalhães Cordeiro[5]**

[1]Estudante do Curso de Tecnologia dos Alimentos - CTDR – UFPB
[2]Tecnólogo de Alimentos – CTDR - UFPB
[3]Estudante da Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PPGCTA – UFPB
[4]Técnico do Depto de Tecnologia dos Alimentos – CTDR – UFPB
[5]Docente/pesquisador do Depto de Tecnologia dos Alimentos – CTDR – UFPB

**Introdução**: O açaí é um dos gelados comestíveis mais consumidos no Brasil. Este gelado, também conhecido como *sorbert*, de frutas à base de água apresenta redução de gordura, tornando-se uma alternativa mais saudável para os consumidores. Contudo, por não ser adicionado de gordura ele pode conter problemas físicos e texturais que comprometem o produto e a aceitação. A utilização de agentes emulsionantes e espessastes, como hidrocoloides presentes nos cactos, é uma alternativa. **Objetivo**: Avaliar a aplicação da polpa do fruto da palma nas propriedades físicas e estruturais de gelado de açaí. **Métodos**: Após o preparo da polpa do fruto da palma, realizou-se a avaliação da composição físico-química. Foram elaboradas 3 formulações de *sorbet* de açaí com diferentes concentrações de polpa do fruto da palma, sendo F1 a formulação com 50% de polpa de fruto da palma e 50% de polpa de açaí; F2 contendo 60% de polpa de fruto da palma e 40% de polpa de açaí; e F3 a formulação com 40% de polpa de fruto da palma e 60% de polpa de açaí. Foram avaliadas também 2 amostras de *sorbet* de açaí comerciais (MIX e GLA). **Resultados**: A composição físico-química, análise de textura e de derretimento foram realizados comparando as formulações de *sorbets* elaborados e dos gelados comerciais. A polpa do fruto da palma apresentou características físico-química com potencial tecnológico. Os *sorbets* elaborados apresentaram maior conteúdo de sólidos solúveis, carboidratos e consequentemente menor teor de umidade. Os gelados comerciais apresentaram textura mais macia. Já os *sorbets* adicionados de polpa de fruto da palma revelaram consistência mais firme. O teste de derretimento mostrou maior resistência nas amostras comerciais, mas todas as amostras iniciaram o descongelamento após 20 min de análise. A formulação F3, contendo 40% de polpa do fruto da palma e 60% de polpa de açaí foi a mais apreciada pelo grupo de pesquisa. Contudo, a adição da polpa do fruto da palma deixou o produto com uma coloração atraente e um brilho intenso. Foi constatado a presença de corantes artificiais nas amostras comerciais. **Conclusão**: A produção de *sorbet* adicionado de polpa do fruto da palma apresenta uma vantagem do ponto de vista econômico, pois possui substâncias texturizantes e pigmentos com alto poder colorante, ainda é disponível na região nordeste, o que tornaria o produto com custo mais baixo. Conclui-se que o fruto da palma tem potencial para ser aplicado em diversos produtos alimentícios, possibilitando novas pesquisas.

**Palavras-chave**: Cactos; Gelado comestível; Hidrocoloides.

# PERFIL MICROBIOLÓGICO DE EMBUTIDO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA INCORPORADO DE HEMICELULOSE NATURAL

**Felipe Costa de Souza [1]; Lívia Cotrin Rodrigues[1]; Ítalo Alves Viana[1]; Rafael Pereira Frota[2]; Daniele Maria Alves Teixeira Sá[3]; Leiliane Teles Cesar[3]; Mirla Dayanny Pinto Farias[3]**

1 Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos- Eixo Produção Alimentícia – IFCE- campus Sobral.
2 Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial- Eixo Controle e Processos Industriais – IFCE- campus Sobral.
3 Docente/pesquisadora do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos- Eixo Produção Alimentícia – IFCE- campus Sobral.

**Introdução**: As indústrias de pescados transformam as matérias-primas em diferentes formas de produtos visando a inovação e agregação de valor de determinadas espécies de peixes. Entre estes produtos encontra-se os embutidos que podem ser processados com carne de resíduos da filetagem de peixes. Esse sub-produto é determinado na indústria como Carne Mecanicamente Separada (CMS), também conhecida como polpa, que poderá ser utilizada para a fabricação de embutido de pescado. Como o embutido se trata de um produto que precisa de aditivos para a emulsificação, as hemiceluloses como a xiloglucana da *H. courbaril var. courbaril*, pode ser utilizada para esta finalidade, porém as características microbiológicas de todos os aditivos incorporados ao produto devem ser avaliadas para garantir a segurança do alimento. **Objetivo:** Avaliar as características microbiológicas do embutido de CMS de tilápia acrescidos ou não de xiloglucana. **Métodos**: Foram elaboradas duas amostras de embutidos de CMS, sendo uma sem xiloglucana (EC) e outra com xiloglucana (EX), sendo ambas separadas em dois lotes com duas repetições por lote. As análises realizadas foram: Contagem Total de Aeróbios, *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Salmonella*. Foram empregados métodos microbiológicos rápidos, com uso da placa Petrifilm™(3M), de acordo com as instruções do fabricante. **Resultados**: Os resultados da análise de Contagem Total de Aeróbios da amostra EC foi 9 x 10 UFC/g e da EX foi de 1,2 x $10^2$ UFC/g. Na análise de *Enterobacteriaceae*, a amostra EC apresentou resultado 2 x 10 UFC/g, a EX apresentou uma contagem menor, de 1,5 x 10 UFC/g. Nas análises mencionadas não há limite mínimo e máximo na legislação brasileira, porém a literatura relata a importância dessas análises para investigar possíveis falhas de processamento, pois trata-se de microrganismos indicadores de qualidade higiênico-sanitária. O resultado da análise de *Escherichia coli* tanto da amostra EC como EX foi menor que 10 UFC/g, esse valor é inferior ao limite disposto pela legislação (IN nº 161, de 1º de julho de 2022, ANVISA). Quanto às análises de *Salmonella* e *S. aureus*, ambas as amostras não apresentaram estas bactérias. As contagens encontradas são baixas quando comparadas aos resultados de outras pesquisas. **Conclusão:** Considerando a qualidade microbiológica do embutido de CMS contendo ou não xiloglucana foi possível concluir que ele se apresenta seguro para o consumidor.

**Palavras-chave:** Microbiologia; Xiloglucana; Placa Petrifilm; *Salmonella*.

# ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO FRUTO TOMATE PERA AMARELA EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO

**Maria Clara Cunha da silva[1]; Tháila Pimentel Albuquerque Moura[2]; Liana Cleide Flor de Lima Velho[3]; Lucicleia Barros de Vasconcelos Torres[4]**

[1]Graduanda em Engenharia de Alimentos , Departamentos de Engenharia de Alimentos - CCA – UFC.
[2]Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamentos de Engenharia de Alimentos - CCA – UFC.
[3]Técnica do laboratório de frutos e hortaliças, Departamento de engenharia de alimentos - CCA – UFC.
[4]Docente, Departamentos de Engenharia de Alimentos - CCA – UFC.

**Introdução:** O tomate pera amarela, da espécie Solanum lycopersicum, destaca-se pela sua forma alongada e cor amarela vibrante, assemelhando-se à fruta pera. O fruto analisado possui tamanho e sabor que fazem analogia ao popular tomate cereja, porém é mais adocicado do que as variedades vermelhas de Solanum lycopersicum. Trata-se de uma variedade antiga, muito apreciada em hortas caseiras e pequenos cultivos, sendo excelente para saladas, decoração culinária e conservas. **Objetivo:** Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade pós-colheita de dois estágios de maturação do tomate pera quanto às suas características físico-químicas. **Métodos:** Foram analisados o estágio 3 (pré-maturação) e estágio 4 (maturação) de maturação do tomate pera em relação à sua cor pela escala CIELab, atividade de água (Aw), acidez titulável total, sólidos solúveis totais (°Brix), determinação do pH, perda por dessecação (umidade) e resíduo por incineração (cinzas). As análises foram realizadas em triplicatas. Os resultados foram analisados através da analise de variância, ANOVA, e teste de comparação de médias Tukey quando pertinente através do softaware Statistica 10.0 com 95% de confiança nos dados. **Resultados:** Na análise de cor não houve diferenças significativas estatisticamente ($p > 0,05$) entre os estágios 3 e 4 para as variáveis L*(luminosidade) e b* apresentaram valores positivos para ambos os estágios indicando a predominância da coloração amarela. Entretanto, as variáveis C* (Croma), Hue (matriz) e a* (eixo verde para o estágio 3 e eixo vermelho para o estágio 4) apresentaram diferenças significativas entre os estágios para o teste Tukey ( $p < 0,05$). Os resultados das próximas análises obtidas do tomate pera em seu estágio 3 e estágio 4 respectivamente foram: atividade de água ( 0,991 ± 0,004 e 0,996 ± 0,002); acidez ( 0,42% ± 0,04 e 0,34% ± 0,04); °Brix ( 5,0 ± 0,26 e 5,5 ± 0,23); pH (4,21± 0,01 e 4,34± 0,06); umidade (94,48% ± 0,14 e 94,13% ± 0,26) ; cinzas (0,35% ± 0,31 e 0,49% ± 0,15). **Conclusão:** A análise estatística indicou que não houve diferenças significativas entre os estágios para atividade de água, acidez, cinzas, umidade e para as variáveis b* e L*, enquanto se observaram diferenças significativas para pH e para as variáveis C*, a* e Hue entre os estágios analisados do tomate pera amarela. Esses resultados eram esperados, considerando as características da espécie Solanum lycopersicum.

**Palavras-chave:** pós-colheita; tomate pera; maturação; estágios; características.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# ANÁLISE SENSORIAL DE UM GELADO COMESTÍVEL DO TIPO DINDIN PREPARADO COM KOMBUCHA E MANGA (*Mangifera indica* L.).

**Tereza Carlas da Nóbrega Araújo Garcez[1]; Háquila Andréa Martins da Silva [2]; Liana Cleide Flor de Lima Velho[3]; Conceiçao de Maria Coelho de Carvalho[4]; Sandra dos Santos Silva[5]; Paulo Henrique Machado de Sousa[6]; Larissa Morais Ribeiro da Silva[7]**

[1]Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Gastronomia - PPGG – UFC. [2]Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PPGCTA – UFC. [3]Mestre do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PPGCTA – UFC. [4]Mestre do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PPGCTA – UFC. [5]Especialista em engenharia ambiental e saneamento básico. Técnica de Laboratório Curso de Engenharia de Alimentos; [6]Docente/pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Gastronomia - PPGG – UFC. [7]Docente/pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PPGCTA – UFC.

**Introdução** O mercado de alimentos saudáveis está crescendo diante de uma maior conscientização das pessoas sobre a importância de um estilo de vida saudável. Nesse sentido, a kombucha tem se destacado no mercado por ser uma bebida com propriedades funcionais e com potencial nutricional. Ela é preparada com chá (*Camellia sinensis*) e açúcar e utiliza uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY). Para diversificar seu consumo, propõe-se criar um gelado comestível misturando kombucha com frutas tropicais, como a manga (*Mangifera indica* L.), que é rica em antioxidantes e vitaminas. O tipo de gelado escolhido para essa pesquisa foi o dindin, que no Brasil também e conhecido como geladinho, sacolé ou chop e é preparado com suco de fruta e açúcar e servido em sacos plásticos. **Objetivo** O estudo objetivou formular e avaliar sensorialmente, pela técnica de grupo focal, um gelado comestível do tipo dindin feito com kombucha, usando chá verde, e saborizada com manga. **Métodos** Os ingredientes para a kombucha, como açúcar demerara, chá verde e polpa de manga foram adquiridos em Fortaleza-CE. A kombucha e o SCOBY foram obtidos de pesquisas da Universidade Federal do Ceará. A preparação da kombucha envolveu a infusão do chá verde, a adição de kombucha já fermentada e o SCOBY, seguida de incubação a 30ºC por 10 dias. Foram desenvolvidas três formulações com diferentes proporções de kombucha e manga: 50% kombucha e 50% manga (F1), 60% kombucha e 40% manga (F2) e 70% kombucha e 30% manga (F3). A análise sensorial usou um grupo focal com 10 participantes para avaliar as formulações e entender as percepções sobre o produto. **Resultados** Os resultados referentes à preferência das formulações mostraram que 50% dos participantes preferiram a formulação F1, que contém metade kombucha e metade manga. Essa formulação destacou-se pelo sabor intenso de manga, doçura equilibrada, picância, textura cremosa, cor amarela intensa e aparência uniforme. **Conclusão** A análise sensorial indicou que o dindin de kombucha e manga pode ser uma nova e atraente forma de consumir kombucha, capturando consumidores familiarizados com a bebida e interessados em novos sabores. Embora promissor, mais pesquisas são necessárias para confirmar a viabilidade comercial do dindin de kombucha e manga.

**Palavra-chave:** kombucha; chá verde; gelado comestível; manga.

# INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS POLIMÉRICOS A BASE DE AMIDO DE MILHO COM ADIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE LIMÃO NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATE CEREJA

**Josilene Lima Serra [1]; Stephanny Letícia Costa Carneiro[2]; Jasamim Lemos Fonseca[3]; Rafael Alves Gomes[4]; Gleice Karoline dos Santos Alves [4]; Filipe Lima Silva[4]; Mayara Kimberly Morais de Araujo[4]**

[1]Docente do Curso de Tecnologia em Alimentos, IFMA-Campus São Luís – Maracanã, São Luís, Maranhão.

[2]Estudante do Curso Técnico em Agroindústria – IFMA, Campus São Luís – Maracanã, São Luís, Maranhão.

[3]Mestranda em Engenharia de Materiais – IFMA, Campus São Luís – Monte Castelo, São Luís, Maranhão.

[4]Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos - IFMA, Campus São Luís – Maracanã, São Luís, Maranhão.

**Introdução**: O óleo essencial da casca do limão é composto lipofílico rico em monoterpenos que possui uma boa bioatividade sobre microrganismos patogênicos e deteriorantes, uma propriedade interessante para a conservação natural de alimentos. A sua aplicação em revestimentos poliméricos como princípio ativo é uma alternativa viável para prolongar a vida de prateleira de frutos, como o tomate. **Objetivo(s)**: O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação de revestimentos poliméricos naturais a base de amido de milho com adição do óleo essencial da casca do limão na qualidade pós-colheita de tomates cereja. **Métodos**: O óleo essencial foi extraído das cascas de limão Taiti por hidrodestilação. O revestimento foi preparado dissolvendo o amido de milho em água, adicionando ácido cítrico, o glicerol como plastificante, e incorporando 0,5% de óleo essencial de limão (OEL). Um revestimento controle foi preparado utilizando os mesmos componentes desta formulação, com exceção do óleo essencial. Todos os revestimentos foram aplicados por aspersão nos tomates cereja maduros, devidamente selecionados e sanitizados. Em seguida, os tomates foram armazenados à temperatura ambiente e analisados em diferentes intervalos: 0, 2, 7, 10, 14 e 16 dias. As análises físico-químicas realizadas incluíram pH, acidez titulável e sólidos solúveis (ºBrix). Para qualidade microbiológica foram determinados coliformes totais, fungos e bactérias aeróbias mesófilas. **Resultados**: O pH do tomate cereja revestido com o filme adicionado do OEL aumentou durante o período de armazenamento de 5 para 5,8. A acidez titulável aumentou até o 7° dia de armazenamento e depois reduziu, variando de 3,0 a 2,7% ácido cítrico. O conteúdo de sólidos solúveis também reduziu, variando de 6,4 para 3,1 °Brix. Em relação a qualidade microbiológica, nas primeiras 48 horas houve inibição de coliformes totais, bactérias aeróbias mesófilas e fungos. **Conclusão:** O revestimento polimérico com adição do óleo essencial de limão mostrou-se mais eficiente no controle microbiano e no aumento da vida de prateleira dos tomates cereja relação ao tratamento controle. Esses dados mostram que o uso desse óleo essencial é uma alternativa viável e sustentável para o desenvolvimento de polímeros bioativos.

**Palavras-chave**: Composto bioativo; Frutas cítricas; Revestimento; Frutos.

# ROTULAGEM GERAL E NUTRICIONAL DE QUEIJO MUÇARELA FRACIONADO EM ESTABELECIMENTOS DE GOIÂNIA, GOIÁS

**Lana Rouse Meneses Belizário[1]; Vitória Princeza de Portugal Lino[2]; Isabella Alves Ribeiro[2]; Karyne Oliveira Coelho[3]; Aracele Pinheiro Pales dos Santos[3]**

[1]Mestranda do Curso de Produção Animal e Forragicultura - Instituto de Ciências Agrárias e Sustentabilidade (IACAS) – UEG.
[2]Estudante do Curso de Medicina Veterinária - Instituto de Ciências Agrárias e Sustentabilidade (IACAS) – UEG.
[3]Docente/pesquisadora do Instituto de Ciências Agrárias e Sustentabilidade (IACAS) – UEG.

**Introdução:** O fracionamento dos alimentos necessita de um ambiente higiênico-sanitário adequado. Além disso, é essencial armazenar o alimento em um local apropriado, respeitando as orientações, em especial, para a temperatura de conservação. Podem ser fracionados os alimentos comercializados na forma a granel ou pesados à vista do consumidor. Nesse caso, não há obrigatoriedade de se declarar a informação nutricional na embalagem do produto fracionado. Contudo, caso o fracionamento seja realizado na ausência do consumidor, o alimento deve apresentar todos os dizeres de rotulagem, nos termos da RDC nº 727 de 2022. **Objetivo:** Avaliar a rotulagem geral e nutricional do queijo muçarela fracionado, no local de venda, comercializados em estabelecimentos varejistas e/ou atacadistas de Goiânia/Goiás. **Métodos:** Estudo observacional descritivo, realizado por meio da visita em 62 estabelecimentos comerciais, sendo 8 casas de frios, 44 supermercados ou mercearias e 10 atacadistas "atacarejo". Permaneceram na amostra 41 estabelecimentos que fracionavam, embalavam e rotulavam o queijo muçarela na presença ou ausência do consumidor. Para coleta dos dados, foi utilizado um *Checklist*, com os itens para a avaliação e aprovação da rotulagem geral por meio da RDC nº 727/2022 e da rotulagem nutricional, considerando, a legislação vigente, ou seja, RDC nº 359/2003; RDC nº 360/2003 e RDC nº 54/2012. Para a avaliação da declaração do conteúdo líquido seguiu o disposto na Portaria INMETRO nº 249 de 2021. Realizou-se apenas a análise de queijos fracionados no local de venda. Foram avaliadas 96 amostras de queijos muçarela comercializados de maneira fracionada na ausência do consumidor. **Resultados:** Os estabelecimentos comerciais avaliados, independente da classe, apresentaram irregularidades. Observou-se que 77 (80,21%) dos itens estavam não conformes e (19,79%) conformes, sendo que 66 (68,75%) dos queijos não continham informações sobre os ingredientes e 50 (52,08%) não havia informações sobre o modo de conservação. Destaca-se que 40% das amostras fracionadas não apresentavam informações quanto ao lote do produto original, dificultando a rastreabilidade do produto. **Conclusão:** As informações que estão faltando nas embalagens do queijo muçarela fracionado, são determinantes para auxiliar o consumidor sobre a forma correta de armazenamento, de observação da qualidade nutricional e segurança do produto. Mostrou-se evidente a necessidade de aumento da fiscalização para clareza de informações dos rótulos e segurança aos consumidores.

**Palavras-chave:** informação nutricional; data de validade; lista de ingredientes; rotulagem.

# MERCÚRIO TOTAL EM MEXILHÕES *Perna perna* E *Mytilus chilensis* DISPONÍVEIS PARA COMERCIALIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE NITERÓI-RJ

**Ana Gabriela Barbosa Ramos[1]; Fábio José Targino Moreira da Silva Júnior[1]; Thalita Vasconcelos Alcântara[2]; Kellen Oliveira Silva[2]; Gabriella Moura Lopes Simião[3]; Kelly das Graças Fernandes Dantas[4]; Eliane Teixeira Márcico[5]**

[1]Doutorandos em PPGHigVet – Faculdade de Veterinária – UFF.
[2]Estudantes de graduação em Medicina Veterinária – Faculdade de Veterinária – UFF.
[3]Estudante de graduação em Medicina Veterinária – FMVZ – Unesp.
[4]Instituto de Ciências Exatas e Naturais – UFPA.
[5]Professora do Departamento Tecnologia de Alimentos – Faculdade de Veterinária – UFF.

**Introdução:** A contaminação por mercúrio nos ecossistemas marinhos tem sido uma crescente preocupação ambiental devido aos seus efeitos tóxicos em organismos aquáticos e, consequentemente, em seres humanos que consomem frutos do mar. Mexilhões, como organismos filtradores, são frequentemente utilizados como bioindicadores da qualidade ambiental devido à sua capacidade de acumular contaminantes presentes na água. **Objetivos:** Avaliar contaminação por mercúrio total em amostras de mexilhões (*Perna perna* e *Mytilus chilensis*) disponíveis para comercialização no município de Niterói, RJ. **Métodos**: Foram analisadas 30 amostras, sendo 15 amostras de mexilhões (*P. perna*) oriundas da Baía de Guanabara, na região de Jurujuba, município de Niterói, RJ e 15 amostras de mexilhões do Chile (*M. chilensis*) obtido por compra direta em uma rede de varejo no município de Niterói, RJ, que foram analisadas por Espectrometria de Absorção Atômica com Amalgamação e Decomposição Térmica e (TDA-AAS) no Analisador Direto de Mercúrio ("Direct Mercury Analyzer") - DMA-80® (Milestone, Sorisole, Itália). O material de referência utilizado foi o DORM-4, analisado em triplicata, e os valores detectados foram: 0,4853 $mg.kg^{-1}$; 0,3725 $mg.kg^{-1}$ e 0,3575 $mg.kg^{-1}$, com valor médio de 0,4051 $mg.kg^{-1}$, demostrando a acurácia de 98%. **Resultados:** Todas as amostras analisadas apresentavam contaminação por HgT. O valor médio de HgT foi de 0,0038 $mg/kg^{-1}$ (mín-máx: 0,0016 – 0,0050 mg/kg-¹) nos mexilhões *P. perna* coletados na Baía de Guanabara - RJ e o valor médio de HgT foi de 0,0026 $mg/kg^{-1}$ (mín-máx: 0,0004 – 0,0072 mg/kg-¹) nos mexilhões *M. chilensis* importados. Estes resultados se encontram abaixo do limite máximo permitido pela legislação brasileira de até 0,5 mg/kg de mercúrio total em moluscos bivalves (ANVISA, IN nº 160/2022) **Conclusão**: Verificou-se presença de mercúrio em todas as amostras analisadas, abaixo do limite máximo permitido. Os resultados sugerem que o mercúrio se encontra dissolvido na coluna d'agua dos locais de coleta, oferecendo informações cruciais para o desenvolvimento de estratégias de gestão ambiental e proteção da saúde pública.

**Palavras-chave:** Contaminantes; elementos tóxicos; pescado; toxicologia.

# DETERMINAÇÃO DA COR DE UMA BEBIDA MISTA EM PÓ ELABORADA COM LIMÃO, CENOURA, GENGIBRE ENRIQUECIDA COM *SPIRULINA* SPP

**Angélica Marques de Lima [1]; Maria Eduarda Nobre Do Nascimento[1]; Mirla Dayanny Pinto Farias[2] ; Francisca Joyce Elmiro Timbó Andrade[2]; Daniele Maria Alves Teixeira Sá[2]; Leiliane Teles César[2]; Georgia Maciel Dias de Moraes[2]*;**

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: georgia@ifce.edu.br*

[1]Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos – IFCE Campus Sobral.
[2]Docente/pesquisador do Depto de Produção alimentícia – IFCE Campus Sobral.

**Introdução:** A adição *Spirulina* spp. nas bebidas podem elevar o teor de vitaminas, aminoácidos essenciais, minerais, ácidos graxos poli-insaturados e outros nutrientes. As propriedades nutricionais da *Spirulina* spp. têm sido relacionadas com possíveis atividades terapêuticas, caracterizando o microrganismo no âmbito dos alimentos funcionais e nutracêuticos. Dessa forma, as bebidas mistas adicionadas de *Spirulina* spp. surgem como uma possibilidade de oferta de um produto que agrega todos os benefícios existentes nos vegetais com um aporte significativo de proteínas, vitaminas do complexo B, minerais, antioxidantes β-caroteno e vitamina E. No entanto, sua coloração verde azulada intensa traz mudanças na coloração dos alimentos, que pode ser indesejável por parte do consumidor. **Objetivos:** Elaborar uma bebida mista em pó liofilizada, potencialmente funcional e nutritiva de suco de limão, cenoura e gengibre enriquecida com *Spirulina* spp. e avaliar a cor. **Método:** Para a avaliação da cor, utilizou-se colorímetro digital (Delta Color-Colorium2) conectado a um computador com sistema software instalado. A leitura sucedeu-se pela leitura indireta da bebida. O resultado foi expresso nas escalas de cores CIE (Commission International de l'Eclairage), que utiliza as coordenadas L* a* e b*. **Resultados:** Os resultados das análises demonstram que a bebida adicionada de spirulina teve sua luminosidade reduzida após o congelamento e manteve-se estável (31,91 ± 0,05) ao longo do período de 90 dias de armazenamento. Mudança semelhante foi observada para a coordenada a* que antes do congelamento foi de -2,22 e após o congelamento -0,33, indicando redução na tonalidade verde. Para a coordenada b* os valores apresentados antes do congelamento foram negativos (-4,36), indicando tons azulados e após o congelamento, tornaram-se positivos (0,68) com tendencia para o amarelo. A mudança de coloração da bebida em pó pode ter sido ocasionada pela fácil degradação da ficocianina, visto que estas proteínas estão relacionadas com a manutenção da coloração e são diretamente afetadas pelo tratamento térmico. Além disso, os parâmetros de cor também podem ser afetados pela degradação de outros compostos presentes na spirulina, como clorofila e carotenóides, que também influenciam a coloração da matriz em que se encontram. **Conclusão:** Dessa forma, pode-se inferir que a bebida elaborada sofre mudanças em sua coloração após o processamento, mas que permanece estável ao longo do período de armazenamento.

**Palavras-chave:** funcional; liofilizada; microalga.

# AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR *Escherichia coli* EM QUEIJOS PRODUZIDOS DE FORMA ARTESANAL E COMERCIALIZADOS NAS FÉRIAS LIVRES DO MUNICÍPIO DE AÇAILÂNDIA/MA

**André Gustavo Lima de Almeida Martins[1]; Fabiana de Oliveira Pereira[2]; Vinícius Pereira Torres[3]**

[1]Docente/pesquisador do Depto. de Ensino/DE – IFMA (Campus Açailândia).
[2]Acadêmica do curso de Doutorado em Desenvolvimento Rural e Sistemas Agroalimentares - PPDRGEA - IFPA.
[3]Acadêmico do Curso de Especialização em Farmácia Hospitalar - FAVENI

**Introdução**. O consumo e a comercialização de queijos artesanais nas cidades do interior do Maranhão são práticas comuns, devido à sua importância nutricional e econômica, especialmente nas áreas rurais. Contudo, quando a produção do queijo ocorre de forma artesanal, nem sempre são observadas as Boas Práticas de Fabricação e os controles higiênico sanitários recomendados, colocando em risco a saúde dos consumidores. Neste contexto, os queijos produzidos de forma artesanal, tornam-se um veiculador de bactérias potencialmente patogênicas, tais como, a *Escherichia coli*. **Objetivos**. O objetivo desta pesquisa foi realizar a identificação de *Escherichia coli* em queijos artesanais comercializados em feiras livres do município de Açailândia/MA. **Métodos**. No período de fevereiro a junho de 2024, foram analisadas 30 amostras de queijos artesanais, sendo do 15 do tipo coalho e 15 do tipo muçarela, adquiridas em diversos pontos de venda nas vias públicas de Açailândia, MA. Para a determinação da presença de *Escherichia coli* nas amostras, realizou-se o cultivo em Caldo *Escherichia coli* com posterior plaqueamento seletivo nos ágares Eosina Azul de Metileno e MacConkey Sorbitol. Após o isolamento das colônias típicas, as mesmas foram submetidas aos testes bioquímicos convencionais. **Resultados**. Os resultados evidenciaram que, das 90 cepas típicas do gênero *Escherichia* isoladas, 86 (95,55%) foram identificadas como sendo da espécie *Escherichia coli*, espécie esta indicadora de condições higiênicas insatisfatórias de processamento, conservação e armazenamento e contaminação de origem fecal e frequentemente envolvida em toxinfecções alimentares e gastroenterites. **Conclusão**. A presença da *Escherichia coli* nos queijos artesanais avaliados é um dado preocupante, visto que a mesma compromete a segurança do alimento além de ocasionar alterações organolépticas do produto durante a comercialização, além de estar comumente associada a toxinfecções alimentares e gastroenterites.

**Palavras-chave:** Queijo artesanal; Boas Práticas de Fabricação; Toxinfecções alimentares.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM AMBIENTAL DE EMBALAGENS PLÁSTICAS DE FARINHA DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) COMERCIALIZADA NAS PRINCIPAIS REDES DE SUPERMERCADOS DE SÃO LUÍS- MA

**Laudenira Sena de Matos[1]; Valdenia Cristina Mendes Mendonça[2]**
[1]Estudante do Curso de Tecnologia de Alimentos- CCS – IFMA.
[2]Docente/pesquisador do Depto de Ensino – CCS – IFMA.

**Introdução:** A farinha de trigo (*Triticum aestivum* L.) é o principal produto que vem do trigo e representa uma fonte expressiva de energia na dieta humana. E, para sua comercialização, a maioria das marcas utilizam embalagens plásticas. Sendo que, a maior parte dos plásticos utilizados são derivados de hidrocarbonetos fósseis e não biodegradáveis, e estes já representam 12% dos resíduos sólidos no mundo. Por meio do fornecimento de critérios eficazes de sustentabilidade inscritos nas embalagens, os consumidores podem tomar decisões que colaborem para a preservação dos recursos naturais e diminuem os impactos negativos, como a separação de seus resíduos para a realização de logística reversa. **Objetivo(s):** A presente pesquisa objetivou avaliar a rotulagem ambiental de embalagens plásticas de farinha de trigo comercializada em São Luís-Maranhão, a fim de averiguar se os tipos de rótulos ambientais existentes nas embalagens plásticas, obedecem aos padrões estabelecidos na NBR ISO 14020 e nos demais dispositivos normativos vigentes. **Métodos:** Trata-se de pesquisa quantitativa e de caráter descritiva, na qual se investigou os tipos de rótulos ambientais existentes nas embalagens de farinha de trigo de diferentes marcas comercializadas nos principais supermercados da cidade de São Luís- Maranhão. Foram encontradas 16 amostras, que foram alfa-codificadas e analisadas seguindo os parâmetros de qualidade da rotulagem. Para estes, foram observadas as instruções legais que norteiam a composição do rótulo: Tipo de rótulos, Símbolos de Autodeclarações, Informações exigidas na NBR ISO 14020 da ABNT e demais dispositivos normativos vigentes. **Resultados:** Das 16 embalagens analisadas, a maioria (94%) estava com os símbolos de identificação do material plástico e somente 1(uma) não estava com o símbolo de identificação de materiais plásticos. Verificou-se também, a presença da simbologia de reciclabilidade nos rótulos, a identificação pelo código do polímero plástico PEBD4, com maior ocorrência (94%), sendo que em 1 marca (6%) não foi identificado. O símbolo de descarte seletivo foi verificado em 75% das marcas. Em relação a classificação quanto à qualidade, 50% foi classificada como farinha de trigo Tipo 1 e 50% como fora do tipo. **Conclusão:** Constatou-se que a maioria das marcas que comercializam farinha de trigo na cidade de São Luís-MA, atendem a legislação ao que se refere aos símbolos de autodeclarações e de Identificação da Resina. No entanto, além de ainda existirem embalagens sem informações sobre rotulagem ambiental, quando observadas, estavam dispostas de forma que dificultaram sua visualização. **Palavras-chave**: Embalagens; Reciclagem; Condições Sanitárias; NBR ISO 14020; Material Plástico.

# PESQUISA DE MERCADO: O HIDROMEL NA PARAÍBA

**Amanda R. de S. Ehlert[1]; Laiza de A. Santos[2]; Marcelo B. Muniz[3]; Flávia de O. Paulino[4]**

[1]Biotecnologia - CBiotec – UFPB.
[2]Engenharia Química - CT – UFPB
[3]Docente de Engenharia de Alimentos – CT – UFPB.
[4]Docente de Biotecnologia – CBiotec – UFPB.

**Introdução**: O hidromel é uma bebida fermentada alcoólica à base de mel pouco conhecida no contexto brasileiro. Constitui-se um produto interessante para a valorização da produção local de mel, com possibilidade de agregação de valor para a cadeia dessa matéria-prima. **Objetivos:** Investigar o conhecimento sobre a bebida e os hábitos de consumo da população universitária da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em relação ao hidromel. **Métodos:** Consistiu na aplicação de um questionário online, aplicado presencialmente, sobre seu perfil, padrão de consumo de bebidas alcoólicas e sua familiaridade com o hidromel. A pesquisa teve aprovação no comitê de ética da referida instituição com protocolo Nº 6.391.414. **Resultados:** Dos 122 participantes, 113 deles tinham até 34 anos, e apenas 9 tinham 35 anos ou mais. O público analisado foi em sua maioria de mulheres (n=64), seguido de homens (n=55) e outros (n=3), sendo grande parte proveniente da Paraíba, de estados nordestinos vizinhos, e alguns representantes de outras regiões. Foi observado que 74,6% dos participantes fazem consumo de bebidas alcoólicas no máximo uma vez por semana, e que a quantidade de mulheres (n=8) que consomem o hidromel até três vezes por semana foi o dobro do encontrado para homens (n=4). Em relação ao conhecimento prévio sobre a bebida fermentada, 82% já haviam ouvido falar sobre o produto, no entanto, somente 39% já puderam experimentar, sendo a maioria constituída por homens. Apenas 30% dos entrevistados consumiram nos 12 meses anteriores à pesquisa. Isso indica que apesar de uma grande parcela já ter conhecimento, poucas dessas pessoas tiveram acesso ao hidromel. Essa falta de consumo pode ser atribuída a dois principais: dificuldade de encontrar em mercados e preço mais elevado em comparação com outras bebidas alcoólicas que são tradicionalmente mais consumidas. Em seguida, perguntando sobre a intenção de compra, caso o hidromel estivesse facilmente disponível nos mercados da região, 61% dos participantes responderam “sim, comprariam” e 33% responderam “talvez”, gerando um potencial de compra de 94%. Ao perguntar sobre os motivos que levariam a não consumirem a bebida, a resposta mais frequente foi em relação ao preço mais alto que outras bebidas, seguida da dificuldade de harmonizar com comidas. Esse fato poderia ser contornado com dicas de harmonização no rótulo. **Conclusão:** Foi possível concluir que existe potencial de mercado para a comercialização do hidromel, no entanto é necessário maior divulgação sobre o produto e pesquisas para baratear sua produção.

**Palavras-chave:** Bebida fermentada; Comercialização; Melomel; Mel; Mercado

# ANÁLISE SENSORIAL DE OVOS REVESTIDOS COM FÉCULA DE MANDIOCA E ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO

**Marcos André Mesquita Romeu[1]; Daniela Aguiar Penha Brito[2]; Daniele Ribeiro Pereira[1]; Juliana de Carvalho Guimarães[3]; Emily Silva Silveira[1]; Láyna Karine Pereira Launé[1] Franky Soedirlan Resosemito[2]**

[1]Estudante do Curso de Agroindústria – campus Maracanã – IFMA.
[2]Docente/pesquisador do Depto de Desenvolvimento Educacional – IFMA.
[3]Estudante do Curso de Tecnologia de Alimentos – campus Maracanã – IFMA.

**Introdução:** Os ovos perdem sua qualidade forma progressiva e irreversível após a postura, por conta da presença natural de poros em sua casca. O revestimento da superfície do ovo com polissacarídeos tem a proposição de criar uma barreira mecânica nestes poros, conservando a qualidade interna do produto durante o armazenamento. O uso do amido da mandioca associado com óleo essencial de orégano (OEO) para cobertura de casca de ovos tem sido investigado para potencializar o efeito desta conservação. **Objetivo(s):** Objetivou-se avaliar os efeitos do revestimento da casca de ovos com fécula de mandioca e OEO sob as características sensoriais perceptíveis dos consumidores. **Métodos:** Foram obtidos 120 ovos frescos e aplicados quatro tratamentos de casca: ovos não lavados (Tratamento Controle); lavados seguidos de imersão em solução de fécula de mandioca a 3%; ovos lavados seguindo de imersão em solução de fécula de mandioca a 3% com óleo essencial de orégano (OEO) na concentração de 1%; ovos lavados com água seguidos de imersão em solução de fécula de mandioca a 3% com óleo essencial de orégano (OEO) na concentração de 1% e agente plastificante sorbitol 1,5%. Os ovos foram estocados por 7 dias à 26°C. Foi conduzida a análise sensorial por método sensorial afetivo com utilização da ficha com a escala hedônica de 9 pontos, aplicado a 72 participantes não treinados, do âmbito escolar do IFMA. Foi fornecida um quarto de um ovo cozido, descascado de cada tratamento, para avaliação. **Resultados:** Os resultados na análise sensorial mostraram que média de aceitação dos degustadores foi maior para o tratamento com revestimento a base de fécula de mandioca associada ao óleo essencial de orégano nas variáveis de aparência (7,0), aroma (7,4), sabor (7,1) e textura (7,1). Os menores índices de aceitação foram encontrados para os ovos sem revestimento (aparência – 6,6; aroma – 6,7; sabor – 6,6; e textura – 6,4). **Conclusão:** Concluiu-se que os ovos revestidos com fécula de mandioca e óleo essencial de oréganos não alterou as características sensorial de aceitação dos consumidores, sendo uma tecnologia de melhoria da qualidade interna e sensorial dos ovos.

**Palavras-chave:** consumidor; ovos; orégano; revestimento; mandioca.

# PERFIL DE PH EM FÓRMULAS INFANTIS: UM ESTUDO COMPARATIVO

**Crislane de Moura Costa[1]; Rayane Carvalho de Moura[1]; Leandra Caline dos Santos[1], Michelly da Silva Pinheiro[1], Diego Damasceno Paz[3], Paulo Victor de Lima Sousa[3], Marcos Antonio Pereira dos Santos[2].**

[1] Pós-graduanda em Alimentos e Nutrição pela Universidade Federal do Piauí - UFPI;
[1,2]Doutorado em Biotecnologia pela Universidade Federal do Piauí-UFPI.
[3] Centro Universitário FacidWyden

* *Email: crislane.mc@gmail.com*

**Introdução:** Com a impossibilidade de realizar a amamentação motivos diversos, as fórmulas infantis surgiram como substitutos que tem por objetivo se assemelhar ao leite materno e se adaptar as necessidades nutricionais dos lactentes. Entendendo que este é o único meio de alimentação para muitas crianças, o presente estudo foi realizado com o objetivo de analisar o potencial hidrogeniônico (pH) das fórmulas infantis de partida e compará-lo com o pH do leite humano. **Metodologia:** As amostras disponíveis no mercado consumidor local foram adquiridas em farmácias e drogarias da cidade de Teresina-PI. Foram analisadas três fórmulas lácteas, cada fórmula foi diluída conforme indicação do fabricante. A determinação do potencial hidrogeniônico foi feita em triplicata (AOAC, 2005) e as amostras analisadas com o auxílio de peagâmetro de mesa (modelo Mpa-210) devidamente calibrado. **Resultados**: O pH do leite humano recém ordenhado varia de 5,47 a 7,84 de acordo com a semana de lactação e com o percentual lipídico, como metade do valor energético provém dos lipídios seria apropriado afirmar que quanto maior a quantidade de gordura, maior seria a probabilidade de o leite desenvolver uma acidez elevada. As amostras analisadas obtiveram os seguintes resultados: Amostra 1 (pH 6,83), Amostra 2 (pH 6,50) e Amostra 3 (pH 6,73). as fórmulas lácteas analisadas apresentaram valores de pH aproximados, entre 6,5 e 6,9. Dentre as fórmulas infantis analisadas a amostra n°1 foi a que mais se aproximou do pH do leite humano, que é em torno de 7, ou seja, levemente alcalino. **Conclusão:** Tendo em vista a importância desses produtos destinados a lactentes, através desta análise foi possível perceber que os resultados da determinação do pH nas fórmulas infantis não apresentaram valores de pH discrepantes entre si. Considerando que o pH do leite humano está na faixa de 5,47 a 7,84, conclui-se que as fórmulas infantis analisadas apresentaram pH compatível, com valores aproximados ao do leite humano.

**Palavras-chave:** pH; Fórmula infantil; Leite Humano.

# EFEITO DO REVESTIMENTO DA CASCA DO OVO COM ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO SOB A CONTAMINAÇÃO POR *Salmonella*

**Láyna Karine Pereira Launé[1]; Daniela Aguiar Penha Brito[2]; Emanóele Victória Pereira França[3]; Juliana de Carvalho Guimarães[4]; Emily Silva Silveira[5]; Marcos André Mesquita Romeu[6]**

**[1]Estudante do Curso de Agroindústria – campus Maracanã – IFMA.**
**[2]Docente/pesquisador do Depto de Desenvolvimento Educacional – IFMA.**
**[3]Estudante do Curso de Tecnologia de Alimentos – campus Maracanã – IFMA.**

**Introdução**: *Salmonella* é o patógeno de origem alimentar mais importante que provoca infecções humanas por meio do consumo de ovos contaminados. A casca do ovo é uma estrutura porosa e representa a porta de entrada da bactéria para contaminação interna ou cruzadas quando manipulada. O revestimento da casca dos ovos com material biodegradável e antimicrobianos naturais pode ser capaz de formar uma barreira protetora dos poros, podendo aumentar a segurança do alimento durante a comercialização em temperaturas ambientais brasileiras. **Objetivo**: Este trabalho objetivou avaliar o efeito antimicrobiano do revestimento de fécula de mandioca (FM) associado ao óleo essencial de orégano (OEO) sob a casca de ovos contaminados artificialmente por *Salmonella* sorovar Enteritidis (SE). **Métodos:** Foram colhidos 60 ovos vermelhos no dia da postura e distribuídos em um delineamento experimental com cinco tratamentos para casca que foram: ovos controle sem revestimento; ovos controle sem revestimento e contaminados com SE; ovos revestidos com 3% de FM; ovos revestidos com 3% FM e 0,5% OEO; e ovos revestidos com 3% FM e 1% OEO. Os ovos foram inoculados na casca com uma cultura de SE de origem aviária, seguido da imersão na solução de revestimento de casca, sendo armazenados a 27 °C. Foram realizadas a contagens de SE pela enxaguadura de casca após 2 e 24 horas, e a pesquisa da bactéria no conteúdo interno após 7° e 21° dia de estocagem. **Resultados:** Os tratamentos aplicados à casca dos ovos demostraram que os revestimentos com fécula de mandioca, associados ao óleo essencial de orégano, foram capazes de reduzir a níveis indetectáveis a presença de SE na superfície dos ovos após 2 e 24 horas. O revestimento contendo apenas fécula de mandioca reduziu as contagens de *Salmonella* para 10 UFC/ovo em 2 horas, mantendo esse nível por 24 horas. Nos ovos controle, com contaminação artificial, observouse contagens de $10^2$ UFC/ovo em 2 horas de armazenamento, com aumento para $10^3$ UFC/ovo após 24 horas. Não foi detectada a presença de SE no conteúdo interno dos ovos, tanto nos controles quanto nos revestidos, durante os 21 dias de armazenamento, indicando que não ocorreu penetração trans-casca de SE. **Conclusão:** O óleo essencial de orégano associado à fécula de mandioca pode ser utilizado como revestimento eficaz no controle de *Salmonella* Enteritidis em ovos comercializados em temperatura ambiente no Brasil. **Palavras-chave:** segurança de alimentos. ovos, orégano, mandioca, conservação.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE ALMÔNDEGAS COMERCIALIZADAS EM ESTABELECIMENTOS VAREJISTAS DO MUNICIPIO DE FRUTAL, MINAS GERAIS

**Renata Campolim Camargo[1]; Thiemi Eposhi Tsukase[2]; Willyane Aparecida Rodrigues Ferro[3]; Adriana Barboza Alves[4]; Osania Emerenciano Ferreira**

[1]Docente/Pesquisadora Depto de Ciências Agrárias e Biológicas – DCAB – UEMG.
[2]Estudante do curso de graduação em Engenharia de Alimentos - DCAB – UEMG.
[3]Estudante do curso de graduação em Engenharia de Alimentos - DCAB – UEMG.
[4]Pesquisadora/Analista Universitário - DCAB – UEMG.
[5]Docente/Pesquisadora Depto de Ciências Agrárias e Biológicas – DCAB – UEMG.

**Introdução:** A segurança alimentar garante o acesso a uma alimentação segura, suficiente e nutritiva, essencial para uma vida ativa e saudável. O controle de qualidade da carne bovina é um desafio, podendo ocorrer contaminação em toda a sua cadeia produtiva. De acordo com a Instrução Normativa nº 161, de 01 de julho de 2022, os padrões microbiológicos aceitáveis para almôndegas de carne bovina são entre $10^5$ e $10^6$ UFC.g$^{-1}$ para mesófilos aeróbios, 10 a $10^2$ UFC.g$^{-1}$ para *Escherichia coli*, $10^2$ e $10^4$ UFC.g$^{-1}$para estafilococos coagulase positiva e ausência de *Salmonella* sp. em 25 gramas de amostra. **Objetivo:** Detectar contaminantes microbiológicos (aeróbios mesófilos, *Staphylococcus* coagulase positiva, coliformes totais e termotolerantes, *Salmonella* spp.) em amostras de almôndegas vendidas no comércio varejista. **Métodos:** As amostras foram adquiridas em cinco estabelecimentos localizados em Frutal-MG. As coletas foram coletadas e acondicionadas dentro da embalagem de compra, transportadas em caixa isotérmica e levadas até ao laboratório. Foram pesados 25 gramas de cada amostra, sendo transferidos para Erlenmeyer contendo 225 mL de água peptonada tamponada estéril. Para contagem bacteriana total foi utilizado o meio PCA (Plate Count Ágar), incubado a 35°C por períodos de 24 e 48 horas. Para a prova de coliformes totais, foi utilizado o meio Ágar Cristal Violeta Neutro Bile (VRBA) e Caldo Verde Brilhante (BGBB) 2% Lactose contendo tubo de Durham invertido; as amostras foram incubadas por um período de 24 a 48 horas a 35°C e 45°C. Para a contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva utilizou-se ágar Baird-Parker, incubado a 36°C por 48 horas. Para a análise de *Salmonella* spp., foram utilizados os meios ágar *Salmonella Shigella* e ágar MacConkey. **Resultados:** Todas as amostras atenderam aos padrões exigidos para mesófilos aeróbios. Quatro amostras apresentaram níveis de estafilococos coagulase positiva, da ordem de $10^5$ UFC.mL$^{-1}$, consideradas impróprias para consumo. Todas as amostras apresentaram coliformes totais e termotolerantes, atingindo a ordem de $10^3$ UFC.mL$^{-1}$ e todos os testes apresentaram resultado positivo para o crescimento sugestivo de *Salmonella* spp. **Conclusão:** As almôndegas analisadas demonstraram níveis de contaminação microbiológica que comprometem a segurança alimentar, destacando a necessidade de reforçar as boas práticas de fabricação e higiene em todas as etapas da cadeia produtiva, para garantir a conformidade com os padrões estabelecidos pelas normativas brasileiras.

Palavras-chave: Boas práticas; Produtos cárneos; Segurança alimentar.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BEBIDA COMPOSTA ELABORADA COM USO COMBINADO DE CIRIGUELA E SORO DE LEITE

**João Victor Martins Alves[1]; Elisamar Rodrigues Magalhães[2]; Vitória Silva de Sousa[1]; Victor Manuel de Sousa Barreto[1]; Daniel Nascimento da Silva[1]; Francisca Lívia de Oliveira Machado[3]; Juliane Doering Gasparin Carvalho[4];**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCA - UFC.
[2]Pós-Graduando em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCA - UFC.
[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCA - UFC.
[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCA - UFC.
[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCA - UFC.
[3]Química, Departamento de Engenharia de Alimentos/Universidade Federal do Ceará.
[4]Docente do Depto de Engenharia de Alimentos - CCA - UFC.

**Introdução:** As indústrias alimentícias estão cada vez mais preocupadas em desenvolver bebidas e alimentos inovadores que atendam as necessidades de seus consumidores. Normalmente, essas necessidades estão atribuídas a mudanças de hábitos alimentares e reeducação alimentar. Pensando nisso, esse estudo aproveitou o soro de leite, co-produto da indústria de laticínios para produzir bebida composta com a ciriguela, valorizando a fruta regional.**Objetivo:** Avaliar os aspectos sensoriais da bebida. **Métodos**: Foram formuladas três amostras da bebida composta: A (60% polpa de ciriguela e 40% soro de leite), B (40% polpa de ciriguela e 60% soro de leite) e o Controle (100% polpa de ciriguela). A análise sensorial foi aprovada no comitê de ética (67647323.0.0000.5054) após verificado que os resultados microbiológicos atendiam ao que estabelece a legislação brasileira para padrões microbiológicos em alimentos. O público foi composto por 59 pessoas (homens e mulheres) na faixa etária entre 18 e 50 anos. A análise sensorial foi realizada pelos testes de aceitação (atributos de cor, sabor, aroma, consistência e impressão global) avaliada por meio da escala hedônica, de ideal (doçura) e preferência. **Resultados:** Para os atributos (cor, sabor, consistência, e impressão global) a amostra A obteve resultados entre 6,0 (gostei ligeiramente) e 7,0 (gostei moderadamente), enquanto que a amostra B apresentou resultados como 5,0 (não gostei, e nem desgostei) a 6,0 (gostei ligeiramente). Já para os padrões ideais como (sabor ácido, viscosidade e doçura), a amostra A também apresentou maiores percentuais quando comparadas com a amostra B, além de atingir maior percentual (73%) de preferência pelos provadores **Conclusão:** Após a formulação dessa bebida, concluiu-se que ambas as concentrações (polpa de ciriguela e soro de leite) contribuíram positivamente para os resultados obtidos, como padrões ideais (sabor,doçura e viscosidade), também atenderam aos padrões microbiológicos atingindo um nível de satisfação de potenciais consumidores.Conclui-se que a formulação “A” possui potencial de mercado, sendo a bebida com maior concentração da polpa de frutas e a mais atraente para o consumidor.

**Palavras-chave:** Ciriguela; Soro de leite; Bebida composta;

# COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E ACEITAÇÃO DE BOLO ELABORADO COM BATATA BEAUREGARD BIOFORTIFICADA COM CAROTENOIDES.

**Juliany Sales Ramos Machado[1]; Maria do Carmo Carvalho e Martins[2]; Thaís Silva da Rocha[3] ; Laís Lima de Castro[4]; Alessandro de Lima[5]**

**RESUMO**

**Inrodução** A batata-doce Beauregard biofortificada é uma raiz tuberosa com alto teor de carotenoides cujo consumo pode trazer efeitos benéficos na saúde humana relacionados com as ações biológicas dessas substâncias. **Objetivo** objetivos deste estudo foram avaliar a aceitação de bolo elaborado com batata doce biofortificada com carotenoides por crianças em idade escolar matriculados em uma escola da rede municipal de ensino da cidade de Teresina PI. **Métodos** O bolo doce contendo batata biofortificada (Beauregard) (BB) foi comparado com formulação padrão de bolo doce de farinha de trigo (BT). Os produtos BB e BT e a batata Beauregard foram analisados quanto à composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos) e conteúdo de carotenóides totais.

**Resultados** A aceitação do BB foi avaliada por meio de teste de aceitação com escala hedônica facial de cinco pontos aplicado em 100 crianças de 08 a 10 anos de idade. A avaliação da composição centesimal mostrou conteúdo protéico correspondendo 2,1% no BT e 3,57% no BB, e de lipídios de 5,16% no BT e 8,95% no BB. Em relação ao teor de umidade, o BT apresentou 32,5% e BB 38,44%. O teor de minerais fixos (cinzas) encontrado nas formulações foi de 1,9% e 1,26%, respectivamente, no BT e BB. O conteúdo de carotenoides (μg de β-caroteno.$g^{-1}$) foi significativamente maior ($p<0,05$) na batata biofortificada (3.200,00 ± 0,00) e nas formulações BB (3.666,00 ± 2,49) e BT (3.066,00 ± 1,88) em relação à batata doce comum (2.200,00 ± 1,63). No teste de aceitação escala hedonica facial de cinco pontos a formulação contendo batata biofortificada (BB) obteve nota significativamente maior ($p<0,05$) (4,24± 0,93) quando comparada com a formulação BT (3,75± 1,19). **Conclusão** A batata biofortificada e o bolo contendo a batata biofortificada apresentaram algumas características relacionadas à composição centesimal semelhantes àquelas encontradas no BT e conteúdo de carotenoides no BB maiores que os do BT. Por ser o bolo doce um produto alimentício, de modo geral, bem aceito por crianças e adultos, a maior aceitação do BB em relação ao BT sugere seu potencial promissor para consumo pela população.

**Palavras-chave**: Beauregard potato; Carotenoids; Fortified foods; Infant nutrition

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO MEL DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*APIS MELLIFERA*) DO TERRITÓRIO VALE DO CANINDÉ/PI

**Kerbia Bispo dos Santos[1]; Jordeano Araujo Sousa[2]; Lorena Santos de Jesus Andrade[2]; Beatriz Santos da Costa[2]; Maria Christina Sanches Muratori[3]; Sergio Viana Medeiros[4]; Darcet Costa Souza[4]**

[1]Estudante do Curso de Zootecnia - CCA– UFPI.
[2] Residente em Inspeção e Tecnologia em Produtos de Origem Animal – CCA - UFPI
[3] Docente/pesquisador do Depto Morfofisiologia Veterinária – CCA - UFPI
[4]Docente/pesquisador do Depto de Zootecnia – CCA – UFPI.

**Introdução**: **Introdução**: O mel é um produto apícola singular que se destaca como um dos poucos alimentos naturais que contém uma mistura complexa de açúcares, enzimas, minerais e vitaminas essenciais ao metabolismo humano. Sua microbiota é composta por microrganismos, incluindo bactérias esporuladas do gênero *Bacillus* e microrganismos fúngicos ocasionais ou acidentais, pertencentes aos gêneros *Penicillium*, *Mucor* e *Saccharomyces*. Estes microrganismos podem ser introduzidos no mel pelas próprias abelhas (*Apis mellifera*) durante as atividades de coleta e processamento do néctar e do pólen. Ademais, contaminações microbianas podem ocorrer de forma fortuita por práticas inadequadas de higiene durante as etapas de coleta, extração e processamento do mel. Apesar de possuir grande estabilidade, sendo considerado um alimento relativamente seguro, a falta de boas práticas ao manipular o produto pode gerar contaminação, afetando sua qualidade. **Objetivo**: Avaliar a qualidade dos méis produzidos por abelhas africanizadas no Território Vale do Canindé/PI tendo como parâmetros o Teor de Umidade, a contagem de bactérias Coliformes Totais (CT), Coliformes Termotolerantes (CM), presença de *Escherichia coli* (EC) e Contagem de Bolores e Leveduras (CBL). **Métodos:** Foram utilizadas 12 amostras oriundas de produtores da região em estudo com volume de 100mL cada. As pesquisas de CBL, CT, CM, teste completo para EC e CBH foram realizadas com base no Compendium method for the Microbiology Examination of Foods e o conteúdo de umidade mensurado pelo método refratométrico de Chataway. **Resultados:** Para todas as amostras de mel analisadas, a contagem de CT foi igual a zero, CBL variou de 100 UFC/25g a 560 UFC/25g. Já o Teor de Umidade variou de 20% a 22,6%, sendo 83,33% encontram-se acima do estabelecido pela legislação vigente. Apesar de não haver crescimento de coliformes, houve crescimento de bastonetes Gram-Positivos cujo gênero não foi possível ser identificado e, dentre os fungos, filamentosos e leveduriformes. **Conclusão**: Atualmente, no Brasil, não existe uma regulamentação específica para a qualidade microbiológica do mel. No entanto, ao comparar com os parâmetros estabelecidos para produtos similares pela IN n° 161/2022, os padrões microbiológicos estão em conformidade. Em contrapartida, o teor de umidade das amostras analisadas está fora dos limites estabelecidos pela IN n° 11/2000, comprometendo a qualidade e a comercialização do produto. Diante desses resultados, recomenda-se maior atenção por parte dos produtores nas etapas de coleta e extração do mel.

**Palavras-chave:** microbiologia; qualidade do mel; abelhas africanizadas.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA CARNE DE SURURU RESFRIADA COMERCIALIZADA EM SÃO LUÍS-MA

**Lucas Adaildo Lopes Silva[1]; Rejeana Marcia Lima Silva[2]; Kleydejany Lima de Lemos Oliveira[3]**

[1]Estudante do Curso de Tecnologia de Alimentos – Campus São Luis-Maracanã – IFMA.
[2,3] Docentes/pesquisadoras do Depto de Ensino. – Campus São Luís-Maracanã – IFMA

**Introdução**- O sururu é um pescado bastante consumido no nordeste brasileiro, é um molusco bivalve da espécie *Mytella strigata*, encontrado em mangues na costa do nordeste e em ambientes estuarinos. A produção desse marisco tem importância econômica e social, pois além de servir de sustento para famílias que trabalham na sua extração, é vendido em feiras livres, peixarias e supermercados além de ser amplamente empregado na gastromia regional. Diversos fatores, tais como: práticas erradas após a extração, contaminação cruzada e cozimento inadequado associados às características intrínsecas, como: elevada atividade de água nos tecidos e pH próximo a neutralidade, tornam o sururu um alimento altamente perecível e susceptivel a multiplicação microbiana. Ainda são poucos os estudos analisando a qualidade desse produto muito apreciado na culinária local e regional. **Objetivos:** Esse trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade microbiológica da carne do sururu resfriado comercializado em uma rede de supermercados de São Luis-MA, por meio da quantificação de bactérias aeróbias psicrotróficas (BAP), bactérias aeróbias mesófilas (BAM). **Método**: Foram adquiridas durante 02 meses, 08 amostras da carne do sururu resfriado de uma rede de supermercados do município de São Luís-Ma, sendo coletado 01 amostra de cada unidade da rede de supermercado. As análises foram realizdas no laboratório de Microbiologia do Instituto Federal do Maranhão-IFMA, Campus São Luís- Maracanã. As contagens de bactérias aeróbias psicrotróficas (BAP), bactérias aeróbias mesófilas (BAM) foram comparadas com a legislações vigente. **Resultados:** As amostras da carne de sururu analisadas apresentaram valores mínimos de 1,58 $x10^4$ e máximos de 1,95$x10^6$ UFC/g para BAM, estando todas as amostras (100%) abaixo do limite ( $10^7$ UFC/g) estabelecido pelo *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* (ICMSF de 2015). Os resultados para BAP variaram de 2,31$x10^4$ e máximo de 1,99$x10^7$ UFC/g do total de amostras apenas (01) 12,50% estava acima do limite de $10^7$ estabelecido ICMSF, estando essa amostra com sinais iniciais de dererioração. **Conclusão:** foi concluído que a maioria das amostras de sururu resfriado analisadas estava dentro do limite estabelecido pela legislação, apresentando portanto qualidade microbioógica adequada, estando aptas para consumo humano, desde que passem por processo de cocção adequado que permita reduzir as populações de bactérias encontradas.

**Palavras-chave**: Moluscos; Bivalves; Bactérias; Deterioração;

Conbraca Fortaleza 29
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# ANÁLISE SENSORIAL DE EXTRATO DE QUIRERA DE ARROZ SABORIZADO COM POLPAS DE FRUTAS

**Maria Rosiane de Moura Santos[1], Nayra Gabriele Fernandes de Carvalho[2]; Carlyanne do Nascimento Costa[3]; Thaís Silva da Rocha[4]; Diêgo de Oliveira Lima[5]; Irraildo Francisco Soares[6]; Robson Alves da Silva[7]**

[1]Mestra em Alimentos e Nutrição – CCS – UFPI.
[2] Estudante de Mestrado em Alimentos e Nutrição – CCS – UFPI.
[3]Estudante de Doutorado em Alimentos e Nutrição – CCS – UFPI.
[4]Estudante de Doutorado em Alimentos e Nutrição – CCS – UFPI.
[5]Estudante de Mestrado em Alimentos e Nutrição – CCS – UFPI.
[6]Estudante de Doutorado em Alimentos e Nutrição – CCS – UFPI.
[7]Docente do Depto de Produção de Alimentos – DIASPA – IFPI.

**Introdução:** As bebidas estão ganhando destaque pela praticidade e possibilidades de enriquecimento nutricional. Extratos vegetais estão em foco devido aos valores nutricionais, baixo custo de produção e possibilidades tecnológicas, sendo uma alternativa viável para desenvolver produtos que atendam às novas demandas de mercado e ao público com necessidades específicas. **Objetivos:** Avaliar a aceitação sensorial de três formulações do extrato de arroz saborizado com polpas de frutas, utilizando uma escala hedônica para medir a aceitação de cor, sabor, aroma, textura e aceitação global. **Métodos:** A análise sensorial, aprovada pelo Comitê de Ética sob o Parecer Nº 2.318.562, foi realizada com 100 avaliadores não treinados, maiores de 18 anos, informados sobre os objetivos, riscos e benefícios do estudo, e que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foram elaboradas 11 formulações do extrato, testando diferentes combinações de mix de polpa (X1) e sacarose (X2), com 4 experimentos fatoriais, 4 axiais e 3 repetições no ponto central, conforme modelo matemático. Apenas 3 formulações demonstraram potencial mercadológico. A aceitabilidade sensorial foi avaliada com uma escala hedônica estruturada de 9 pontos. **Resultados:** A análise sensorial demonstrou que não houve diferenças significativas entre as três formulações avaliadas para cor, sabor, aroma, textura e aceitação global ao nível de 5% de probabilidade. A cor foi o atributo mais bem avaliado, com médias acima de 7,0, indicando aceitação moderada a alta. Todas as formulações obtiveram notas superiores a 6 em todos os parâmetros, indicando boa aceitação sensorial, com a cor destacando-se acima de 7 nas três formulações. Além disso, a intenção de compra foi positiva, com 57% dos participantes indicando que comprariam a Formulação 1, 59,1% a Formulação 2 e 57% a Formulação 3, sugerindo que o extrato de quirera de arroz saborizado é bem aceito sensorialmente e possui potencial de mercado. **Conclusão**: A análise sensorial do extrato de quirera de arroz revelou uma alta aceitação geral entre os participantes. O produto mostrou-se promissor no mercado, com uma significativa intenção de compra, destacando-se como uma alternativa nutritiva e atraente para consumidores, especialmente aqueles com restrições alimentares.
**Palavras-chave:** Extrato vegetal; Análise sensorial; Arroz.

Conbraca Fortaleza 24
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# BEBIDA LÁCTEA ENRIQUECIDA COM FARINHA DE SEMENTE DE JACA (*Artocarpus heterophyllus*): CARACTERIZAÇÃO E ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS

**Thallya Carla Linhares[1]; Wesley John Azevedo Ladislau[1]; Victor Manuel de Sousa Barreto[1]; Vitoria Silva de Sousa[1]; Daniel Nascimento da Silva[1]; Gizele Almada Cruz [2]; Juliane Doering Gasparin Carvalho[3]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCA - UFC.
[2]Doutorando(a) em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCA - UFC
[3]Docente/pesquisadora do Depto de Engenharia de Alimentos - CCA - UFC.

**Introdução:** A farinha da semente de jaca (FSJ) é fonte de nutrientes e possui aroma semelhante ao chocolate quando torrada. Dessa forma, a adição de FSJ em bebida láctea pode contribuir para o enriquecimento nutricional e sensorial deste alimento. **Objetivo:** Este estudo buscou caracterizar e analisar os aspectos físico-químicos das bebidas lácteas adicionadas de diferentes proporções de FSJ. **Métodos:** A formulação das bebidas lácteas foi realizada utilizando uma proporção de 60% de leite e 40% de soro de leite. Foram adicionadas diferentes concentrações de FSJ às bebidas lácteas, resultando em quatro formulações: A1, A2, A3 e A4, com respectivamente 0,0%, 0,5%, 1,0% e 2,0% de FSJ. As amostras foram submetidas a análises físico-químicas para determinação de pH, acidez, cor, umidade, cinzas e lipídios. **Resultados:** O teor de umidade variou entre 81,04% e 82,98%, o que já era esperado para bebidas. O teor de cinzas aumentou com a adição da FSJ nas amostras A3 e A4, viabilizando valores próximos a 0,80%. O teor de lipídios apresentou o acréscimo de 1,7% a 2,1% com a adição da farinha. A acidez total das bebidas aumentou com a adição da FSJ. Esse resultado pode ser atribuído à presença de compostos acidificantes na FSJ, como compostos fenólicos que possuem propriedades antioxidantes. O efeito da FSJ na cor das bebidas, indicou intensificação nos valores a* e b*, resultando em uma coloração mais intensa e amarelada. **Conclusão:** A partir dos dados obtidos, pode-se concluir que as bebidas lácteas enriquecidas com FSJ apresentam melhorias nas concentrações de minerais e de gorduras, mantendo suas características físico-químicas, o que demonstra o potencial da FSJ como um ingrediente em produtos lácteos.

**Palavras-chave:** Propriedades nutricionais; Reaproveitamento; Composição centesimal;

# PROCESSAMENTO DE LEITE POR LUZ UV-C: IMPACTOS NA INATIVAÇÃO MICROBIANA

**Dilson Cristino da Costa Reis[1]; Vitória Silva de Sousa[2]; Lizandra Sousa Maciel[2]; Clodoaldo de Oliveira Carvalho Filho[3]; Larissa Morais Ribeiro da Silva[4]; Luciana de Siqueira Oliveira[4]; Juliane Döering Gasparin Carvalho[4]**

[1]Estudante de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCA/DEAL – UFC.
[2]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCA/DEAL – UFC.
[3]Docente/Pesquisador do Depto de Engenharia Mecânica - CT/DEM – UFC.
[4]Docente/Pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos - CCA/DEAL – UFC.

**Introdução:** A radiação ultravioleta-C (UV-C) surgiu com alternativa ao processamento térmico de laticínios devido seu amplo poder germicida contra microrganismos patogênicos e deteriorantes, aliado a preservação dos constituintes nutricionais e sensoriais. Apresenta-se como uma energia limpa, de baixo custo e segura, visto que não fornece nenhuma radioatividade ao produto por ser uma irradiação não-ionizante. **Objetivo:** O objetivo desta pesquisa foi estudar o efeito da aplicação de luz UV-C na qualidade microbiológica do leite. **Métodos:** O leite cru (25 mL) foi submetido diretamente à luz UV-C em placas de Petri estéreis por meio de superfície estacionária e plana. Realizou-se quatro ensaios variando a distância da amostra à fonte de luz e o tempo de exposição (A=1,0cm e 16min; C=3,4cm e 10 min; D=2,0cm e 1,5 min). Em seguida, o leite cru e as amostras tratadas foram submetidas as análises microbiológicas de contagem total de psicrotróficos, entetobactérias e *E. coli*. **Resultados:** Observou-se carga microbiana elevada no leite cru (psicrotróficos = 1,1 x $10^7$ UFC/mL; enterobactérias = 1,85 x $10^6$ UFC/mL; *E. coli* = 4,2 x $10^5$ UFC/mL), indicando deficiências higiênico-sanitárias na obtenção da matéria-prima pelos produtores. Após aplicação dos tratamentos com UV-C houve redução de um log no ensaio A e dois log nos ensaios C e D para os psicrotróficos. Para as entrobactérias ocorreu a redução de um log também nos ensaios C e D. Já para *E. coli* foi verificada redução de um log no ensaio C e dois log no ensaio B. Devido, provavelmente, à alta contaminação inicial da matéria-prima, o efeito da aplicação UV-C na inativação destes microrganismos foi discreto. Ainda assim, o grupo mais vulnerável à irradiação ultravioleta foi dos psicrotróficos. **Conclusão:** Diante disto, pode-se inferir que os tratamentos aplicados da tecnologia não térmica UV-C apresentam ação de redução microbiana para o processamento de leite, os quais podem ser potencializados quando empregados à matéria-prima de boa qualidade higiênico-sanitária associados ao método efetivo.

**Palavras-chave:** lácteos; radiação ultravioleta; segurança microbiológica; tecnologia não térmica

**Órgãos Financiadores**: Agradecimento ao CNPq (Programa MAI/DAI) e à FAPEPI.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# PROTÓTIPO DE CANUDO BIODEGRADÁVEL À BASE DE AMIDO, GELATINA E GEL DE *ALOE VERA*

**Érica da Silva Santos Moura[1]; Talisson Dias Souza[2]; Dayse Alexia de Carvalho de Brito[2]; William Soares da Silva[3]; Wilson Rodrigues Pinto Júnior[4]**

[1]Estudante do Curso de Biotecnologia - IMS – UFBA.
[2]Biotecnologista/pesquisador da Empresa Biotechlife.
[3]Docente/pesquisador do Departamento de Tecnologia Rural e Animal – DTRA – UESB.
4Docente/pesquisador do Programa de Graduação em Biotecnologia – IMS – UFBA.

**Introdução:** O consumo excessivo de plásticos derivados do petróleo representa uma séria fonte de problemas ambientais. Diante dessa realidade, surge a necessidade de desenvolver novos produtos que possam substituir esses plásticos comerciais. **Objetivo:** Com o intuito de mitigar os impactos ambientais, foi conduzida a presente pesquisa com o propósito de fabricar bioplásticos utilizando amido, gelatina, glicerol e gel de Aloe vera. **Métodos:** Para produção dos bioplásticos foi utilizada a técnica de Casting com adaptações, seleção de concentrações para estabilização dos filmes biodegradáveis e avaliação de sua biodegradabilidade. Os bioplásticos foram formulados com amido de milho (Maizena Duryea), gelatina sem sabor (Dr. Oetker), glicerol (Vetec), gel de Aloe vera (adquirido em Vitória da Conquista-BA) e água destilada. Das diversas formulações testadas, a composição que apresentou o melhor desempenho sendo selecionada para os ensaios foi a seguinte: 25g de amido, 15 mL de glicerol, 30 mL de gel de Aloe vera, 12g de gelatina, em 250 mL de água destilada. As soluções filmogênicas foram aquecidas em banho-maria a 95ºC por 10 minutos, seguido por um banho ultrassônico a 50ºC por 20 minutos. Posteriormente, foram vertidas em placas de Petri (23 x 32 cm) e levadas para estufa com circulação de ar a 28ºC por 24 horas. **Resultados:** A produção dos bioplásticos à base de amido e gelatina foi satisfatória, destacando-se pela simplicidade do processo, que depende principalmente da temperatura para a formação do biofilme. Também apresentaram resultados satisfatórios em relação aos aspectos de homogeneidade em solução e boa flexibilidade dos filmes, umidade abaixo de 40%, solubilidade em água acima de 35% e solubilidade em ácido de 97%, testes de ensaio mecânico e de biodegradabilidade ainda seguem em processamento. **Conclusão:** Desta forma os resultados preliminares até aqui obtidos, corroboram que o uso do bioplástico pode ser uma possível alternativa em substituição dos plásticos comerciais na produção de canudos. **Palavras-chave:** Bioplástico; Aloe vera; Desenvolvimento sustentável.

Conbraca Fortaleza 24
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# ESTABILIDADE DE ANÁLOGO DE QUIBE À BASE DE FIBRA DE CAJU, LENTILHA E MACROALGA (*KAPPAPHYCUS ALVAREZII*): CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL

**Bárbara Alves Chagas[1]; Maria Yasmim Araújo da Costa[1]; Bárbara Maria Borges da Silva[1]; Anderson Mota Pereira[2]; Emanuel Sousa Dantas[3]; Ana Paula Dionísio[4]; Selene Daiha Benevides[4]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CCA – UFC.
[2]Estudante do Programa de Pós-graduação em Engenharia Química – UFC.
[3]Estudante do Curso de Biomedicina – Centro Universitário Christus.
[4]Engenharia de Alimentos, DSc. – Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical.

**Introdução:** A preocupação com a saúde, o meio ambiente e o bem-estar animal tem levado muitas pessoas a adotarem dietas à base de proteínas alternativas em substituição aos alimentos tradicionais. O quibe (kibe) é um prato do Oriente Médio, introduzido na culinária brasileira com a imigração sírio-libanesa. Obtido a partir da carne moída bovina ou ovina, trigo integral e outros ingredientes, pode ser servido cru, frito ou assado. Acompanhando as tendências do mercado alimentício, o produto desenvolvido e avaliado neste estudo é um análogo a quibe assado. **Objetivo:** Este estudo teve como finalidade avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e aceitação sensorial de um análogo a quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (*Kappaphycus Alvarezii*) ao longo de 399 dias armazenado a -18 ºC. **Métodos:** O produto foi elaborado a partir da fibra de caju (20%), massa de lentilha (27%) e macroalga (10%), além de outros ingredientes tradicionalmente usados nesse tipo de alimento. Os ingredientes foram pesados, homogeneizados e submetidos à cocção até obter-se uma massa homogênea, que foi moldada (300 g) em embalagem tipo marmitex. Os análogos foram congelados e armazenados em freezer até realizar as análises físico-químicas (umidade, lipídios, proteínas, cinzas, pH e acidez), nos tempos inicial (27 dias) e final (399 dias), e as análises microbiológicas e sensoriais (50 provadores não treinados), a cada dois meses. O teor de carboidratos foi calculado por diferença. **Resultados:** O produto apresentou composição físico-química média de 71,17% (umidade), 1,41% (lipídios), 3,46% (proteínas), 2,83% (cinzas), 21,14% (carboidratos), 0,15% (acidez) e 5,94 (pH). Nas análises microbiológicas o produto apresentou <3 NMP/g de *Escherichia coli*, <100 UFC/g de *Staphylococcus* coagulase positiva, ausência de *Salmonella sp*. em 25 g e $<7{,}8 \times 10^4$ UFC/g de mesófilos totais, permanecendo dentro dos parâmetros microbiológicos exigidos pela legislação brasileira para derivados cárneos. A aceitação global média do produto foi avaliada pela escala hedônica 1-desgostei muitíssimo a 9-gostei muitíssimo, obtendo média de 6,7, para aparência 6,8 e textura 6,7, todas próximas a 7 (gostei). O sabor obteve média de 6,5 ficando entre 6 (gostei pouco) e 7 (gostei). A intenção de compra obteve 3,5, avaliada pela escala 1-certamente não compraria a 5-certamente compraria, ficando entre 3 (talvez comprasse, talvez não comprasse) e 4 (provavelmente compraria). A caracterização do análogo indica que o produto pode ser armazenado congelado (-18 °C) por 399 dias sem alteração de sua qualidade, além de manter os atributos sensoriais, mostrando potencial de mercado.

**Palavras-chave:** árabe; *plant-based*; macroalgas; análogos cárneos; vida de prateleira.

Conbraca Fortaleza 24
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# CARBONATAÇÃO DA ÁGUA DE COCO (*Cocus nucifera*) ENRIQUECIDA COM MICROCÁPSULAS DE POLPA DE COCO OBTIDAS PELO PROCESSO DE GELIFICAÇÃO IÔNICA

**Matheus Lopes Neri[1]; Susianny Alves Almeida[2]; Beatriz Silva Carvalho Queiroz[3]; Fabiana Melo Soares[4]; Tatiana Pacheco Nunes[5]; Patrícia Beltrão Lessa Constant[6]; Alessandra Almeida Castro Pagani[7].**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - DTA – UFS;
[2]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - DTA – UFS;
[3]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - DTA – UFS;
[4]Doutora/pesquisadora do Dpto de Nutrição – DNUT- UFS;
[5]Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – DTA – UFS;
[6]Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – DTA – UFS;
[7]Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – DTA – UFS.

**Introdução:** A crescente demanda por bebidas funcionais tem impulsionado o desenvolvimento de produtos inovadores que combinam benefícios nutricionais com características diferenciadas. A água de coco, conhecida por suas propriedades saudáveis e refrescantes, oferece um potencial significativo para criar novas opções no mercado de bebidas funcionais. Considerando a necessidade de alternativas sustentáveis e nutritivas, a combinação da água de coco com tecnologias avançadas, como a microencapsulação, pode resultar em produtos que não apenas atendem a essas demandas, mas também aproveitam integralmente os recursos naturais disponíveis. **Objetivo (s):** Este estudo teve como objetivo desenvolver e avaliar uma bebida inovadora composta por água de coco gaseificada com microcápsulas de polpa de coco verde. A proposta visou utilizar resíduos da polpa de coco verde, que geralmente são descartados, para criar um produto com valor agregado e benefícios nutricionais adicionais. A bebida foi projetada para oferecer uma alternativa saudável e refrescante aos consumidores, enquanto contribui para a sustentabilidade e redução do desperdício de alimentos. **Métodos:** A técnica de microencapsulação por gelificação iônica foi empregada para incorporar a polpa de coco verde na água de coco. Utilizou-se alginato de sódio e cloreto de cálcio para formar as microcápsulas, que foram então misturadas com água de coco. A bebida resultante foi armazenada em condições refrigeradas e submetida a uma série de testes físico-químicos. Estes testes avaliaram parâmetros como pH, acidez, °BRIX (solidez total de açúcares) e teor de umidade. A estabilidade do produto foi monitorada ao longo do tempo para garantir a manutenção de suas características sensoriais e nutricionais. **Resultados:** Os resultados obtidos durante o período de armazenamento mostraram que a bebida manteve um pH estável de 4,8 e uma acidez de 0,09 g/100 mL. O °BRIX foi de 4,5, e o teor de umidade permaneceu em 85%. Estes dados indicam que a microencapsulação por gelificação iônica é eficaz para preservar as propriedades nutricionais da polpa de coco verde e garantir a estabilidade da bebida. A carbonatação adicionada não apenas proporcionou uma característica refrescante, mas também contribuiu para a conservação do produto, reforçando sua qualidade sensorial. **Conclusão:** A água de coco gaseificada com microcápsulas de polpa de coco verde se mostrou uma alternativa inovadora e sustentável no mercado de bebidas funcionais. A combinação da tecnologia de microencapsulação com a carbonatação resultou em um produto que atende às exigências dos consumidores por opções mais saudáveis e funcionalmente enriquecidas. A técnica

de microencapsulação preservou eficazmente os componentes nutricionais da polpa de coco e a carbonatação contribuiu para a conservação e características sensoriais da bebida. Recomenda-se a continuidade das pesquisas para explorar diferentes combinações e concentrações de microcápsulas, além de realizar avaliações sensoriais com consumidores para otimizar a formulação do produto e promover a sustentabilidade na indústria alimentícia. **Palavras-chave:** Bebida funcional; Microencapsulação; Água de coco.

Conbraca Fortaleza 24
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# AVALIAÇÃO DA CINÉTICA DE SECAGEM DA FRUTA - PÃO SUBMETIDA A PRÉ-TRATAMENTO POR ULTRASSOM PARA SECAGEM CONVECTIVA

**Natália de Lima Santos[1]; Maria Luiza Barbosa de Negreiros[2]; Elyan Figueiredo da Silva Cabral[3]; Daniel de Lana Silva[4]; Arianne Dantas Viana[5]. Anely Maciel de Melo[6].Maria José Figueiredo[7].**

[1]Estudante do Curso de Bacherelado em agroíndústria- CCHSA – UFPB. [2]Estudante do Curso de Bacherelado em agroíndústria- CCHSA – UFPB. [3]Estudante do Curso de Bacherelado em agroíndústria- CCHSA – UFPB. [4]Estudante do Curso de Bacherelado em agroíndústria- CCHSA – UFPB.[5]Docente/pesquisador do Depto. de Gestão e Tecnologia agroindústrial – CCHSA – UFPB.[6]Docente/pesquisador do Depto. de Gestão e Tecnologia agroindústrial – CCHSA – UFPB.[7]Docente/pesquisador do Depto. de Gestão e Tecnologia agroindústrial – CCHSA – UFPB.

**Introdução:** A avaliação da cinética de secagem da fruta-pão (*Artocarpus altilis*) submetida a pré-tratamento por ultrassom é uma abordagem inovadora para melhorar a eficiência dos processos de desidratação. O ultrassom é conhecido por aumentar a taxa de secagem ao causar alterações microestruturais nas células vegetais, facilitando a remoção de água durante a secagem convectiva (Silva et al., 2020). Estudos mostram que essa técnica pode reduzir o tempo de secagem e preservar melhor as propriedades nutricionais e sensoriais dos alimentos, como cor e sabor (Rodrigues & Fernandes, 2018). A compreensão detalhada da cinética de secagem, considerando variáveis como temperatura e intensidade do ultrassom, é essencial para otimizar o processo e torná-lo viável em escala industrial (Santos et al., 2021). **Objetivo:** Avaliar o impacto do pré-tratamento por ultrassom na cinética de secagem da fruta-pão durante o processo de secagem convectiva**. Metodologia:** As frutas foram descascadas, cortadas em rodelas (2X2 cm) e retirou-se as sementes da polpa. O pré-tratamento de ultrassom foi realizado num banho de ultrassom com a intensidade constante 40khz nos tempos de 0, 20 e 30 min. Para a realização da cinética de secagem, utilizou-se um secador convectivo com a temperatura ajustada para 60ºC. Calculou-se a razão de umidade e relacionou-se com o tempo graficamente, representando a previsão do comportamento de secagem. **Resultados:** Ao analisar, verificou-se que o tempo de 20 min apresentou o período de taxa decrescente em menor tempo e as curvas dos tempos de 0 e 20 min para o período constante se sobrepuseram. Isso provavelmente pode ser causado pelo fato de que os pré-tratamentos por ultrassom foram aplicados através da embalagem de copos de polietileno e não pela imersão das amostras no meio aquoso ou por mudanças estruturais do tecido da fruta-pão que ocorreram durante os pré-tratamentos por ultrassom. E o tempo de secagem ocorreu em aproximadamente 100min. Podendo considerar que a aplicação do ultrassom é uma tecnologia promissora para a secagem de fruta-pão. Ressalta-se a importância de obter uma compreensão e descrição aprofundadas dos efeitos de ultrassom, e os mecanismos envolvidos também que podem melhorar o processo de secagem. **Conclusão:** O pré-tratamento por ultrassom não acelerou o processo de secagem, o que pode ser explicado pelos diferentes mecanismos de aplicação de ultrassom resultantes provavelmente dos seguintes efeitos: o fenômeno de cavitação limitada.

**Palavras-chave:** Desidratação de alimentos; Otimização de processos; Secagem.

Conbraca Fortaleza 19
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# FILME COMESTÍVEL A PARTIR DE MUCILAGEM DE LINHAÇA MARROM E ALGA VERMELHA

**Vitória Silva de Sousa[1]; Victor Manuel de Sousa Barreto[1]; Daniel Nascimento da Silva[1] ; Wesley John Azevedo Ladislau[1]; Ana Thaís Campos de Oliveira[2]; Gizele Almada Cruz[2]; Juliane Doering Gasparin Carvalho[3]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCA - UFC.
[2]Pós-Graduando em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCA - UFC
[3]Docente/pesquisadora do Depto de Engenharia de Alimentos - CCA - UFC

**Introdução:** A indústria de alimentos é responsável pela geração de muitos resíduos gerados pelas embalagens plásticas. Dessa forma, o aumento da poluição ambiental pelo uso indiscriminado de polímeros sintéticos vem atraindo a atenção dos pesquisadores em busca de novos materiais, que sejam de fácil acesso e biodegradáveis. Os filmes biodegradáveis são alternativas para a substituição de filmes sintéticos, além de possibilitarem a adição de compostos bioativos, com propriedades antioxidantes e antimicrobianas. **Objetivo:** Este trabalho teve como objetivo elaborar filme à base de mucilagem extraída de semente de linhaça marrom (LM) e de algas vermelhas (AV), utilizando glicerol como plastificante. **Metodologia:** Foram elaboradas quatro formulações: F1 (0,5% AV e 1,0% LM), F2 (1,0% AV e 0,5% LM), F3 (0,5% AV e 0, 5% LM), F4 (1,0% AV e 1,0% LM), com glicerol a 1,5% (m/v) em relação à solução formadora de filme. Foram feitas as seguintes análises: espessura (mm) medida por micrômetro, teor de umidade (%) em balança analisadora de umidade e solubilidade (%). **Resultados:** A umidade média das amostras variou entre 29,0% (F1) a 45,4% (F3). Observou-se que houve redução do teor de umidade com a adição da mucilagem da linhaça marrom. A amostra F4, com maiores concentrações de mucilagem de AV e LM, apresentou a maior média de solubilidade. (85,64%), Os valores altos de solubilidade em água não são desejáveis para filmes comestíveis aplicados a alimentos, o que pode ser melhorado com a adição de compostos lipofílicos. As médias de espessura foram uniformes (0,11 nm a 0,13 nm), indicando que, apesar das diferenças de valores de umidade e solubilidade, a espessura das amostras foi mantida. **Conclusão:** Com base nos dados obtidos, conclui-se que os filmes elaborados possuem viabilidade de aplicação, porém necessitam de mais investigações sobre suas propriedades, podendo ter sua solubilidade melhorada com a adição de outros constituintes.

Palavras chave: Mucilagem; Embalagem sustentável; Polissacarídeos Naturais; Hidrocolóides

Conbraca Fortaleza 23
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# ANÁLISE QUALITATIVA DA PRESENÇA DE FITOQUÍMICOS EM EXTRATOS DA FOLHA DA *PASSIFLORA EDULIS VAR. FLAVICARPA* ORIGINÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE

**Ana Terra de Medeiros Felipe[1]; Alliny Samara Lopes Lima[2]; Emanuelle Maria de Oliveira Paiva[3]; Maria Eduarda de Souza Cruz[4]; Kátia Nicolau Matsui[5]; Márcia Regina da Silva Pedrini[6]**

[1]Pesquisadora do Depto de Pós Graduação em Engenharia Química - PPGEQ – UFRN.
[2]Pesquisadora do Depto de Pós Graduação em Engenharia Química – PPGEQ – UFRN.
[3]Pesquisadora do Depto de Pós Graduação em Engenharia Química – PPGEQ – UFRN.
[4] Pesquisadora do Depto de Engenharia Química – DEQ – UFRN.
[5]Docente do Depto de Engenharia de Química – DEQ – UFRN.
[6]Docente do Depto de Pós Graduação em Engenharia Química – PPGEQ – UFRN.

**Introdução:** A *Passiflora* conhecida popularmente como maracujá, têm atraído interesse crescente devido às suas propriedades terapêuticas. A importância da *Passiflora* é devido à presença de fitoquímicos em diversas partes da planta, indicando propriedades antioxidantes e antimicrobianas. **Objetivo:** Este trabalho teve como objetivo a identificação da presença de fitoquímicos nos extratos aquosos e hidroalcoólicos (1:1 v/v) da folha da *Passiflora edulis var. flavicarpa*. **Métodos:** As folhas coletadas foram secas à 45 °C por 72 horas e trituradas em moinho até obtenção de pó que foi peneirado em mesh 24. Os extratos foram feitos na proporção de 10g do pó em 200 mL de solvente, a solução foi continuamente homogeneizada em temperatura ambiente (25 °C) e filtrada em papel de filtro Whatman n°1. Os fitoquímicos analisados foram saponinas, taninos, flavonoides, esteroides, terpenóides e fitoesteróis. O teste de saponina foi feito com a mistura de 2 mL de água e 1 mL de extrato. A presença de taninos foi analisada pela mistura de 1 mL de solução de cloreto de ferro 5% com 1 mL de extrato. A presença de flavonoides foi analisada pela mistura de 0,25 mL hidróxido de sódio 10% com 1 mL do extrato. A análise de esteroides foi com a solução de 0,25 mL de ácido sulfúrico concentrado ($H_2SO_4$), 0,5 mL de extrato e 1 mL de clorofórmio. A presença de terpenóides foi evidenciada com a solução de 1 mL de extrato e 1 mL de $H_2SO_4$ e a presença de fitoesterois foi indicada com a solução de 1 mL de clorofórmio, 1 mL de extrato e 0,25 mL de $H_2SO_4$. **Resultados:** Todos os testes deram positivos para a presença dos compostos analisados indicando o potencial da extração com ambos os solventes utilizados. O teste de saponinas foi positivo pela presença de espuma. A presença de taninos foi pela coloração de verde escuro da solução. A presença de flavonoides positiva após formação de precipitado marrom. A análise de esteroides foi positiva pela formação de uma camada amarela em cima e verde embaixo, a de terpenóides foi pela cor esverdeada escura da solução e a de fitoesterois foi pela solução de cor dourada. **Conclusão:** A análise qualitativa de fitoquímicos na folha da *Passiflora* está coerente com o que a literatura apresenta evidenciando o seu potencial bioativo. Porém se faz necessário a execução de testes quantitativos para comprovar a presença destes compostos e assim, a sua capacidade antioxidante e antimicrobiana.

**Palavras-chave:** *Passiflora*; extrato aquoso; análise qualitativa; fitoquímicos; flavonoides.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# APLICAÇÃO DE UM REVESTIMENTO POLIMÉRICO EM TOMATE CEREJA (*Solanum lycopersicum var.*) PRODUZIDO COM FARINHA DE MESOCARPO DE COCO BABAÇU E ÓLEO ESSENCIAL DE LIMÃO TAITI (*Citrus latifólia Tanaka*) E A SUA INFLUÊNCIA NA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA

**Rafael Alves Gomes[1]; Gleice Karoline dos Santos Alves [2]; Josilene Lima Serra [3]; Jasamim Lemos Fonseca[4]; Jailson dos Santos Ferreira Bezerra[5]; Sebastião Pereira Protázio[6]**

[1]Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos - IFMA, Campus São Luís – Maracanã, São Luís, Maranhão.
[2]Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos - IFMA, Campus São Luís – Maracanã, São Luís, Maranhão.
[3]Doutora em Biotecnologia – IFMA, Campus São Luís – Maracanã, São Luís, Maranhão.
[4]Mestranda em Engenharia de Materiais – IFMA, Campus São Luís – Monte Castelo, São Luís, Maranhão.
[5]Estudante em Técnico em Agroindústria – IFMA, Campus São Luís – Maracanã, São Luís, Maranhão.
[6]Mestrando em Engenharia de Materiais – IFMA, Campus São Luís – Monte Castelo, São Luís, Maranhão.

**RESUMO:** O tomate (*Solanum lycopersicum*) é a hortaliça mais popular e economicamente relevante, conhecido por seu alto valor nutricional e sabor. Ele é rico em vitaminas B2, B1, B5, A e C, além de fibras, proteínas, carboidratos e minerais, com baixo teor calórico. No entanto, é um produto perecível que possui uma curta vida de prateleira. **Objetivo(s)**: Esse estudo avaliou a influência da aplicação de um revestimento polimérico em tomate cereja produzido com farinha de mesocarpo de coco babaçu e óleo essencial de limão Taiti na preservação da sua qualidade Pós-colheita. **Métodos**: O óleo essencial foi extraído das cascas de limão Taiti por hidrodestilação, enquanto a farinha de mesocarpo foi utilizada para criar um revestimento aplicado em tomates. Após seleção e higienização, os tomates receberam o revestimento, composto por amido de coco babaçu, ácido cítrico, glicerol e 0,5% de óleo essencial de limão. Armazenados à temperatura ambiente, os tomates foram analisados em diferentes intervalos (0, 2, 7, 10, 14 e 16 dias) para pH, acidez titulável, sólidos solúveis (ºBrix) e avaliação microbiológica. A atividade antifúngica do óleo essencial de limão foi testada usando o método de difusão em discos com o fungo *Aspergillus niger*. **Resultados**: O rendimento do óleo essencial foi de 1,22%. O pH e o conteúdo de sólidos solúveis dos tomates revestidos com o filme contendo o amido da farinha de mesocarpo e o óleo essencial reduziram ao longo do período de armazenamento, a partir do 7° dia. A acidez titulável aumentou ao longo do período de armazenamento variando de 1,7 a 2,3 % ácido cítrico, no 0 e 16° dia, respectivamente. Esses resultados indicam que houve uma retardação do estágio de senescência do produto. Além disso, houve uma redução da contaminação microbiana por bactérias aeróbias mesófilas e fungos nas primeiras 48 horas de armazenamento, contribuindo para um aumento da vida de prateleira do tomate. **Conclusão:** O uso do revestimento com farinha de babaçu e óleo essencial de limão não afetou significativamente esses parâmetros, mas pode ter potencial como método de preservação e controle microbiológico.

**Palavras-chave**: Atividade Antimicrobiana; Embalagem; Biofilme.

Conbraca Fortaleza 23
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# DESENVOLVIMENTO DE UMA BEBIDA FERMENTADA VEGETAL PROBIÓTICA UTILIZANDO KEFIR

**Maiara Oliveira Reis Santos[1]; Susianny Alves Almeida[2]; Vanessa Daniele Oliveira Fortes[3]; Matheus Lopes Neri[4]; Beatriz Silva Carvalho Queiroz [5]; Patrícia Beltrão Lessa Constant[6]; Tatiana Pacheco Nunes[7]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos- DTA – UFS. ORCID: 0009-0008-1222-7233
[2]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos- DTA – UFS. ORCID: 0009-0005-0269-5541
[3]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos- DTA – UFS. ORCID: 0009-0009-4647-5312.
[4]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos- DTA – UFS. ORCID: 0009-0006-7764-6231.
[5]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos- DTA – UFS. ORCID: 0009-0001-7168-3043
[6]Docente do Curso de Engenharia de Alimentos- DTA – UFS. ORCID: 0000-0001-7095-940.
[7]Docente do Curso de Engenharia de Alimentos- DTA – UFS. ORCID: 0000-0001-9106-8622.

Atualmente o aumento da busca por alimentos de origem vegetal vem crescendo significativamente por parte dos consumidores. Essa busca por novos produtos à base de plantas pode estar associada a fatores como o estilo de vida, problemas fisiológicos, como intolerância à lactose ou alergia à proteína do leite. Dentre esses alimentos destaca-se a busca por probióticos, que exercem um efeito benéfico nas funções intestinais, além da redução dos sintomas de intolerância à lactose e estimulação do sistema imunológico, porém a maioria dos alimentos probióticos existentes no mercado ainda são restritos aos produtos lácteos, limitando o consumo por parte da população. Diante disso, a presente pesquisa teve como objetivo o desenvolvimento de uma bebida fermentada probiótica utilizando água de coco e suco de goiaba como substrato para a fermentação da cultura microbiana presente em kefir de água, visto que a goiaba é fonte de vitamina C, contém altos teores de açúcares, vitamina A e vitaminas do grupo B, bem como a água de coco que possui função antioxidante e é uma bebida propícia ao crescimento de vários tipos de microrganismos. A bebida foi formulada a partir da mistura da água de coco e polpa de goiaba e goma xantana, em seguida foi inoculada a água kefirada e grãos de kefir e realizada a fermentação a 25°C/24h. Posteriormente o produto foi filtrado, envasado e armazenado sob refrigeração a 4 ºC por 28 dias.

Realizou-se a quantificação de bactérias láticas, acéticas e leveduras na bebida formulada e a partir dos resultados obtidos verificou-se a contagem de 6 log UFC/mL da população de bactérias láticas, e 7 log UFC/mL para bactérias acéticas e leveduras, não havendo diferença significativa nos resultados durante o período de armazenamento. Considerando que a porção proposta é de 200 mL, pode-se alegar que o mínimo de $10^8$ UFC de probióticos vivos será atingido após o consumo da porção da formulação, resultando em benefícios à saúde do consumidor. A partir dos resultados obtidos, conclui-se que a elaboração e obtenção da bebida fermentada de goiaba com água de coco e adição de kefir promoveu resultados satisfatórios quanto aos parâmetros tecnológicos, onde a mesma manteve a população de microrganismos probióticos no decorrer dos 28 dias de armazenamento a 4 °C, ou seja, o produto pode ser caracterizado como funcional.

**Palavras-chave:** Goiaba, água de coco, bebida funcional.

# ANÁLISE SENSORIAL DE SOBREMESAS FUNCIONAIS PARA O SUPORTE NUTRICIONAL DE PACIENTES COM DIABETES MELLITUS 2

**Diana Gomes Paiva[1]; Ana Valquíria Vasconcelos da Fonseca Brandao[2]; Claudia Patrícia Lima Fontes de Manincor[2]; Valéria Cristina Nogueira[2]**
[1]Estudante do Curso de Tecnologia em Gastronomia- Campus Ubajara – IFCE.
[2]Docente do Depto de Ensino – Campus Ubajara – IFCE.

**Introdução:** O Diabetes Tipo 2 é uma enfermidade metabólica que se destaca pela presença de hiperglicemia e que necessita de cuidados especiais, envolvendo o uso de medicamentos, a prática de atividade física e a adoção de uma alimentação balanceada. **Objetivo(s):** Desenvolver a analise sensorial das preparações bolo de banana e docinho de batata doce tipo brigadeiro**. Métodos:** As preparações foram preparadas e avaliadas sensorialmente pelo teste de aceitabilidade. Os participantes receberam e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. As amostras foram distribuídas em pratos descartáveis, codificados com algarismos de três dígitos. 140 participantes voluntários não treinados abrangendo discentes, servidores e funcionários terceirizados do IFCE (Ubajara) participaram da análise. A aceitação foi avaliada por meio da escala hedônica estruturada de nove pontos, que varia gradativamente de desgostei extremamente a gostei extremamente. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com comparação de médias pelo teste de Tukey, com um nível de confiança de 95%. As análises foram realizadas por meio do programa Graph Pad Prism version 8.4.3. **Resultados:** Na análise sensorial do bolo de banana foi encontrada diferença estatística entre as variáveis aparência e sabor ($p=0.0084$) e aparência e avaliação global ($p=0.0025$). O sabor e a avaliação global apresentaram uma aceitação melhor do que a aparência. Entretanto, todas as variáveis apresentaram um índice de aceitabilidade adequado (superior a 70%). Em relação ao docinho de batata doce tipo brigadeiro, a variável aparência da análise sensorial mostrou diferença estatística com as variáveis textura ($p=0.0337$) e sabor ($p=0.0001$), apresentando um maior índice de aceitabilidade. A variável aroma também mostrou diferença estatística com as variáveis textura ($p=0.0224$), sabor ($p<0.0001$) e avaliação global ($p=0.0495$). A variável aroma apresentou um maior índice de aceitabilidade do que as variáveis textura, sabor e avaliação global, porém o índice de aceitabilidade ainda permaneceu adequado para todas as variáveis analisadas. Ao comparar as variáveis analisadas entre as duas preparações, observamos diferenças

estatisticamente significativas na aparência, textura, sabor e avaliação global. O docinho de batata doce tipo brigadeiro obteve uma pontuação mais alta em termos de aparência, enquanto o bolo de banana foi melhor avaliado em relação à textura, sabor e avaliação global. **Conclusão:** O desenvolvimento das duas preparações foi muito bem aceita, indicando que a elaboração de produtos sem açúcar ou utilizando o xilitol, é uma alternativa para o suporte nutricional das pessoas com diabetes ou que tenham preferência de diminuir açúcar em sua dieta.

**Palavras-chave:** Dieta saudável; Alimento funcional; Diabetes Tipo 2.

Conbraca Fortaleza 23
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# CINÉTICA FERMENTATIVA NA PRODUÇÃO DE MELOMEL GASEIFICADO DE SERIGUELA (*Spondias purpúrea* L.)

**Laiza de A. Santos[1]; Amanda R. de S. Ehlert[2]; Marcelo B. Muniz[3]; Julice Dutra Lopes[4]**

[1]Estudante do curso de Engenharia Química – CT- UFPB
[2]Biotecnologista - Cbiotec – UFPB.
[3]Docente do Departamento de Engenharia de Alimentos – CT – UFPB.
[4]Docente do Departamento de Engenharia Química – CT – UFPB.

**Introdução:** O melomel é uma variação do hidromel. O hidromel é uma bebida alcoólica obtida através da fermentação de mel e água pela ação de leveduras, e recebe diversas denominações a partir de diferentes matérias-primas adicionadas ao mosto, quando adicionado frutas, denomina-se melomel. **Objetivo:** Acompanhar o processo fermentativo de três formulações de meloméis elaborados, variando a concentração da polpa da fruta seriguela (*Spondias purpúrea* L.) em FS1=30%, FS2=25% e FS3=20%. **Metodologia:** O mosto foi produzido utilizando mel da florada de marmeleiro (*Croton sonderianus Müll. Arg*), seguido da adição da polpa de seriguela, em suas diferentes concentrações, por meio de um tecido do tipo voal, água e levedura da espécie *Saccharomyces bayanus*; a fermentação durou 9 dias à 20 °C, seguida de trasfega e maturação a 0 °C por 7 dias. Para a gaseificação natural, foi realizado o processo de *primming* no envase, as garrafas armazenadas em temperatura ambiente (28 °C) por 15 dias. Durante a fermentação do mosto foram realizadas 9 coletas de amostras para análises de potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais (SST), acidez total, açúcares redutores totais, e teor alcoólico. **Resultados:** A cinética fermentativa teve resultados iniciais e finais para as formulações, respectivamente, de 3,27 e 3,13 (FS1), 3,35 e 3,14 (FS2), 3,34 e 3,18 (FS3) para pH; 34,11 e 56,33 (FS1), 30,15 e 52,99 (FS2), 27,61 e 50,46 (FS3) meq/L para acidez total; 15,0 e 0,5 (FS1), 14,5 e 0,5 (FS2) e 15,4 e 0,0 (FS3) °Brix para sólidos solúveis totais; 0,0 e 7,2 (FS1), 0,0 e 7,3 (FS2), 0,0 e 7,4 (FS3) °GL para o teor alcoólico e 148,36 e 7,63 (FS1), 140,43 e 6,73 (FS2), 142,44 e 5,58 (FS3) g/L para os açúcares redutores totais. Durante a fermentação ocorreu uma diminuição nos valores de pH, enquanto observou-se um aumento na acidez total, associado à formação de ácidos orgânicos em decorrência da fermentação, o teor de SST reduziu de forma progressiva ao longo do processo fermentativo até estabilização, houve inicialmente diminuição acentuada no perfil de açúcares redutores totais decorrente de um consumo lento e gradual, o teor alcoólico teve comportamento inversamente proporcional aos SST. **Conclusão:** As curvas de acompanhamento cinético do processo fermentativo apresentaram comportamentos esperados, indicando que o emprego da polpa de seriguela na produção de melomel mostrou-se satisfatório, formulações FS1 e FS2 atenderam aos parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira, com exceção da formulação FS3 que não alcançou concentração mínima exigida no teor de cinzas.

**Palavras-chave:** Bebida gaseificada; Fermentação alcoólica; Hidromel; Seriguela.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# PRÓPOLIS VERDE COMO SUPLEMENTO PARA A PRODUÇÃO DE HIDROMEL

**Letícia Tereza Ferla[1]; Larissa Santana Silva[2]; Mariana Ketelin Bonfin Pinto[3]; Elizabeth Bárbara Epalanga Pires[4]; Eduardo Luís Menezes de Almeida[5], Weyder Cristiano Santana[6], Monique Renon Eller[7]**

[1]Estudante de doutorado do departamento de bioquímica aplicada - DBB - UFV.
[2] Estudante de graduação do departamento de engenharia química - CCE - UFV.
[3]Estudante de graduação do departamento de engenharia de alimentos - DTA - UFV.
[4] Pós-doutoranda em biotecnologia - PPGBiotec- UFT
[5] Pós-doutorando em microbiologia agrícola - PPGMBA - UFV.
[6]Docente/pesquisador do departamento de entomologia - DDE - UFV.
[7]Docente/pesquisador do departamento de ciência e tecnologia de alimentos - DTA - UFV.

**Introdução** O hidromel é uma bebida alcoólica à base de mel, sais minerais e leveduras. A produção requer suplementação do mosto com nutrientes essenciais, especialmente nitrogênio, devido à ausência desse nutriente no mel. A própolis verde (PV), um subproduto apícola com propriedades antioxidantes, tem potencial inexplorado na suplementação de hidromel. **Objetivo** Deste modo, o estudo avaliou a influência da PV a 0,10; 0,15 e 0,20% (m/v) na fermentação do mosto de mel para a produção de hidromel. **Métodos** Os mostos a 25 ºBrix foram fermentados por *Saccharomyces cerevisiae* JP14 por 28 dias e o processo foi acompanhado quanto à concentração de sólidos solúveis (ºBrix), nitrogênio amino livre (NAL) e etanol. **Resultados** Nos mostos acrescidos de PV, a fermentação foi mais lenta em comparação ao observado no mosto controle, suplementado com fosfato diamônico (DAP) a 0,1% (m/v). Naqueles, a concentração de sólidos solúveis após 28 dias ficou entre 21,6 e 21,8 ºBrix, enquanto o mosto controle finalizou o processo em 10,2 ºBrix. As concentrações de NAL nos mostos acrescidos de PV foram de 0,9 g/L , independentemente da concentração adicionada, em contraste com 1,22 g/L no controle. Esse resultado demonstra que o nitrogênio presente na PV não está biodisponível na forma de NAL, necessitando ser quebrado para ser utilizado pela levedura. Isso, por sua vez, pode justificar a lentidão observada no processo de fermentação, uma vez que o nitrogênio é essencial para o metabolismo da levedura. Por outro lado, apesar da lentidão fermentativa, os hidroméis produzidos a partir da PV como suplemento alcançaram concentrações de etanol de 3,7; 4,2 e 5,0 °GL, respectivamente. Deste modo, a PV foi eficaz como suplemento nutricional para produção de hidroméis quando usado em concentrações a partir de 0,15%, considerando o teor mínimo de etanol previsto pela legislação brasileira para este produto (4 °GL). O hidromel produzido a partir do tratamento controle foi considerado seco e alcançou teor etanólico de 13,43 °GL. **Conclusão** A PV pode ser usada para produção de hidroméis a partir de 0,15%, embora a suplementação com essa matéria-prima, nas concentrações avaliadas, não tenha apresentado eficiência semelhante ao suplemento controle, DAP. O pré-processamento da PV pode ser uma solução para disponibilização do nitrogênio e aumento de sua biodisponibilidade. É necessário, ainda, avaliar como sua adição no mosto influencia o perfil de compostos voláteis e características sensoriais da bebida.
Palavras-chave: Suplemento; Mosto; Fermentação; Mel; Nutriente.

Conbraca Fortaleza 24
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# ELABORAÇÃO DE PICLES DE MANGA VERDE EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO ACÉTICO

**Emily Dayanne Oliveira Lindoso[1]; Andrea Christina Gomes de Azevedo-Cutrim[2]; Carmozene Maria Silva Santos[3]**

[1]Nutricionista, Universidade Federal do Maranhão. Estudante de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Maracanã – Maranhão – Brasil, emilylindoso@acad.ifma.edu.br

[2]Professora do Departamento de Biologia, Universidade Estadual do Maranhão. Estudante de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Maracanã – Maranhão - Brasil, andreacgazevedo@uol.com.br

[3]Professora do Curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Maracanã – Maranhão – Brasil, carmozene@ifma.edu.br

**Introdução**: A manga (*Mangifera indica L.*) pertence à família Anacardiaceae e é uma fruta muito apreciada no Brasil, por apresentar grande quantidade de polpa adocicada e com pouca acidez. Nos primeiros estádios de maturação os frutos são mais ácidos e firmes, visto que deve se levar em consideração a qualidade dos frutos e o tempo necessário de maturação após a colheita. A conserva do tipo picles é feita com partes comestíveis de frutas, legumes e hortaliças, em salmoura ou em vinagre, com ou sem fermentação lática, em que pode incluir açúcar ou especiarias. **Objetivos**: Para tanto, este trabalho objetivou elaborar picles de manga verde, da variedade Palmer, em concentrações distintas de ácido acético (com e sem temperos), além de avaliar aspectos morfológicos, físico-químicos de pH e teor de sal. **Métodos**: A colheita das mangas foi realizada no setor de fruticultura do IFMA Campus Maracanã, em São Luís – MA, as quais foram transportadas para o Laboratório de Frutas e Hortaliças onde foram lavadas, higienizadas, pesadas em balança digital e medidas com auxílio de paquímetro. A estabilidade físico-química da manga Palmer, disposta em pedaços longitudinais, foi obtida por meio do branqueamento com vapor saturado por 2 minutos e posterior acondicionamento em vidros em salmoura (5% m/v) de concentração de ácido acético: a 50% condimentado (A1); a 50% sem condimentos (A2); a 25% condimentado (B1); e 25% sem condimentos (B2) e verificou-se também o pH da manga *in natura*. **Resultados**: A manga Palmer é uma variedade de manga conhecida por sua casca verde brilhante com tons avermelhados quando madura. Sua polpa é suculenta, macia e de cor amarelo-alaranjada. A média de peso foi de 286 g e de tamanho foi de 11,2 por 8,9 cm. As conservas apresentaram pH de 2,5; menor do que da fruta *in natura* (3,5); a conserva A1 apresentou menor salinidade (41) enquanto a conserva A2 apresentou maior salinidade (50). **Conclusão**: No processo de industrialização, é comum que os picles sejam feitos pela submersão de hortaliças em solução de vinagre condimentado, sendo utilizado somente o branqueamento como tratamento preliminar. E para que esse processo de acidificação tenha sucesso o pH deve ser inferior a 4,5, o que foi demonstrado pelo produto elaborado. Com isso, outros parâmetros precisam ser analisados a fim de que se demonstre a real viabilidade da agregação de valor à esta fruta nesse grau de maturação.

**Palavras-chave**: conserva; acidificação; fruta; palmer.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# ELABORAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE LINGUIÇA À BASE DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE CARCAÇAS DE TILÁPIA

**Lorena Santos de Jesus Andrade[1]; Nagylla Maria Alves Canuto[2]; Beatriz Santos da Costa[3]; Mariane Prospero Alves[4]; Jordeano Araujo Sousa[5]; Artur de Sousa Costa[6]; Maria Christina Sanches Muratori[7]**

[1]Residente em Inspeção e Tecnologia de Produtos de Origem Animal - CCA – UFPI.
[2]Estudante de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição – CCS – UFPI.
[3]Residente em Inspeção e Tecnologia de Produtos de Origem Animal – CCA- UFPI.
[4]Estudante de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição – CCS – UFPI.
[5]Residente em Inspeção e Tecnologia de Produtos de Origem Animal – CCA- UFPI.
[6]Residente em Inspeção e Tecnologia de Produtos de Origem Animal – CCA- UFPI.
[7]Docente/pesquisadora do Departamento de Morfofisiologia Veterinária – CCA– UFPI.

**Introdução**: A importância nutricional e econômica dos produtos elaborados com derivados de peixes é significativa devido a fonte rica em proteínas de alta qualidade, ácidos graxos essenciais, vitaminas e minerais. Porém, o aumento da produção industrial de pescado favorece que resíduos sejam gerados proporcionalmente. O processamento de filés de peixe acarreta desperdício de matéria-prima para coprodutos entre 60 e 72% aproximadamente. **Objetivo:** Com esse estudo objetivou-se avaliar se a Carne Mecanicamente Separada (CMS) das carcaças de tilápia (*Oreochromis sp.)* pode ser utilizada para o desenvolvimento de linguiça. **Métodos**: Foram coletadas carcaças de tilápia no Mercado de Peixe, Teresina, Piauí. Após a coleta, as carcaças foram imediatamente armazenadas em caixa isotérmica contendo gelo reciclável e transportadas para o laboratório de controle Físico-químico de Alimentos. As carcaças permaneceram imersas por 10 minutos em água hiperclorada a 5,0 ppm, na sequência passaram por despolpadeira para obtenção da CMS e após a obtenção da carne, esta foi temperada com sal e pimenta-do-reino. Depois, foram embutidas em envoltório natural e acondicionadas em sacos plásticos para congelamento em freezer doméstico (-18ºC). Por fim, foram separadas amostras para a realização de análises físico-químicas e microbiológicas do produto final, as quais foram baseadas em metodologias padrões para cada parâmetro. **Resultados:** Após análises, obteve-se os valores médios: pH 6,48; atividade de água 0,99; acidez 1,3/100g, lipídeos 23,1/100g, carboidratos 0,1/100g; proteína 13,3/100g; cinzas 1,0/100g e umidade 62,6/100g. As análises microbiológicas: contagem de bactérias heterotróficas mesófilas, estafilococos coagulase positiva, enumeração de *Escherichia coli* e pesquisa de *Salmonella* sp., atendiam aos padrões vigentes. **Conclusão**: A partir de carcaças de tilápia é possível obter a carne mecanicamente separada e elaborar linguiça em conformidade com a segurança microbiológica e qualidade nutricional.

**Palavras-chave:** embutidos; lipídios; proteína; *Oreochromis sp.*

Conbraca Fortaleza 2019
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# OBTENÇÃO DE CORANTE AZUL NATURAL DE JENIPAPO PARA UTILIZAÇÃO COMO INSUMO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

**Mariana Ceurim Almeida[1*]; Ingrid Vieira Machado de Moraes[2]**

[1]Estudante do curso de Engenharia de Alimentos – DTA/UFC;
[2]Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical

**Introdução:** A cor dos alimentos é crítica para as indústrias de alimentos e bebidas, pois influencia muitas propriedades além do visual atraente, incluindo sabor, segurança e valor nutricional. O jenipapeiro é uma árvore frutífera, e produz como fruto o jenipapo (*Genipa americana* L.), que no estágio verde de maturação pode ser utilizado para a produção de um corante azul natural, resultado de uma sequência de reações que ocorrem com o composto bioativo genipina na presença de oxigênio e aminas primárias. O produto dessa ligação forma dímeros de coloração azul, denominados genipocianina G1, que podem se polimerizar e formar compostos complexos, também de coloração azul. **Objetivo:** O presente trabalho teve como objetivo obter um corante alimentício natural concentrado, de coloração azul intensa, a partir do endocarpo de frutos de jenipapo em estágio de maturação verde. **Métodos:** Os frutos foram sanitizados em hipoclorito de sódio a 100 ppm por 15 min e avaliados quanto ao peso médio, rendimento em polpa+semente, casca+mesocarpo e grau de maturação pelo teor de sólidos solúveis (SS). A polpa+sementes foi triturada em liquidificador por 5', com adição de água destilada (1:3, m:v). Para obtenção do pigmento azul a mistura foi feito um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) fatorial $2^3$ (temperatura, tempo de extração), com 3 repetições no ponto central. A variável dependente avaliada foi a cor (CIELAB, parâmetros b* e C). Os ensaios foram conduzidos em shaker sob agitação contínua para incorporação de ar. Após o tempo reacional, foram levadas a banho ultrassônico a 60 °C por 30', filtradas a vácuo e centrifugadas. Os sobrenadantes foram misturados a glicina na proporção de 20 mg $g^{-1}$ de polpa e novamente submetidos a agitação em shaker (55 °C, 30') para desenvolver e estabilizar a cor. **Resultados:** Os frutos apresentaram massa de 72,1±14,1 g e rendimento de 35,4±4,5% polpa+semente e 63,5±4,6% casca+mesocarpo (média de 16 frutos). O teor de SS foi de 4,8±0,1 °Brix e 4,7±0,1 °Brix, respectivamente. Para a intensidade de coloração azul (b*) e saturação de cor C* nenhum efeito linear, quadrático ou de interação entre as variáveis apresentou significância ($p<0,05$) dentro das faixas estudadas (tempo de extração: 10,86' a 39,14'; temperatura: 40,3°C e 65,7°C). **Conclusão:** Dessa forma, conclui-se que dentro das condições experimentais aplicadas os valores de b* e C* obtidos nos 11 ensaios foram muito próximos, ou seja, o menor tempo e a menor temperatura de extração utilizadas são suficientes para a obtenção dos compostos de coloração azul desejados.

**Palavras-chave:** genipina, geniposídeo, extração.

Apoio: Funcap

Conbraca Fortaleza 24
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# GELEIA FUNCIONAL UTILIZANDO A CASCA DA GOIABA (*Psidium guajava L.*) E SEMENTES DE CHIA (*Salvia hispanica L.*): ANÁLISE DA PERCEPÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA DO CONSUMIDOR

**Lorrane Ribeiro de Mesquita[1]; Maria Clara Feijó de Figueiredo[2]; Marleide Coelho de Sousa[3]; Flávia Vitória Pereira de Moura[4]; Sabrina Almondes Teixeira[5]; Stella Regina Arcanjo Medeiros [6]; Joilane Alves Pereira Freire[7].**

[1,5]Estudante do Curso de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição -PPGAN-UFPI
[2,3] Estudante do Curso de Bacharelado em Nutrição - Campus Senador Helvidio Nunes - UFPI
[4]Estudante do Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição - PPGAN - UFPI
[6,7]Docente/pesquisador do Depto de Nutrição – Campus Senador Helvidio Nunes – UFPI.

**Introdução:** O mercado brasileiro de frutas *in natura* enfrenta desafios significativos com altos níveis de desperdício desde a colheita até o consumo final. Para mitigar esses problemas, há um interesse crescente na utilização de resíduos agroindustriais, como cascas e sementes, para criar novos alimentos que ofereçam benefícios à saúde. A produção de geleia funcional a partir de cascas de goiaba e sementes de chia surge como uma alternativa sustentável e nutritiva. Nesse sentido, a realização de pesquisas de mercado é essencial para compreender as percepções dos consumidores e suas intenções de compra em relação a esses produtos. **Objetivo:** Analisar a percepção e intenção de compra do consumidor, quanto a uma geleia funcional utilizando a casca da goiaba e sementes de chia. **Métodos:** Realizou-se um estudo exploratório e descritivo com abordagem qualiquantitativo por meio da aplicação de questionários aplicados via *Google Forms* a consumidores da cidade de Picos – PI. A amostra incluiu participantes de ambos os sexos e diversas identidades de gênero, com idades entre 18 e 59 anos. Os dados coletados foram analisados estatisticamente para avaliar a aceitação do produto e a intenção de compra. **Resultados:** Entre os 384 participantes da pesquisa, a maioria eram mulheres de 18 a 24 anos, com renda de até dois salários mínimos, solteiras e com ensino superior incompleto. A intenção de compra do produto foi positiva, com 62% dos entrevistados associando a palavra "saudável" à geléia feita com casca de goiaba e sementes de chia. Quanto à aceitabilidade, a maioria dos consumidores avaliou a cor e aparência do produto como "gostei regularmente" (28,39%), seguido de "gostei muito" (18,75%) e "nem gostei nem desgostei" (17,97%). Desse modo, os resultados indicaram que a maioria dos consumidores apresentou atitude positiva em relação ao produto, sendo a intenção de compra significativamente influenciada pelo conhecimento prévio dos benefícios dos alimentos saudáveis. **Conclusão:** A geleia funcional demonstra forte potencial de mercado, sendo bem recebida pelos consumidores. Isso sugere que produtos feitos com ingredientes sustentáveis e nutritivos têm grandes chances de sucesso. Esta aceitação indica também que estes produtos contribuem para a redução do desperdício alimentar.

**Palavra-chave:** percepção do consumidor; intenção de compra; geleia funcional.

Conbraca Fortaleza 29
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE DE OPÇÕES VEGANAS E VEGETARIANAS EM RESTAURANTES DE PRAÇA DE ALIMENTAÇÃO

**Ana Luisa Pires Tavares[1]; Anna Clara da Silva Torres Anaisse[2]; Ana Maria Oliveira da Silva Pereira[3]; Maria Rosa de Araújo[4]; Rikelme da Silva Rocha[5]; Antonia Kledyna Vieira da Silveira[6]; Marilene Magalhães de Brito[7]**

[1],[2],[3],[4],[5]Estudante do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU.
[6]Estudante do Curso de Nutrição – Centro Universitário Fael – UNIFAEL.
[7]Docente/pesquisadora do Curso de Nutrição – Centro Universitário Maurício de Nassau – UNINASSAU.

**Introdução:** A dieta vegana é um estilo de alimentação que exclui todos os produtos de origem animal, já a vegetariana exclui todos os tipos de carnes, aves, peixes e seus derivados, podendo ou não utilizar laticínios ou ovos. Com o crescimento dessas dietas no Brasil, a demanda por esses alimentos está aumentando, mas a oferta em restaurantes ainda é limitada. Essa baixa oferta pode resultar em frustação e insatisfação do consumidor, além de dificultar suas escolhas alimentares saudáveis. **Objetivo:** Analisar a disponibilidade de opções veganas e vegetarianas em restaurantes de praça de alimentação de shopping center. **Métodos:** Este estudo avaliou a oferta de opções vegetarianas e veganas em restaurantes das praças de alimentação de um shopping center em Teresina-PI. A pesquisa foi conduzida por meio de uma análise direta dos cardápios em sete restaurantes. Foram observadas as opções vegetarianas e veganas disponíveis nos cardápios, registrando o número total de pratos oferecidos e a quantidade dedicada a esses tipos de preparações. **Resultados:** Dos sete restaurantes analisados, observou-se que a oferta de opções vegetarianas e veganas era limitada. Apenas 2,27% das 132 opções disponíveis em todos esses restaurantes eram veganas e 3,03% eram vegetarianas. Além disso, essas opções frequentemente apresentam uma desproporção nutricional, com uma quantidade excessiva de carboidratos em relação às proteínas, especialmente quando comparadas aos outros pratos disponíveis. Esse panorama ressalta a necessidade de inovação no desenvolvimento e processamento de alimentos para incluir uma variedade maior de opções alimentares baseadas em plantas. É fundamental que essas opções sejam nutricionalmente equilibradas, conforme as diretrizes estabelecidas pelo Conselho Federal de Nutricionistas (CFN) e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Isso significa garantir que os pratos ofereçam uma adequada combinação de carboidratos, proteínas e lipídios, conforme recomendado para atender às necessidades nutricionais dos consumidores. Esses resultados destacam a necessidade de um maior desenvolvimento e aprimoramento das opções vegetarianas e veganas nos cardápios dos ambientes de alimentação. **Conclusão:** A análise revelou que, embora a demanda por opções vegetarianas e veganas esteja crescendo, essas alternativas ainda são limitadas nos cardápios dos restaurantes analisados. Ampliar e diversificar a oferta de alimentos à base de vegetais, ao mesmo tempo em que se assegura o equilíbrio nutricional, é crucial para alinhar o setor de alimentação com as tendências atuais de saúde e sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Cardápio**;** Vegetarianismo; Veganismo; Opções alimentares.

Conbraca Fortaleza 23
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE BISCOITO INTEGRAL ELABORADO COM AMÊNDOAS DO CERRADO

**Marilene Magalhães de Brito[1], Maria Fabrícia Beserra Gonçalves[2], Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo[3], Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão[4]**

[1]Doutoranda em Alimentos e Nutrição – PPGAN - UFPI
[2]Doutora em alimentos e Nutrição – PPGAN - UFPI
[3]Docente/pesquisadora do Depto de Nutrição – CSS –UFPI

Introdução: O cerrado é uma vegetação que se caracteriza como um grande repositório de espécies frutíferas nativas com potencial de uso pelo homem, muitas das quais exploradas por meio do extrativismo. Os parâmetros nutricionais da amêndoa de chichá (*Sterculia striata* Naud) e da castanha-do-gurguéia (*Dipteryx lacunifera* Ducke) proporcionam a elas características que podem torná-las competitivas em relação a outras amêndoas amplamente comercializadas. Essas amêndoas podem ser aproveitadas na elaboração de produtos alimentícios sem comprometer a identidade do produto, o que aumenta o valor nutritivo dos alimentos. **Objetivo**: Determinar a composição centesimal de biscoito integral elaborado com amêndoas do cerrado. **Métodos:** Este trabalho é parte de uma dissertação de mestrado que desenvolveu três tipos de biscoitos integrais: o biscoito A foi feito com resíduo e extrato de chichá, o B com resíduo e extrato de castanha-do-gurguéia, e o C com farinha de chichá e castanha-do-gurguéia. No biscoito mais bem avaliado nos testes sensoriais, foram realizadas análises de composição centesimal e de fibras alimentares. A umidade foi determinada por secagem em estufa; cinzas, por carbonização a 250°C e incineração a 550°C; proteínas, pelo método Macro *Kjeldahl*; lipídios, por extração a quente no extrator de *Soxhlet* usando éter de petróleo; carboidratos, por diferença; e fibras, pelo método enzimático-gravimétrico. **Resultados:** O biscoito apresentou teores de umidade (3,94%) e cinzas (1,15%) dentro do preconizado pela legislação, elevado teor de lipídios, carboidratos, e valor energético total, com intermediário teor de proteínas. Foi observado teores elevados de lipídios (20,84%), o que pode ser justificado pelo alto teor desse nutriente tanto na castanha-do-gurguéia (41,9%) como no chichá (27,7%). Vale ressaltar que o perfil de ácidos graxos da amêndoa de chichá é boa fonte de monoinsaturados, principalmente ácido oleico. Além de apresentar os ácidos graxos essenciais: linoleico e linolênico. O biscoito foi considerado fonte de fibras (10,11%), com destaque para a fração insolúvel (9,61%). A alta porcentagem de fibras insolúveis é benéfica na prevenção de doenças como constipação, diverticulite, hemorroidas e câncer colorretal, ao acelerar o trânsito intestinal. O uso de chichá e castanha-do-gurguéia na elaboração de produtos, como os biscoitos desenvolvidos, demonstrou boa aceitação sensorial e qualidade nutritiva. Conclusão: O biscoito integral de chichá e castanha-do-gurguéia atendeu aos padrões legais de umidade e cinzas, apresentando altos teores de lipídios, carboidratos e valor energético. Além disso, é uma boa fonte de fibras alimentares, especialmente insolúveis.

**Palavras-chave:** Biscoito; chichá; castanha-do-gurguéia; desenvolvimento de produtos; cerrado.

Conbraca Fortaleza 23
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# ELABORAÇÃO DE GELEIA DE MANGA ESPADA

**Robson Rogério Coelho[1]; Joana D'arc Paz de Matos[2]; Maria Suiane de Moraes[3]; Ana Paula Costa Câmara[1]; Laura Marize da Silva Simplício[4]; Débora Araújo Ferreira de Oliveira[4]; Adolfo Pinheiro de Oliveira[5]**

[1]Docente/pesquisador da Escola Agrícola de Jundiaí – EAJ – UFRN.
[2]Técnica em Alimentos e Laticínios da Escola Agrícola de Jundiaí – EAJ – UFRN.
[3]Estudante do Curso de pós-graduação em Docência do Ensino Superior – UNINASSAU.
[4]Técnica em Agroindústria.
[5]Estudante do Curso de pós-graduação em Ciências da Nutrição - PPGCN -UFPB

**Introdução:** A manga espada (*Mangifera indica*) é uma fruta popular no Brasil. A manga é uma fruta que pode ser processada de várias maneiras (polpas, doces de corte, sucos e geleias). Essa diversidade de processamento permite aproveitá-la de diferentes formas, preservando seu sabor e valor nutricional. **Objetivos:** Dessa forma, com o presente estudo, buscou-se produzir duas formulações de geleias de manga tipo "espada" e proceder às análises físico-química e sensorial dos produtos. **Métodos:** Para a realização da pesquisa, foram utilizadas mangas espada obtidas na Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN). Em seguida, as frutas foram transformadas em polpa e filtradas. Foram produzidas duas formulações de geleias do tipo "extra" (50% suco/50% açúcar): Geleia de Manga Espada Diet (F1), utilizando adoçante Stevia e, Geleia de Manga Espada, com 3% de pimenta biquinho BRS Moema (*Cpsicum chinense*) (F2), sem sementes. Em todas as formulações produzidas foi adicionado 1,5% de pectina e 0,3% de ácido cítrico em relação ao peso da massa. As formulações foram submetidas a teste sensorial de aceitação, utilizando a escala hedônica de 9 pontos (9 = gostei extremamente, 1 = desgostei extremamente). O teste avaliou os atributos de aparência, aroma, consistência, sabor e aspecto geral, verificando também a intenção de compra das mesmas. As formulações foram analisadas quanto aos parâmetros de sólidos solúveis (°Brix), pH e Acidez Total Titulável, através de metodologias do Instituto Adolfo Lutz (2008). **Resultados:** A acidez variou entre 0,52 e 0,94 g de ácido cítrico/100 g, estando dentro da faixa de acidez verificada em geleias de frutas. Observou-se uma diminuição significativa no teor de sólidos solúveis na F1 (40,2°) com a adição de adoçante em relação a F2 (69,1°). O pH variou entre 3,31 e 3,58 para as geleias *diet* e comum, respectivamente, importante para evitar contaminação por microrganismos patogênicos. Para os atributos aparência, consistência e sabor, os julgadores apresentaram preferência pela amostra com adoçante, o que pode evidenciar a escolha por produtos que não contenham açúcar. Já no aspecto aroma, observou-se a preferência pela formulação manga + pimenta, possivelmente pela influência da presença da pimenta. Não houve diferença entre as formulações no aspecto global, provavelmente devido à dificuldade de julgar as amostras apresentadas na sua totalidade. Por fim, a formulação F1 apresentou elevada intenção de compra, com maior pontuação com a escala equivalente a "provavelmente compraria". **Conclusão:** Dessa maneira, os resultados obtidos abrem novas perspectivas para o uso da manga espada.

**Palavras-chave:** Análise sensorial; *Mangifera indica*; diet; Pimenta

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# ESTABILIDADE DE BEBIDA COMPOSTA DE CIRIGUELA (*Spondias Purpurea*) E SORO DE LEITE

**João Victor Martins Alves[1]; Victor Manuel de Sousa Barreto[1]; Daniel Nascimento da Silva[1]; Gizele Almada Cruz [2]; Francisca Lívia de Oliveira Machado[3]; Dilson Cristino da Costa Reis[2]; Juliane Doering Gasparin Carvalho[4]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCA - UFC.
[2]Doutorando(a) em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCA - UFC
[3]Doutoranda em Engenharia Civil/Saneamento Ambiental - CT - UFC.
[4]Docente/pesquisadora do Depto de Engenharia de Alimentos - CCA - UFC.

**Introdução:** O aproveitamento do soro de leite, co-produto oriundo da produção de queijos, é realizado pelas indústrias de laticínios a fim criar novos produtos que atendam as expectativas dos consumidores. **Objetivo:** Este estudo buscou analisar o impacto das diferentes concentrações de polpa de ciriguela e soro de leite na estabilidade das bebidas compostas ao longo de 45 dias. **Métodos:** Foram preparadas três amostras com soro de leite (SL) e polpa de ciriguela (PC) produzidos no próprio laboratório, com as seguintes proporções: A (60% PC e 40% SL), B (40% PC e 60% SL) e C (100% PC) foi utilizada como controle. Análises de pH (potenciômetro, modelo ST300, marca Ohaus), acidez titulável e viscosidade (viscosímetro rotativo HAAKE Visco Tester 6L, spindle L2-L4, 60 a 200 rpm) foram realizadas nos dias 1, 7, 15, 30 e 45 após a produção das bebidas compostas. As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey ($p<0,05$). **Resultados:** As bebidas mostraram variações significativas de pH ao longo dos 45 dias. As amostras A e B apresentaram faixas de pH de 3,81±0,08 a 4,02±0,03 e de 4,25±0,02 a 4,50±0,02, respectivamente, com pico no dia 7. Já a amostra C variou de 3,42±0,01 a 3,51±0,02, exibindo menor variação. A acidez expressa em gramas de ácido láctico/100g (%) das amostras B e A aumentou com o passar do tempo, estabilizando com 15 (0,45) e 30 dias (0,36) respectivamente. A amostra com menor quantidade de soro levou mais tempo para estabilizar. A amostra C composta apenas de polpa de ciriguela não apresentou diferenças significativas durantes os diferentes tempos avaliados, alcançando acidez de 0,63 em 45 dias. Isso evidencia que a maior concentração de polpa resultou em menor pH e maior acidez. Quanto à viscosidade (mPa.s), todas as amostras variaram nos primeiros 30 dias, mas estabilizaram com 45 dias (A: 136,7; B: 120,0 e C: 140,0), refletindo que quanto maior a concentração de polpa de ciriguela maior o teor de sólidos solúveis e fibras, resultando consequentemente em maior viscosidade nas bebidas. **Conclusão:** A maior concentração de polpa de ciriguela na bebida afeta a estabilidade físico-química ao longo do tempo, incrementando mais viscosidade e acidez, prolongando a vida útil até 45 dias e potencializando seu valor de mercado ao valorizar ingredientes regionais e o aproveitamento de co-produtos da indústria de laticínios.

**Palavras-chave:** Co-produto; Fruta regional; Reaproveitamento; Base láctea;

Conbraca Fortaleza 19
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# ELABORAÇÃO DE LINGUIÇA DE TRUTA DEFUMADA COM PINHÃO

**Lílian Motta Felício Ferreira[1]; Marianna Souza da Graça[1]; Beatriz Rodrigues Sturm[2]; Bárbara da Silva dos Santos Gonçalves[3]; Rodrigo Takata[4]; Licius de Sá Freire[5]; Flavia Aline Andrade Calixto[4].**

[1]Discente do Mestrado Profissional de Ciência e Tecnologia de Alimentos – IFRJ.
[2]Docente do Curso de Graduação em Medicina Veterinária – UNIFESO.
[3]Médica Veterinária, especialização em Inspeção e Tecnologia de Produtos de Origem Animal – IFOPE.
[4]Pesquisador, Doutor da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro – FIPERJ.
[5]Extensionista, Doutor da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro – FIPERJ.

**Introdução:** A truticultura se destaca na Região Serrana Fluminense com restaurantes especializados que tiram proveito do ambiente de montanhas e temperaturas mais brandas para produzir alimentos, além de desenvolver o turismo com festival gastronômico de trutas. Em paralelo, o pinhão é uma semente da *Araucária angustifolia*, rica em ácido linoléico, magnésio e cobre, encontrada em todo o município de Nova Friburgo-RJ. Os alimentos produzidos com características geográficas restritas desenvolvem um caráter único que fortalece o turismo gastronômico. **Objetivo(s):** Desenvolver linguiça de truta com pinhão, aumentando a diversidade e valor nutricional agregado com adição do pinhão. **Métodos:** As trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) foram adquiridas abatidas e evisceradas no criatório de origem no município de Nova Friburgo e levadas em caixas isotérmicas com gelo para elaboração do produto no *Campus* Quinta do Paraíso no Centro Universitário Serra dos Órgãos (UNIFESO). Foram elaborados dois tipos de linguiça de truta, uma sem pinhão e outra com 20% de pinhão. Para o produto sem pinhão foi utilizado 4,2kg de truta *in natura*, 62,88g de sal (1,5%) e 4g de pimenta (0,1%). E para o produto com 20% de pinhão foi 4kg de truta *in natura*, 800g de pinhão, 60g de sal (1,5%) e 4g de pimenta (0,1%). Na preparação do pinhão foi feito o cozimento em panela de pressão por 40 minutos, descascados e picados. Em seguida foi realizado o embutimento utilizando envoltório natural de suíno previamente dessalgado em água potável. As duas formulações depois passaram por processo de defumação que ocorreu com temperatura começando com 60ºC e subindo até 80ºC por 60 minutos, utilizando 8,8kg de lenha de abacateiro. **Resultados:** O pinhão apresentou um rendimento de 78,05% de peso final para ser adicionado às massas. As linguiças sem pinhão totalizaram 4,149kg e as linguiças com 20% de pinhão 4,773kg de peso inicial. Após a defumação, o peso final da linguiça sem pinhão foi de 3,726kg e a linguiça com 20% de pinhão foi 4,324kg. Visualmente as linguiças não ficaram muito cozida no centro, que demanda preparo para consumo, ou aumentar a temperatura e tempo de exposição a fumaça. **Conclusão:** A linguiça com pinhão apresentou um maior rendimento após o processo de defumação. Apesar da abundância de Araucárias na região, a sazonalidade do pinhão, com colheitas entre abril e julho, dificulta a elaboração do produto. Se faz necessário novo processamento para ajustar o tempo de defumação para ser um produto pronto para consumo.

**Palavras-chave**: truticultura; embutido; produto regional; defumação à quente.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# ANÁLOGO A QUEIJO À BASE DE AMÊNDOAS DE CASTANHA DE CAJU E FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS: APELO FUNCIONAL?

**Maria Yasmim Araujo da Costa[1]; Mara Lorena Pereira Aires[2]; Barbara Alves Chagas[1], Ananda Sarah Nunes Pacife[1], Nedio Jair Wurlitzer[3], Rosana Goldbeck Coelho[4]; Selene Daiha Benevides[3]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – DEAL/CCA – UFC
[2]Mestre em Gastronomia/UFC – Bolsista CNPq/Embrapa
[3]Engenheira de Alimentos, DSc. – Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical – CNPAT
[4]Docente/Pesquisadora do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos DETA/FEA – Unicamp

**Introdução:** Alimentos análogos são aqueles que se assemelham aos de origem animal, nutricionalmente e/ou sensorialmente. Sua formulação pode ser composta, exclusivamente ou não, por ingredientes de origem vegetal. Como destaque para esse tipo de alimento, as proteínas alternativas são ingredientes majoritários de alguns análogos a queijo. A amêndoa da castanha de caju (ACC) é uma fonte alternativa de proteína, rica em carboidratos, lipídios, fibras, antioxidantes, minerais e ácidos graxos poli-insaturados. Aliada a insumos com apelo funcional, benéficos à saúde, além do valor nutritivo inerente à sua composição química, podem desempenhar um papel potencialmente positivo na redução do risco de doenças crônicas degenerativas, como câncer e diabetes, dentre outras. Alimentos simbióticos possuem a sinergia de ingredientes probióticos (microorganismos benéficos a microbiota intestinal), e prebióticos (fibras não digeríveis que os alimenta, como frutooligossacarídeos-FOS). **Objetivo:** Nesse contexto, buscou-se analisar o teor de FOS no análogo a queijo cremoso à base de ACC em cinco tempos (1, 15, 30, 37 e 45 dias de produção). Ao final do período de estudo, o produto deve conter 2,5g de FOS/ porção (30g), estabelecido na Resolução Nº 18, de 30/04/1999 da ANVISA. **Método:** A análise foi realizada por DEAE DIONEX® (cromatógrafo de amperometria pulsada com detector eletroquímico de ouro ED40) com coluna CarboPac® PA100; fase móvel em gradiente NaOH 50mM e Acetato de Sódio 500mM em NaOH 50mM; fluxo 1mL/min; 35°C; 40 minutos. **Resultados:** Os valores médios obtidos de FOS/30g e o seu percentual (%) foram: 1° dia (27,775 mg/g - 2,77%), 15° dia (24,165 mg/g - 2,42%), 30° dia (24,069 mg/g - 2,41%), 37° dia (24,83 mg/g - 2,48%) e 45° dia (24,067mg/g - 2,41%). **Conclusão:** Desse modo, o teor médio de FOS obtido durante o período estudado de 45 dias foi de 2,4g/30g no produto, valor próximo ao exigido por legislação para ser considerado um alimento com apelo prebiótico. Portanto, é necessário um ajuste na formulação quanto ao teor de FOS, para obtenção de um análogo a queijo cremoso à base de amêndoas de castanha de caju com apelo funcional.

**Palavras-chave:** Proteínas alternativas; *Plant-based*; FOS; Funcional.

Conbraca Fortaleza 29
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# FORMULAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE DOCES CREMOSOS A BASE DE GUABIROBA (*CAMPOMANESIA XANTHOCARPA* CAMBESS. O. BERG) ADICIONADOS COM FARINHA DE SEMENTES DE ARAUCÁRIA (*ARAUCÁRIA ANGUSTIFÓLIA* BERTOL)

**Gabrieli Avozani Abreu [1]; Edimir Andrade Pereira [2]**

[1]Estudante do Curso de pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos - PPGTP – UTFPR.
[2]Docente do Depto de Química – DAQUI – UTFRP.

**Introdução**: O avanço agrícola tem promovido a substituição de espécies nativas por monoculturas, ameaçando a biodiversidade e o desenvolvimento sustentável. Estudos têm explorado frutas nativas como a guabiroba, rica em nutrientes como vitaminas, fibras e compostos bioativos, para a elaboração de produtos alimentícios. A semente do pinhão, também reconhecida por sua riqueza em nutrientes e funcionalidade, sendo fonte de carboidratos, fibras alimentares, minerais e antioxidantes oferece uma alternativa saudável e ecológica. **Objetivo**: Esta pesquisa teve como objetivo elaborar doces cremosos à base de guabiroba, enriquecidos com farinha de semente de araucária, visando à inovação e valorização de espécies nativas. **Métodos**: Foram desenvolvidas três formulações de doces de guabiroba, com diferentes concentrações de farinha de araucária (0%, 5% e 10%). Foram avaliadas características de umidade, Aw (atividade de água), acidez, pH (potencial hidrogeniônico), teor de sólidos solúveis (% de açúcares), análises de textura e colorimetria. **Resultados**: As análises físico-químicas mostraram que os doces apresentaram características adequadas para a conservação, com baixa umidade, acidez e pH, e alta concentração de açúcares. A estabilidade do pH nos doces desenvolvidos e os valores adequados de Aw indicam que a adição de farinha de pinhão não compromete a acidez e a segurança microbiológica. A adição de farinha resultou em uma diminuição significativa na umidade. As propriedades reológicas de textura dos doces foram alteradas pelo aumento da concentração de farinha, deixando os produtos com maior dureza, adesividade, coesão e gomosidade. A adição de farinha de pinhão promoveu pequenas alterações nos parâmetros de cor, especialmente em ΔE, mostrando a magnitude total da diferença de cor, perceptível especialmente com 10% de pinhão. **Conclusão**: A escolha por desenvolver doces de guabiroba é uma estratégia comercial e sustentável, que contribui para a preservação da biodiversidade e o desenvolvimento econômico. Os doces elaborados com farinha de semente de araucária apresentam características diferenciadas, sendo uma alternativa sustentável, promovendo o uso eficiente dos recursos naturais. **Palavras-chave**: sustentabilidade; biodiversidade; conservação; produtos de vegetais; inovação em alimentos.

Conbraca Fortaleza 24
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS EM MAÇÃS FUJI (*Malus x domestica)*.

**Priscila de Freitas Pontes[1], Mayana Dutra Samúrio[2]; Bruno Spindola Mondini[3]; Nathaly Calister Moretto[4]; Vinicius Nelson Barboza de Souza[5], Jõao Paulo Zagonel[6], Silvia Maria Martelli[7]**

[1]Estudante do curso de Nutrição - FCS – UFGD
[2]Estudante do curso de Engenharia dos Alimentos - FAEN – UFGD
[3]Estudante do curso de Engenharia dos Alimentos - FAEN – UFGD
[4]Estudante do Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFGD
[5]Estudante do Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFGD
[6] Estudante do curso de Biotecnologia - FCBA – UFGD
[7]Docente da Faculdade de Engenharia - FAEN – UFGD

**Introdução:** As frutas são propensas à deterioração, especialmente após a colheita, resultando em perdas antes de chegarem ao consumidor, para reduzir essas perdas, utilizam-se técnicas de conservação, como os revestimentos comestíveis, que podem prolongar a vida útil das frutas. A pectina possui baixa permeabilidade aos gases, ajudando a evitar as trocas gasosas das frutas com o ambiente, e desacelera a perda de água, contribuindo para a extensão da vida útil das frutas. Este estudo teve como objetivo aplicar coberturas comestíveis com intuito de prolongar a vida útil das maçãs "fuji" (*Malus x domestica*) e avaliar a maturação pós-colheita, analisando a perda de massa e umidade da casca. **Métodos:** Inicialmente, foram preparadas três coberturas diferentes para as maçãs: Pectina (0,5% m/v), Pectina (0,5% m/v) + ácido giberélico (100 mg/L) e pectina + emulsão - contendo os óleos essencial de cravo botão (*Eugenia caryophyllus*), menta piperita (*Mentha x piperita),* tomilho (*Thymus vulgaris)* e manjericão (*Ocimum basilicum)* utilizando Tween 80 e água destilada. A cobertura foi realizada por imersão de 1 minuto, as maçãs foram secas à temperatura ambiente e, em seguida, armazenadas em um ambiente com temperatura constante de aproximadamente 20°C. Para monitorar a perda de massa, foram escolhidas 3 maçãs Fuji com características semelhantes em tamanho, formato e estágio de maturação. Essas maçãs foram dispostas em bandejas e pesadas em intervalos específicos ao longo de um período de 39 dias. A análise da umidade da casca foi realizada em quadruplicata, utilizando o método de secagem a 105 °C por 24 horas. As demais análises foram feitas em triplicata. **Resultados:** Os resultados indicam que as maçãs tratadas com pectina apresentaram menor perda de massa comparadas com pectina + ácido giberélico e pectina + emulsão. As maçãs controle (sem tratamento com cobertura) mostraram sinais visíveis de enrugamento, além de apresentarem as maiores alterações na tonalidade, em contraste, as maçãs tratadas com a combinação de pectina e ácido giberélico exibiram as menores mudanças visuais. **Conclusão:** estudo permite afirmar que a utilização de revestimentos comestíveis à base de pectina e adicionados de ácido giberélico, bem como de óleos essenciais são potenciais retardadores do amadurecimento e podem prolongar a vida útil dos frutos em temperatura ambiente, mantendo suas características físicas e químicas.

**Palavras-chave:** Maçã "Fuji"; Revestimentos comestíveis; Pectina; Perda de massa.

**Agradecimentos:** Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) pelo apoio financeiro à pesquisa e à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) pela valiosa oportunidade e suporte.

Conbraca Fortaleza 23
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# ESTABILIDADE DE BEBIDA LÁCTEA COM ADIÇÃO DE FARINHA DE SEMENTE DE JACA (*Artocarpus heterophyllus*)

**Thallya Carla Linhares[1]; Daniel Nascimento da Silva[1]; Victor Manuel de Sousa Barreto[1]; Vitória Silva de Sousa[1]; Wesley John Azevedo Ladislau[1]; Gizele Almada Cruz[2]; Juliane Doering Gasparin Carvalho[3]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCA - UFC.
[2]Doutorando(a) em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCA - UFC
[3]Docente/pesquisadora do Depto de Engenharia de Alimentos - CCA - UFC

**Introdução**: O aproveitamento de coprodutos agroindustriais é uma estratégia sustentável, gerando inovações no setor alimentício. A bebida láctea é composta pelo soro de leite, coproduto da produção de queijos, sendo um produto de menor custo, quando comparada a outros lácteos. Pensando no seu enriquecimento, a farinha de semente de jaca (Artocarpus heterophyllus) surge como alternativa, pois possui muitos nutrientes e propriedades funcionais. **Objetivo(s)**: Este estudo buscou analisar a estabilidade de bebidas lácteas adicionadas de diferentes concentrações de farinha de semente de jaca durante 30 dias. **Métodos**: A elaboração das bebidas lácteas foram realizadas a partir da proporção de leite (60%) e soro de leite (40%), que foram adicionadas de diferentes concentrações de farinha de semente de jaca (FSJ), totalizando quatro amostras: A (0,0% FSJ), B (0,5% FSJ), C (1,0% FSJ) e D (2,0% FSJ). Após a produção, as amostras foram submetidas a análises de pH, acidez e cor, realizadas nos dias 1, 15 e 30. **Resultados:** O pH da farinha da semente de jaca apresentou caráter de baixa acidez (5,38), no entanto, sua adição influenciou os valores de pH das bebidas lácteas não fermentadas ao longo da estabilidade. No dia 1, os valores de pH variaram de 5,96 a 6,04. Após 15 dias, o pH foi de 5,87 a 6,19, e aos 30 dias, a faixa variou de 5,68 a 6,06. A amostra A teve a maior redução de pH em 30 dias, enquanto as amostras B e D mantiveram-se estáveis. Dessa forma, indicando que a FSJ contém compostos que auxiliaram na manutenção dos valores de pH. A acidez total aumentou ao longo do tempo: 1 dia - 1,63 a 1,92%; 15 dias - 1,72 a 2,21%; 30 dias - 2,12 a 2,71%. A amostra A apresentou a maior acidez, a qual pode ser relacionada ao possível crescimento microbiano durante o armazenamento. Assim como, nas demais amostras que também podem ter sofrido interferência de compostos ácidos da FSJ. A análise de cor revelou mudanças nas coordenadas de a* e b* ao longo do tempo, referentes a coloração vermelha e amarela, respectivamente, nas amostras adicionadas de FSJ. No decorrer da estabilidade as amostras perderam luminosidade. **Conclusão**: Pode-se concluir que a adição de FSJ na elaboração de bebida láctea não afetou, negativamente, a estabilidade do produto, tornando-se um coproduto com potencial para ser utilizado na indústria.

**Palavras-chave:** Aproveitamento; Resíduos agroindustriais; Coproduto; Físico-Químico;

Conbraca Fortaleza 24
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# INFLUÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO DE AMIDO DE MILHO POR COPRODUTOS DE MARACUJÁ NA ANÁLISE SENSORIAL E COR INSTRUMENTAL DE BEBIDA LÁCTEA SABOR CHOCOLATE

**João Bruno Guilherme Mendes; Antônia Elaine Frutuoso; Georgia Maciel Dias de Moraes; Maria Eduarda Alves da Paz; Maria Eduarda Nobre do Nascimento; David de Sousa Ferreira Daniele Maria Alves Teixeira Sá***

**Docente (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Sobral, Avenida Dr. Guarany, 317, Jocely Dantas de Andrade Torres - Sobral - CE - Brasil, CEP: 62.042-030) – Email: danielemaria@ifce.edu.br*

**Introdução:** A utilização de resíduos agroindustriais, como cascas de maracujá e soro de queijo, agrega valor tecnológico e nutricional aos alimentos. O maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) desempenha um papel importante no comércio e na economia do Brasil. O principal resíduo gerado é a casca, composta por macromoléculas como a pectina. O soro de queijo é o principal coproduto gerado pela indústria de queijos. **Objetivo(s)**: O trabalho tem como objetivo analisar a influência da substituição do amido por coprodutos do maracujá em bebidas lácteas. **Métodos**: Neste trabalho foram desenvolvidas três bebidas lácteas: uma bebida controle (C), utilizando amido de milho comercial como espessante, e duas formulações experimentais (F1 e F2), substituindo o amido por farinha de casca de maracujá (F1) e por uma mistura de farinha da casca e pectina extraída da casca de maracujá (F2). Todas as bebidas foram submetidas a análises sensoriais com 120 avaliadores não treinados, maiores de 18 anos, que avaliaram Impressão Global, Aroma, Cor, Sabor e Textura usando uma escala hedônica de nove pontos (1: ‘‘desgostei extremamente’’ a 9: ‘‘gostei extremamente’’). A Intenção de Compra (IC) foi avaliada com uma escala de 1 a 5, sendo 1: ‘‘Certamente não compraria’’ e 5: ‘‘Certamente compraria’’. Foi realizada também a análise de cor utilizando o calorímetro portátil (Colorium, Delta color, Brasil). **Resultados:** Os avaliadores indicaram diferenças significativas apenas nos atributos sabor e textura. Para o sabor as amostras F1 (7,4) e F2 (7,6) obtiveram médias estatisticamente mas inferiores à amostra controle (C) que obteve média 7,9. Para o atributo textura, o comportamento foi semelhante ao do sabor, pois F1 (7,1) e F2 (7,4) sendo estatisticamente iguais, mas inferiores a amostra C com média 7,8. A análise de cor instrumental apresentou os seguintes valores para L* (42,77 – C, 42,15 – F1; 42,17 - F2), a* (5,01 – C; 4,18 - F1 e 3,7 - F2), e b* (5,69 – C; 4,75 - F1 e 3,84 - F2), com diferença estatística apenas no parâmetro b* em que a amostra F2 se apresentou menos amarela que as outras duas. **Conclusão:** Embora as formulações com substituição de amido tenham apresentado diferença significativa nos atributos sabor e textura quando comparadas a amostra controle, pode-se inferir que a utilização do coproduto de maracujá é uma alternativa promissora tendo em vista suas propriedades funcionais e a aceitação sensorial das bebidas terem sido superiores a 7, o que indica uma boa aceitação.

**Palavras-chave**: *Passiflora edulis,* soro de queijo, pectina, resíduos alimentares.

Conbraca Fortaleza 23
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DOS ADJUVANTES DE SECAGEM NA VIDA DE PRATELEIRA DE PÓS LIOFILIZADOS DE KOMBUCHA: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE ÁGUA E UMIDADE

**Maria Eduarda de Souza da Cruz[1]; Alliny Samara Lopes de Lima[2]; Luiz da Silva Ferreira Junior[3]; Márcia Regina da Silva Pedrini[4]**

[1]Estudante do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos – CT – UFRN.
[2]Pesquisadora do Depto de Pós Graduação em Engenharia Química – PPGEQ– UFRN.
[3]Pesquisador do Depto de Pós Graduação em Engenharia Química – PPGEQ – UFRN.
[4]Docente do Depto de Pós Graduação em Engenharia Química – PPGEQ – UFRN.

**Introdução:** A kombucha, bebida fermentada obtida pela fermentação de chás adoçados por cultura simbiótica de bactérias e leveduras, tem ganhado crescente interesse devido aos seus potenciais efeitos benéficos à saúde. Embora seja comercializada predominantemente na forma líquida, a busca por novas formas de consumo e maior estabilidade tem impulsionado o desenvolvimento de produtos em pó. **Objetivos:** Este estudo visou avaliar a estabilidade de pós de kombucha liofilizados, com o objetivo de aumentar sua vida de prateleira e facilitar seu consumo. Foram investigadas as propriedades de pós liofilizados de kombucha, contendo celulose bacteriana e adjuvantes de secagem, armazenados em diferentes condições de temperatura. **Métodos:** Suspensões de kombucha com celulose bacteriana e adjuvantes de secagem foram preparadas e submetidas ao processo de liofilização. Os pós resultantes foram acondicionados em embalagens de polietileno, e armazenados nas temperaturas de 4°C e 30°C por 60 dias, ao abrigo da luz. A umidade e a atividade de água dos pós foram monitoradas nos dias 0, 7, 15, 30 e 60 para avaliar sua estabilidade durante o armazenamento. **Resultados:** Após 30 dias de armazenamento a temperatura ambiente, os pós apresentaram significativas alterações em suas propriedades físicas, formando agregados compactos que inviabilizaram a continuidade das análises após 30 dias. As amostras mantidas sob refrigeração apresentaram maior estabilidade durante o armazenamento. Após 60 dias, os pós com goma arábica e maltodextrina, apresentaram, respectivamente, umidade de 6,2% e 4,9%, e atividade de água de 0,322 e 0,351. **Conclusão**: A temperatura de armazenamento mostrou-se um fator determinante para a estabilidade dos pós. A temperatura ambiente acelerou a ocorrência de processos de aglomeração e deterioração. Os pós de kombucha liofilizados preservaram maior estabilidade sob refrigeração, apresentando-se como potencial alternativa para comercialização da bebida em pó.

**Palavras-chave**: Kombucha; Liofilização; Vida de prateleira.

Conbraca Fortaleza 29
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# ELABORAÇÃO DE BISCOITO TIPO AMANTEIGADO ENRIQUECIDO COM FARINHA DO MESOCARPO DE BABAÇU (*ORBIGNYA sp*.) COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL

**Karolaynne Sousa Machado[1]; Ana Patrícia Fontes da Silva[2]; Alexsandra Iarlen Cabral Cruz[3]; Jaqueline da Silva Rumão[4]; Samíria de Jesus Lopes Santos-Sodré[5]; Audirene Amorim Santana Paixão[6]; Adriana Soraya Araújo[7]**

[1]Nutricionista - Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, São Luís - MA.
[2,3]Docente/pesquisador – IEMA – Instituto Estadual de Ciência e Tecnologia do Maranhão.
[4,5]Docente/pesquisador – IFMA – Instituto Federal do Maranhão.
[6,7]Docente/pesquisador – Programa de Pós-graduação em Biotecnologia - RENORBIO.

**Introdução:** O babaçu, uma palmeira da família *Arecaceae*, é um dos principais produtos extrativos do Brasil, com grande potencial econômico e social. Suas partes incluem epicarpo, mesocarpo, endocarpo e amêndoas. O mesocarpo, rico em proteínas, amido, minerais e vitaminas, é usado para produzir uma farinha nutritiva semelhante à de trigo, empregada em bolos, biscoitos, pães e mingaus. Essa farinha, 100% natural, representa 20% do coco e contém 60% de amido e 20% de fibras, sendo uma alternativa a alimentos tradicionais e destacando a importância de suas características químicas, físicas e econômicas. **Objetivo:** Elaborar um biscoito amanteigado substituindo parcialmente a farinha de trigo pela farinha de mesocarpo de babaçu e determinar sua composição centesimal e valor calórico. **Metodologia:** Os biscoitos foram produzidos com quatro formulações de farinha de mesocarpo de babaçu (0%, 25%, 50%, 75%) substituindo a farinha de trigo, utilizando também açúcar, manteiga, ovos e fermento químico. A composição centesimal dos biscoitos incluiu análises de umidade, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos totais e fibras. **Resultados:** Os biscoitos apresentaram valores de umidade que variaram de 4,39% (50%) a 11,29% (25%), a variação foi conforme a quantidade de farinha utilizada. Os teores de cinzas variaram de 1,70% (0%) a 2,37% (50%). Os teores de lipídeos foram de 27,24% (0%) a 27,66% (25%). Os níveis de proteínas foram de 3,3% (75%) a 7,2% (0%). Carboidratos totais: variou de 62% (0%) a 64,84% (75%). O teor de fibras foi de 1,92% (0%) a 8,54% (75%). O valor energético total (VET) em Kcal foi de 2.623 (25%) a 2.606 (75%). Os biscoitos feitos com farinha de mesocarpo de babaçu (FMB) apresentaram maior concentração de fibras em comparação aos biscoitos feitos apenas com farinha de trigo. A adição de 75% de FMB resultou em um teor de fibra alimentar de 8,54%, enquanto 50% de FMB resultou em 6,32% e 25% de FMB resultou em 4,12%. **Conclusão:** Os biscoitos feitos com farinha de mesocarpo de babaçu (FMB) mostraram um maior valor nutritivo e podem servir como uma alternativa nutricional e de renda para as comunidades que dependem do extrativismo do coco babaçu.

**Palavras-chave:** *Attalea speciosa*; Biscoito enriquecido; Trigo; Sustentabilidade.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# FERMENTADO ALCOÓLICO DE BUTIÁ

**Jonas G. da SILVA[1]; Miguel G. LENA[2]; Joseana SEVERO[3]; Maria Fernanda da S. C. de MENEZES[4];** Denise **F. de L. ROCHA[4]; Melissa dos Santos OLIVEIRA[5]**

[1]Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos – IFFAR Campus Santo Augusto.
[2]DEstudante do Curso Técnico em Alimentos – IFFAR Campus Santo Augusto
[3]Docente do Eixo Tecnológico de Produção Alimentícia – IFFAR Campus Santa Rosa.
[4]Técnicas de Laboratórios de Alimentos – IFFAR Campus Santo Augusto.
[5]Docente do Eixo Tecnológico de Produção Alimentícia – IFFAR Campus Santo Augusto

**Introdução**: O IFFAR Campus Santo Augusto em 2024 inaugurou o Laboratório de Tecnologia de bebidas, para iniciar a sua estrutura desenvolveu uma bebida alcóolica fermentada de butiá. O butiá é uma fruta abundante na região noroeste do RS e pouco explorada na industrialização. **Objetivo**: Elaborar uma bebida alcoólica fermentada de butiá e, montar um protocolo de bebidas fermentadas de frutas e mel. **Métodos**: O butiá foi coletado em árvores no Campus e em outras propriedades. Estes foram higienizados com água corrente e sanitizadas com água clorada, em seguida despolpados e a polpa acondicionada em sacos plásticos e congeladas. Foram conduzidos 4 fermentados: F1 – polpa de butiá diluída 1:1 com água, sem adição de açúcar; F2 – polpa de butiá diluída 1:1, com a adição de sacarose até 21º Brix; F3 – polpa de butiá diluída 1:1, com a adição de mel até 21º Brix e F4 – polpa de butiá diluída 1:3, com a adição de mel até 23º Brix. O fermento (RED STAR) foi adicionado na concentração de 0,5g/L, previamente ativado com água morna por 15 minutos. Os mostos preparados foram transferidos para garrafas de vidro vedadas com *air lock* e acondicionados em estufa à 37ºC por 4 dias. Após este período as bebidas foram levados à refrigeração por 48h. As determinações de ºBrix, pH e acidez total foram realizadas na polpa de butiá e nos fermentados. O teor alcoólico foi determinado na bebida final. **Resultados**: A polpa do butiá apresentou pH de 3,4, acidez de 231,2 meq/L e 10,7ºBrix. As análises físico-químicas indicaram uma redução no teor de açúcar ao longo dos quatro dias de fermentação, conforme o esperado. No experimento F2, os ºBrix caíram de 21,75 para 12,83; no F3, de 21,65 para 12,53; no F4, de 22,55 para 14,23; e no F1, sem adição de açúcar, iniciou com 5,3 e chegou a 2,6ºBrix. A acidez total aumentou em todos os fermentados, com variações de 15%, 24,2%, 34,55% e 70,8%, nos fermentados F1, F2, F3 e F4, respectivamente. Apesar do aumento da acidez durante a fermentação, o pH se manteve praticamente constante, com uma média de 3,62. Os teores alcoólicos das bebidas ficaram em 2,7% para o F1, 7,1% para os F2 e F3, e 7,9% para o F4, todos em v/v. **Conclusão**: As bebidas com adição de açúcar apresentaram teor alcoólico dentro do estipulado pela legislação para fermentados de frutas. A formulação F4 poderá ser classificada como hidromel.
**Palavras-chave**: Bebidas, frutas, laboratório, fermentação, RS

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# DESENVOLVIMENTO DE DESIDRATADOR ELÉTRICO DE BAIXO CUSTO PARA ALIMENTOS

**Augusto Vinícius da Silva Araújo[1]; Rayra Milla de Freitas Nascimento[1]; Lucas Alves Marques[1]; Mateus Ribeiro Costa[2]**
[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE.
[2]Engenheiro de Alimentos pela Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

**Introdução:** A desidratação é um dos métodos mais antigos para a conservação de produtos orgânicos. O processo de desidratação é uma alternativa para evitar desperdício, bem como produzir alimentos com distintas características sensoriais. Para atender às exigências do setor produtivo, a indústria precisa desenvolver estratégias que utilizem processos industriais de desidratação, independentes de fatores naturais como a luz solar, e que possam ser controlados e ajustados conforme as especificidades dos alimentos e dos processos produtivos envolvidos. **Objetivo**: Este trabalho teve como objetivo desenvolver um desidratador elétrico de baixo custo para frutas e hortaliças, utilizando materiais acessíveis e aplicando conhecimentos da disciplina de Física 3 do curso de Engenharia de Alimentos. **Metodologia:** O equipamento foi desenvolvido nas dependências da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE, utilizando materiais como MDF, lâmpadas halógenas de 42 W, aço inoxidável, cooler para circulação de ar e outros componentes de fácil acesso. O equipamento possui capacidade para duas bandejas de 30 cm X 30 cm. **Resultados:** Foi possível construir um protótipo do equipamento proposto utilizando-se materiais de baixo custo e implementando os conhecimentos trabalhados na disciplina de física 3, tais como: resistores elétricos; corrente e resistência; circuitos elétricos, bem como conteúdos de outras disciplinas de forma multidisciplinar. O desidratador apresentou temperatura média de 60 °C, de forma contínua, sendo alimentado pela rede elétrica de 220 volts. **Conclusão**: De acordo com a qualidade do trabalho desenvolvido, pode-se dar ênfase ao êxito. O equipamento desenvolvido demonstrou ser funcional e eficiente, atingindo os objetivos propostos. Futuras análises podem incluir a caracterização do gasto energético e a otimização da eficiência do desidratador.

**Palavras-chave:** Conservação; Desidratação; Desidratador.

Conbraca Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos
Assista a apresentação deste trabalho
apontando sua câmera para o QR-code

# AVALIAÇÃO DE POLPAS DE FRUTAS PRODUZIDAS EM UMA AGROINDÚSTRIA NO INTERIOR DO MARANHÃO

**Jefferson Messias Borges[1]; Julianna Rayka Alves Oliveira[2]; Thaís Rocha da Silva[3]; Nayra Gabriele Fernandes de Carvalho[4]; Diêgo de Oliveira Lima[5]; Izadora Patrícia Costa Oliveira[6]; Robson Alves da Silva[7]**

[1]Estudante do Curso de Doutorado em Alimentos e Nutrição - CCS – UFPI.
[2]Estudante do Curso Técnico em Alimentos – IFMA-SJP.
[3]Estudante do Curso de Doutorado em Alimentos e Nutrição - CCS – UFPI.
[4] Estudante do Curso de Mestrado em Alimentos e Nutrição - CCS – UFPI.
[5] Estudante do Curso de Mestrado em Alimentos e Nutrição - CCS – UFPI.
[2]Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos – DIASPA – IFPI-THE CENTRAL.
[7]Docente do Curso de Tecnologia em Alimentos – DIASPA – IFPI-THE CENTRAL.

**Introdução:** A polpa congelada é um produto obtido de frutos que conserva os seus nutrientes durante o período de entressafra, sendo bastante apreciado por consumidores que buscam praticidade. A legislação brasileira estabelece parâmetros físico-químicos que devem ser atendidos para que os consumidores possam consumir produtos de qualidade. **Objetivo**: Verificar se as características físico-química das polpas de frutas congeladas (caju, goiaba, manga e tamarindo) produzidas em uma agroindústria no interior do Maranhão estão em conformidade com a Instrução Normativa 37/2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Métodos**: As polpas de frutas congeladas foram armazenadas e encaminhadas ao laboratório de Química, onde realizaram-se as análises de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), pH, sólidos totais e vitamina C, de acordo com a Association of Official Analytical Chemists International. **Resultados**: A acidez e pH das polpas apresentaram-se em acordo com os valores regulamentados pelo Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ), exceto para o caju. Os resultados indicam grau de maturação inadequado do caju utilizado para o processamento. O teor de SST e Sólidos Totais das polpas de tamarindo e goiaba estavam em desacordo com o PIQ, provavelmente pela necessidade de inclusão de água durante a despolpa, sendo necessário padronização do processo para evitar a não conformidade. Já para vitamina C todas as marcas avaliadas apresentaram-se de acordo com o PIQ. **Conclusão**: Constatou-se a necessidade de adequação de alguns parâmetros das polpas de caju, goiaba e tamarindo para que possam atender aos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) estipulados pela legislação brasileira. Para isso, faz-se necessário correção nas etapas de recepção da matéria-prima e despolpa.
**Palavras-chave**: polpa de fruta, PIQ, análise físico-química.

Conbraca
Fortaleza
Congresso Brasileiro de Ciência dos alimentos



ISBN 978-658506221-3