CLASA
2ª EDIÇÃO

PESQUISA E AVANÇOS EM SEGURANÇA DE ALIMENTOS

TRABALHOS PUBLICADOS NO II CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SEGURANÇA DE ALIMENTOS

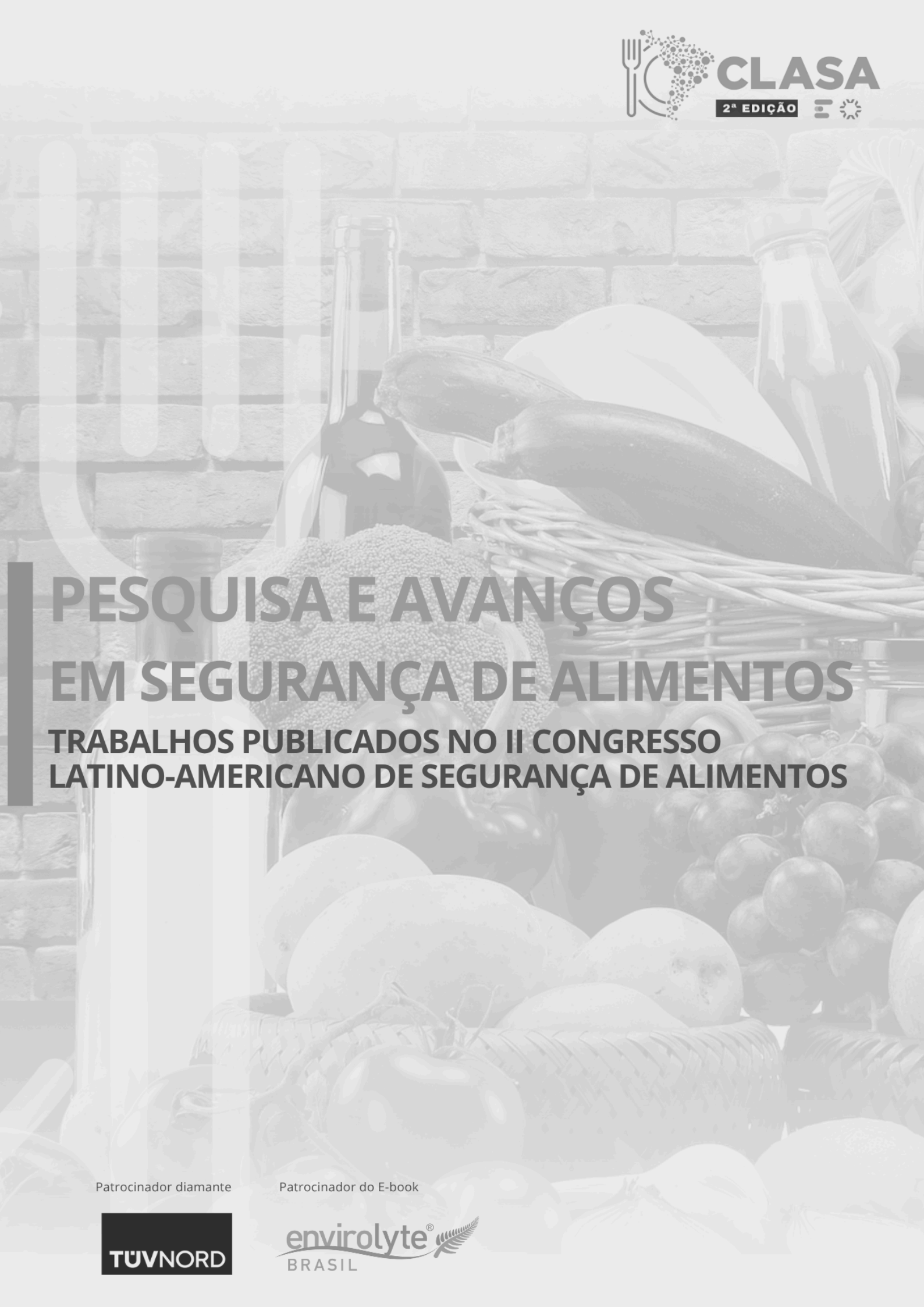
Patrocinador diamante

TÜVNORD

Patrocinador do E-book

envirolyte® BRASIL

CLASA
2ª EDIÇÃO



PESQUISA E AVANÇOS EM SEGURANÇA DE ALIMENTOS

TRABALHOS PUBLICADOS NO II CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SEGURANÇA DE ALIMENTOS

Patrocinador diamante

TÜVNORD

Patrocinador do E-book

envirolyte® BRASIL

CLASA
2ª EDIÇÃO

Venda proibida

Open access

Revisado por pares

Conselho editorial

EDITOR CHEFE

Jackson Andson de Medeiros

REVISÃO FINAL

Jackson Andson de Medeiros
Denise Rosane Perdomo Azeredo
Luciana Sales
Natália Lima

CAPA

Jackson Andson de Medeiros

Medeiros, Jackson Andson de [e outros três organizadores]. Pesquisa e Avanços em Segurança de Alimentos: Trabalhos Publicados no II Congresso Latino-Americano de Segurança de Alimentos / Jackson Andson de Medeiros, Denise Rosane Perdomo Azeredo, Luciana Sales, Natália Lima [organizadores]. Jardim do Seridó: AGRONFY, 2025.

2ª edição. Formato digital. PDF.

Inclui referências bibliográficas e índice analítico.

ISBN: 978-65-85062-28-2

Segurança de Alimentos 2. Qualidade Microbiológica 3. Vigilância Sanitária 4. Boas Práticas de Fabricação 5. APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) I. Medeiros, Jackson Andson de II. Azeredo, Denise Rosane Perdomo III. Sales, Luciana IV. Lima, Natália V. AGRONFY (Brasil).

CDD 630

doi 10.53934/agronfy-2025-agosto

Comissão científica

Allan Alexandre Martins de Carvalho
Aline dos Santos Garcia Gomes
Angélica Castanheira de Oliveira
Hilana Ceotto Vigoder
Thaís Souza Silveira Majerowicz
Iracema Maria de Carvalho da Hora
Gustavo Luis de Paiva Anciens
Lévison da Costa Cipriano
Gabriela Rodrigues Alves da Silva
Pâmela Gomes de Souza
Thadia Turon Costa da Silva
Júlia Medeiros Ramalho
Gerla Chinelate

10.53934/agronfy-2025-agosto

Apresentação

O livro “Pesquisa e Avanços em Segurança de Alimentos”, resultado do II Congresso Latino-Americano de Segurança de Alimentos (CLASA), reúne uma coletânea de trabalhos científicos e capítulos de livro que refletem os principais avanços, desafios e perspectivas do setor alimentício no contexto latino-americano.

A obra apresenta estudos inovadores sobre qualidade microbiológica, riscos sanitários, regulamentações, tecnologias emergentes, sustentabilidade e cultura de segurança dos alimentos, abordando desde aspectos laboratoriais e industriais até a aplicação prática em serviços de alimentação e fiscalização sanitária.

Com a contribuição de pesquisadores, profissionais e órgãos reguladores, o livro representa um panorama atualizado da pesquisa científica e das políticas públicas voltadas à produção de alimentos seguros e sustentáveis, reforçando o compromisso coletivo com a saúde pública e o desenvolvimento tecnológico do setor.

Este volume consolida o CLASA como um espaço de integração científica e de diálogo entre universidades, empresas e instituições de vigilância sanitária, promovendo o intercâmbio de conhecimento e boas práticas em toda a América Latina.

10.53934/agronfy-2025-agosto

TÜV NORD Brasil:

Confiança, Qualidade e Segurança para a Indústria de Alimentos

O TÜV NORD Brasil faz parte de um dos maiores grupos globais de certificação e inspeção, presente em mais de 70 países e com mais de 150 anos de experiência. Atuamos como parceiros estratégicos de empresas que buscam excelência, conformidade e competitividade.

Com expertise técnica e reconhecimento internacional, apoiamos organizações na melhoria contínua e no cumprimento das normas aplicáveis.
No setor de alimentos, promovemos segurança e confiança por meio de certificações, auditorias e treinamentos em toda a cadeia produtiva.

A importância das certificações na indústria de alimentos

A segurança dos alimentos é uma exigência crescente em um mercado competitivo e altamente regulamentado.

Certificações como ISO 22000, FSSC 22000, HACCP, entre outras, asseguram que os processos estejam alinhados aos mais altos padrões internacionais, aumentam a confiança do consumidor e ampliam o acesso a novos mercados.

Com sua expertise e reconhecimento internacional, o TÜV NORD Brasil oferece serviços de certificação que auxiliam as empresas na implementação e manutenção de sistemas de gestão eficazes, promovendo a melhoria contínua e a busca pela excelência.

Sua empresa possui uma certificação reconhecida em segurança dos alimentos?

Se a resposta for não, é hora de dar o próximo passo.

Como podemos ajudar sua empresa?

- Certificação de normas reconhecidas internacionalmente, como FSSC 22000, ISO 22000, HACCP, entre outras.
- Auditorias conduzidas por especialistas com ampla experiência no setor alimentício.
- Treinamentos remotos ou In Company personalizados para capacitação de equipes.
- Atendimento técnico especializado da nossa equipe comercial.

Certificações Essenciais para a Indústria de Alimentos

Oferecemos uma ampla gama de soluções para a indústria de alimentos, com foco em excelência técnica e personalização de acordo com o seu escopo de atuação

- **ISO 22000:** Estabelece os requisitos para um sistema de gestão da segurança dos alimentos, integrando os princípios do HACCP e comunicação interativa ao longo da cadeia alimentar.
- **FSSC 22000:** Combina a ISO 22000 com requisitos adicionais específicos do setor, sendo reconhecida globalmente pelo GFSI (Global Food Safety Initiative).
- **HACCP:** Sistema preventivo que identifica, avalia e controla perigos significativos para a segurança dos alimentos.
- **ISO 9001:** Foca na gestão da qualidade, assegurando a melhoria contínua dos processos e a satisfação do cliente.
- **ISO 14001:** Relacionada à gestão ambiental, importante para empresas que buscam minimizar impactos ambientais em suas operações.
- **ISO 45001:** Voltada para a saúde e segurança ocupacional, garantindo ambientes de trabalho seguros e saudáveis.

Benefícios Estratégicos das Certificações

Como as certificações impulsionam a competitividade e a confiança do consumidor

- **Acesso a Novos Mercados:** Certificações reconhecidas internacionalmente são frequentemente exigidas por parceiros comerciais e varejistas, facilitando a entrada em mercados globais.
- **Redução de Riscos:** Implementar sistemas de gestão eficazes ajuda a identificar e controlar riscos, reduzindo a incidência de recalls e problemas de segurança dos alimentos.
- **Eficiência Operacional:** Processos bem definidos e monitorados resultam em maior eficiência, redução de desperdícios e melhoria na produtividade.
- **Reputação e Confiança:** Empresas certificadas demonstram compromisso com a qualidade e a segurança, fortalecendo sua reputação e a confiança dos consumidores.
- **Conformidade Legal:** Estar em conformidade com as normas e regulamentações evita penalidades e garante a continuidade dos negócios.

Oferecemos certificações HACCP com acreditação internacional pela ANAB e conduzimos auditorias de fornecedores em nível global. Com auditores qualificados, avaliamos qualidade, processos e riscos na cadeia de suprimentos, promovendo conformidade, transparência e decisões estratégicas.

Também realizamos auditorias do módulo COSTCO no Brasil, em parceria com o TÜV USA e o Grupo TÜV NORD, garantindo atendimento aos padrões exigidos pela rede.

> O TÜV NORD Brasil oferece suporte completo na implementação e certificação dessas normas, adaptando-se às necessidades específicas de cada empresa.

TÜVNORD

Paixão por Segurança

Comprometidos com a segurança, qualidade e sustentabilidade na indústria de alimentos

Leia o QR Code ao lado e junte-se às empresas que confiam no TÜV NORD Brasil para elevar seus padrões de qualidade e segurança dos alimentos.

TÜV NORD Brasil
Alameda Madeira, 222
3° andar, Alphaville - Barueri
T +55 11 4689 9400
M +55 11 98757 3474

atendimento@tuv-nord.com
tuv-nord.com/br

TÜV®

TÜVNORD

envirolyte® BRASIL

Soluções Tecnológicas em Sanitização e Limpeza

Soluções Inovadoras para processos de limpeza industrial

A Envirolyte Brasil é uma empresa de tecnologia aplicada à sanitização e limpeza de ambientes produtivos, com foco em eficiência operacional, segurança sanitária e sustentabilidade. Atuamos como parceiros estratégicos da indústria de alimentos e bebidas, oferecendo soluções personalizadas que integram inovação tecnológica e protocolos técnicos sob medida.

Nosso diferencial está na aplicação da eletroquímica avançada, que permite a geração local e segura de agentes de limpeza e sanitização com alto desempenho e baixo impacto ambiental.

Tecnologia Aplicada

A partir de três insumos simples - água, sal e eletricidade - nossos sistemas geram, de forma automatizada e contínua, duas soluções técnicas com aplicações distintas:

- Anólito (ácido hipocloroso - HOCl): ação bactericida, fungicida e virucida com baixa toxicidade e alta compatibilidade com superfícies e alimentos.
- Católito (solução alcalina diluída): ideal para remoção de sujidades, gorduras e resíduos orgânicos.

Essas soluções são integradas diretamente aos processos industriais, permitindo a substituição ou complementação de químicos convencionais, com ganhos em desempenho, rastreabilidade e sustentabilidade.

Protocolos Técnicos customizados

Cada operação industrial possui necessidades específicas. Por isso, desenvolvemos protocolos personalizados para cada cliente, levando em conta:

- Layout da planta e fluxo de produção
- Pontos críticos de controle
- Métodos e equipamentos de aplicação disponíveis
- Tipo de produto processado e nível de risco sanitário
- Histórico de auditorias e conformidade regulatória

Nosso objetivo é entregar segurança sanitária com eficiência operacional, em conformidade com normas como ANVISA, MAPA, FDA, FSSC 22000, BRC, entre outras.

Aplicações práticas e benefícios operacionais

na Indústria de Alimentos e Bebidas

A tecnologia Envirolyte pode ser aplicada em diferentes etapas do processo industrial, apoiando rotinas de limpeza e sanitização com segurança e eficiência:

Higienização de equipamentos, esteiras e linhas de produção

Tratamento de água de processo e reuso com controle microbiológico.

Sanitização de caixas, utensílios e embalagens

Aplicações CIP (Cleaning in place)

Benefícios operacionais

- Produção local e sob demanda dos insumos sanitizantes e limpadores
- Aumento da segurança para operadores e áreas produtivas
- Adequação a normas e auditorias nacionais e internacionais
- Redução no uso e armazenamento de produtos químicos convencionais
- Maior padronização e rastreabilidade dos processos
- Solução sustentável: menor impacto ambiental e menor geração de resíduos

Acesse nossa página:

Acompanhe-nos nas redes sociais:

envirolytebrasil

envirolytebrasil

envirolytebrasil

envirolyte® BRASIL

Av. Niemeyer, 2, Leblon office,
Leblon - Rio de Janeiro - RJ

(11) 91183-0740

SUMÁRIO

Resumos simples

CARACTERIZAÇÃO VISCOAMILOGRÁFICA (RVA) E TÉRMICA (DSC) DE FARINHAS DE BANANA VERDE VISANDO APLICAÇÃO EM PRODUTOS PANIFICÁVEIS ____ 11

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO PARA DETERMINAÇÃO DE QUINOLONAS E SULFONAMIDAS EM MÚSCULO DE FRANGO POR LC-MS/MS ____ 11

ALÉRGENOS EM SUPLEMENTOS ALIMENTARES E PASTA DE AMENDOIM: AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE ____ 13

ADITIVOS PRESENTES EM ALIMENTOS INDUSTRIALIZADOS CONSUMIDOS POR CRIANÇAS ____ 14

COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE LINGUIÇAS FRESCAIS ____ 15

EFEITO DO DESCONGELAMENTO NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E BIOATIVAS DO SUCO DE UVA ISABEL PRECOCE CRIOCONCENTRADO ____ 16

POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE BAGAÇO DE MALTE NA PRODUÇÃO DE ALMÔNDEGAS ____ 17

AVALIAÇÃO DE QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS DE FARINHA DE SUBPRODUTO DE CAFÉ SUBMETIDA À TRATAMENTO DE ESTERILIZAÇÃO COMERCIAL À BAIXA TEMPERATURA ____ 18

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA PUPUNHA PARA PRODUÇÃO DE FARINHA FUNCIONAL: AVALIAÇÃO QUÍMICA E ANTINUTRICIONAIS 19

APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE - APPCC EM LINHA DE BENEFICIAMENTO DE MEL ____ 21

RECALLS DE ALIMENTOS NO BRASIL: UMA ANÁLISE DE DADOS DO MINISTÉRIO DA JUSTIÇA (2002–2024) ____ 22

AVALIAÇÃO DA CULTURA DE SEGURANÇA DOS ALIMENTOS EM UMA UNIDADE SUPERMERCADISTA ____ 23

ANÁLISE INTERPRETATIVA DA RDC Nº216/2004 EM DIÁLOGO COM O *CODEX ALIMENTARIUS* ____ 24

RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA Nº216/2004 NA PERSPECTIVA DO SETOR REGULADOR: CAMINHOS PARA A TRANSPARÊNCIA DA ANÁLISE DO IMPACTO REGULATÓRIO 26

ENTRE CONCEITOS E ESPECIFICIDADES COM O *CODEX ALIMENTARIUS*: ONDE ESTÁ A RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA Nº 275/2002? 28

RISCO DE DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA E ALIMENTAR: ESTRATÉGIA DE PRIORIZAÇÃO DE PERIGOS PARA O CONTEXTO BRASILEIRO 30

IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E RISCO DE DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA E ALIMENTAR POR AUTORIDADES SANITÁRIAS BRASILEIRAS: UMA ABORDAGEM COM GRUPO FOCAL32

SELOS DE QUALIDADE ABC: RISCO SANITÁRIO SOB A PERSPECTIVA DA VIGILÂNCIA SANITÁRIA, AUDITORA E PROPRIETÁRIOS DE SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO 34

CATEGORIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO: INSPEÇÕES COM FOCO NO RISCO SANITÁRIO 36

DELIVERY SEGURO: MECANISMOS DE CONSERVAÇÃO TÉRMICA NA SEGURANÇA MICROBIOLÓGICA DE REFEIÇÕES PRONTAS 37

CONFORMIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA EM RESTAURANTES COMERCIAIS: APLICAÇÃO DO ROTEIRO DE INSPEÇÃO SANITÁRIA DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO 38

“COZINHANDO COM QUALIDADE”: UM JOGO COLABORATIVO PARA MANIPULAÇÃO SEGURA DE ALIMENTOS 40

FISCALIZAÇÃO DA COMERCIALIZAÇÃO DE QUEIJO DE COALHO ARTESANAL EM ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS DA REGIONAL VI DO MUNICÍPIO DO JABOATÃO DOS GUARARAPES - PE: REGISTROS DAS QUEIJARIAS *VERSUS* RISCO SANITÁRIO 42

CARDÁPIOS SAUDÁVEIS E SUSTENTÁVEIS: FERRAMENTAS DISPONÍVEIS NA LITERATURA 43

CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS ORGÂNICOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO 45

IMPORTÂNCIA DOS ITENS DE ENSAIO DE PROFICIÊNCIA EM PESQUISA DE *SALMONELLA* SPP. EM MATRIZ LEITE 46

AÇÕES EDUCATIVAS COM MANIPULADORES DE ALIMENTOS EM SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO 47

SEGURANÇA DOS ALIMENTOS E ALÉRGENOS: DETECÇÃO POR PCR EM ALIMENTOS COMERCIALIZADOS EM MINAS GERAIS (2015-2024) 49

PERCEPÇÕES E PRÁTICAS SOCIAIS DE COZINHEIROS DA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR DURANTE A PANDEMIA 51

CONSTRUÇÃO DE LEGISLAÇÃO SANITÁRIA PARA RESTAURANTES DE CULINÁRIA TIPO JAPONESA EM JABOATÃO DOS GUARARAPES, PE 53

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DA ÁGUA UTILIZADA EM SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO NA CIDADE DE JABOATÃO DOS GUARARAPES - PE 54

CAPACIDADE, OPORTUNIDADE E MOTIVAÇÃO PARA PRÁTICAS DE SEGURANÇA DOS ALIMENTOS EM UM SERVIÇO DE ALIMENTAÇÃO HOSPITALAR 55

ANÁLISE E APROVEITAMENTO DE SOBRAS LIMPAS EM SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO 56

SORVETE SABOR FRUTAS VERMELHAS ADICIONADO DE SORO DE LEITE EM PÓ RECONSTITUÍDO ZERO LACTOSE 57

PERCEPÇÃO E ATITUDES DOS CONSUMIDORES BRASILEIROS EM RELAÇÃO A SORVETES E ADITIVOS: UMA ANÁLISE DE ÁRVORE DE CLASSIFICAÇÃO 58

AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO MICROBIOLÓGICA NÃO USUAL DO LEITE DE CABRA CRU NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO 60

NANOPARTÍCULAS DE ZINCO SINTETIZADAS COM USO DE EXOPOLISSACARÍDEOS DE *L. FERMENTUM*: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL NO CONTROLE DE PATÓGENOS ALIMENTARES 62

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA CASTANHA DO BARU (*Dipteryx alata Vogel*) 63

PERFIL BACTERIANO E PARASITOLÓGICO DE CALDOS DE CANA COMERCIALIZADOS EM FEIRAS LIVRES DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO 64

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE ALIMENTOS ANALISADOS NO LACEN-MG ENTRE 2022 E 2024: IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO PARA A SEGURANÇA DE ALIMENTOS 65

ELABORAÇÃO DE BISCOITOS TIPO *COOKIE* INCORPORADOS COM FARINHA DE PUPUNHA E CASTANHA-DO-PARÁ 66

DETECÇÃO DE *SALMONELLA* SPP. EM ALIMENTOS ATRAVÉS DE qRT-PCR 67

EXPLORANDO O POTENCIAL DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS: ANÁLISE SENSORIAL DE BISCOITO Á BASE DE *MORINGA OLEIFERA* **68**

AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE FARINHAS DE MANDIOCA ARTESANAIS E NÃO ARTESANAIS COMERCIALIZADAS NA ZONA NORTE DO RIO DE JANEIRO **69**

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE FILÉ DE TILÁPIA DEFUMADO COM PALHA DE ARAUCÁRIA (*Araucaria angustifolia*) E FUMAÇA LÍQUIDA **70**

AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA CASTANHA DE BARU (*Dipteryx alata* Vogel) COLETADA EM ARINOS - MG E JUSSARA – GO **71**

CAPÍTULOS DE LIVRO

Capítulo 01 ***73***

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-01 ***73***

Capítulo 02 ***80***

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-02 ***80***

AÇÕES DE FISCALIZAÇÃO DO CRN1 NO SISTEMA PRISIONAL E SOCIOEDUCATIVO EM PROL DA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL **80**

Capítulo 03 ***89***

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-03 ***89***

VULNERABILIDADES NA CADEIA DE ABASTECIMENTO DE CERVEJARIAS DE PEQUENO PORTE **89**

Capítulo 04 ***98***

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-04 ***98***

ESTRATÉGIA GLOBAL PARA SEGURANÇA DOS ALIMENTOS E INTERFACE COM A ABORDAGEM UMA SÓ SAÚDE: INÍCIO DO PERCURSO DA IMPLEMENTAÇÃO NO BRASIL **98**

Capítulo 05 ***107***

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-05 ***107***

AÇÃO CORRETIVA EM AÇOUGUE APÓS DETECÇÃO DE MESÓFILOS AERÓBIOS, *Escherichia coli* E *Salmonella* spp. EM ESPETO DE ALMÔNDEGA BOVINA COM QUEIJO CONGELADO: RELATO DE EXPERIÊNCIA **107**

Capítulo 06 ____ *114*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-06 ____ *114*

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA ACEITABILIDADE DE UM PÃO ARTESANAL VEGANO DE ABÓBORA MORANGA (CUCURBITA PEPO L.) COM UTILIZAÇÃO INTEGRAL DESSA HORTALIÇA-FRUTO ____ **114**

Capítulo 07 ____ *132*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-07 ____ *132*

AVALIAÇÃO DAS ADEQUAÇÕES REALIZADAS NAS EMBALAGENS DE BISCOITOS RECHEADOS E REFRIGERANTES PARA ATENDIMENTO À NOVA ROTULAGEM NUTRICIONAL FRONTAL ____ **132**

Capítulo 08 ____ *150*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-08 ____ *150*

ÓLEOS ESSENCIAIS DO CERRADO E SEU POTENCIAL NA SEGURANÇA DE ALIMENTOS ____ **150**

Capítulo 09 ____ *167*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-09 ____ *167*

CONTAMINAÇÃO POR METAIS PESADOS EM PEIXES E A AÇÃO FUNCIONAL DO ÁCIDO GRAXO ÔMEGA 3 ____ **167**

Capítulo 10 ____ *179*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-10 ____ *179*

PROPOSTA DE REQUISITOS PARA UM GUIA DE BOAS PRÁTICAS DE IMPORTAÇÃO DE ALIMENTOS COM BASE NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA ____ **179**

Capítulo 11 ____ *188*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-11 ____ *188*

PERCEPÇÃO E CONHECIMENTO DOS CONSUMIDORES SOBRE SEGURANÇA DOS ALIMENTOS ____ **188**

Capítulo 12 ____ *200*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-12 ____ *200*

IMPACTO DO CONTROLE DE TEMPERATURA NA FERMENTAÇÃO DA KOMBUCHA: RISCOS ASSOCIADOS À PRODUÇÃO DOMÉSTICA ____ **200**

Capítulo 13 209

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-13 209

VALIDAÇÃO DE SISTEMAS DE DEPURAÇÃO DE OSTRAS EM FLORIANÓPOLIS: EXPERIÊNCIA DO SERVIÇO DE INSPEÇÃO MUNICIPAL 209

Capítulo 14 215

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-14 215

MONITORAMENTO DA ROTULAGEM DE LEITE EM PÓ E COMPOSTO LÁCTEO NO VAREJO 215

Capítulo 15 227

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-15 227

INFLUÊNCIA DA MICROBIOTA NA CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL DE PRODUTOS LÁCTEOS 227

Capítulo 16 239

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-16 239

INTENÇÃO DE COMPRA DE PÃES PROBIÓTICOS ADICIONADOS DE FARINHA DE ORA-PRO-NOBIS: UMA ALTERNATIVA FUNCIONAL E SUSTENTÁVEL 239

Capítulo 17 251

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-17 251

ANÁLISE DO CENÁRIO NACIONAL DA SEGURANÇA MICROBIOLÓGICA DE PREPARAÇÕES JAPONESAS À BASE DE PESCADO CRU: REVISÃO DE LITERATURA 251

Capítulo 18 262

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-18 262

ACEITABILIDADE DE BARRA DE CEREAL ENRIQUECIDA DE PROBIÓTICO E COMPARAÇÃO COM BARRAS COMERCIAIS 262

Capítulo 19 271

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-19 271

PRODUÇÃO DE LEITE CRU REFRIGERADO, ASPECTOS DE QUALIDADE E APLICAÇÃO DE CULTURAS BIOPROTETORAS: UMA REVISÃO 271

Capítulo 20 287

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-20 287

DETERIORAÇÃO FÚNGICA DE PÃES INTEGRAIS MULTIGRÃOS 287

Capítulo 21 ____ *301*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-21 ____ *301*

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE ÓLEOS ESSENCIAIS AMAZÔNICOS: REVISÃO DE LITERATURA ____ **301**

Capítulo 22 ____ *314*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-22 ____ *314*

IMPLEMENTAÇÃO DE MÉTODOS PARA ANÁLISE DE ALÉRGENOS ALIMENTARES: O CASO DO LACEN-MG ____ **314**

Capítulo 23 ____ *321*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-23 ____ *321*

ANÁLISE COMPARATIVA DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE LENTILHAS (*LENS CULINARIS*) NACIONAL E IMPORTADA ANTES E APÓS A DIGESTÃO *IN VITRO* ____ **321**

Capítulo 24 ____ *330*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-24 ____ *330*

AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE RESÍDUOS DE DITIOCARBAMATOS EM ALIMENTOS INFANTIS À BASE DE CEREAIS ____ **330**

Capítulo 25 ____ *343*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-25 ____ *343*

Do campo à indústria: Como a Tecnologia Melhora a Qualidade da Carne Bovina ____ **343**

Capítulo 26 ____ *352*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-26 ____ *352*

MICROSCOPIA ÓPTICA NA DETECÇÃO PRELIMINAR DE MICROPLÁSTICOS E FIBRAS SINTÉTICAS EM ALIMENTOS ____ **352**

Capítulo 27 ____ *363*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-27 ____ *363*

GELEIA DE MARACUJÁ COM LARANJA LIMA ENRIQUECIDA COM BACTÉRIA PROBIÓTICA: CARACTERIZAÇÃO, POTENCIAL FUNCIONAL E SENSORIAL ____ **363**

Capítulo 28 ____ *373*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-28 ____ *373*

ASPECTOS LEGISLATIVOS E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE MEL DE ABELHAS SEM FERRÃO: UMA REVISÃO ____ **373**

Capítulo 29 ____ *386*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-29 ____ *386*

APLICAÇÃO DE BIOCATALISADORES ENZIMÁTICOS PARA A MELHORIA DA QUALIDADE DE PRODUTOS CÁRNEOS: INOVAÇÕES E IMPLICAÇÕES NA INDÚSTRIA DE CARNES ____ **386**

Capítulo 30 ____ *396*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-30 ____ *396*

SÍNTESE DE GALACTO-OLIGOSSACARÍDEOS POR β-GALACTOSIDASE: AVANÇOS E APLICAÇÕES ____ **396**

Capítulo 31 ____ *407*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-31 ____ *407*

EFEITOS DO PLASMA FRIO SOBRE PIGMENTOS NATURAIS DE FRUTAS E HORTALIÇAS: REVISÃO DE LITERATURA ____ **407**

Capítulo 32 ____ *422*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-32 ____ *422*

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE ESTRUTURAL DE SORVETES DE BAUNILHA CONTENDO OLEOGEL DE QUITOSANA COMO SUBSTITUTOS DE GORDURA ____ **422**

Capítulo 33 ____ *432*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-33 ____ *432*

COCRIAÇÃO COMO ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS LÁCTEOS PROBIÓTICOS SAUDÁVEIS ____ **432**

Capítulo 34 ____ *445*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-34 ____ *445*

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS, MICROBIOLÓGICAS E SENSORIAIS DE LAGARTO BOVINO TRATADO COM SALMOURAS CONTENDO ENZIMAS VEGETAIS COM AÇÃO AMACIANTE ____ **445**

Capítulo 35 ____ *456*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-35 ____ *456*

O USO DE PROCESSAMENTOS NÃO TÉRMICOS COMO ALTERNATIVAS PARA PRODUTOS DE PESCADO: REVISÃO DE LITERATURA ____ **456**

Capítulo 36 ____ *468*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-36 ____ *468*

ESTADO DA ARTE SOBRE A CONTAMINAÇÃO DE ALIMENTOS POR FEZES DE AVES: IMPACTOS NA PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE GRÃOS - RISCOS À SEGURANÇA DO ALIMENTO E ESTRATÉGIAS DE CONTROLE ____ **468**

Capítulo 37 ____ *477*

DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-37 ____ *477*

VALIDAÇÃO DE INSTRUMENTO PARA AVALIAÇÃO DA CULTURA DE SEGURANÇA DE ALIMENTOS EM UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO *OFFSHORE* ____ **477**

CLASA

2ª EDIÇÃO

Resumos simples

Patrocinador diamante

TÜVNORD

Patrocinador do E-book

envirolyte® BRASIL

CARACTERIZAÇÃO VISCOAMILOGRÁFICA (RVA) E TÉRMICA (DSC) DE FARINHAS DE BANANA VERDE VISANDO APLICAÇÃO EM PRODUTOS PANIFICÁVEIS

Rafael Souza Cruz[1]; Fabiano Cleber Bertoldi[2]; Pedro Luiz Manique Barreto[3]

[1]Estudante de doutorado do Curso de Ciências dos Alimentos - CAL – UFSC.

[2]Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI.

[3]Docente/pesquisador do Departamento de Ciências Agrárias – CCA – UFSC.

Introdução: As farinhas de banana verde têm se destacado como ingredientes funcionais e tecnológicos na indústria alimentícia, sendo a caracterização de suas propriedades térmicas e de pasta essencial para definir suas aplicações e explorar seu potencial tecnológico. **Objetivo:** Caracterizar as propriedades térmicas e de pasta das farinhas de banana verde dos cultivares 'R2-D2' e 'Nanicão', utilizando as técnicas de *Rapid Visco Analyser* (RVA) e Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC). **Métodos:** Para a análise de RVA, utilizou-se o equipamento RVA 4500, com 2,75 g de farinha 'R2-D2' e 3,21 g de 'Nanicão' diluídas em 25 mL de água destilada. Na análise de DSC, as amostras foram pesadas em cápsulas de aço *haltelloy* (R2-D2 e Nanicão, na proporção de 1:4 de farinha: água Milli-Q) e submetidas a uma varredura no intervalo de temperatura de 5 °C a 145 °C, com taxa de aquecimento de 2 °C/min sob atmosfera de nitrogênio (10mL/min). **Resultados:** Os resultados mostraram que o cultivar 'Nanicão' apresentou maior pico de viscosidade (7.355 mPa·s), viscosidade final (4.991 mPa·s), viscosidade mínima (3.719 mPa·s) e retrogradação (1.272 mPa·s), enquanto o cultivar 'R2-D2' apresentou valores de 3.515, 3.551, 2.444 e 1.107 mPa·s, respectivamente. A quebra da viscosidade foi de 3.636 mPa·s para 'Nanicão' e 1.071 mPa·s para o 'R2-D2'. As temperaturas de pasta foram 78,35 °C ('Nanicão') e 79,0 °C ('R2-D2'). Na análise térmica (DSC), a farinha 'Nanicão' apresentou temperatura inicial (To) de 70,97 °C, pico (Tp) de 74,52 °C, final (Te) de 92,41 °C e entalpia de 3.116 J/g. A farinha 'R2-D2' apresentou To de 70,96 °C, Tp de 74,86 °C, Te de 95,53 °C e entalpia de 3.148 J/g. Esses resultados mostram comportamento térmico semelhante entre os cultivares, com pequenas variações nas temperaturas de transição e entalpia. A farinha 'R2-D2' apresentou maior entalpia, sugerindo estrutura mais estável, enquanto a 'Nanicão' exibiu faixa de gelatinização mais estreita, indicando maior uniformidade térmica. **Conclusão:** Conclui-se que a farinha 'Nanicão' é mais adequada para aplicações que exigem resistência térmica e formação de géis firmes, como pães e sobremesas estruturadas, enquanto a farinha 'R2-D2' é indicada para molhos, sobremesas refrigeradas e produtos que requerem textura macia e estável. A caracterização reforça o potencial tecnológico das farinhas de banana verde na inovação alimentícia.

Palavras-chave: Viscosidade; Gelatinização; Retrogradação; Propriedades térmicas; Aplicações industriais.

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO PARA DETERMINAÇÃO DE QUINOLONAS E SULFONAMIDAS EM MÚSCULO DE FRANGO POR LC-MS/MS

Letícia Barros Leal[1]; Mararlene Ulberg Pereira[2]; Rosana Gomes Ferreira[2]; Amanda da Silva Rio[2]; Bernardete Ferraz Spisso[2]

[1]Estudante do Curso de Mestrado Acadêmico em Vigilância Sanitária –INCQS/Fiocruz. [2]INCQS/Ficruz

Introdução: O uso de antimicrobianos na cadeia produtiva alimentar levanta importantes questões a respeito do risco para a Saúde Pública, devido à contribuição para a promoção da resistência antimicrobiana e à presença de resíduos, que quando acima dos limites máximos em alimentos podem provocar danos à saúde dos consumidores. Quinolonas e sulfonamidas são classes de antimicrobianos comumente utilizadas na criação de frangos, mas sua utilização como aditivos na alimentação animal para fins de crescimento ou como conservantes de alimentos é proibida. Os métodos analíticos para a determinação de resíduos de antimicrobianos são comumente baseados na cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas sequencial (LC-MS/MS) por fornecer boa especificidade e sensibilidade, garantindo a confirmação inequívoca e a quantificação das substâncias investigadas. O preparo da amostra é uma das etapas cruciais de um método analítico e inclui a extração das substâncias alvo das matrizes complexas e a purificação dos extratos, para a redução ou eliminação do efeito de matriz. **Objetivo:** Avaliar 24 diferentes métodos de extração para determinação de quinolonas e sulfonamidas em músculo de frango por LC-MS/MS. **Métodos**: Sete métodos se basearam em extrações diretas com diferentes composições de solventes e um método com extração QuEChERS. Cada um dos oito métodos gerou dois métodos: um com adição de hexano e outro com hexano e C18 para purificação dos extratos. As recuperações foram calculadas através da comparação das áreas das substâncias adicionadas a matrizes brancas (fortificação no início) com amostras brancas extraídas e adicionadas dos analitos no final do processo de extração/purificação (fortificação no final). O efeito matriz foi calculado comparando-se os valores de resposta dos analitos na amostra fortificada no final e em solvente. **Resultados:** O método com melhores recuperações dos analitos e menores desvios padrões relativos (RSD) foi o método de extração direta utilizando acetonitrila acidificada com ácido oxálico 0,01 mol L^{-1} e água com 1% de ácido fórmico (50:50, v/v) com valores de recuperação acima de 97% e RSD variando entre 1,65% e 6,67%. O método direto apresentou maior efeito matriz para os analitos e observou-se uma tendência de redução conforme adicionados os reagentes para purificação adicionais. **Conclusão**: O método direto supracitado se mostrou mais promissor em relação aos demais testados e aos métodos com etapas adicionais de purificação, apresentando menor custo e tempo de execução. Devido ao efeito matriz observado em todos os métodos, faz-se necessário uso de curva de calibração na matriz para quantificação dos analitos.

Palavras-chave: métodos de extração; músculo de frango; LC-MS/MS; quinolonas; sulfonamidas.

ALÉRGENOS EM SUPLEMENTOS ALIMENTARES E PASTA DE AMENDOIM: AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE

Liliane Fernandes dos Santos[1]; Jeane Graziele de Carvalho[1]; Cláudia Aparecida de Oliveira e Silva[2]

[1]Técnica em Saúde e Tecnologia do Serviço de Físico-Química de Produtos – SFQP – Laboratório Central de Saúde Pública de Minas Gerais – LACEN/MG - FUNED. [2]Analista e Pesquisadora em Saúde e Tecnologia do Serviço de Físico-Química de Produtos – SFQP – Laboratório Central de Saúde Pública de Minas Gerais – LACEN/MG - FUNED.

Introdução: A alergia alimentar é uma reação adversa do sistema imunológico a certos ingredientes. O tratamento é evitar o consumo dos alimentos alergênicos. Desde 2015 a ANVISA tornou obrigatória a rotulagem de 18 alérgenos, permitindo também a declaração "PODE CONTER" caso haja risco de contaminação cruzada, comprovada com a adoção de um Programa de Controle de Alergênicos (PCAL). O monitoramento do cumprimento da legislação é realizado pelos órgãos de vigilância sanitária, por meio dos programas de monitoramento e atendimento a denúncias. **Objetivo:** Verificar a conformidade das informações declaradas nos rótulos de suplementos alimentares e pastas de amendoim, com relação à presença dos ingredientes alergênicos trigo, centeio, cevada, leite, ovo e seus derivados. **Métodos:** Foram coletadas em 2024, como parte do Programa de Monitoramento da Qualidade dos Alimentos comercializados em Minas Gerais, utilizando amostragem indicativa e aleatória, 19 amostras fabricadas nacionalmente (10 de suplementos alimentares, sendo 6 creatinas e 4 proteicos, e 9 pastas de amendoim). Utilizou-se como critério de seleção das amostras a ausência da declaração das frases de advertência dos alérgenos de interesse ("contém" ou "pode conter"). As análises foram realizadas em caráter fiscal, em duplicata, utilizando kits imunoenzimáticos ELISA (R-Biopharm®) previamente validados para detecção de leite (LD: 2,5 mg/kg de proteínas do leite) e ovo (LD: 0,5 mg/kg de ovo em pó), e kit imunocromatográfico para glúten (LD: 7,6 mg/kg) indicativo da presença de trigo, centeio e cevada. O glúten foi analisado em 18 amostras, o leite em 10 e o ovo em 13. **Resultados**: A análise mostrou que nenhuma das 13 amostras testadas para ovo detectou a sua presença. No entanto, 10% das amostras apresentaram não conformidades: em uma pasta de amendoim foi detectada a presença de leite e em um suplemento proteico a presença de glúten e, consequentemente trigo. **Conclusão**: Os resultados obtidos mostraram a importância da realização dos programas de monitoramento de alérgenos para a garantia do atendimento à legislação sobre a declaração de alérgenos alimentares. Além da fiscalização, é fundamental que as empresas implementem e monitorem o PCAL, para garantir que os alimentos sejam seguros para indivíduos alérgicos e que as informações rotuladas sejam confiáveis. Isso contribui para a proteção da saúde pública e para a conformidade com as regulamentações estabelecidas, especialmente no que diz respeito à transparência nas informações fornecidas aos consumidores.

Palavras-chave: Alergia alimentar; ANVISA; Conformidade; Declaração de advertência; Fiscalização.

ADITIVOS PRESENTES EM ALIMENTOS INDUSTRIALIZADOS CONSUMIDOS POR CRIANÇAS

Lara Milani Barcellos[1]; Ana Paula Gularte Barbosa[1]; Franceliane Jobim Benedetti[2]; Cátia Regina Storck[3]

[1]Nutricionista. [2]Docente do curso de Nutrição e do Programa de Pós Graduação em Saúde Materno Infantil da Universidade Franciscana – UFN [3]Docente do Curso de Nutrição da Universidade Franciscana – UFN

Introdução: Os aditivos alimentares desempenham um papel relevante na indústria de alimentos, especialmente do ponto de vista tecnológico, contribuindo para a conservação, estabilidade e aceitabilidade sensorial dos produtos. No entanto, sua ingestão excessiva pode representar riscos toxicológicos à saúde humana. A estimativa da ingestão diária de aditivos é um desafio, uma vez que esses compostos podem estar presentes em uma ampla variedade de alimentos consumidos ao longo do dia. Crianças em idade escolar constituem um grupo populacional particularmente suscetível aos efeitos adversos de aditivos, com destaque para os corantes artificiais, os quais têm sido associados a reações alérgicas e outras manifestações clínicas. **Objetivo**: analisar os aditivos alimentares presentes em alimentos industrializados normalmente consumidos por crianças. **Métodos**: Foram selecionados 139 alimentos industrializados para análise da composição quanto à presença de aditivos alimentares, com base na lista de ingredientes declarada nos rótulos. Os aditivos identificados foram classificados conforme sua função tecnológica (tecnologia de fabricação, conservação e características sensoriais) e dentro de cada função os diferentes tipos. A seleção dos produtos foi fundamentada em estudos prévios que indicam os alimentos de maior consumo entre crianças em idade escolar, incluindo sucos, bebidas lácteas, iogurtes e seus derivados, salgadinhos, chocolates, balas, biscoitos doces e salgados, bolos industrializados, cereais em barra e refrigerantes. **Resultados**: Nos produtos analisados foram identificados 140 tipos de aditivos diferentes. Os aditivos encontrados em maior frequência foram os aromatizantes (59%), ácido cítrico (44,6%) e lecitina de soja (38,1%). Observou-se que 36% dos alimentos continham de quatro a seis aditivos e 11% mais que 10. De acordo com a classificação da necessidade tecnológica, os aditivos mais encontrados nos lanches foram para tecnologia de fabricação (46,9%), aditivos para característica sensorial (34,7%) e para conservação (18,5%). As funções com maior frequência foram os emulsificantes (12,9%), estabilizantes (8,7%), acidulantes (7,4%) e conservantes (5,3%). **Conclusão**: Os alimentos industrializados comumente consumidos por crianças apresentaram uma diversidade de aditivos alimentares em sua composição. A ingestão cumulativa desses compostos, especialmente em quantidades superiores às consideradas seguras, pode estar associada à ocorrência de reações adversas e potenciais impactos negativos à saúde infantil. Esses achados ressaltam a necessidade de políticas públicas voltadas para a regulamentação mais rigorosa do uso de aditivos em produtos direcionados ao público infantil, bem como ações educativas para orientar pais, responsáveis e profissionais da saúde sobre os riscos associados ao consumo excessivo desses produtos.

Palavras-chave: nutrição da criança; rotulagem de alimentos; conservantes; ultra processados.

COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE LINGUIÇAS FRESCAIS

Laís Ramos de Oliveira[1]; Augusto Aloísio Benevenuto Júnior[2]; Wellingta Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto[2]; Aurélia Dornelas de Oliveira Martins2;Bruna Oliveira[1]

[1]Estudante de Pós-Graduação, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos

- Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos - DCTA/IF Sudeste MG

[2]Docente/pesquisador do Depto de Ciência e Tecnologia de Alimentos - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos - DCTA/IF Sudeste MG

Introdução: Entende-se por Linguiça o produto cárneo industrializado, obtido de carnes de animais de açougue, adicionados ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido ao processo tecnológico adequado. Pode ser classificada como um produto fresco, seco ou cozido. O processo de fabricação de linguiças tem como necessidade o aproveitamento de retalhos de carne e gorduras de limpeza das peças, bem como de melhor utilização das carnes menos nobres. Também são grandemente expostas à contaminação e representam um excelente meio para a multiplicação de microrganismos. Isto promove uma grande variação das características físico química e microbiológicas das linguiças produzidas. **Objetivo:** Este trabalho objetivou determinar e avaliar coeficientes de correlação de características físico químicas e microbiológicas de linguiças frescais. **Métodos**: Doze amostras de linguiças frescais foram adquiridas de diferentes estabelecimentos de uma cidade da Zona da Mata Mineira e analisadas quanto aos teores de umidade (UM), proteína (PR), lipídeo (LI), nitrito de sódio (NI) e pH. Também foram realizadas as contagens de *E. coli* (ECO), coliformes totais (CO) e aeróbicos mesófilos (AEM). Para mensurar o grau de relacionamento entre os resultados, foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson (r), que mede a intensidade e a direção da relação linear entre duas variáveis quantitativas. **Resultados**: Valores próximo dos extremos (-1 ou +1), indicam maior correlação. Valores de -0,87, -0,87 e 0,82 foram observadas para as correlações de LI/PR, LI/UM e PR/UM, respectivamente. Os lipídeos são os principais responsáveis pelas variações da composição físico-química de produtos cárneos e seu aumento promove uma redução de proteína e umidade. O pH apresentou correlação negativa com ECO (-0,45), CO (-0,17) e AEN (-0,38). Nos primeiros dias de armazenamento das linguiças o crescimento de bactérias láticas promove uma redução do pH. O teor de nitrito de sódio reduziu o crescimento microbiano e apresentando correlações ECO (-0,54), CO (-0,24) e AEN (-0,52), devido ao seu conhecido poder conservante. **Conclusão**: As correlações foram coerentes com o esperado e com valores bem altos.

Palavras-chave: Nitrito de sódio, pH, *E. coli,* coliformes totais, aeróbicos mesófilos.

EFEITO DO DESCONGELAMENTO NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E BIOATIVAS DO SUCO DE UVA ISABEL PRECOCE CRIOCONCENTRADO

Gabriela Sperotto[1]; Valter Oliveira de Souto[2]; Fábio Martins Campos[3], Sheila Joviana Comparin[4], Marcelo Lazzarotto[5]

[1]Estudante de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PPGCTA - UEPG
[2]Docente - IFSC Campus Lages
[3]Técnico - IFPR Campus Jaguariaíva
[4]Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos - IFRS Campus Bento Gonçalves
[5] Pesquisador - Embrapa Uva e Vinho

Introdução: A crioconcentração é uma alternativa eficiente à evaporação para concentrar sucos de frutas, evitando a perda de compostos bioativos e alterações sensoriais no produto. Na crioconcentração em blocos, a eficiência do processo pode aumentar com diferentes condições de descongelamento, como variação da temperatura. **Objetivo:** O estudo avaliou os efeitos da temperatura de descongelamento nas características bioativas do suco de uva Isabel Precoce concentrado por crioconcentração em blocos em dois estágios. **Métodos:** O processo foi realizado sob duas condições: descongelamento em geladeira (Cgel) e descongelamento à temperatura ambiente (Camb). Foram analisados o teor de sólidos solúveis totais (SST), a atividade antioxidante (AOX) e o teor de compostos fenólicos totais (CFT) nas frações de suco inicial (SI) e crioconcentrados do primeiro (CC1) e segundo (CC2) estágio. Os tratamentos e análises foram conduzidos em triplicata e as diferenças estatísticas entre as amostras foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). **Resultados:** O SI apresentou SST de $18,59 \pm 0,92^{c}$ °Brix. Os CC1 da Cgel e Camb registraram $27,86 \pm 0,39^{b}$ e $26,02 \pm 0,75^{b}$ °Brix, respectivamente, enquanto os CC2 alcançaram $36,72 \pm 1,12^{a}$ (Cgel) e $36,23 \pm 0,23^{a}$ °Brix (Camb). Em relação à AOX, o SI apresentou $5,40 \pm 0,24^{c}$ µmol de trolox/L, enquanto o CC1 da Cgel obteve $7,28 \pm 0,56^{b}$ µmol de trolox/L o a mesma fração da Camb obteve $6,98 \pm 0,31^{b}$ µmol de trolox/L e os CC2 obtiveram $10,49 \pm 0,62^{a}$ e $10,28 \pm 0,54^{a}$ µmol de trolox/L nos tratamentos Cgel e Camb, respectivamente. O teor de CFT no SI foi de $1475,34 \pm 150,51^{e}$ mg de ácido gálico/L, aumentando para $2492,80 \pm 218,45^{c}$ mg de ácido gálico/L no CC1 da Cgel e $2260,62 \pm 274,60^{d}$ mg de ácido gálico/L no CC1 da Camb. No segundo estágio, os valores foram de $4010,23 \pm 476,66^{a}$ mg de ácido gálico/L (Cgel) e $3699,88 \pm 319,91^{b}$ mg de ácido gálico/L (Camb). O comportamento da concentração de SST e AOX foi semelhante entre os tratamentos. No entanto, para os CFT, o tratamento Cgel apresentou eficiência superior na concentração desses compostos, que são uma classe de componentes bioativos do suco de uva e sensíveis ao calor. Assim, a menor temperatura de processamento contribuiu para preservar a integridade dessas moléculas. **Conclusão:** Ambos os métodos de crioconcentração apresentaram potencial para aplicação no processamento de suco de uva, abrindo espaço para inovações na indústria.

Palavras-chave: polifenóis; antocianinas; capacidade antioxidante; concentração por congelamento; qualidade enológica; degradação térmica.

POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE BAGAÇO DE MALTE NA PRODUÇÃO DE ALMÔNDEGAS

Felipe Alves dos Santos Alexandre[1]; Márcia Oliveira Terra Rocha[1]; Stephany de Souza Lacerda[1]; Augusto Aloísio Benevenuto Júnior[2]; Wellingta Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto[2]; Vanessa Riani Olmi Silva[2]

[1]Estudante de Pós-Graduação, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos - DCTA/IF Sudeste MG

[2]Docente/pesquisador do Depto de Ciência e Tecnologia de Alimentos - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos - DCTA/IF Sudeste MG

Introdução: O bagaço de malte é um subproduto gerado pela indústria cervejeira que produz cerca de 200 bilhões de litros de cerveja anualmente, gerando 40 bilhões de kg de subprodutos, sendo 85% composto pelo bagaço de malte. Considerando o grande volume produzido e suas características nutricionais como elevado teor de fibras e proteínas, o bagaço de malte tem atraído atenção para substituir totalmente ou parcialmente ingredientes na fabricação de alimentos, seja para diminuir custos ou aumentar o valor nutricional. Entretanto seu emprego como substituinte parcial da carne bovina em almôndegas, que são alimentos versáteis e amplamente consumidos devido ao custo acessível, ainda é pouco explorado. **Objetivo:** Este trabalho teve por objetivo a substituição parcial da carne bovina pelo bagaço de malte na fabricação de almondega, como uma alternativa para aproveitamento do subproduto, possibilitando a redução do custo da produção e consequente aumento da acessibilidade alimentar. **Métodos**: Foram obtidas duas formulações, sendo uma considerada controle, com utilização apenas de carne bovina e outra com substituição de 10% de carne bovina por 2,5% de bagaço de malte previamente desidratado e água. O experimento foi conduzido em três repetições, sendo realizadas em duplicatas análises físico-químicas de umidade, cinzas, proteína, lipídios e carboidratos, além de análises microbiológicas para *Escherichia coli*, *Salmonella* sp e Estafilococos coagulase positiva. **Resultados**: Não houve diferença significativa nos valores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos, indicando que a adição de bagaço de malte não influenciou a composição nutricional das almôndegas. As análises microbiológicas indicaram conformidade com os padrões estabelecidos pela Instrução Normativa Nº 313, de 4 de setembro de 2024. **Conclusão**: A substituição de 10% da carne bovina por bagaço de malte e água na fabricação de almondegas mostrou-se uma alternativa promissora, não afetando o valor nutricional e as características microbiológicas dos produtos, além de possibilitar a redução do custo final. É importante a condução de novos estudos buscando avaliar as características sensoriais do produto, bem como sua aceitação pelos consumidores.

Palavras-chave: Subproduto; Sustentabilidade; Enriquecimento Nutricional; Carne

AVALIAÇÃO DE QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS DE FARINHA DE SUBPRODUTO DE CAFÉ SUBMETIDA À TRATAMENTO DE ESTERILIZAÇÃO COMERCIAL À BAIXA TEMPERATURA

Ana Luísa Carvalho Pinto[1]; Lucas Camara Ferreira[2]; Betsy Gois Santos[3]; Gustavo Luis de Paiva Anciens Ramos[4]; Thais Matsue Uekane[5]

[1]Estudante do Curso de Farmácia - CMF – UFF.
[2]Estudante do Curso de Nutrição - MGN – UFF.
[3]Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para a Saúde – PPG-CAPS – UFF.
[4]Docente/pesquisador do Depto de Bromatologia – MBO – UFF.
[5]Docente/pesquisador do Depto de Bromatologia – MBO – UFF.

Introdução O café apresenta importância mundial e o Brasil é seu principal produtor. Cerca de 45 a 50% dos constituintes do fruto do café são descartados, utilizados como adubo ou aproveitados na elaboração de ração animal ou combustível. Os subprodutos, cascara e polpa do café, apresentam potencial como ingrediente alimentar, já que possuem fibras, proteínas e compostos bioativos, como compostos fenólicos, em sua composição. As diferenças nas vias de beneficiamento, impactam na qualidade, devido à exposição a alterações ambientais e a processos fermentativos. Dessa forma, faz-se necessário buscar meios de esterilização para garantir a segurança e uso desse subproduto. **Objetivo** Avaliar a eficácia de esterilização comercial por meio de baixa temperatura (ozônio) de farinha de subproduto quanto a suas características microbiológicas e ao teor de compostos fenólicos totais. **Métodos** O subproduto foi obtido através de doação de produtor de café brasileiro, moídos em moinho doméstico e peneirados em tamis 60 mesh para obtenção da farinha de subproduto. O tratamento à baixa temperatura foi realizado com o ozônio (5,56 mg/L) aplicado em um sistema fechado por um tempo de 15 min, sendo deixado em repouso durante 240 minutos à temperatura ambiente (22 ± 2 ºC), realizando uma duplicata de processo. A análise microbiológica de contagem de microrganismos totais foi realizada a partir da inoculação em Ágar Triptona de Soja (TSA) em incubação a 35ºC/24h. A quantificação de compostos fenólicos totais foi feita pelo método de Folin-Ciocalteu, utilizando uma curva de calibração em ácido gálico. **Resultados** A amostra controle apresentou 4,64 log UFC g^{-1} e 11,77 mg GAE g^{-1} de fenólicos totais. Já a amostra tratada apresentou 4,64 log UFC g^{-1} e 6,73 mg GAE g^{-1} de fenólicos totais. Dessa forma, a amostra e o controle obtiveram uma contagem total de microrganismos igual e um teor de fenólicos totais menor foi observado no tratamento. **Conclusão** O método de tratamento por ozônio dentro da condição testada não demonstrou eficácia quanto a esterilização da amostra, demonstrando não alterar a quantidade total de microrganismos, com diminuição dos compostos fenólicos. O tempo de tratamento pode não ser suficiente para reduzir a carga de microrganismos presentes na amostra, mas ao mesmo tempo levou a redução dos compostos fenólicos presentes. Propõe-se a realização de outras condições de esterilização comercial à baixa temperatura, como variação no tempo e uso de temperaturas mais baixas, ou de outros métodos a fim de esterilizar a amostra de farinha de subproduto.

Palavras-chave: Resíduo do café; polpa de café, contagem total de microrganismos; esterilização; ozônio; novos ingredientes.

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA PUPUNHA PARA PRODUÇÃO DE FARINHA FUNCIONAL: AVALIAÇÃO QUÍMICA E ANTINUTRICIONAIS

Hermanny Matos Silva Sousa[1]; Gabriela Fônseca Leal[2]; Matheus de Souza Cruz[3]; Romulo Alves Morais[4]; Glêndara Aparecida de Souza Martins[5]; Fabiana Queiroz[6]

[1]Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos – PPGCA – UFLA. [2]Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos – PPGCA – UFLA. [3]Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos – PPGCA – UFLA. [4]Pós-doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – UFT. [5]Docente/pesquisador do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – UFT. [6]Docente/pesquisador do Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos – PPGCA – UFLA.

Introdução: A pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), fruto típico da região amazônica, é amplamente consumida no norte do Brasil, gerando, no entanto, resíduos como cascas e fibras durante seu processamento. **Objetivo:** Este trabalho teve como objetivo o aproveitamento da casca, considerada um resíduo, para a produção de farinha, com foco na avaliação de seu potencial nutricional e na segurança de alimentos, quanto à presença de compostos antinutricionais. **Metodologia:** As cascas foram submetidas à secagem a 105ºC, em estufa com circulação de ar e moagem em moinho de facas, resultando em uma farinha com granulometria inferior a 0,3 mm e desengordurada com etanol, visando o aumento do shelf-life, evitando a oxidação lipídica. Foram realizadas análises de proteína, fibras, amido e pectina, bem como a quantificação de compostos antinutricionais, como fitatos, inibidor de tripsina e taninos. **Resultados:** A farinha obtida apresentou alto teor de fibras (80%) e 7,6% de proteína, demonstrando potencial para benefícios nutricionais, como controle glicêmico, redução do colesterol, aumento da saciedade e complementação de aminoácidos. Assim, pode ser utilizada em formulações que buscam aprimorar o perfil proteico de origem vegetal em produtos veganos. Em relação à pectina e ao amido, os teores encontrados foram de 34,7% e 22,6%, respectivamente, compostos com funções tecnológicas relevantes, como agentes espessantes, gelificantes, formadores de géis e estabilizantes de emulsões. Os compostos antinutricionais fitatos e inibidor de tripsina não foram detectados, estando ausentes na farinha. Para os taninos, o valor obtido foi de 60 $mg \cdot 100^{-1}g$, em equivalentes de ácido tânico. Os taninos são compostos fenólicos que, ao interagirem com proteínas e enzimas digestivas, podem reduzir a bioacessibilidade de nutrientes, sendo por isso considerados fatores antinutricionais. No entanto, esses compostos também apresentam propriedades funcionais, como atividade antibacteriana e potencial para intensificar a capacidade antioxidante dos alimentos. **Conclusão:** Conclui-se que a farinha da casca da pupunha possui composição nutricional promissora e é segura quanto aos compostos antinutricionais analisados, com ausência de fitatos e inibidor de tripsina e baixos teores de taninos. Com alto teor de fibras, além de pectina e amido em níveis relevantes, apresenta potencial funcional e tecnológico. Sua aplicação em produtos como pães e bolos pode substituir farinhas tradicionais, enriquecendo formulações veganas e sem glúten.

Trata-se de um ingrediente funcional com apelo sustentável, que agrega valor a um resíduo agroindustrial frequentemente descartado e contribui para a redução do desperdício na cadeia produtiva da pupunha.

Palavras-chave: Farinha funcional; *Bactris gasipaes* Kunth; Fruto amazônico; Antinutricionais; Segurança de alimentos.

APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE - APPCC EM LINHA DE BENEFICIAMENTO DE MEL

Maíra Magalhães de Abreu Diniz da Silva[1]; Iracema Maria de Carvalho da Hora [2]

[1]Estudante do Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PCTA – IFRJ.
[2]Docente/pesquisador do Depto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – PCTA – IFRJ

Introdução: O mel é um alimento natural de elevado valor nutricional, produzido pelas abelhas (*Apis mellifera*) a partir do néctar das flores e/ou exsudatos sacarínicos de plantas. É composto majoritariamente por frutose e glicose, além de conter vitaminas, minerais e enzimas. No Brasil, sua produção e beneficiamento são regulamentados por normas como a Instrução Normativa nº 11/2000 e o Decreto nº 9.013/2017, que exigem a adoção dos Programas de Autocontrole (PAC), incluindo o plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), fundamental para garantir a inocuidade e a rastreabilidade do produto. **Objetivo:** Aplicar o plano APPCC em uma unidade de beneficiamento de mel localizada em São Pedro dos Ferros/MG. **Métodos:** A metodologia seguiu os sete princípios do *Codex Alimentarius*. Foram realizadas auditoria interna, formação da equipe APPCC, descrição do produto e seu uso, elaboração e verificação do fluxograma, identificação e análise de perigos, definição dos Pontos Críticos de Controle (PCC), limites críticos, procedimentos de monitoramento, ações corretivas, validação, verificação e registro. **Resultados:** A aplicação do APPCC permitiu identificar perigos em todas as etapas do beneficiamento do mel. Como perigo biológico, destacou-se o *Clostridium botulinum*, bactéria formadora de esporos presente nos solos e colmeias, com risco na etapa de envase. Entre os perigos químicos, identificaram-se resíduos de fármacos e agrotóxicos em méis oriundos de fornecedores sem controle rigoroso, associados à recepção da matéria-prima. Outro perigo químico foi o hidroximetilfurfural (HMF) acima dos limites legais, gerado na descristalização por aquecimento excessivo. Para cada perigo, foram definidos limites críticos, procedimentos de monitoramento e ações corretivas específicas. **Conclusão:** A implementação do APPCC mostrou-se eficaz no controle de perigos no beneficiamento do mel, promovendo a padronização dos processos, segurança do produto e atendimento às exigências legais.

Palavras-chave: APPCC; mel; perigos biológicos; perigos químicos; segurança de alimentos; processamento apícola.

RECALLS DE ALIMENTOS NO BRASIL: UMA ANÁLISE DE DADOS DO MINISTÉRIO DA JUSTIÇA (2002–2024)

Bruna Luiza Barreto de Oliveira[1]; Leonardo Emanuel de Oliveira Costa[2]; Iracema Maria de Carvalho da Hora[3]; Renata Barbosa da Fonseca Albuquerque [4]

[1]Estudante do Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PCTA – IFRJ.
[2]Docente do Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos. – PCTA – IFRJ
[3]Docente do Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos. – PCTA – IFRJ
[4] Doutora em Pesquisa Clínica em Doenças Infecciosas- PCDI - FIOCRUZ

Introdução: As adversidades relacionadas à segurança dos alimentos são uma questão de destaque internacional. Um número significativo de incidentes podem ser reduzidos através de melhorias nos sistemas de vigilância e notificação. O *recall,* termo que significa "chamamento", é definido pelo Ministério da Justiça como a forma pela qual o fornecedor comunica publicamente que seu produto oferece risco aos consumidores. Trata-se de uma estratégia crucial para recolher produtos e esclarecer fatos e apresentar soluções. A rastreabilidade das informações é uma exigência crescente, permitindo a detecção da origem e movimentação dos alimentos. De acordo com o *Codex Alimentarius*, perigo é definido como um agente biológico, químico ou físico presente nos alimentos com a capacidade de causar efeitos adversos à saúde. **Objetivos:** O objetivo geral do trabalho foi identificar as principais causas de *recalls* de alimentos no Brasil, utilizando dados do Ministério da Justiça. Os objetivos específicos incluíram a identificação das causas dos *recalls* e a comparação dos dados com a literatura existente. **Métodos:** A metodologia aplicada no presente estudo foi um levantamento de dados sobre *recalls* de alimentos no Brasil, utilizando documentos oficiais do Ministério da Justiça. O documento oficial "Dados abertos de recalls de 2002 até 07 de agosto de 2024", foi analisado, foram aplicados filtros e selecionados os *recalls* de alimentos e bebidas para consumo humano, em seguida os *recalls* foram categorizados em: falhas na rotulagem, contaminações físicas, químicas, microbiológicas, adulteração, falha na composição e falha na embalagem. **Resultados:** Foram contabilizados 56 casos de *recalls* de alimentos e bebidas para consumo humano com as principais causas sendo falhas na rotulagem (30%), contaminação física (18%), contaminação microbiológica (14%) e contaminação química (14%). As falhas na rotulagem, frequentemente relacionadas a alérgenos não declarados, foram a causa mais comum. Contaminações físicas e microbiológicas também apresentaram números significativos, evidenciando a necessidade de controle de qualidade rigoroso. **Conclusão:** Os resultados destacam a importância do *recall* de alimentos para a saúde pública, com falhas na rotulagem e contaminações sendo as principais causas identificadas. A presença de alérgenos não declarados e contaminantes evidenciam a necessidade de um controle de qualidade mais eficaz e uma gestão de risco aprimorada. A atuação eficiente dos órgãos reguladores e o aprimoramento dos sistemas de rastreabilidade são essenciais para garantia da segurança dos alimentos e a proteção da saúde pública.

Palavras-chave: *recall*; rastreabilidade; segurança de alimentos; alérgenos.

AVALIAÇÃO DA CULTURA DE SEGURANÇA DOS ALIMENTOS EM UMA UNIDADE SUPERMERCADISTA

Amanda de Souza Silva[1]; Cláudia Winter[2]; Elke Stedefeldt[3]; Laís Mariano Zanin[4]

[1]Estudante do Curso de Nutrição e Metabolismo - FMRP – USP [2]Pesquisador da Universidade Franciscana – UFN [3]Docente/pesquisador do Centro de Pesquisas e Práticas em Nutrição e Alimentação Coletiva - CPPNAC – UNIFESP [4]Docente/pesquisador do Depto de Ciências da Saúde – DCS/FMRP – USP

Introdução: O setor supermercadista desempenha um papel fundamental na comercialização de alimentos seguros, pois reúne uma grande diversidade de produtos e setores, incluindo alimentos frescos, processados e itens não alimentícios. A cultura de segurança dos alimentos (CSA) já foi estudada como um fator de risco em indústrias e serviços de alimentação, porém, ainda não havia sido explorada em estabelecimentos que operam com múltiplos setores. **Objetivo:** Avaliar a CSA em uma unidade supermercadista, identificando os principais pontos de melhoria para o fortalecimento da CSA. **Métodos:** Este estudo de caso foi realizado em um supermercado, englobando diversos setores, como padaria, confeitaria, pastelaria e alimentos não perecíveis. A avaliação da CSA foi feita utilizando método misto e triangulação de dados, previamente validado para serviços de alimentação institucionais. A avaliação da CSA foi realizada pelos elementos: liderança, comunicação, comprometimento, conhecimento, pressão no trabalho e normas sociais, ambiente de trabalho, percepção de risco e sistemas, estilos e processos de gestão. A coleta de dados envolveu questionários aplicados a manipuladores de alimentos e gestores, checklists para análise de infraestrutura e risco sanitário, além de observações diretas no ambiente de trabalho. Os elementos foram avaliados quanti e qualitativamente seguindo escalas específicas (Likert de 5-7 pontos) e foram trianguladas com base em scores para as classificações da CSA reativa (1), ativa (2) e proativa (3). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética (2.040.338). **Resultados:** O estudo analisou 71 participantes, sendo 86% manipuladores de alimentos e 14% gestores. A maioria dos manipuladores (83%) e gestores (89%) já haviam participado de treinamentos em segurança dos alimentos. Após a triangulação dos dados, a CSA foi classificada como ativa. Os elementos de liderança, conhecimento, percepção de risco, e sistemas, estilos e processos de gestão, foram classificados entre os níveis 1-2, indicando uma transição da cultura reativa para a ativa. Já os elementos comunicação e pressão de trabalho e crenças normativas foram classificados, respectivamente, como ativo-proativo (2-3) e proativo (3), indicando as potencialidades do setor. Os elementos comprometimento e ambiente de trabalho foram classificados como ativo. **Conclusão:** A análise da CSA evidenciou uma cultura ativa, com avanços importantes, mas também com fragilidades em áreas como liderança, conhecimento, percepção de risco e sistemas, estilos e processos de gestão. O aprimoramento desses aspectos, aliado a formações, é essencial para o desenvolvimento de uma CSA proativa, garantindo um alimento mais seguro.

Palavras-chave: supermercado; métodos mistos; triangulação de dados; manipuladores de alimentos; gestores.

ANÁLISE INTERPRETATIVA DA RDC Nº216/2004 EM DIÁLOGO COM O *CODEX ALIMENTARIUS*

Deise Silva de Moura[1]; Pamella da Silva[2]; Sueli Maria da Silva[3]; Ana Lúcia de Freitas Saccol[4]; Kelly Dias Botelho[5]; Elke Stedefeldt[6]

[1]Pós-doutoranda e pesquisadora - UFN
[2]Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Nutrição – UNIFESP
[3]Pesquisadora - UNIFESP
[4]Docente do Mestrado em Ciências da Saúde e da Vida – UFN
[5]Gerente de Inspeção e Fiscalização Sanitária de Alimentos, Saneantes e Cosméticos - ANVISA
[6]Docente do Centro de Práticas e Pesquisa em Nutrição e Alimentação Coletiva – UNIFESP

Introdução: No Brasil, como signatário do *Codex Alimentarius*, a Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) aprovou em 2004 o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação, a Resolução RDC nº216. Em 2024, considerando a necessidade de constante aperfeiçoamento das ações de controle sanitário na área de alimentos e proteção à saúde da população, a Agenda Regulatória da Anvisa demandou a atualização deste Regulamento por meio da Análise do Impacto Regulatório que tem como etapa a avaliação de quanto o Regulamento brasileiro está alinhado ao *Codex*. **Objetivo:** Analisar e interpretar a RDC nº216/2004 segundo os princípios gerais de higiene dos alimentos estabelecidos pelo *Codex Alimentarius*. **Métodos:** O estudo caracteriza-se como descritivo e quantitativo. Para a análise quantitativa foi elaborada uma matriz (*Codex* 2023 x RDC nº216/2004) sendo atribuída pontuação para cada item e subitem do *Codex*, segundo escala *Likert* adaptada: 1 e 3 para itens relacionados diretamente às boas práticas (BP); 5 para os relacionados às BP associadas aos fatores de risco de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (FR-DTHA); 7 e 10 aos relacionados diretamente aos FR-DTHA. Cada item do *Codex* foi ponderado considerando sua presença na RDC nº216/2004. A pontuação atribuída a cada item foi multiplicada por: 3 quando contemplado em sua totalidade; 2 parcialmente contemplado; 1 não contemplado. Os valores ponderados atribuídos a cada item foram agrupados conforme a natureza (BP, BP associadas aos FR-DTHA e FR-DTHA) e determinados segundo a distribuição percentual. Este estudo integra um Projeto de Pesquisa em Políticas Públicas financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (processo: 2023/10161-3) e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIFESP (CAAE: 78705824.0.0000.5505). **Resultados:** A RDC nº216/2004 atende: 87% dos itens do *Codex* relacionados às BP (itens relacionados ao estabelecimento, projeto de instalações e equipamentos); 86% dos itens relacionados às BP associadas aos FR-DTHA (BP de higiene; produção primária; manutenção, limpeza e desinfecção do estabelecimento e controle de pragas; higiene pessoal; transporte) e 71% relacionados aos FR-DTHA (treinamento e competência; controle da operação; informações sobre o produto e conscientização do consumidor; Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle). **Conclusão:** A RDC nº216/2004 atende aos princípios gerais de higiene dos alimentos estabelecidos pelo *Codex* nos itens relacionados às BP e às BP associadas aos

FR-DTHA e parcialmente aos itens relacionados aos FR-DTHA, evidenciando a demanda da Agenda Regulatória.

Palavras-chave: *Codex alimentarius*; segurança dos alimentos; boas práticas de manipulação; legislação federal.

RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA Nº216/2004 NA PERSPECTIVA DO SETOR REGULADOR: CAMINHOS PARA A TRANSPARÊNCIA DA ANÁLISE DO IMPACTO REGULATÓRIO

Pamella da Silva[1]; Deise Silva de Moura[2]; Raísa Moreira Dardaque Mucinhato[3]; Renata Zago Diniz Fonseca[4]; Renata de Araujo Ferreira[5]; Elke Stedefeldt[6]

[1]Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Nutrição – UNIFESP.
[2]Pesquisadora e Pós-Doutoranda - UFN.
[3]Pesquisadora - UNIFESP.
[4]Especialista em Regulação e Vigilância Sanitária - ANVISA.
[5]Coordenadora de Inspeção e Fiscalização Sanitária de Alimentos - ANVISA
[6]Docente do Centro de Pesquisas e Práticas em Nutrição e Alimentação Coletiva – UNIFESP.

Introdução: Análise do Impacto Regulatório (AIR) tem como objetivo qualificar o sistema regulatório, promover a transparência, aprimorar a participação do setor regulador e social no processo regulatório. **Objetivo:** Identificar e compreender as causas-raiz da matriz do problema regulatório associado à Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº216/2004 por meio da AIR sob a perspectiva do setor regulador. **Método:** O estudo caracterizou-se como exploratório e qualitativo. Participaram cerca de 50 autoridades sanitárias estaduais e municipais do país, em três encontros virtuais, no segundo semestre de 2024. Foi realizada a dinâmica de construção das personas com relação à RDC nº216/2004 para compreender suas dores e necessidades e definir o problema regulatório. O *brainstorming* especificou as causas diretas do problema regulatório, subsidiando a dinâmica dos porquês para evidenciar as causas-raiz, que compuseram a matriz do problema regulatório. Este estudo integra um Projeto de Pesquisa em Políticas Públicas financiado pela FAPESP (processo: 2023/10161-3) e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIFESP (CAAE: 78705824.0.0000.5505). **Resultado:** A construção das personas identificou como agentes envolvidos os setores regulador e regulado e consumidor. O problema regulatório definido foi: a garantia do consumo de alimentos seguros pela população está comprometida pela limitação do cumprimento da RDC nº216/2004. Foram especificadas duas causas diretas: desatualização da legislação e desconhecimento das boas práticas. As causas-raiz identificadas foram: burocracia administrativa; ausência na estrutura das carreiras, dos recursos para contratação de profissionais habilitados e na capacitação do setor regulador; maior relevância da temática segurança dos alimentos; modificação do estilo de vida da população; não entendimento da abrangência do conceito de segurança dos alimentos; presença de um distanciamento entre a universidade e a vigilância sanitária; alto custo e/ou falta de investimento das universidades para os cursos da área de alimentos. As causas-raiz revelaram a necessidade de atualização da Resolução para suprir lacunas regulatórias, com especificidade na aplicação e nos perigos relacionados às Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar. A nova alternativa regulatória necessita ser compreensível a todos com a inserção de dispositivos que garantam a segurança jurídica na atuação fiscalizatória. **Conclusão:** Foi possível identificar as causas-raiz da

matriz do problema regulatório associado à RDC nº216/2004, destacando a burocracia administrativa e a falta de entendimento sobre a abrangência do conceito de segurança dos alimentos. A compreensão das causas-raiz visa a melhoria da aplicabilidade, clareza e entendimento da nova alternativa regulatória pelo processo da AIR.

Palavras-chave: segurança dos alimentos; vigilância sanitária; alternativa regulatória; problema regulatório.

ENTRE CONCEITOS E ESPECIFICIDADES COM O *CODEX ALIMENTARIUS*: ONDE ESTÁ A RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA Nº 275/2002?

Sueli Maria da Silva[1]; Renata de Araujo Ferreira[2]; Liliane Alves Fernandes[3]; Kelly Dias Botelho[4]; Elke Stedefeldt[5]

[1]Pesquisadora - UNIFESP
[2]Coordenadora de Inspeção e Fiscalização Sanitária de Alimentos - ANVISA
[3]Especialista em Regulação e Vigilância Sanitária - ANVISA
[4]Gerente de Inspeção e Fiscalização Sanitária de Alimentos, Saneantes e Cosméticos – ANVISA
[5]Docente do Centro de Práticas e Pesquisa em Nutrição e Alimentação Coletiva – UNIFESP

Introdução: As Boas Práticas de Fabricação (BPF) reúnem os procedimentos necessários à segurança sanitária de alimentos industrializados. Sua implementação é a base para o controle efetivo de perigos associados à fabricação ou produção de alimentos. A ausência de requisitos mínimos de qualidade com base no risco e da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) pode causar Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA), com impacto na saúde pública e no desenvolvimento socioeconômico do país. A RDC nº 275/2002 e as Portarias nº 1428/1993 e nº 326/1997 são as legislações vigentes sobre BPF. Na agenda regulatória 2017-2020 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) a RDC 275/2002 foi incluída por estar desatualizada, na época, há sete anos, comprometendo sua eficácia frente aos avanços e desafios relacionados à segurança dos alimentos. O processo de Análise do Impacto Regulatório (AIR) iniciado em 2018, de acordo com os objetivos pretendidos, indicou como alternativa regulatória normativa a atualização da RDC 275/2002. **Objetivo:** Comparar os conceitos e as especificidades da RDC nº 275/2002 e as legislações nacionais sobre BPF vigentes com o *Codex Alimentarius*. **Método:** A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa por meio da análise documental da RDC nº 275/2002 e das Portarias nº 1428/1993 e nº 326/1997, tendo os itens do *Codex Alimentarius* 2023 - Princípios Gerais de Higiene dos Alimentos - como referência principal. Foi utilizada uma matriz comparativa (*Codex* x legislações) caracterizando os alinhamentos conceituais e o nível de especificidade dos itens para capturar os dados contidos nos documentos e nortear a proposta de atualização. Este estudo integra um Projeto de Pesquisa em Políticas Públicas financiado pela FAPESP (processo: 2023/10161-3) e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIFESP (CAAE: 78705824.0.0000.5505). **Resultados:** O mapeamento documental revelou como alinhamentos conceituais que o *Codex* apresenta orientações mais específicas, técnicas e com recomendações detalhadas, como por exemplo: especificação de temperatura, critérios para layout de instalações e frequência de monitoramento. Há variações no nível de especificidades para as portarias brasileiras, que oferecem fundamentos importantes em requisitos essenciais e práticas operacionais, com menor profundidade técnica, direcionando a responsabilidade pela implementação dos detalhes às empresas ou à autoridade sanitária. **Conclusão:** O Brasil tem dado passos significativos na atualização

das legislações sanitárias, mas é necessário integrar de forma mais eficaz as diretrizes gerais do *Codex* e se adaptar às novas exigências globais de segurança dos alimentos.

Palavras-chave: *Codex alimentarius*; segurança dos alimentos; boas práticas de fabricação; legislação nacional.

RISCO DE DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA E ALIMENTAR: ESTRATÉGIA DE PRIORIZAÇÃO DE PERIGOS PARA O CONTEXTO BRASILEIRO

Luísa Ribeiro da Silva[1]; Raísa Moreira Dardaque Mucinhato[2]; Elke Stedefeldt[3]

[1] Estudante de Ensino Médio com habilitação técnica em Nutrição e Dietética da Etec Dona Escolástica Rosa – PIBIC-EM/UNIFESP.
[2] Pesquisadora - UNIFESP.
[3] Docente do Centro de Pesquisas e Práticas em Nutrição e Alimentação Coletiva – UNIFESP.

Introdução: Doenças de transmissão hídrica e alimentar (DTHA) afetam negativamente a saúde pública mundial e são causadas pela ingestão de alimentos e água contaminados por perigos biológicos, químicos e físicos. A severidade dos perigos, determinada pelo potencial de causar danos significativos à saúde do consumidor, é critério fundamental na priorização dos perigos relacionados às DTHA e na comunicação de risco. A identificação dos perigos prioritários permite estudar a percepção de risco cognitiva e afetiva dos consumidores. **Objetivos:** Identificar e descrever a priorização de perigos relacionados às DTHA no Brasil segundo sua severidade à saúde. **Métodos:** O estudo, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIFESP (CAAE: 52813021.4.0000.5505), caracterizou-se como descritivo com abordagem predominantemente quantitativa com elementos qualitativos. Para a identificação dos perigos prioritários foram consultados os sites das organizações internacionais governamentais e não governamentais. Os perigos apresentados, pelo menos em três organizações, foram listados e confrontados com os dados de "Surtos de DTHA - Informa 2024" do MS. Para priorizar os perigos no contexto brasileiro, foi realizada uma consulta estruturada com três especialistas acadêmicos em segurança dos alimentos e três do setor regulador. Foi solicitado a cada especialista que arranjasse os perigos em ordem decrescente de priorização (1 a 22) de acordo com sua percepção de severidade à saúde. A moda foi calculada para a ordenação dos perigos, sendo aplicado o ponto de corte >50% de concordância entre os especialistas a fim de classificá-lo como prioritário. **Resultados:** Por meio da consulta aos sites, foram listados 54 perigos distribuídos entre biológicos e químicos. Desses foram selecionados 21 com a inclusão do perigo físico, microplásticos. Sete perigos foram ordenados de forma decrescente segundo o consenso de, no mínimo, três especialistas. Entre os biológicos, destacaram-se *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes*. Nos químicos, acrilamida e aflatoxina foram priorizados dado potencial carcinogênico. O microplástico, perigo físico, foi adicionado pelos pesquisadores como reflexo das preocupações emergentes quanto à contaminação ambiental e seus possíveis riscos à saúde. Os perigos *Clostridium botulinum* e *Listeria monocytogenes* não coincidiram com o perfil epidemiológico dos perigos do MS, o que reforça a relevância da severidade. **Conclusão:** Os perigos prioritários foram: *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*. acrilamida, aflatoxina e

microplástico segundo a sua severidade à saúde. O estudo foi essencial para assegurar o conteúdo dos instrumentos de pesquisa sobre as percepções de risco cognitiva e afetiva dos consumidores, alinhada à realidade nacional.

Palavras-chave: segurança dos alimentos, risco cognitivo, risco afetivo, validação de instrumento, Brasil.

IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E RISCO DE DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA E ALIMENTAR POR AUTORIDADES SANITÁRIAS BRASILEIRAS: UMA ABORDAGEM COM GRUPO FOCAL

Patrícia Vieira Marques[1]; Elke Stedefeldt[2]; Sueli Maria da Silva[3]; Liliane Alves Fernandes[4]; Renata Zago Diniz Fonseca[4]; Laís Mariano Zanin[5]

[1]Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Metabolismo - FMRP - USP.
[2]Docente do Centro de Pesquisas e Práticas em Nutrição e Alimentação Coletiva – UNIFESP
[3]Pesquisadora – UNIFESP.
[4]Especialista em Regulação e Vigilância Sanitária - ANVISA.
[5]Docente do Departamento de Ciências da Saúde – FMRP – USP.

Introdução: As autoridades sanitárias desempenham uma função essencial na proteção da saúde pública por meio da fiscalização sanitária, sendo fundamental habilidades para identificação de perigos relacionados à produção de alimentos e riscos de doenças de transmissão hídrica e alimentar (DTHA). **Objetivo**: Avaliar a identificação de perigos e riscos de DTHA por autoridades sanitárias brasileiras. **Métodos**: Trata-se de uma pesquisa qualitativa com coleta de dados por grupo focal. O recrutamento das autoridades sanitárias foi realizado pelo boletim interno da Rede de Alerta e Comunicação de Risco de Alimentos (REALI/ANVISA). Foram realizados seis grupos focais online com diferentes autoridades sanitárias (n=41) das cinco regiões do Brasil no período de janeiro a abril de 2025. Durante os grupos focais, um estudo de caso de uma inspeção sanitária hipotética em uma indústria de alimentos foi apresentado. O caso continha diversas não-conformidades relacionadas aos fatores e grau de risco de DTHA. Posteriormente, os participantes foram motivados a discutir sobre os perigos e riscos que eles identificavam na situação apresentada. As sessões foram gravadas e transcritas usando o software Clipto.IA. ©, 2025. O conteúdo foi avaliado usando a análise de conteúdo. Este estudo integra um Projeto de Pesquisa em Políticas Públicas (FAPESP/processo: 2023/10161-3) e foi aprovado pelo Comitê de ética (CAAE: 79519224.6.0000.5440). **Resultados**: A maioria das autoridades sanitárias participantes era mulher (68,3%) e 82,9% trabalhava na vigilância sanitária municipal. A categoria "boas práticas de fabricação" e os núcleos de sentido "contaminação cruzada", "controle de temperatura" e "processos de higienização" emergiram da análise de conteúdo, indicando que apesar das autoridades sanitárias destacarem situações de alto risco, como questões relacionadas à contaminação cruzada, controle de temperatura e higiene das mãos, a diferenciação de perigo (biológico, químico e físico), bem como a indicação do risco de DTHA não foram indicadores para a seleção das situações de risco. A tomada de decisão sem identificação de perigos e riscos e a generalização das boas práticas de fabricação, pode negligenciar a diferenciação do nível de urgência nas melhorias e diminuição do risco de DTHA. **Conclusão**: As autoridades sanitárias não identificaram os perigos e riscos a partir do estudo de caso hipotético, apesar de discutirem situações de risco e boas práticas de fabricação. Este pode

ser um indicador diagnóstico para o desenvolvimento de formações para autoridades sanitárias visando a fiscalização baseada no risco.

Palavras-chave: Vigilância sanitária; segurança dos alimentos; boas práticas de fabricação.

SELOS DE QUALIDADE ABC: RISCO SANITÁRIO SOB A PERSPECTIVA DA VIGILÂNCIA SANITÁRIA, AUDITORA E PROPRIETÁRIOS DE SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO

Patrícia Arruda Scheffer[1]; Deise Silva de Moura[2];Clandio Timm Marques[3]; Neila Silvia Pereira Dos Santos Richards[4]; Ana Lúcia de Freitas Saccol[5];

[1] Doutoranda no Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos- PPGCTA - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. [2] Pós Doutoranda e Pesquisadora na Universidade Franciscana - UFN. [3] Docente no curso de Matemática e no Mestrado em Ciências da Saúde e da Vida - Universidade Franciscana- UFN. [4] Docente no Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos- PPGCTA - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. [5] Docente no curso de Nutrição e Mestrado em Ciência da Saúde e da Vida - Universidade Franciscana- UFN.

Introdução: A Categorização dos Serviços de Alimentação na região Central do estado do Rio Grande do Sul (RS) representa uma estratégia inovadora para a promoção da transparência e do fortalecimento das ações de vigilância sanitária. Esta ação busca a melhoria contínua da segurança dos alimentos com foco no risco sanitário. Países como Dinamarca, Reino Unido (Londres), Irlanda, Estados Unidos (Nova Iorque) e Canadá (Toronto) já incorporaram esse sistema em suas rotinas de inspeção sanitária. No Brasil, a Categorização foi implementada pela primeira vez em 2014, por iniciativa da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), como parte das ações preparatórias para a Copa do Mundo FIFA 2014. **Objetivo:** Avaliar a percepção de autoridades sanitárias, de uma auditora e dos proprietários de serviços de alimentação quanto a Lista de Avaliação da Categorização. **Métodos:** Este estudo teve seu início em julho de 2023 e finalizado em fevereiro de 2024**.** Foi realizada a aplicação da Lista de Avaliação da Categorização composta pelos 51 itens de maior impacto para a saúde do consumidor. Cada item é associado a uma pontuação específica referente ao risco sanitário. Participaram da aplicação uma auditora, autoridades sanitárias e proprietário de serviços de alimentação permitindo a comparação entre suas avaliações frente aos mesmos itens. Foi realizada a Análise de Variância com *post hoc Tukey*. As diferenças foram consideradas significativas quando os resultados apresentaram o valor -$p < 0,05$. O software IBM SPSS Versão 25 foi utilizado como ferramenta computacional para a análise estatística dos dados. **Resultados:** Participaram deste estudo 78 serviços de alimentação distribuídos em 9 municípios do RS. Encontrou-se diferenças significativas nas avaliações do risco sanitário quando comparados os três grupos de participantes ($p < 0,001$). Observou-se diferença significativa nas médias dos percentuais, com a auditora ($214,65 \pm 67,83$) e a vigilância sanitária ($87,64 \pm 56,41$) apontando um maior número de itens inadequados em comparação aos proprietários dos serviços de alimentação ($32,99 \pm 33,71$). **Conclusão:** As discrepâncias observadas nas avaliações da Lista entre a vigilância sanitária, a auditora e os empresários evidenciam variações na interpretação e aplicação dos critérios da Categorização. Essas diferenças ressaltam a necessidade de harmonização das práticas avaliativas e reforçam a importância de ações que promovam a segurança dos alimentos à população.

Palavras-chave: Saúde pública; Segurança e Qualidade dos Alimentos; Risco sanitário.

CATEGORIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO: INSPEÇÕES COM FOCO NO RISCO SANITÁRIO

Ana Lúcia de Freitas Saccol[1];Patrícia Arruda Scheffer [2];Clandio Timm Marques[3]

[1] Docente no curso de Nutrição e Mestrado em Ciência da Saúde e da Vida - Universidade Franciscana- UFN. [2] Doutoranda no Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos- PPGCTA - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. [3] Docente no curso de Matemática e no Mestrado em Ciências da Saúde e da Vida - Universidade Franciscana- UFN.

Introdução: A Categorização dos Serviços de Alimentação é um sistema que visa classificar os serviços de alimentação com base na legislação sanitária. Esta proposta é fundamentada na avaliação do risco sanitário e contribui para tornar o processo de inspeção mais transparente para os consumidores. **Objetivo:** Avaliar o risco sanitário de serviços de alimentação da região central do Rio Grande do Sul (RS). **Métodos:** Este estudo ocorreu de novembro de 2023 a outubro de 2024. Aplicou-se a Lista de Avaliação da Categorização em serviços de alimentação que aderiram voluntariamente ao processo. Esta ferramenta de avaliação é fundamentada na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 216/2004. A Lista de Avaliação da Categorização é composta por 51 itens de maior impacto para a população, sendo distribuídos em nove blocos temáticos. A Lista foi aplicada em dois ciclos avaliativos consecutivos, com intervalo aproximado de 90 dias entre as inspeções, por autoridades sanitárias municipais. Cada item possuía uma pontuação específica, atribuída conforme o risco sanitário. As pontuações obtidas foram convertidas em categorias sanitárias (A,B,C). Foi realizado o teste *t-student* para amostras pareadas. As diferenças foram consideradas significativas quando os resultados apresentaram o valor -p < 0,05. O software IBM SPSS Versão 25 foi utilizado para a análise estatística dos dados. **Resultados:** Este estudo foi realizado em 9 municípios da região central do RS em 85 serviços de alimentação. A análise comparativa evidenciou diferença significativa na pontuação média do risco sanitário dos estabelecimentos entre o 1º ciclo 88,58 (±56,74) e o 2º ciclo 17,41 (±35,97). Todos os nove blocos da Lista melhoraram significativamente (p <0,001). **Conclusão:** A Categorização impactou positivamente os serviços de alimentação da região central do RS. A melhora observada nos serviços de alimentação participantes reforça a efetividade da Categorização como ferramenta de melhoria contínua, promovendo avanços na segurança dos alimentos dos estabelecimentos e fortalecendo a atuação da vigilância sanitária como agente de transformação e proteção da saúde pública.

Palavras-chave: Boas Práticas de Manipulação; Inspeção Sanitária; Risco Sanitário.

DELIVERY SEGURO: MECANISMOS DE CONSERVAÇÃO TÉRMICA NA SEGURANÇA MICROBIOLÓGICA DE REFEIÇÕES PRONTAS

Allan Alexandre Martins de Carvalho[1]; Aline dos Santos Garcia-Gomes[2]

[1]Estudante do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos – IFRJ [2]Docente do Programa Stricto sensu Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos - IFRJ

Introdução: O consumo de refeições prontas tem crescido significativamente no Brasil impulsionado por mudanças socioeconômicas e novas dinâmicas de vida urbana. Com o avanço de modelos como *Dark Kitchens* e a ampliação dos serviços de *delivery*, a segurança microbiológica desses alimentos tornou-se um tema central, especialmente quando o consumidor não tem acesso direto ao ambiente de preparo. A legislação sanitária brasileira impõe diretrizes para garantir a segurança desses produtos, destacando a importância da temperatura e do acondicionamento durante todo o processo. **Objetivo**: Este estudo teve como objetivo geral avaliar a eficácia de diferentes combinações de embalagens e sistemas de conservação térmica na manutenção da temperatura segura de refeições prontas. **Métodos**: A pesquisa foi conduzida com base em um experimento controlado que utilizou refeições compostas conforme o Guia Alimentar para a População Brasileira. As quentinhas foram montadas em embalagem de poliestireno expandido - EPS e submetidas a duas condições de conservação térmica (caixa de isopor e bandeja térmica), além da condição controle (temperatura ambiente). As temperaturas foram aferidas em tempos determinados (0, 60 e 120 minutos) com uso do termômetro espeto e termômetro infravermelho digital, sendo os dados organizados para análise estatística. **Resultados**: Foram testados 5 tipos diferentes de refeição, contendo cereal, leguminosa, proteína animal e guarnição, em duplicata, para cada método de conservação. Os dados preliminares de embalagem de EPS indicam que, mesmo em ambiente sem isolamento, a temperatura mínima alcançada foi de 38,5 °C, independentemente do termômetro utilizado, após os 120 minutos. Entre os sistemas de conservação térmica a menor perda de calor foi obtida com caixa de isopor (8,1 °C), havendo perda considerável na ausência do sistema (23 °C). Em relação a precisão dos termômetros, houve uma diferença de 26,8 °C para maior temperatura registrada (86,7 °C e 59,9ºC), e de 8,9 °C para menor (47,4ºC e 38,5 °C), comparando espeto e infravermelho respectivamente. Desde o tempo 0, o termômetro infravermelho subestimou as temperaturas e classificou as refeições como impróprias para o consumo após 1 hora. **Conclusão**: A utilização de um método de conservação térmica de baixo custo foi capaz de promover um aumento da validade e maior segurança microbiológica para as refeições. A pesquisa oferece subsídios para práticas baseadas em evidências, orientando profissionais da alimentação na escolha de embalagens e métodos de conservação térmica mais eficazes para *Dark Kitchens* e *delivery*.

Palavras-chave: Refeições prontas; Segurança dos alimentos; Embalagens térmicas; Cadeia de calor; *Dark kitchen*, *Delivery*.

CONFORMIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA EM RESTAURANTES COMERCIAIS: APLICAÇÃO DO ROTEIRO DE INSPEÇÃO SANITÁRIA DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Alanna Cristina Fonseca dos Santos[1]; Rachel Silva Machado[2]; Giovanna Andriole Pellegrino[3]; Ana Clara Fernandes Bispo Blaiotta[4]; Juliana Côrtes Nunes da Fonseca[5]; Emília Akil[6]

[1-4]Estudantes do Curso de Nutrição – CCBS/EN – UNIRIO.

[5-6]Docentes do Departamento de Ciência dos Alimentos – CCBS/EN – UNIRIO.

Introdução: a adoção de boas práticas de fabricação em serviços de alimentação é essencial para garantir a segurança dos alimentos e prevenir DTHA, sendo um dos pilares da vigilância sanitária. A Resolução RDC nº 216/2004 (ANVISA) define os critérios higiênico-sanitários mínimos que devem ser cumpridos por estabelecimentos que realizam preparo, manipulação, fracionamento, armazenamento, distribuição e comercialização de alimentos prontos para o consumo. Entre os requisitos exigidos, destaca-se a importância da atuação do nutricionista como responsável técnico, profissional capacitado para implementar e monitorar rotinas de controle de qualidade. Contudo, muitos estabelecimentos comerciais ainda operam sem esse profissional, o que pode comprometer significativamente a segurança de alimentos e a qualidade dos serviços prestados à população. **Objetivos:** o presente estudo teve como objetivo avaliar o cumprimento das normas de boas práticas (conforme RDC nº 216/2004) em cinco restaurantes comerciais da cidade do Rio de Janeiro que carecem de nutricionista como responsável técnico. **Metodologia:** foi utilizado, como instrumento de avaliação, o Roteiro de Inspeção Sanitária em Estabelecimentos de Serviços de Alimentação do Município do Rio de Janeiro (baseado na RDC nº 216/2004 e Decreto Rio nº 45585/2018), o qual abrange critérios organizados em oito blocos temáticos que permitem uma análise detalhada das condições higiênico-sanitárias. **Resultados:** os resultados globais indicaram 61,4% de conformidade, 30,1% de não conformidade e 8,5% de itens não aplicáveis. Na análise por blocos, os índices de conformidade foram: Edificações e Instalações (59,7%), Equipamentos, Móveis e Utensílios (71,4%), Higienização (67,5%), Manipuladores (70%), Produção e Transporte de Alimentos (63,7%), Documentos e Registros (54,4%), Ambientes Coletivos (56,7%) e Responsabilidades (8%). Observou-se que os maiores índices de não conformidade ocorreram nos blocos de Responsabilidades (20%), Documentos e Registros (43,1%) e Edificações e Instalações (36%), refletindo a ausência de estrutura adequada, falhas organizacionais e de responsáveis técnicos formalmente designados. Tais não conformidades podem acarretar riscos concretos à saúde pública, como contaminações cruzadas, falhas no controle de temperatura e ausência de rastreabilidade, favorecendo a ocorrência de surtos de DTHA. **Conclusão:** a aplicação do roteiro mostrou-se eficaz para identificar deficiências, orientar medidas corretivas e promover melhorias contínuas. Logo, conclui-se que a presença de um nutricionista, aliada a ações educativas, suporte técnico e fiscalização sistemática, é

fundamental para a melhoria das práticas sanitárias, contribuindo para a oferta de alimentos seguros, padronizados e de qualidade à população. Ressalta-se que o descumprimento das normas sanitárias compromete diretamente a saúde coletiva, sendo necessário intensificar medidas que minimizem os riscos à segurança alimentar.

Palavras-chaves: Boas Práticas de Fabricação; Segurança dos Alimentos; Vigilância Sanitária; Serviços de Alimentação; Roteiro de Inspeção Sanitária; Nutrição.

"COZINHANDO COM QUALIDADE": UM JOGO COLABORATIVO PARA MANIPULAÇÃO SEGURA DE ALIMENTOS

Rodrigo Gonçalves Gusmão de Souza[1]; Thaís Souza Silveira Majerowicz[2]

[1]Estudante do Curso de Especialização em Gestão de Segurança de Alimentos e Qualidade Nutricional – IFRJ. [2]Docente do Curso de Especialização em Gestão de Segurança de Alimentos e Qualidade Nutricional – IFRJ.

Introdução O consumo de alimentos contaminados é um grave problema de saúde pública, com milhões de pessoas afetadas anualmente. No Brasil, os surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA) têm aumentado, frequentemente associados a erros na manipulação de alimentos. Estudos indicam que os treinamentos convencionais falham em transformar conhecimento teórico em atitudes práticas, exigindo abordagens inovadoras. Este trabalho apresenta o desenvolvimento do jogo educativo "Cozinhando com Qualidade", uma ferramenta lúdica baseada na RDC nº 216/2004 da Anvisa para capacitar manipuladores de alimentos em serviços de alimentação. **Objetivo** Desenvolver um jogo educativo cooperativo que promova a aprendizagem ativa sobre boas práticas de manipulação, visando melhorar a retenção de conhecimento, gerando habilidades práticas e mudança comportamental entre manipuladores de alimentos. **Métodos** O jogo foi desenvolvido utilizando metodologias ativas de ensino, combinando aprendizagem baseada em equipe e princípios de gamificação. A estrutura compreende três baralhos temáticos (Rotina - amarelo, Impacto - vermelho e Solução - verde), totalizando 77 cartas ilustradas que representam situações cotidianas, riscos alimentares e soluções práticas. O material foi alinhado aos quatro pilares da RDC nº 216/2004: contaminantes alimentares, DTHA, manipulação higiênica e boas práticas. Foram criados dois materiais de apoio: um encarte simplificado para jogadores e uma cartilha detalhada para instrutores, contendo diferentes modalidades de aplicação do jogo. **Resultados** A dinâmica do jogo envolve a criação de cenários de risco através da combinação de cartas de Rotina e Impacto, seguida pela proposição de soluções. As cartas abordam desde problemas comuns (como utensílios inadequados e higiene pessoal) até situações complexas (como controle de temperatura e documentação). Uma avaliação qualitativa demonstrou que o formato lúdico facilita a compreensão e aplicação dos conceitos, além de incentivar a colaboração entre grupos, fortalecendo o trabalho em equipe. O jogo foi especialmente eficaz em simular situações reais, permitindo que os participantes pratiquem a tomada de decisão em um ambiente controlado. **Conclusão** O "Cozinhando com Qualidade" apresenta-se como uma ferramenta inovadora e promissora para o treinamento de manipuladores de alimentos, superando as limitações dos métodos tradicionais. Sua abordagem prática e colaborativa potencializa a retenção do conhecimento e a adoção de boas práticas no cotidiano profissional. Os resultados sugerem que o jogo pode contribuir significativamente para a redução de DTHA e o fortalecimento da Cultura de Segurança dos Alimentos nas organizações.

Palavras-chave: Segurança de Alimentos; Jogo Educativo; Manipuladores de Alimentos; Treinamento; Boas Práticas.

FISCALIZAÇÃO DA COMERCIALIZAÇÃO DE QUEIJO DE COALHO ARTESANAL EM ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS DA REGIONAL VI DO MUNICÍPIO DO JABOATÃO DOS GUARARAPES - PE: REGISTROS DAS QUEIJARIAS *VERSUS* RISCO SANITÁRIO

Marcos André de Oliveira; Sérgio Wlademir de Siqueira Filho; Maria Augusta de Andrade Almeida; Vânia Cristina de Lima Freitas; Adeílza Gomes Ferraz; Anízia Maria Vieira de Souza Lapenda

Introdução: segundo a Lei Estadual 13.376, de 20 de dezembro de 2007 (alterada pelas leis nº 16.312, de 11 de janeiro de 2018 e nº 18.720/2024), é considerado queijo de coalho artesanal aquele produzido no Estado de Pernambuco a partir de leite cru integral fresco de bovinos e bubalinos descansados, bem nutridos e saudáveis. A origem desse tipo de queijo na região Nordeste data de mais de 150 anos. Além de Pernambuco, os estados do Ceará e da Paraíba também se destacam como grandes produtores. No entanto, apesar de sua grande popularidade e consumo em diversas formas na culinária nordestina, o seu processo de fabricação não é padronizado, podendo facilmente ocorrer contaminações bacterianas durante a produção, colocando em risco a saúde dos consumidores. **Objetivo**: demonstrar a dificuldade da Vigilância Sanitária municipal em fiscalizar a comercialização do produto nos estabelecimentos comerciais, em relação à comprovação da regularização das queijarias produtoras. **Métodos**: foram fiscalizados 11 estabelecimentos comerciais que comercializavam 22 marcas de queijos de coalho artesanais, todos identificados através de numerações de registros nas embalagens (S.I.E.), além das demais informações relativas às queijarias produtoras. **Resultados:** das 22 marcas encontradas, 12 (54,54%) estavam com os registros das queijarias ativos; 04 (18,18%) estavam com os registros inativos e 06 (27,27%) não foram encontradas no sistema de busca da Agência de Defesa Agropecuária de Pernambuco (ADAGRO – PE), sendo consideradas queijarias clandestinas. **Conclusão**: a fiscalização da comercialização dos queijos de coalho artesanais realizada pela Vigilância Sanitária do município e limita à verificação, nas respectivas embalagens, da numeração (S.I.E) que identificaria as queijarias produtoras. A existência de registros inativos ou inexistentes caracterizam esses produtores como clandestinos. Considerando que existe uma alta possibilidades de contaminação microbiana durante o processamento de queijos artesanais que se relacionam à falta de padronização, uso de leite cru e ausência de boas práticas de fabricação, as fiscalizações ficam comprometidas. É, portanto, fundamental uma comunicação permanente do órgão do Estado de Pernambuco com o município, para manter atualizadas as informações relativas à situação dessas empresas em relação aos respectivos registros.

Palavras-chave: Leite cru; Queijo; S.I.E.; Risco à saúde.

CARDÁPIOS SAUDÁVEIS E SUSTENTÁVEIS: FERRAMENTAS DISPONÍVEIS NA LITERATURA

Anna Beatriz Carvalho de Souza Silveira[1]; Samara Mendonça Rodrigues[1]; Thadia Turon Costa da Silva[2]; Aline Gomes de Mello de Oliveira[2]

[1]Estudante do Curso de Nutrição - INJC– UFRJ [2]Docente/pesquisador do Depto de Nutrição e Dietética – INJC– UFRJ

Introdução: Os impactos sociais e econômicos causados pelo setor de alimentação coletiva são evidentes, além disso, a qualidade da alimentação servida pode ser determinante para a saúde, o bem estar dos indivíduos e do meio ambiente. O planejamento de cardápios saudáveis e sustentáveis é um desafio para os nutricionistas, que atuam no setor de alimentação coletiva. **Objetivo**: Avaliar as ferramentas disponíveis na literatura para auxiliar no planejamento e na avaliação de cardápios de serviços de alimentação, sob os critérios de saudabilidade e sustentabilidade. **Métodos**: Trata-se de estudo de revisão de literatura realizado entre fevereiro e abril de 2025. Utilizou-se as bases de dados Scielo, periódicos CAPES, Google acadêmico com os descritores e suas combinações: "avaliação de cardápios", "instrumento", "saudável", "sustentável". Não houve delimitação do ano de publicação para obter maior alcance possível. Os critérios de inclusão foram: artigos nos idiomas português e inglês, que tratavam da elaboração ou validação de instrumento de planejamento e/ou avaliação de cardápios. **Resultados:** Foram encontrados 369 artigos, dos quais, 102 (28%) estavam duplicados. Após a leitura dos textos na íntegra, considerando os critérios de inclusão, foram selecionados 10 artigos para a análise final. Os artigos selecionados foram publicados entre 2003 e 2024. Dos instrumentos, 3 referem-se ao âmbito escolar e avaliam a saudabilidade: Índice de qualidade de cardápios escolares (IQCE), o Indicador de qualidade para cardápio da alimentação escolar (IQCAE) e o Índice de qualidade da coordenação de segurança alimentar e nutricional (IQCOSAN) já validados. No âmbito hospitalar, foram encontrados 2 instrumentos, um para planejamento de cardápio, no formato de planilha e o Instrumento para Avaliação da Qualidade Sensorial (AQS) que avalia a saudabilidade e está em processo de validação. Também foi identificado 1 instrumento para o âmbito de restaurantes universitários, em formato de planilha, que contempla os critérios saudável e sustentável. Por fim, foram encontrados 4 instrumentos para serviços de alimentação de forma geral: Avaliação Qualitativa de Preparações para Coletividades (AQPC), o Decisor de cardápios sustentáveis (DCS), o AVACARD que avalia quanto a saudabilidade e um questionário de avaliação sobre os aspectos de sustentabilidade no planejamento de cardápios. Dos instrumentos avaliados, 80% contempla critérios de alimentação saudável e 30% inclui também critérios sobre alimentação sustentável. **Conclusão**: Há diversidade e disponibilidade de instrumentos na literatura científica que possam auxiliar o nutricionista a planejar e avaliar cardápios com foco em saudabilidade e sustentabilidade. No entanto, estudos para desenvolvimento e validação de instrumentos que abordam aspectos relacionados aos impactos ambientais na alimentação são necessários com vistas à promoção de sistemas alimentares sustentáveis.

Palavras-chave: planejamento de cardápio; alimentação sustentável; dieta saudável; serviços de alimentação;

CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS ORGÂNICOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Ester Lima Erbe[1]; Bianca Leal Melo[1]; Aline Gomes de Mello de Oliveira[2]; Thadia Turon Costa da Silva[2]

[1]Estudante do Curso de Nutrição - INJC – UFRJ. [2]Docente do Depto de Nutrição e Dietética. – INJC – UFRJ.

Introdução: A alimentação saudável deve levar em conta não somente o aspecto nutricional como também o impacto das formas de produção e distribuição dos alimentos sobre a justiça social e a integridade no ambiente. Alimentos orgânicos e de base agroecológica são aqueles, de origem vegetal ou animal, oriundos de sistemas que promovem o uso sustentável dos recursos naturais, produzem alimentos livres de contaminantes químicos, protegem a biodiversidade, contribuem para a desconcentração das terras produtivas e para a criação de trabalho e que, ao mesmo tempo, respeitam e aperfeiçoam saberes e formas de produção tradicionais. **Objetivo:** O estudo teve como objetivo caracterizar a produção orgânica no Estado do Rio de Janeiro (ERJ), a partir dos dados disponíveis no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos do Ministério da Agricultura e Pecuária, com foco no processamento de alimentos. **Método:** A coleta de dados foi realizada tomando por base o cadastro de outubro de 2024 e os dados foram analisados no Microsoft Excel. **Resultados:** No Brasil existem 23.801 produtores orgânicos cadastrados, desse 460 (2%) estão no ERJ onde a grande maioria (94%) de produção é classificada como primária vegetal. No ERJ foram identificados 36 processadores de alimentos, sendo a maioria de produção artesanal, com 19 (52,8%) de origem vegetal, 13 (36,1%) de origem animal e 4 (11,1%) com ambos. Foi observada uma diversidade de 303 produtos processados de origem vegetal no total, sendo os mais frequentes pães 39 (13,0%), bolos 31 (10,2%), geleias 28 (9,2%), conservas de vegetais 18 (5,9%), farinhas 11 (3,6%), preparações salgadas como pastel/empadões 9 (2,9%), vegetais higienizados 8 (2,6%), frutas desidratadas 6 (2%), sucos de frutas congelados 5 (1,6%), cachaça 3 (1%), frutas congeladas 2 (0,6%), entre outros. Os alimentos de origem animal mais frequentemente produzidos são o ovo de galinha inspecionado com 11 (61%) dos produtores, queijo minas frescal com 4 (7%) e a ricota frescal com 4 (7%). Quanto ao tipo de certificação, 32 (89%) utilizam a certificação participativa e 4 (11%) são certificados por auditoria. Em relação à natureza jurídica, 28 (78%) dos produtores são pessoas físicas e 8 (22%) pessoas jurídicas. Em relação ao local de produção, os municípios com maior número de produtores orgânicos são Petrópolis (13%), Rio de Janeiro (13%), Teresópolis (13%), Magé (8%) e Paraty (8%). **Conclusão:** Conhecer o perfil da produção orgânica no ERJ é de suma importância para o direcionamento de políticas públicas relacionadas à assistência técnica e financiamento assim como para consumidores adequarem a alimentação à realidade da produção do local.

Palavra-chave: agricultura orgânica; certificação de alimentos; processamento de alimentos; agroecologia

IMPORTÂNCIA DOS ITENS DE ENSAIO DE PROFICIÊNCIA EM PESQUISA DE *SALMONELLA* SPP. EM MATRIZ LEITE

Diva da Silva Gomes[1]; Maria Luiza Soares de Souza[1]; Luísa Victória Carvalho Pinheiro[2]; Rodrigo Domingos Overa Tavares[3]; Silvia Maria dos Reis Lopes[4]

[1]Estudante do Curso de Residência Multiprofissional em Saúde na Área de Vigilância Sanitária com Ênfase na Qualidade de Produtos, Ambientes e Serviços – INCQS/Fiocruz [2]Estudante do Curso de Farmácia – CCS – UFRJ [3]Analista do Laboratório do Setor de Alimentos – Departamento de Microbiologia – INCQS/Fiocruz. [4]Chefe do Laboratório de Alimentos e Saneantes – Departamento de Microbiologia – INCQS/Fiocruz.

Introdução: As infecções de origem alimentar são de grande preocupação para a saúde pública, sendo um dos principais agentes causadores a bactéria *Salmonella* spp., que foi responsável por aproximadamente 9,6% dos surtos notificados no Brasil entre os anos de 2014 a 2023. Os laboratórios de análise de alimentos têm papel fundamental em garantir que os produtos analisados sejam avaliados corretamente. A norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 determina a participação em Ensaios de Proficiência (EP) para os laboratórios acreditados. Ensaios de Proficiência são comparações interlaboratoriais que permitem avaliar se os laboratórios participantes são proficientes num determinado ensaio. Dentre as matrizes utilizadas em EP de microbiologia de alimentos, o leite e derivados destacam-se devido ao elevado consumo anual pela população brasileira, que é de aproximadamente 116,7 litros de leite por habitante, incluindo grupos de risco como crianças e idosos. O EP permite garantir a confiabilidade dos resultados e identificar possíveis problemas. **Objetivo:** O presente trabalho tem como objetivo a apresentação das etapas da produção e controle dos itens de ensaio para o EP de Pesquisa de *Salmonella* spp. em matriz leite, que foi realizado no Setor de Alimentos do Departamento de Microbiologia do INCQS/Fiocruz, seguindo os requisitos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17043:2024. **Métodos**: A partir de leite estéril (Skim milk, BD Difco™), foi utilizada a cepa de *Salmonella* Typhimurium, depositada na coleção de pesquisa do INCQS sob o número P5432, para produção de um lote com 200 frascos identificados como SALM 01/24. Para isso foram realizadas as seguintes etapas: suspensão bacteriana, congelamento, liofilização, verificação de vácuo e análises de controle (teste de homogeneidade e estudo de estabilidade a -70 ± 10 ºC). **Resultados:** O lote foi considerado suficientemente homogêneo e estável para ser utilizado em um EP na rodada de pesquisa de *Salmonella* spp. Este EP contou com a participação de 18 laboratórios, sendo 15 Laboratórios Centrais de Saúde Pública (Lacen), dois laboratórios municipais e um laboratório particular. Dentre os participantes, 16 laboratórios obtiveram resultados satisfatórios, sendo considerados proficientes e 2 insatisfatórios. **Conclusão:** A participação em ensaio de proficiência é essencial para que os laboratórios possam garantir a qualidade de seus resultados de análise, garantindo a segurança dos alimentos para assegurar a saúde da população.

Palavras-chave: *Salmonella*; Alimentos; Ensaio de Proficiência; Microbiologia; Segurança de Alimentos.

AÇÕES EDUCATIVAS COM MANIPULADORES DE ALIMENTOS EM SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO

Glaucia Barros Barbosa[1]; Julia Medeiros Ramalho[2]; Hilana Ceotto Vigoder[3]; Denise Rosane Perdomo Azeredo[4]

[1]Estudante do Curso de Especialização em Gestão de Segurança de Alimentos e Qualidade Nutricional - IFRJ. [2]Nutricionista do Sistema Integrado de Alimentação - UFRJ. [3]Docente do Curso de Especialização em Gestão de Segurança de Alimentos e Qualidade Nutricional - IFRJ. [4]Docente do Curso de Especialização em Gestão de Segurança de Alimentos e Qualidade Nutricional - IFRJ.

Introdução: Ações educativas com manipuladores de alimentos em serviços de alimentação possuem relevância, especialmente no que diz respeito à higiene e segurança do alimento, visando contribuir para a redução dos casos de contaminação de alimentos e, consequentemente, de surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA). **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi mapear e analisar as principais ações educativas voltadas à manipulação de alimentos a partir da literatura científica, por meio de metodologias ativas. **Métodos:** Esta pesquisa faz parte do trabalho de conclusão de Curso de Especialização. Foi realizada uma revisão bibliográfica por meio de consultas ao Google Acadêmico, abrangendo o período de 2019 a 2024, para investigar as ações educativas realizadas com manipuladores de alimentos em serviços de alimentação. Também foi consultada a legislação sanitária, a fim de complementar a fundamentação teórica. As palavras-chave utilizadas incluíram os termos em português: ações educativas, manipuladores de alimentos, serviços de alimentação, boas práticas de manipulação, segurança do alimento, jogos e metodologias ativas. Critérios de inclusão considerados: artigos acadêmicos, dissertações e teses, no idioma português que abordassem ações educativas; metodologias ativas para manipuladores de alimentos; artigo com acesso integralmente gratuito. Critérios de exclusão: artigos cujo resumo não apresentou aderência ao escopo do presente estudo; artigos datados com mais de 5 anos. Os dados obtidos a partir dos artigos e da legislação consultados foram categorizados de forma narrativa e crítica gerando temas para a discussão. **Resultados**: Com base nos critérios adotados, foram selecionados 13 artigos. Estudos recentes têm demonstrado impactos positivos dos programas de formação, onde soluções digitais e metodologias ativas, têm ganhado força devido à flexibilidade que oferecem. Os principais recursos encontrados aplicados neste contexto foram: *e-learning* em plataformas digitais; gamificação e simulações virtuais; realidade aumentada e virtual em ambientes simulados digitalmente; ações educativas híbridas que combinam treinamento prático presencial com suporte teórico *online*. Simulações interativas permitem que manipuladores de alimentos aprendam vivenciando situações reais de manipulação e identificando erros críticos de higiene. A implementação dessas ações educativas enfrenta desafios consideráveis, como a alta rotatividade de pessoal, a falta de recursos financeiros para treinamentos contínuos e a ausência de uma cultura da segurança de alimentos que valorize a formação. **Conclusão**: Destaca-se, portanto, que as ações educativas desempenham um papel essencial na segurança dos alimentos e devem ser continuamente aprimoradas e

implementadas para atender às necessidades e desafios do setor de serviços de alimentação. Sugere-se a realização de estudos que possam avaliar diretamente o impacto de diferentes métodos de formação em diversas realidades e contextos.

Palavras-chave: boas práticas de manipulação; serviço de alimentação; segurança do alimento; metodologias ativas.

SEGURANÇA DOS ALIMENTOS E ALÉRGENOS: DETECÇÃO POR PCR EM ALIMENTOS COMERCIALIZADOS EM MINAS GERAIS (2015-2024)

Gláucia Celeste de Souza Amâncio[1], Priscila Alves Lima[1], Bruna Vitória Soares Valença[1], Viviane das Graças Ribeiro[1], Daniela Peralva Lima[1]

[1]Analista e Pesquisador de Saúde e Tecnologia / SMBP / DIVISA - FUNED. [2]Técnico de Saúde e Tecnologia / SMBP/ DIVISA - FUNED. [3]Estagiária Estudante Curso de Ciências Biológicas - UFMG

Introdução A alergia alimentar (AA) é uma resposta imunológica exacerbada e persistente a proteínas presentes em determinados alimentos, podendo desencadear reações graves como a anafilaxia, inclusive em quantidades mínimas. Estima-se que entre 200 a 250 milhões de pessoas sofram com AA em todo o mundo, afetando especialmente criança. Atualmente, mais de 170 alimentos foram identificados como potencialmente alergênicos, sendo que oito deles representam cerca de 90% das reações alérgicas: ovos, leite, peixes, crustáceos, castanhas, amendoim, trigo e soja. No Brasil, a RDC nº 26/2015 da Anvisa regulamentou a rotulagem obrigatória de 18 alérgenos, sendo substituída pela RDC 727/2022 que manteve a lista e os requisitos fundamentais para a prevenção de reações alérgicas. A detecção de alérgenos em alimentos pode ser realizada por métodos moleculares, como a PCR em tempo real (qPCR), que permite identificar traços de DNA dos alergênicos. **Objetivos** Este estudo objetivou monitorar a presença de alérgenos em diferentes categorias de alimentos comercializados em Minas Gerais, entre 2015 e 2024, por análises moleculares realizadas pelo LACEN-MG. Além de avaliar a conformidade dos produtos com as normas regulatórias vigentes no período e contribuir para a garantia da segurança dos alimentos. **Métodos** Entre 2015 e 2021, foi utilizada a técnica de PCR convencional para detecção de DNA de soja em 71 amostras de farinhas de trigo. A partir de 2022, empregou-se a metodologia de qPCR em 68 amostras de alimentos processados (barras de cereais, biscoitos, bolos, pães e suplementos) para a detecção de dez alérgenos listados na RDC 727/2022, incluindo diversas oleaginosas e a soja. **Resultados** De 2015 a 2016, em mais de 50% das amostras de farinha de trigo foi detectada soja sem a indicação deste alérgeno no rótulo. A partir de 2017 todas as farinhas estavam rotuladas como "*Pode conter soja*" não sendo detectada em aproximadamente 30% dessas. No período de 2022 a 2024 outras categorias de alimentos foram analisadas, em 41% das amostras com a declaração "*Pode conter*", o alérgeno declarado não foi detectado, sugerindo o uso imoderado da rotulagem de precaução. **Conclusão** As análises por PCR convencional e qPCR mostraram-se eficazes na detecção de alérgenos em alimentos, sendo uma ferramenta essencial para garantir a segurança dos mesmos e o cumprimento da legislação pelos fabricantes. Apesar dos avanços na rotulagem, o uso indiscriminado da expressão "*Pode conter*" pode restringir desnecessariamente o consumo por indivíduos alérgicos, contrariando o princípio de uso como última alternativa, conforme regulamentado pela RDC 727/2022.

Palavras-chave: alérgenos; legislação; segurança dos alimentos; qPCR

PERCEPÇÕES E PRÁTICAS SOCIAIS DE COZINHEIROS DA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR DURANTE A PANDEMIA

Cristiane Tavares Matias[1]; Sueli Maria da Silva[2]; Eduardo José Marandola Jr[3]; Elke Stedefeldt[4]

[1]Pesquisadora em Segurança dos Alimentos, Doutora em Nutrição – PPGNut – UNIFESP. [2]Pesquisadora em Segurança dos Alimentos, Mestre em Nutrição – PPGNut – UNIFESP. [3]Livre-docente em Sociedade e Ambiente, Doutor em Geografia – FCA – UNICAMP. [4]Livre-docente em Segurança dos Alimentos, Doutora em Alimentos e Nutrição – PPGNut – UNIFESP

Introdução: A pandemia reconfigurou as dinâmicas escolares e impôs adaptações urgentes para a reabertura das escolas. Nesse cenário de incertezas, medo, desinformação e desafios para a implementação de medidas protetivas, os cozinheiros da alimentação escolar tiveram que reinventar suas práticas e se adaptar a uma nova realidade. **Objetivo**: O presente estudo investigou as percepções e as práticas sociais de cozinheiros da alimentação escolar durante a suspensão das aulas presenciais, devido a pandemia de COVID-19, com vistas ao retorno seguro. **Métodos**: Com foco nas mudanças no ambiente de trabalho e na adaptação às novas demandas sanitárias, a pesquisa teve como base sociológica a Teoria da Estruturação, de Anthony Giddens, que compreende agentes e estrutura com a capacidade de se transformarem mútua e continuamente, de forma interdependente. A estrutura é simultaneamente o meio e o resultado das ações humanas. Os agentes estudados foram 10 cozinheiros da alimentação escolar. A estrutura foram as normas e recursos da Rede de ensino pública municipal de Guarulhos/SP durante o período de março e julho de 2021, quando as aulas ainda estavam suspensas, mas havia a expectativa de retorno a qualquer momento. Realizou-se entrevistas semiestruturadas por telefone, gravadas e transcritas, e a análise de conteúdo foi do tipo temática segundo Bardin (2016), com suporte do software MAXQDA Plus® 2022. A pesquisa foi aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa da UNIFESP, CAAE 44213421.0.0000.5505. **Resultados**: Emergiram das entrevistas três categorias apriorísticas: (1) Percepções sobre SARS-CoV-2, COVID-19 e pandemia; (2) Risco sanitário; e (3) Retorno às aulas presenciais: viabilidade e protocolo. Sentimentos como medo, luto, preocupação e ansiedade sugeriram uma alta percepção de risco de COVID-19. As informações e conhecimento demonstrados foram compatíveis com o momento, com algumas confusões conceituais. Os agentes reclamaram do excesso de informações infundadas e conflitantes sobre a pandemia. Apontaram que as refeições poderiam representar situações de perigo, visto a proximidade e a socialização inevitáveis, o compartilhamento de objetos, a retirada das máscaras faciais, o mobiliário e a higienização das mãos inadequada ou insuficiente. Estar na cozinha das escolas, em equipe, também foi apontada como uma situação perigosa em escolas com estruturas físicas inadequadas, espaços pequenos e pouca ventilação natural, dificultando o distanciamento físico e a utilização das máscaras em todo o período. Essas condições demonstram a influência da estrutura (recursos) na agência dos profissionais, moldando e condicionando as práticas**. Conclusão:** A pesquisa apontou para a resiliência e adaptabilidade desses profissionais, que, apesar das

limitações, buscaram se preparar. Tristeza, insegurança e medo refletiram as dinâmicas emocionais desse período desafiador. As propriedades estruturais confirmaram ser simultaneamente meios e fins das práticas sociais dos agentes, havendo a necessidade de investimentos em formação continuada e infraestrutura nas escolas.

Palavras-chave: coronavírus; escolas; percepção de risco; práticas sociais.

CONSTRUÇÃO DE LEGISLAÇÃO SANITÁRIA PARA RESTAURANTES DE CULINÁRIA TIPO JAPONESA EM JABOATÃO DOS GUARARAPES, PE

Anízia Maria Vieira de Souza Lapenda[1]; Emileide Freire de Castro Melo Cadore[2]; Sueli Alves Barbosa[3]; Adeilza Gomes Ferraz[4]; Vânia Cristina de L. Freitas[5]

[1] Coordenadora de Alimentos da Vigilância Sanitária de Jaboatão dos Guararapes, PE. [2 3] Inspetora Sanitária da Vigilância Sanitária de Jaboatão dos Guararapes, PE. [4]Gerente da Vigilância Sanitária de Jaboatão dos Guararapes, PE. [5]Diretora de Vigilância em Saúde de Jaboatão dos Guararapes, PE.

Introdução: A culinária tipo japonesa tem sido cada vez mais popular no Brasil e no mundo, porém as preparações manuais e o uso de alimentos não cozidos podem representar um maior risco de intoxicação por bactérias como *Salmonella* spp., *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, entre outras, tornando-se assim, uma preocupação para a garantia da segurança dos alimentos, sendo um fator de risco para as chamadas Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA), que são causadas pela ingestão de água e/ou alimentos contaminados, fazendo-se necessário a identificação dos pontos críticos de controle e a adesão às boas práticas essenciais para prevenir riscos à saúde dos consumidores. Em Jaboatão dos Guararapes esse tipo de culinária tem se espalhado nos mais diversos tipos de restaurantes, dos especializados em sushi e até mesmo nos self-services com cardápios mistos. **Objetivo**: Elaborar uma legislação complementar e específica para regulamentar as práticas higiênico-sanitárias em estabelecimentos que produzem e comercializam culinária tipo japonesa, com vistas a melhorar as boas práticas e consequentemente a oferta do alimento seguro, subsidiando as ações de fiscalização pelas equipes da Vigilância Sanitária do Jaboatão dos Guararapes. **Métodos**: Essa construção foi realizada através de pesquisas bibliográficas em trabalhos científicos e portarias municipais/federais, contribuindo com os padrões estabelecidos na legislação. **Resultados**: Após a pesquisa foi construído um checklist, e aplicado em restaurantes da regional 6 (praias), com destaque aos seguintes itens: escolha da matéria prima de qualidade; a manutenção da cadeia de frio durante todo o processo produtivo; armazenamento dos alimentos; treinamento dos manipuladores; higienização correta dos alimentos e dos utensílios; controle de temperatura e pH do arroz acidificado. A partir desse diagnóstico obtido nos restaurantes e a revisão bibliográfica construímos a minuta normativa. **Conclusão**: Concluímos que esse modelo de legislação irá subsidiar os estabelecimentos que preparam essa culinária, com medidas essenciais de prevenção a possíveis contaminações, garantindo assim a qualidade higiênico-sanitária da culinária tipo japonesa e promovendo a saúde dos consumidores em Jaboatão dos Guararapes.

Palavras-chaves: Culinária Japonesa; Segurança dos Alimentos; Qualidade higiênico-sanitária; Sushi.

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DA ÁGUA UTILIZADA EM SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO NA CIDADE DE JABOATÃO DOS GUARARAPES - PE

Luciméri Paulino Machado Magalhães[1]; Adriana Machado Magalhães[2]; Anízia Maria Vieira de Souza Lapenda[3]; Adeilza Gomes Ferraz[4]; Vânia Cristina de Lima Freitas[5]

[1]Inspetora Sanitária – Vigilância Sanitária Município do Jaboatão dos Guararapes – PE; [2]Ex-estagiária - Vigilância Sanitária município do Jaboatão dos Gurarapes – PE; [3]Coordenadora de Alimentos - Vigilância Sanitária município do Jaboatão dos Gurarapes – PE; [4] Gerente de Vigilância Sanitária município do Jaboatão dos Gurarapes – PE; [5] Diretora de Vigilância em Saúde município do Jaboatão dos Gurarapes – PE

Introdução. A água se apresenta como fator de risco por ser ingrediente fundamental na preparação, higienização e manipulação dos alimentos, portanto sua avaliação e monitoramento da qualidade são de extrema importância para minimizar riscos de contaminação e garantir a segurança sanitária dos produtos finais e prevenir Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA). **Objetivo.** O objetivo desse trabalho foi verificar a adequação da água utilizada nos serviços de alimentação na cidade de Jaboatão dos Guararapes (PE), com base na análise de parâmetros sanitários estabelecidos pela RDC nº 216/2004. **Método.** Trata-se de um estudo quantitativo, de natureza experimental, realizado no período entre julho e outubro de 2022, com coleta de dados de 24 estabelecimentos comerciais do setor alimentício, entra eles padarias, unidades de alimentação e nutrição com serviço de refeições preparadas para empresas, lanchonetes, restaurantes e minimercados com manipulação de alimentos. Os estabelecimentos foram selecionados aleatoriamente de acordo com o cronograma de inspeções dos processos em fase de licenciamento sanitário. Foram avaliados parâmetros como fonte de abastecimento, presença de cloro residual, limpeza dos reservatórios e apresentação de laudo microbiológico da água, conforme exigido pela legislação vigente. **Resultados.** Observou-se que 79,2% dos estabelecimentos utilizavam como fonte principal de abastecimento a Solução Alternativa Coletiva (SAC), ou seja, água proveniente de poço artesiano, enquanto apenas uma minoria, 20,8% utilizavam o sistema público de abastecimento de água (COMPESA). Em relação ao controle sanitário da água, apenas 50% dos estabelecimentos possuíam certificado de limpeza do reservatório e atendiam aos parâmetros mínimos de cloro residual. Além disso, apenas 54,2% apresentaram laudo microbiológico da água, documento obrigatório segundo a legislação sanitária vigente. **Conclusão.** Ficou evidente que apesar da existência de normativas específicas, como a RDC nº 216/2004, ainda são frequentes as não conformidades, o que representa um risco potencial à saúde dos consumidores. O estudo reforça a necessidade de mais ações educativas e orientações técnicas contínuas, visando à adequação dos estabelecimentos e à promoção de práticas que assegurem a qualidade higiênico-sanitária da água utilizada na cadeia alimentar.

Palavras-chave: potabilidade; alimento seguro; fonte de abastecimento

CAPACIDADE, OPORTUNIDADE E MOTIVAÇÃO PARA PRÁTICAS DE SEGURANÇA DOS ALIMENTOS EM UM SERVIÇO DE ALIMENTAÇÃO HOSPITALAR

Letícia de Oliveira Fonseca[1]; Carolina Bottini Prates[2]; Elke Stedefeldt[3]; Laís Mariano Zanin[4]

[1]Estudante de mestrado em Nutrição e Metabolismo – Universidade de São Paulo – USP. [2]Pesquisadora de doutorado em Nutrição – Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP. [3]Docente do Centro de Pesquisas e Práticas em Nutrição e Alimentação Coletiva – UNIFESP [4]Docente do Depto de Ciências da Saúde – Universidade de São Paulo – USP.

Introdução: As práticas inadequadas de segurança dos alimentos aumentam o risco de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA). O modelo COM-B de mudança comportamental é fundamentado em três construtos (capacidade, oportunidade e motivação), capazes de atuar como barreiras e/ou facilitadores dos comportamentos alvo para práticas seguras. **Objetivo:** Avaliar os construtos capacidade, oportunidade e motivação dos manipuladores de alimentos com relação às práticas seguras em um serviço de alimentação hospitalar. **Métodos:** Estudo descritivo, qualitativo, com entrevistas semi-estruturadas baseadas em sete perguntas, sendo: uma contextualizadora e seis com base no modelo COM-B (de capacidade, oportunidade e motivação), com 2 perguntas para cada construto. As entrevistas foram conduzidas presencialmente, no ambiente de trabalho, durante o período de 7 dias, utilizando critério de saturação de dados. Para análise foi realizada a transcrição dos áudios gravados utilizando o software CliptoIA. Foi aplicada a técnica de análise do conteúdo do tipo temática com categorias apriorísticas, usando o software MAXQDA. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CAAE: 79676724.3.0000.5440). **Resultados:** Foram entrevistados, em fevereiro de 2025, 19 manipuladores de alimentos de 9 setores do serviço de alimentação, que deram origem a 13 núcleos de sentido. Esses, foram categorizados em: práticas de segurança dos alimentos (higienização de utensílios e alimentos; inadequação do uso do cloro na higienização de alimentos; controle da temperatura dos alimentos; contaminação cruzada; lavagem de mãos; práticas baseadas em experiências prévias; baixa frequência de treinamento), organização/liderança (adequação do ambiente e das práticas para dias de inspeção; ausência de intervenção dos líderes; falta de produtos, espaço, e equipamentos), e relações pessoais/comprometimento (engajamento da equipe; comprometimento e conscientização do trabalho; reflexões sobre o impacto do serviço no consumidor). **Conclusão:** Evidenciam-se inadequações nas práticas de segurança dos alimentos (capacidade), falta de organização/liderança (oportunidade), e valorização das relações sociais/comprometimento (motivação). Esses dados, podem apoiar a realização de intervenções assertivas para minimizar o risco de DTHA.

Palavras-chave: Doenças de transmissão hídrica e alimentar; Modelo COM-B; Serviço de alimentação hospitalar; Barreiras e facilitadores; Análise qualitativa.

ANÁLISE E APROVEITAMENTO DE SOBRAS LIMPAS EM SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO

Laura Della Méa Piovesan; Deise Silva de Moura; Cátia Regina Storck

Introdução: O desperdício de alimentos em Serviços de Alimentação ocorre principalmente nas etapas de pré-preparo, preparo e distribuição, sendo classificado como sobra limpa, que pode ser reaproveitada conforme a RDC nº 216/2004. Fatores como falhas no planejamento, armazenamento inadequado e preferências dos consumidores influenciam diretamente nesse desperdício. Em nível global, o cenário é preocupante, especialmente no Brasil, onde a fome ainda é uma realidade. **Objetivo:** Analisar as sobras alimentares de preparações não distribuídas em Serviços de Alimentação e propor protocolos de armazenamento e reaproveitamento. **Métodos:** O estudo foi realizado em cinco Serviços de Alimentação localizados na região central do Rio Grande do Sul, no ano de 2022, selecionados por conveniência e com sistema de distribuição self-service. Trata-se de uma pesquisa transversal, quantitativa e qualitativa. A coleta de dados ocorreu durante três dias em cada local, com o uso de balança digital e acompanhamento da produção. Foram registradas as quantidades produzidas, as sobras limpas e sujas em planilha própria. Também foram realizadas entrevistas com nutricionistas ou gestores. **Resultados e Discussão:** Segundo o PNUMA, em 2022 os serviços de alimentação foram responsáveis por 28% do desperdício global. O local C apresentou o maior índice de sobra limpa (36,46%), seguido dos locais A e E. Nenhum local fazia controle das sobras. **Conclusão:** Os resultados evidenciam a necessidade de planejamento adequado, o que contribui para a redução do desperdício e melhora na segurança e qualidade dos alimentos oferecidos.

Palavras chaves: aproveitamento de alimentos; desperdício de alimentos; receitas

SORVETE SABOR FRUTAS VERMELHAS ADICIONADO DE SORO DE LEITE EM PÓ RECONSTITUÍDO ZERO LACTOSE

Bruna Raissa Silva Nogueira[1]; Natália Lopes Coelho[1]; Ramon Araújo dos Santos[2]; Eliane Maurício Furtado Martins[3]; Roselir Ribeiro da Silva[3]

[1]Estudante do Curso de Laticínios - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos - DCTA/IF Sudeste MG.[2]Estudante do Curso de Pós-Graduação em Doutorado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos- Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos - DCTA/IF Sudeste MG.
[3]Docente/pesquisador do Depto de Ciência e Tecnologia de Alimentos - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos - DCTA/IF Sudeste MG

Introdução: O sorvete é um gelado comestível rico em nutrientes e amplamente consumido por indivíduos de diferentes faixas etárias. É tradicionalmente produzido a partir do leite, sendo fonte de proteínas, gorduras, açúcares, vitaminas e minerais. A indústria de gelados comestíveis tem buscado alternativas saudáveis e sustentáveis, incluindo o aproveitamento do soro de leite, um subproduto da fabricação de queijos, rico em nutrientes. Seu reaproveitamento contribui para a sustentabilidade e agrega valor nutricional aos gelados comestíveis. Atualmente, além da busca pela sustentabilidade e saudabilidade, nota-se a crescente prevalência da intolerância à lactose, o que impulsiona a demanda por produtos isentos desse açúcar, o que reflete em um mercado em expansão. **Objetivo:** Este trabalho objetivou desenvolver sorvete sabor frutas vermelhas adicionado de soro de leite em pó reconstituído zero lactose e avaliar suas características microbiológicas conforme a legislação vigente. **Métodos**: Para fabricação do sorvete, foi elaborada uma calda contendo leite em pó deslactosado (1,5%), gordura de palma (8%), soro de leite em pó reconstituído hidrolisado com 20% de sólidos (75%), sacarose (açúcar cristal) (8,8%), glicose em pasta (0,7%), estabilizante (1%), emulsificante (1%) e geleia de frutas vermelhas (4,5%). As amostras foram avaliadas quanto a *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus epidermidis; Klebsiella oxytoca* e *Pseudomonas aeruginosa;* além da presença ou ausência de *Salmonella* sp., após a fabricação. **Resultados**: As amostras apresentaram aptas para o consumo humano, atendendo aos padrões microbiológicos preconizados pela legislação brasileira (IN n° 161). O sorvete atingiu a hidrólise total da lactose pelo cálculo da crioscopia, podendo ser considerados deslactosado. **Conclusão**: O produto final exalta que o uso do soro de leite em pó zero lactose como base de sorvete é uma alternativa promissora de aproveitamento do subproduto pela indústria reduzindo, assim, o impacto ambiental e disponibilizando novas opções de produto para os consumidores intolerantes à lactose.

Palavras-chave: gelado comestível; segurança; soro de leite.

PERCEPÇÃO E ATITUDES DOS CONSUMIDORES BRASILEIROS EM RELAÇÃO A SORVETES E ADITIVOS: UMA ANÁLISE DE ÁRVORE DE CLASSIFICAÇÃO

Jonas de Toledo Guimarães[1], Mônica Queiroz de Freitas[1], Adriano Gomes da Cruz[2]

[1] Universidade Federal Fluminense (UFF), Departamento de Tecnologia de Alimentos. Faculdade de Medicina Veterinária, Niterói, RJ Brasil. [2] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Departamento de Alimentos, Rio de Janeiro, Brasil.

Introdução: Apesar da recente tendência por produtos "clean label", muitos consumidores podem não associar o consumo de sorvete ao consumo de aditivos. **Objetivo(s):** O objetivo principal deste estudo foi avaliar a percepção e as atitudes de consumidores brasileiros em relação ao consumo de sorvete e presença de aditivos alimentares. **Métodos:** Realizou-se uma pesquisa online com 235 consumidores brasileiros amostrados por conveniência. Utilizou-se um questionário virtual (Google Forms) que incluía 28 afirmações sobre percepções de sorvete (saúde, segurança, preço, ingredientes, aditivos, sensorial, hábitos), avaliadas em escala Likert de 7 pontos, e questões sociodemográficas (sexo, idade, renda, escolaridade), antropométricas (Índice de massa corporal-IMC) e comportamentais (conhecimento sobre aditivos, verificação da tabela nutricional/lista de ingredientes, preocupação com saúde, oferta de sorvete a crianças, frequência de consumo). A análise de dados envolveu: Análise Fatorial, Agrupamento K-means e Análise de Árvore de Classificação (CTA, algoritmo CHAID). **Resultados:** A análise CTA mostrou que a escolaridade foi o principal preditor do conhecimento sobre aditivos (junto com o sexo, mulheres com maior escolaridade sabiam mais), da preocupação com a saúde e da verificação de ingredientes. O IMC previu a verificação da tabela nutricional. Três grupos de consumidores foram identificados pelo K-means e caracterizados pela CTA: Grupo 1 (37%): "Mulheres Equilibradas" - Principalmente mulheres que não verificam a tabela nutricional. Grupo 2 (33%): "Mulheres Despreocupadas" - Mulheres que dão sorvete a crianças e não verificam rótulos (nutricional/ingredientes). Grupo 3 (30%): "Homens e Mulheres Despreocupadas" - Homens em geral e mulheres que não verificam rótulos. As percepções sobre aditivos diferiram significativamente entre os grupos. As "Mulheres Equilibradas" concordaram mais que o alto número de aditivos é um problema para a saúde e que aditivos artificiais são mais prejudiciais que os naturais. Os grupos "Despreocupados" (homens e mulheres) tenderam a discordar que aditivos são um problema ou que o número de ingredientes indica se o produto é saudável. **Conclusão:** As percepções dos consumidores brasileiros são influenciadas principalmente pela escolaridade e pelo gênero. Existe um segmento de consumidoras ("Mulheres Equilibradas") mais preocupadas com aditivos, embora nem sempre verifiquem os rótulos. Contudo, uma parcela maior ("Despreocupados"), incluindo homens e outras mulheres, demonstra menor preocupação com aditivos em sorvetes, apesar de uma consciência geral sobre saúde. Isso indica uma desconexão entre

conhecimento/preocupação geral e comportamento específico de verificação de rótulos para sorvetes. Há espaço para educação do consumidor e para a indústria desenvolver produtos "clean label" e estratégias de comunicação direcionadas aos diferentes segmentos.

Palavras-chave: Clean label; Inteligência artificial; produto lácteo; sensorial.

AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO MICROBIOLÓGICA NÃO USUAL DO LEITE DE CABRA CRU NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Lucas Camara Ferreira[1]; Maria Victória Inácio Wernech[2]; Gustavo Luis de Paiva Anciens Ramos[3]

[1]Estudante do Curso de Nutrição – UFF. [2]Estudante do Curso de Ciências Biológicas – UFF. [3]Docente do Departamento de Bromatologia – MBO – UFF.

Introdução: O consumo de leite caprino no Brasil tem apresentado um crescimento significativo nos últimos anos. Esse produto é obtido por meio da ordenha da cabra, etapa considerada crítica no processo produtivo, devido ao risco de contaminação por microrganismos associada à condição de saúde do animal, conduta irregular do manipulador e/ou má higienização dos equipamentos utilizados. **Objetivo:** Avaliar a composição microbiológica do leite de cabra cru comercializado informalmente no Estado do Rio de Janeiro, por meio de isolamento e identificação dos microorganismos. **Métodos:** Seis amostras de leite de cabra foram coletadas em diferentes regiões do Estado do Rio de Janeiro, onde 25g de cada amostra foram transferidos para 225 ml de água peptonada a 0,1%, onde posteriormente as amostras foram inoculadas em duplicatas em diferentes meios de cultura: ágar violeta vermelho bile glicose (VRBG, para Enterobacteriaceae), ágar triptona bile glicurônico (TBX, para *Escherichia coli*), ágar cetrimida (para *Pseudomonas*) e ágar manitol salgado (para *Staphylococcus* e Gram-positivos). Após o tempo de incubação, foram selecionadas colônias com diversas morfologias e estocadas sob congelamento em caldo triptona de soja com 40% de glicerol. Os isolados foram identificados por espectrometria de massas (MALDI-TOF, *Matrix Assisted Laser Desorption Ionization Time of Flight Mass Spectrometry*). **Resultados:** Além da população usual esperada para amostras de leite de cabra, como espécies do gênero *Pseudomonas e Staphylococcus*, foram identificadas espécies não usuais desta matriz alimentar, como *Bacillus pumilus* (relacionada a raízes de plantas e cereais), *Agrobacterium radiobacter* (relacionada ao solo e plantas), *Oceanobacillus* sp. (ambientes salinos) *Stenotrophomonas maltophilia* (água, solo e ambiente hospitalar), *Empedobacter falsenii* (ambiente hospitalar, pouco explorada), e *Priestia megaterium* (utilizada como inoculante de solo). Os resultados indicam que essa diversidade microbiana encontrada pode estar associada a boas práticas de ordenha inadequadas. Como tratam-se de espécies pouco relacionadas a esta matriz alimentar, e até mesmo à área de alimentos, são necessários estudos de caracterização a fim de se avaliar os potenciais impactos na segurança e na qualidade do leite de cabra. **Conclusão:** A diversidade de microrganismos encontrados nas amostras pode estar relacionada a condições inadequadas de boas práticas de ordenha, assim como às condições informais de comercialização. Para melhor compreensão do impacto na qualidade e segurança do produto, são necessárias caracterizações adicionais.

Palavras-chave: Produtos lácteos, microbiologia de alimentos, *Pseudomonas, Staphylococcus*, espectrometria de massas

NANOPARTÍCULAS DE ZINCO SINTETIZADAS COM USO DE EXOPOLISSACARÍDEOS DE *L. FERMENTUM*: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL NO CONTROLE DE PATÓGENOS ALIMENTARES

Luana de Carvalho[1]; Matheus Henrique Nogueira[1]; Mariana Lima Braga[1]; Márcia Cristina Furlaneto[2]; Luciana Furlaneto Maia[1]

[1]Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Tecnologia–Paraná, Londrina 86036-370, Brasil [2]Departamento de Microbiologia, Universidade Estadual de Londrina, C.P. 6001, Paraná 86051-990, Brasil

Introdução: A contaminação por patógenos alimentares representa um desafio global, exigindo alternativas seguras e sustentáveis aos métodos convencionais de controle microbiano. Nesse contexto, nanopartículas de zinco (ZnNPs) sintetizadas biologicamente vêm sendo investigadas devido às suas propriedades antimicrobianas e antibiofilme. **Objetivo:** Avaliar a síntese biogênica de ZnNPs mediada por exopolissacarídeos (EPS) produzidos por *Lactobacillus fermentum* e analisar suas atividades antimicrobianas, antibiofilme e citotóxicas. **Métodos:** EPS foi extraído de culturas de *L. fermentum* e empregado como agente redutor na síntese de ZnNPs a partir de $ZnSO_4$. As nanopartículas (EPS-ZnNPs) foram caracterizadas por espectroscopia UV-Vis, espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), microscopia eletrônica de varredura acoplada à espectroscopia de dispersão de energia (SEM-EDS) e análise de potencial zeta. As atividades antimicrobianas e antibiofilme foram avaliadas contra *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, utilizando ensaios de difusão em ágar, determinação da concentração inibitória mínima (MIC) e formação de biofilme em placas de microtitulação. A biocompatibilidade foi analisada em células VERO CCL-81. **Resultados:** As EPS-ZnNPs apresentaram morfologia hexagonal, tamanho entre 200–400 nm, potencial zeta negativo (-17,4 mV) e estabilidade plasmônica preservada por até 120 dias. Demonstraram halos de inibição significativos contra *E. coli* e *S. aureus*, com MICs de 3,12 mg/mL e 6,25 mg/mL, respectivamente. A inibição da formação de biofilme foi dose-dependente, atingindo inibição de 81,65% para *E. coli* e 62,05% para *S. aureus*. As nanopartículas sintetizadas exibiram alta pureza, estabilidade e citotoxicidade indetectável nas células VERO. **Conclusão:** As EPS-ZnNPs sintetizadas por *L. fermentum* demonstraram potencial como agentes antimicrobianos, apresentando eficácia contra patógenos alimentares e perfil de segurança adequado, configurando-se como uma alternativa promissora para aplicação em sistemas alimentícios sustentáveis.

Palavras-chave: Síntese biogênica; Biocompatibilidade; Controle microbiano; Controle biofilme; Probiótico

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA CASTANHA DO BARU (*Dipteryx alata Vogel*)

Caroline Rodrigues de Azevedo[1]; Juliana Barbosa Azevedo[2]; Renata Torrezan[3]; Otniel Freitas-Silva[3]

[1]Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos e Nutrição - PPGAN / UNIRIO. [2]Estudante de graduação em Engenharia Florestal – UFRRJ. [3]Pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Introdução: O baru é um fruto típico do cerrado brasileiro apresentando teores de proteínas e minerais elevados e ainda é uma fonte de renda e sustento para os agricultores e extrativistas locais. Observa-se um crescente interesse por alimentos da agrobiodiversidade brasileira, que possam promover melhor qualidade na alimentação e segurança nutricional.Por apresentar uma amêndoa comestível, o baru, pode ser sujeito a contaminação por micotoxinas, como as demais castanhas (*tree nuts*). **Objetivo:** Este trabalho procurou investigar a ocorrência de fungos produtores e de micotoxinas em amêndoas de baru *in natura* e torrada de duas localidades diferentes (Arinos - MG e Jussara - GO). **Métodos:** O isolamento de fungos das sementes de baru foi feito em meio de Ágar Batata Dextrose (BDA), Ágar *Aspergillus Flavus* e Parasiticus (AFPA) e Ágar Dicloran Rosa Bengala Cloranfenicol Base (DRBC), a análise de micotoxinas foi realizada por cromatografia liquida de alta eficiência (HPLC). **Resultados:** Nas amostras *in natura*, foram encontrados fungos das espécies *Aspergillus* seção *Flavi*, *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp. Já nas amêndoas torradas, não foi possível isolar fungos filamentosos. Com as análises de micotoxinas foi identificado aflatoxinas, ocratoxinas e fumonisinas. **Conclusão:** Nas amostras de *in natura*, foi encontrado fungos das espécies *Aspergillus* secção *Flavi*, presente em castanha de baru. O meio de cultivo influenciou no crescimento fúngico, pois foi observado uma taxa de crescimento mais rápida no meio BDA, mas no meio AFPA pode-se obter o isolamento de espécies fúngicas diferentes dos outros meios. Nas análises de micotoxinas foram encontradas aflatoxinas, ocratoxinas e fumonisinas, condizentes com as espécies fúngicas detectadas e em concentrações seguras. Assim, foi possível garantir a segurança da castanha e polpa de baru como alimento nutricionalmente seguro.

Palavras-chaves: diversidade fúngica, micotoxinas, aflatoxinas

PERFIL BACTERIANO E PARASITOLÓGICO DE CALDOS DE CANA COMERCIALIZADOS EM FEIRAS LIVRES DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Michelly Milles Baptista dos Santos[1]; Kelvin Gomes da Costa[2]; Júlia de Castro Ascenção[3]; Rhagner Bonono dos Reis[4]; Aline dos Santos Garcia-Gomes[5]

[1]Estudante do Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PCTA – IFRJ. [2]Estudante do Curso Técnico em Alimentos – IFRJ. [3]Biomédica da Coleção de protozoários da Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz. [4]Biólogo da Coleção de Protozoários da Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz. [5]Docente do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – IFRJ.

Introdução: O caldo de cana é uma bebida popular no Brasil devido à sua refrescância e sabor adocicado, sendo amplamente consumido por pessoas de todas as idades e classes sociais. Apesar do valor energético e nutricional, as precárias condições higiênico-sanitárias na sua produção podem resultar em contaminação microbiológica. **Objetivo:** Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo descrever o perfil microbiano da bebida comercializada em feiras livres da cidade do Rio de Janeiro. **Métodos:** Amostras de caldo de cana foram coletadas em 30 pontos e o perfil bacteriano cultivável foi obtido por cultivo em ágar sangue e posterior identificação por MALDI-TOF. Adicionalmente, análises parasitológicas de 4 amostras foram realizadas visando o cultivo de amebas; a visualização de ovos de helmintos por microscopia óptica, e a detecção de DNA de *Trypanosoma cruzi*. **Resultados:** Foram identificadas diversas bactérias com reconhecido potencial patogênico, como *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Serratia marcescens* e *Enterobacter bugandensis*, esta última com maior frequência (12 isolados). Nas análises por microscopia foi evidenciada a presença de ovo com morfologia compatível com *Trichuris trichiura* em uma das amostras analisadas. O cultivo permitiu o crescimento de *Entamoeba* em todas as amostras analisadas parasitologicamente, enquanto na análise molecular não foi possível detectar *T. cruzi*. As bactérias destacadas são associadas a infecções oportunistas graves, podendo causar desde quadros gastrointestinais até infecções sistêmicas em indivíduos vulneráveis. A presença dessas espécies, assim como de ovos de helmintos e amebas, em um alimento consumido sem tratamento térmico, representa um risco sanitário significativo, considerando que alguns são capazes de sobreviver às barreiras do trato gastrointestinal. **Conclusão:** Os resultados evidenciam risco sanitário significativo no consumo dessa bebida, ocasionado por falhas no controle higiênico-sanitário da produção e comercialização do caldo de cana. Tais achados reforçam a necessidade de intensificação da fiscalização sanitária e do treinamento dos manipuladores de alimentos em relação às boas práticas de manipulação, com a necessidade adicional de se adequar o preparo e comercialização de caldo-de-cana em vias públicas.

Palavras-chave: Caldo de cana; Segurança de alimentos; Contaminação microbiológica; Parasitas; *Enterobacter bugandensis*.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE ALIMENTOS ANALISADOS NO LACEN-MG ENTRE 2022 E 2024: IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO PARA A SEGURANÇA DE ALIMENTOS

Viviane Netto Rocha[1]; Bárbara Daniele Silva Lourenço[2]; Patrícia Ank de Morais[1]; Daniela Peralva Lima[1]

[1]Analista e Pesquisador de Saúde e Tecnologia – LACEN-MG/ FUNED - Fundação Ezequiel Dias

[2]Técnico de Saúde e Tecnologia – LACEN-MG/ FUNED - Fundação Ezequiel Dias

Introdução: Ao longo dos anos tem-se intensificado a preocupação do consumidor com a qualidade dos alimentos e com sua saúde. O conceito de alimento seguro, ou segurança de alimentos, é entendido como a garantia ao consumidor de ter acesso a alimentos livres de contaminantes que possam causar danos à saúde humana. Como uma atribuição do SUS, a Lei Orgânica da Saúde (Lei nº 8.080 de 19 de setembro de 1990) define a vigilância sanitária como o conjunto de ações capazes de eliminar, diminuir ou prevenir riscos à saúde e de intervir em fatores envolvidos na produção e circulação de bens e na prestação de serviços de interesse da saúde. A fim de garantir a segurança dos alimentos comercializados no país, a ANVISA estabelece os padrões microbiológicos por meio de normas como IN 161, de 1° julho de 2022, IN 313, de 4 de setembro de 2024 e RDC 724, de 1° julho de 2022. O LACEN-MG, em atendimento ao Programa de Monitoramento da Qualidade dos Alimentos expostos à venda no Estado de Minas Gerais – PROGVISA, é responsável pelas análises laboratoriais cujos resultados geram subsídios para as ações pelos órgãos fiscalizadores. **Objetivo:** Investigar a qualidade microbiológica dos alimentos comercializados em Minas Gerais, conforme demanda da VISA-MG. **Método:** As análises microbiológicas foram realizadas seguindo metodologias oficiais e os parâmetros microbiológicos foram definidos conforme a legislação vigente para cada categoria de alimento. Foram analisados, no total, 339 alimentos no período de 2022 a 2024. **Resultado:** As amostras de alimentos analisadas pelo LACEN-MG foram: especiarias, queijos, pão de queijo, requeijão, leite pasteurizado, suplementos alimentares, empanados, pratos prontos, hambúrgueres, linguiças congeladas, e outras. Destas, 316 (93,2%) apresentaram resultado satisfatório e 23 (6,8%) apresentaram resultado insatisfatório segundo os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação vigente. **Conclusão:** As análises de monitoramento são de extrema importância na promoção e proteção da saúde da população, pois revelam a qualidade dos alimentos comercializados no estado e geram subsídio para as ações dos órgãos fiscalizadores junto aos fabricantes, permitindo a adoção de medidas corretivas como o aprimoramento das Boas Práticas de Fabricação, melhorias no armazenamento, preparo e distribuição, minimizando riscos de contaminação e intoxicações alimentares.

Palavras-chave: qualidade dos alimentos; qualidade microbiológica; monitoramento; LACEN

ELABORAÇÃO DE BISCOITOS TIPO *COOKIE* INCORPORADOS COM FARINHA DE PUPUNHA E CASTANHA-DO-PARÁ

Jhessyca Wilianna da Paixão Costa[1]; Emelly Cardoso Pereira[2]; Eva Lobo e Silva[3]; Cristian Henrique de Lima Machado[4]; Rafaela Cristina Barata Alves[5]

[1]Estudante do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos - ISPA–UFRA [2]Estudante do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos - ISPA–UFRA [3]Estudante do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos - ISPA–UFRA [4]Estudante do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos - ISPA–UFRA.
[5]Docente/pesquisador do Depto de Ciência e Tecnologia de Alimentos - ISPA–UFRA.

Introdução: O mercado de biscoitos tipo cookie tem crescido nos últimos anos, impulsionado pela demanda por alimentos mais saudáveis e práticos. Nesse cenário, destaca-se a valorização de ingredientes regionais da Amazônia, como a pupunha e a castanha-do-Pará, que agregam valor sensorial e nutricional aos produtos, além de fortalecerem a economia local. **Objetivos:** Este trabalho buscou desenvolver biscoitos tipo cookie utilizando farinha de pupunha, castanha-do-pará e chocolate sabor café, avaliando sua aceitação sensorial e da aplicação do teste de conceito. **Métodos:** As matérias-primas foram adquiridas em feiras e supermercados de Belém (PA). Este estudo representa uma etapa inicial de desenvolvimento de produto, com a criação de um protótipo de cookie à base de ingredientes amazônicos. Aplicou-se um teste de conceito via Google *Forms* para identificar as preferências do público. O cookie foi elaborado com farinha de pupunha (9,89%), castanha-do-Pará (9,42%) e chocolate sabor café (4,71%). A análise sensorial foi realizada com 30 provadores durante uma feira de inovação na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), avaliando aparência global, aroma, cor, crocância e sabor por meio de teste de aceitação. **Resultados:** O teste de conceito obteve um total de 44 respostas mostrando que 65,9% (29/44) dos entrevistados abrange o público feminino e 38,6% (17/44) corresponde ao público com idades entre 18 a 25 anos. Além disso, 59,1% (26/44) disseram consumir biscoitos tipo cookie mensalmente e 81,8% (36/44) que experimentariam o produto proposto devido à combinação dos ingredientes regionais. Na análise sensorial com 30 provadores, textura e cor receberam 73,33% (22/30) de "gostei extremamente", assim como o sabor, 80% (24/30); o aroma, 70% (21/30); e a aparência global, 66,67% (20/30), indicando boa aceitação. A aparência global é uma importante ferramenta da análise sensorial, pois é a forma em que os consumidores percebem como é o produto. Nesse sentido, o cookie regional teve ótima aceitação global, em que 66,67% (20/30) das pessoas disseram gostar extremamente. **Conclusão:** Portanto, o cookie apresentou boa aceitação, destacando-se como um produto com potencial para o mercado local e possibilidades de inserção nacional e internacional. A utilização de ingredientes amazônicos agrega valor nutricional e cultural, promovendo inovação e sustentabilidade. Apesar do foco na aceitação sensorial, reconhece-se a importância de avaliar aspectos como estabilidade e segurança microbiológica. Tais análises são recomendadas para estudos futuros, a fim de ampliar a compreensão sobre a viabilidade do produto.

Palavras-chave: Ingredientes Amazônicos; Biscoitos; Inovação.

DETECÇÃO DE *SALMONELLA* SPP. EM ALIMENTOS ATRAVÉS DE qRT-PCR

Julya Vianna de Araujo[1]; Hilana Ceotto Vigoder[2]

[1] Técnica de Alimentos – IFRJ. [2] Docente/pesquisadora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ

Introdução: As bactérias do gênero *Salmonella* estão entre os principais patógenos envolvidos em casos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA). O principal mecanismo de transmissão dessas bactérias dá-se por via fecal-oral, pela ingestão de alimentos ou água contaminados. Os métodos microbiológicos clássicos empregados para a pesquisa deste grupo microbiano, apesar de confiáveis, são consideravelmente demorados, podendo levar vários dias para a liberação de resultados. O uso de métodos alternativos para detecção de *Salmonella* spp. pode agilizar a avaliação microbiológica de alimentos. **Objetivo:** Este estudo teve como objetivo avaliar uma abordagem alternativa às análises microbiológicas convencionais para a detecção de *Salmonella* spp. em alimentos. **Métodos:** A presença de *Salmonella* spp. foi investigada em oito amostras comerciais, seis hortaliças (agrião, alface, cebola, rúcula, repolho roxo e salsa) e duas frutas (maçã e manga) higienizadas com hipoclorito de sódio e, posteriormente, inoculadas com *Salmonella* Typhi ATCC 19214. Adicionalmente, a presença desse micro-organismo também foi testada em duas amostras de alimentos prontos para o consumo (mamão e melão fracionados e refrigerados), e nesses mesmos produtos acrescidos de *S.* Typhi ATCC 19214. As análises foram realizadas através de qRT-PCR e através de isolamento bacteriano em ágar XLD e Bismuto Sulfito. **Resultados:** Após a higienização com hipoclorito de sódio, não foi possível detectar a presença de *Salmonella* spp. em nenhuma das oito amostras testadas. Entretanto, foi possível isolar essa bactéria em meio de cultura e detectá-la, através de qRT-PCR, em todas as amostras que receberam o inóculo bacteriano após a sua higienização, indicando 100% de sensibilidade da metodologia. O mesmo pode ser observado com a amostra de melão fracionado, somente na porção acrescida de *S.* Typhi ATCC 19214 foi possível detectar esse micro-organismo. Entretanto, na amostra de mamão fracionado foi possível detectar a presença de *Salmonella* spp., através de qRT-PCR, em ambas as frações analisadas, acrescidas ou não de *S.* Typhi ATCC 19214, sugerindo que possivelmente a amostra comercial continha o micro-organismo em questão. **Conclusão:** Com o presente estudo, espera-se demonstrar a eficácia da metodologia proposta, destacando a praticidade e a aplicabilidade desta técnica de qRT-PCR, permitindo a obtenção de resultados mais rápidos para uma intervenção precoce em produtos contaminados. Os resultados poderão auxiliar estudos futuros na área de pesquisa e inovação em segurança de alimentos, contribuindo para a diminuição de riscos à saúde pública associados ao consumo de hortaliças e frutas.

.**Palavras-chave:** *Salmonella spp.*; DTHA; qRT-PCR

EXPLORANDO O POTENCIAL DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS: ANÁLISE SENSORIAL DE BISCOITO Á BASE DE *MORINGA OLEIFERA*

Maria Luiza Santos Silva Nunes[1]; Marinara Fonseca Menezes e Silva[1]; Ana Beatriz de Menezes Santoro[2]; Catharina Eccard Fingolo[3]; Aline Fonseca da Silva Soares[2]

[1]Estudante do Curso de Ciências Biológicas- FCBS – Uerj Campus Zona Oeste. [2]Docente do Depto de Biologia– FCBS – Uerj Campus Zona Oeste. [3]Docente do Depto de Farmácia– FCBS – Uerj Campus Zona Oeste.

Introdução: O mercado de biscoitos é impulsionado pela demanda por conveniência e lanches mais saudáveis. Todavia, é um setor que enfrenta desafios, como a intensa competitividade e a necessidade contínua de inovação para atender às exigências dos consumidores. A incorporação de farinhas PANC representa uma estratégia inovadora para desenvolver biscoitos mais nutritivos, promove a biodiversidade e o desenvolvimento local. **Objetivos:** Este estudo teve como objetivos a produção de um biscoito a base de farinha de moringa, avaliar seu índice de aceitabilidade e a intenção de compra. **Métodos:** Todos os ingredientes foram misturados e homogeneizados até que soltassem das mãos. Em seguida, a massa foi porcionada (4g), moldadas manualmente em formato esférico e assadas a 160°C por 15 minutos. Uma análise sensorial foi realizada com 82 provadores, com idades entre 18 e 58 anos. Os atributos cor, sabor, aroma, textura e impressão geral foram avaliados por meio de uma escala hedônica de nove pontos, e a intenção de compra foi avaliada por meio de uma escala de cinco pontos. O índice de aceitabilidade (IA) foi calculado utilizando a fórmula: IA= (A * 100) / B, onde A representa a pontuação média para o produto e B o valor máximo da escala. O resultado da intenção de compra foi avaliado pela pontuação média da escala**. Resultados:** As médias e o IA para cada atributo foram os seguintes: cor: 5,5 (61,1%), aroma: 5,6 (62,0%). Sabor: 6,5 (72,2%), Textura: 7,3 (81,7%), Impressão geral: 6,4 (71,7%). A intenção de compra recebeu uma pontuação média de 3,3, indicando que "tenho dúvida se compraria" o produto. O biscoito de moringa apresentou um IA variando de moderado a bom (61,1 a 81,7%). Os valores abaixo de 70% (cor e aroma) indicam que ajustes no produto são necessários para garantir uma maior aceitação entre os consumidores. Muitos provadores associaram o aroma do produto a uma característica herbal (camomila, anis e erva doce), o que pode ser explicado pelos participantes não estarem muito familiarizado com esse tipo de atributo em biscoitos. **Conclusão:** Estratégias de aprimoramento do produto podem ser necessárias para elevar a intenção de compra em futuras análises, destacando seu potencial. Entretanto, este produto é ideal para o crescente mercado de opções alimentares diversificadas e mais conscientes.

Palavras-chave: Alimentos alternativos; PANC; Biodiversidade; Moringa.

AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE FARINHAS DE MANDIOCA ARTESANAIS E NÃO ARTESANAIS COMERCIALIZADAS NA ZONA NORTE DO RIO DE JANEIRO

Eline Paiva do Nascimento[1]; Camila Gonçalo[2]; Hilana Ceotto Vigoder[3]

[1]Estudante do Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – IFRJ.
[2]Estudante do Curso de Graduação em Ciências Biológicas – IFRJ.
[3]Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – IFRJ.

Introdução: A farinha de mandioca é um alimento tradicional, energético e amplamente consumido no Brasil, especialmente nas regiões Norte e Nordeste. Existem três principais tipos: seca, d'água e mista, sendo todas produzidas a partir da raiz da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Sua relevância cultural e nutricional é notável, sobretudo em comunidades que dependem de métodos de produção artesanal. No entanto, a falta de padronização e o não cumprimento das boas práticas de fabricação podem resultar em contaminação microbiológica. **Objetivo:** Avaliar a qualidade microbiológica de farinhas de mandioca artesanais e não artesanais comercializadas em bairros da Zona Norte do Rio de Janeiro. **Métodos:** Foram analisadas 30 amostras de farinha de mandioca (crua e torrada) adquiridas em feiras livres e lojas a granel, nos bairros do Maracanã, Vila Isabel e São Cristóvão, entre agosto e setembro de 2024. As análises microbiológicas incluíram a pesquisa de *Bacillus cereus* presuntivo (NBR ISO 7932), *Escherichia coli* (NBR ISO 16649-2) e *Salmonella* spp. (NBR ISO 6579-1). A identificação das cepas bacterianas isoladas foi confirmada através de espectrometria de massas MALDI-TOF. **Resultados:** Nenhuma das amostras analisadas apresentaram *E. coli* ou *Salmonella* spp., entretanto, 28 amostras (93,3%) apresentaram crescimento de *B. cereus* acima do limite máximo estabelecido RDC nº 724/2022, da ANVISA, de 10^3 UFC/g. As análises de espectrometria de massas MALDI-TOF revelaram a presença de outras espécies de bactérias Gram-negativas, tais quais *Enterobacter bugandensis*, *Enterobacter hormaechei*, *Cronobacter spp.*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae*. **Conclusão:** Apenas duas amostras (6,7%) estavam em conformidade com a legislação vigente. A elevada ocorrência de *B. cereus* acima dos limites legais evidencia falhas no processamento e armazenamento, reforçando a necessidade da implementação de boas práticas de fabricação e controle sanitário rigoroso para garantir a segurança microbiológica da farinha de mandioca.

Palavras-chave: Farináceo tradicional; Risco microbiológico; Segurança de alimentos; *Bacillus cereus*.

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE FILÉ DE TILÁPIA DEFUMADO COM PALHA DE ARAUCÁRIA (*Araucaria angustifolia*) E FUMAÇA LÍQUIDA

Ísis Reiff Fialho Siqueira Cardoso; Ana Carolina Luz Braz da Cunha; Beatriz Bárbara Aparecida Pinto; Angela Mara Moura da Luz; Vanessa Riani Olmi Silva Larissa Mattos Trevizano

Introdução A microbiologia de pescado é crucial para garantir a segurança dos alimentos, uma vez que produtos de origem aquática podem ser contaminados por microorganismos que causam doenças alimentares graves. Sendo assim, a IN nº 161 de 2024 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), estabelece limites para microrganismos patogênicos e de boas práticas de manipulação e armazenamento. **Objetivo** atender aos requisitos para análise sensorial de Petiscos de Tilápia defumada em método tradicional com palha de Araucária e defumação líquida. **Métodos** Foram utilizados 5 kg de filés frescos eviscerados e limpos, com 9 meses. A salmoura teve o mesmo preparo para os tratamentos, composta por suco de laranja, mel, sal e especiarias, e defumados em dois métodos. A metodologia para análise de *Salmonella*, estafilococos coagulase positiva e *Escherichia coli*, foi de acordo com o Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. **Resultados** As análises indicaram conformidade com os padrões de segurança de alimentos, apresentando ausência de *Salmonella* em 25g em ambas as amostras. Para estafilococos coagulase positiva e *Escherichia coli* os resultados ficaram dentro do padrão, não havendo crescimento em Baird Parker 36ºC/48 horas, nem produção de gás em Caldo Verde Brilhante Lactose Bile em análise à 35ºC, com resultados expressos $<1{,}0x10^2$ UFC/g e <3,0 NMP/g, respectivamente. Estudos demonstram que a defumação com madeira de pinheiro pode resultar em produtos com menor carga microbiana e maior durabilidade. Outro fator para a baixa contagem, foi a adição de sal e mel na salmoura, podendo estar relacionados também com o alto teor de NaCl na fração aquosa do músculo do produto final. Os compostos antimicrobianos da fumaça da Araucária (*Araucaria angustifolia*), são vistos como fator positivo, pois a defumação com pinhas não apenas melhora o sabor, mas tem também efeitos conservantes, devido aos compostos fenólicos e antioxidantes inibindo o crescimento de microrganismos. A baixa carga microbiana de coliformes totais e ausência de coliformes fecais no produto final, mostrou que houve precaução adequada quanto à higiene durante o processamento, sobretudo na limpeza dos equipamentos e materiais em todos os processos. **Conclusão** Os índices encontraram-se abaixo dos limites exigidos pela legislação. Os filés de Tilápia defumada em ambos os tratamentos foram considerados de boa qualidade e aptos para o consumo humano.

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*; Pinha; Conservação; Peixe; Salmoura.

AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA CASTANHA DE BARU (*Dipteryx alata* Vogel) COLETADA EM ARINOS - MG E JUSSARA – GO

Simone Duarte de Oliveira Costa[1]; Caroline Rodrigues de Azevedo[2]; Janine Passos Lima[1]; Marianna Ramos dos Anjos[1]; Otniel Freitas-silva[1]

[1]Pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos. [2] Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos e Nutrição – PPGAN/UNIRIO

Introdução: A amêndoa de baru, também conhecida como castanha do cerrado, é uma oleaginosa que possui grande valor nutricional, por possuir altos teores em proteínas, fibras, minerais e carboidratos. A coleta da amêndoa é feita a partir do extrativismo vegetal, sendo sustentável e gerando uma fonte de renda para as comunidades locais. Nos últimos anos, o interesse na amêndoa de baru tem se intensificado, mas, nota-se uma escassez em estudos a respeito da microbiologia da castanha. **Objetivo:** Este trabalho procurou investigar aspectos microbiológicos em amêndoas de baru antes da torra e após a torra em duas localidades diferentes (Arinos - MG e Jussara - GO). **Métodos:** Foram realizadas análises microbiológicas (contagem padrão de bactérias aeróbias mesófilas, contagem de bolores e leveduras, contagem de *E. coli*, detecção de *Salmonella* spp. e determinação e contagem de *B. cereus*) de acordo com Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods (2001) e Método BioMérieux TEMPO BC 80106, em amostras das duas localidades, sendo: 1 torrada, 1 antes da torra e 1 amostra antes da torra para descarte em Arinos e 1 torrada, 1 antes da torra e 1 amostra antes da torra para descarte em Jussara. **Resultados:** Para todas as amostras os resultados indicaram ausência de *Salmonella* spp., contagem de E. coli $<1,0 \times 10^1$ UFC/g e bolores e leveduras $< 1,0 \times 10^2$. Somente uma amostra antes da torra apresentou *Bacillus cereus* ($3,3 \times 10^1$ UFC/g) e contagem de bactérias aeróbias mesófilas ($1,5 \times 10^3$ UFC/g) e depois da torra $<1,0 \times 10^1$ UFC/g para *B. cereus* e $<1,0 \times 10^2$ UFC/g para bactérias aeróbias mesófilas. **Conclusão:** Foi possível concluir que a torra reduziu a contaminação por *Bacillus cereus* e que as amostras que foram para descarte ainda estavam microbiologicamente seguras para consumo.

Palavras-chave: Diversidade microbiana; Qualidade microbiológica; Cerrado.

CLASA

2ª EDIÇÃO

Higiene, legislação e segurança dos alimentos

Patrocinador diamante

TÜVNORD

Patrocinador do E-book

envirolyte® BRASIL

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

INOVAÇÃO E SEGURANÇA EM DERIVADOS DE LEITE OVINO: OPORTUNIDADES PARA A REGIÃO FRONTEIRA OESTE E CAMPANHA GAÚCHA

Cássia Regina Nespolo*; Félix Roman Munieweg; Morgana Balbueno Ferreira; João Vitor Sales Rosa; Larissa do Prado Lopes; Gustavo da Silva Lisboa

**Autora correspondente – Email: cassianespolo@unipampa.edu.br*

Resumo: A ovinocultura leiteira no Brasil destaca-se pelo grande potencial de inovação, especialmente na produção de laticínios de alto valor agregado. Nas regiões da Fronteira Oeste e Campanha do Rio Grande do Sul, o leite de ovelha emerge como uma alternativa para diversificação econômica, oferecendo rentabilidade superior à bovinocultura devido à valorização de produtos como queijos e iogurtes. A produção de derivados lácteos é regulamentada por legislações específicas, que exigem rigoroso monitoramento microbiológico para garantir a inocuidade dos alimentos. O objetivo deste estudo foi compilar pesquisas sobre derivados de leite ovino no Rio Grande do Sul, com foco na segurança microbiológica e no caráter inovador desses produtos. A metodologia consistiu na revisão de artigos publicados entre 2020 e 2025, com análise dos resultados microbiológicos dos derivados. Produtos como manteiga, queijo Mascarpone, queijo Labneh e doce de leite ovino se destacaram pela ausência de patógenos e alta estabilidade microbiológica, refletindo tanto qualidade quanto inovação. A ovinocultura leiteira na região tem potencial de crescimento, impulsionada por práticas sustentáveis, certificados de conformidade e integração com outras atividades pecuárias, atendendo à crescente demanda por laticínios diferenciados e seguros.

Palavras-chave: leite de ovelha; laticínios de alto valor agregado; segurança dos alimentos; monitoramento microbiológico; inovação nos produtos lácteos

Abstract: Sheep dairy farming in Brazil stands out for its great potential for innovation, especially in the production of high-value-added dairy products. In the regions of Fronteira Oeste and Campanha in Rio Grande do Sul, sheep milk emerges as an alternative for economic diversification, offering higher profitability than cattle farming due to the appreciation of products such as cheeses and yogurts. The production of dairy products is regulated by specific legislation, which requires strict microbiological monitoring to ensure food safety. The objective of this study was to compile research on sheep milk derivatives in Rio Grande do Sul, focusing on microbiological safety and the innovative nature of these products. The methodology involved a review of articles published between 2020 and 2025, analyzing the microbiological results of the derivatives. Products such as butter, Mascarpone cheese, Labneh cheese, and sheep's milk dulce de leche stood out for the absence of pathogens and high microbiological stability,

reflecting both quality and innovation. Sheep dairy farming in the region has growth potential, driven by sustainable practices, compliance certifications, and integration with other livestock activities, meeting the growing demand for differentiated and safe dairy products.

Keywords: sheep milk; high-value-added dairy products; food safety; microbiological monitoring; innovation in dairy products.

INTRODUÇÃO

O rebanho ovino mundial totalizou 1,3 bilhões de animais, em 2023, das quais 18,37% foram destinadas à produção de leite, resultando em 10 milhões de toneladas, com China, Grécia e Turquia como principais produtores (1). No Brasil, o rebanho foi de 21,8 milhões de cabeças, com destaque para Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Ceará e Piauí, que representam mais de 70% do rebanho nacional (2,3). A região Sudoeste do Rio Grande do Sul, composta pelas sub-regiões da Campanha, possuía 1,6 milhões de cabeças, representando 47,60% do efetivo estadual e 7,34% do rebanho nacional (2), com destaque para Santana do Livramento, o quarto maior produtor de ovinos do país (3).

A ovinocultura desempenha um papel importante na produção de carne, leite e lã, sendo a carne de cordeiro valorizada pelo seu sabor e valor nutricional, e o leite utilizado na produção de queijos artesanais (4). O setor é flexível, atendendo tanto pequenas propriedades quanto grandes fazendas, com o Rio Grande do Sul se destacando pela excelência de seus rebanhos, em especial pela lã da raça Merina e pelo leite das ovelhas Lacaune, East Friesian, Crioulas e Texel, além de se beneficiar do manejo eficiente (4,5,6,7).

A ovinocultura leiteira no Brasil, embora menos expressiva que a bovinocultura, apresenta grande potencial de inovação, especialmente na produção de laticínios de alto valor agregado (5). Na região da Fronteira Oeste e Campanha do Rio Grande do Sul, com vastas pastagens naturais e tradição pecuária, o leite ovino pode ser uma alternativa para diversificação econômica (6). O estado se destaca como um dos principais produtores de leite ovino, especialmente com a raça Lacaune, conhecida pela alta produtividade (5,7). Apesar do número reduzido de produtores, a rentabilidade dos laticínios ovinos supera a dos bovinos, devido ao maior valor de comercialização de produtos como queijos pecorino, iogurtes e ricota (5,6). A fabricação de queijos gourmet e outros derivados está em crescimento, conquistando nichos especializados de consumidores (7,8,9).

A segurança e a qualidade dos alimentos, especialmente do leite e seus derivados, são regulamentadas por legislações específicas. A produção de leite deve cumprir os limites estabelecidos para a contagem bacteriana total e os níveis de células somáticas, que são indicadores de riscos associados à contaminação microbiológica e à mastite subclínica (10,11). Esses parâmetros destacam a importância da implementação de programas de controle sanitário para aprimorar a higiene do leite (11).

A implementação de boas práticas agropecuárias, a capacitação dos produtores e o uso adequado de tecnologias, equipamentos, infraestrutura e mão de obra qualificada são fundamentais para cumprir os padrões sanitários e assegurar a produção de um produto de alta qualidade (5,11). O consumo de leite e queijo de ovelha tem aumentado, com a produção tradicional concentrada nas propriedades rurais. Em um estudo realizado

em 15 propriedades produtoras de leite ovino em sete estados do Brasil, observou-se que a maior parte do leite (83,3%) era processada diretamente nas propriedades de origem (5).

Para garantir a qualidade dos alimentos, é essencial integrar conhecimentos sobre higiene, tecnologia e aspectos sanitários ao processo de produção. Este estudo teve como objetivo compilar os resultados de pesquisas sobre derivados ovinos produzidos no Rio Grande do Sul nos últimos cinco anos, com ênfase na segurança microbiológica, estabilidade e caráter inovador dos produtos desenvolvidos

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo consistiu na seleção de artigos científicos a partir de bases de dados como Google Acadêmico, utilizando palavras-chave em português e inglês, incluindo 'leite ovino', 'leite de ovelha', 'derivado lácteo ovino', 'laticínio ovino', 'manteiga ovina', 'doce de leite ovino', 'iogurte ovino', 'queijo ovino', 'Rio Grande do Sul', além de termos relacionados à avaliação microbiológica, contaminação microbiológica e segurança dos alimentos. A pesquisa abrangeu o período de 2020 a 2025. Foram aplicados critérios de exclusão para remover artigos que não envolviam a matéria-prima leite ovino, que não tratavam da produção de derivados lácteos ou que não eram provenientes do Rio Grande do Sul.

Inicialmente, foi realizada uma triagem dos artigos com base nos títulos e resumos, seguida da leitura completa dos textos selecionados. Essa análise considerou os resultados microbiológicos dos produtos desenvolvidos e durante sua conservação, com o objetivo de avaliar a segurança desses derivados. Os dados obtidos foram compilados e organizados em tabelas e gráficos para facilitar a comparação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos sobre a produção de derivados de leite ovino no Rio Grande do Sul, publicados entre 2020 e 2025, estão apresentados na Tabela 1. Os produtos demonstram caráter inovador e diferenciação em relação aos existentes no mercado de lácteos, seja por meio da adição de novos sabores, combinações de ingredientes ou processos de produção exclusivos, oferecendo alternativas para os consumidores.

Tabela 1 – Estudos sobre a produção de derivados de leite ovino no Rio Grande do Sul a partir de 2020.

Derivado (Referência)	Formulações desenvolvidas
Formulações de Manteiga ovina (12)	Manteigas condimentadas com estabilidade microbiológica durante 60 dias de armazenamento refrigerado

Formulação de queijo Mascarpone de leite ovino (9)	Mascarpone ovino em conformidade com a legislação brasileira e estabilidade por até 120 dias a 7 °C
Formulações de queijo Labneh de leite ovino (8)	Duas formulações de queijo Labneh de leite ovino foram desenvolvidas, cumprindo normas microbiológicas após 150 dias de armazenamento refrigerado
Formulações de Doce de leite ovino (13)	Duas formulações inovadoras de doce de leite ovino, com ou sem adição de creme de leite ovino, distintas das existentes

A ampliação da oferta de derivados do leite ovino é uma das principais frentes de inovação. No Rio Grande do Sul, pequenos laticínios artesanais estão produzindo queijos maturados, como o pecorino e feta, e iogurtes com apelo funcional. Esses produtos atendem à crescente busca por alimentos gourmet e saudáveis, especialmente em grandes centros urbanos, e até mesmo em outros estados.

A segurança microbiológica de produtos lácteos de origem ovina, como queijos, iogurtes e manteigas, é essencial para garantir a qualidade e a saúde do consumidor. O leite ovino, por suas características químicas, como maior teor de gordura e proteína, é um meio propício para o crescimento de microrganismos, incluindo patógenos como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* sp. e *Escherichia coli* (7,10,14). Práticas adequadas de higiene durante a ordenha, pasteurização eficiente e controle rigoroso das condições de armazenamento são fundamentais para minimizar riscos de contaminação. Além disso, a implementação de sistemas de qualidade tem se mostrado eficaz na identificação e mitigação de perigos microbiológicos, assegurando a conformidade com normas sanitárias (10,11,15).

Os resultados microbiológicos dos estudos avaliados (8,9,12,13) indicaram ausência de *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes* em todas as formulações e tempos de amostragem. Quanto à presença de *S. aureus* (Figura 1a), os valores foram mais elevados no queijo Mascarpone, especialmente nas duas primeiras coletas, mas permaneceram dentro dos limites legais para queijos de média umidade, tanto nesse produto quanto nos demais derivados (14,16). Para o queijo Labneh, classificado como de alta umidade, observou-se variação nos teores de coliformes totais (Figura 1b) na coleta realizada aos 60 dias. Nas demais amostragens e nos outros derivados, as contagens de coliformes totais permaneceram dentro dos limites legais. As contagens de coliformes termotolerantes variaram entre os estudos, mas não ultrapassaram os limites estabelecidos pela legislação vigente (14,16).

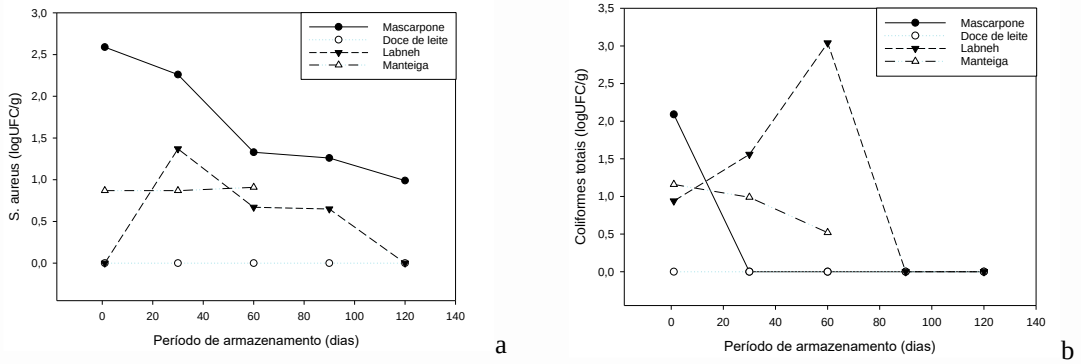


Figura 1 – Monitoramento de *S. aureus* (a) e de Coliformes totais (b) nos derivados de leite ovino, ao longo do período de armazenamento. Fonte: Adaptado de (8,9,12,13).

Um estudo realizado na Eslováquia verificou contaminação por coliformes totais e Staphylococcus aureus durante a maturação dos queijos, além de um aumento significativo das bactérias láticas, seguido pela redução dos grupos microbianos indesejáveis. As amostras analisadas apresentaram contagens mais elevadas do que as observadas nos derivados ovinos (Figura 1), mas ainda assim foram consideradas próprias para o consumo humano, conforme a legislação vigente naquele país (11).

Na produção de lácteos ovinos, a inovação em técnicas de processamento e o monitoramento microbiológico desempenham um papel crucial. Métodos como o uso de tecnologias e culturas probióticas podem prolongar a vida útil dos produtos e inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis. No contexto brasileiro, onde a ovinocultura tem ganhado destaque, especialmente na região Sul, a adoção de boas práticas de fabricação e o fortalecimento da fiscalização sanitária são essenciais para consolidar a indústria de laticínios ovinos, promovendo confiança e competitividade.

A ovinocultura pode se beneficiar da integração com outras atividades pecuárias, como a criação de cordeiros para carne, o que contribui para o aumento da rentabilidade das propriedades (4,6). Além disso, práticas sustentáveis, como o uso de pastagens nativas e a adoção de sistemas silvipastoris, podem ser implementadas para reduzir o impacto ambiental e atender à crescente demanda por produtos sustentáveis. Desse modo, observa-se tanto o potencial produtivo quanto a demanda de mercado, o que representa uma oportunidade concreta de expansão.

CONCLUSÕES

Há grande potencial da ovinocultura leiteira no Rio Grande do Sul e os estudos indicam a viabilidade do desenvolver derivados de leite ovino no estado, o que abre novas perspectivas para a indústria. O crescimento desse mercado pode ser impulsionado pela crescente procura por produtos diferenciados e pela valorização da carne e do leite ovino. A utilização estratégica dessas matérias-primas, aliada à inovação, pode transformar a cadeia produtiva, promovendo práticas mais eficientes, sustentáveis e adaptadas às

especificidades das regiões da Fronteira Oeste e Campanha, tornando o setor mais competitivo e alinhado às exigências dos consumidores.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Desenvolvimento Acadêmico (PDA) da Universidade Federal do Pampa pela concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

1. Food and Agriculture Organization (FAO). FAOSTAT: Crops and livestock products [Internet]. 2025 [citado 2025 abr. 27]. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL
2. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Produção da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro: IBGE; 2023 [citado 2025 abr. 28]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html
3. Magalhães KA, Holanda Filho ZF, Martins EC. Pesquisa Pecuária Municipal 2020: rebanhos de caprinos e ovinos. Bol CIM Embrapa. 2021 [citado 2025 abr. 27]. Disponível em: https://www.embrapa.br/cim-inteligencia-e-mercado-de-caprinos-e-ovinos
4. Mancini M. Panorama da ovinocultura no Brasil: revisão de literatura [Trabalho de Conclusão de Curso]. Juiz de Fora: UNIPAC; 2024.
5. Bianchi AE, Reichen C, Borges LI, Santos JGR, Rudek LS, Fernandes SR, et al. Análise estratégica da cadeia produtiva de leite ovino no Brasil: uma abordagem pela metodologia SWOT. Semina: Ciênc Agrár. 2023;44(3):971–88. doi:10.5433/1679-0359.2023v44n3p971.
6. Menezes LM, Fontoura EA, Tâmara JQ, Munhoz ML, Rodrigues DP, Gomes AFF. Produção leiteira de ovelhas Texel submetidas a suplementação. Res Soc Dev. 2021;10(2):e30010212500. doi:10.33448/rsd-v10i2.125001.
7. Nespolo CR, Munieweg FR, Marcelino AH, Araújo LCSR, Araújo DN, Stefani LCM. Effects of cold storage and freezing on sheep's milk. Food Sci Technol. 2023;44(3):971. doi:10.5433/1679-0359.2023v44n3p971.
8. Gavião ER, Munieweg FR, Czarnobay M, Dilda A, Stefani LCM, Nespolo CR. Development and characterization of two novel formulations of Labneh cheese of sheep's milk. Food Sci Technol. 2021;41(3). doi:10.1590/fst.20020.
9. Munieweg FR, Gavião ER, Czarnobay M, Dilda A, Stefani LCM, Nespolo CR. Mascarpone cheese from sheep's milk – a new option for the consumer. Food Sci Technol. 2021;41(Suppl 2). doi:10.1590/fst.32420.
10. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Estabelece os 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. 2018 nov. 30.
11. Kovácová M, Výrostková J, Dudriková E, Zigo F, Semjon B, Regecová I. Assessment of quality and safety of farm level produced cheeses from sheep and goat milk. Appl Sci. 2021;11(7):3196. doi:10.3390/app11073196.
12. Gonçalves LB. Produção, qualidade e aceitabilidade da manteiga de leite ovino condimentada com açafrão-da-terra [Trabalho de Conclusão de Curso]. São Gabriel: Universidade Federal do Pampa; 2023.

13. Ferreira MB, Nespolo CR, Centenaro GS, Messa SP, Farias ACR, Stefani LM. Innovative dulce de leche made by sheep's milk with and without the addition of sheep's milk cream. Food Sci Technol. 2021;41(Suppl 1). doi:10.1590/fst.11120.
14. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União. 2022 jul. 6; Seção 1:235–8.
15. Akaike H, Nagai M, Okatani AT, Morita Y. Food safety, livestock health, and productivity of a dairy farm following implementation of a certificated Hazard Analysis and Critical Control Points system. J Vet Med Sci. 2022;84(7):924–8. doi:10.1292/jvms.21-0563.
16. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Diário Oficial da União. 1996 mar. 11; Seção 1:40.

Capítulo 02
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-02

AÇÕES DE FISCALIZAÇÃO DO CRN1 NO SISTEMA PRISIONAL E SOCIOEDUCATIVO EM PROL DA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

Dryelle Oliveira Dias Leão*, Lisandra Lustosa Ferro, Paulo Henrique Batista dos Santos Costa, Renata Miranda Marques, Marcela de Oliveira Mendonça Gonçalves

**Dryelle Oliveira Dias Leão - dryelle.oliveiradl@gmail.com*

Afiliação: Conselho Regional de Nutrição - 1ª região

RESUMO

Introdução. Os Conselhos Regionais de Nutrição (CRN) têm como finalidade orientar, disciplinar e fiscalizar o exercício da profissão de nutricionista, a favor da proteção da saúde da população e garantia do Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) da população. **Objetivo.** Avaliar as visitas fiscais a empresas fornecedoras de refeições ao sistema prisional e socioeducativo da jurisdição do CRN da 1ª região, identificando as principais irregularidades relacionadas à legislação sanitária, à atuação do nutricionista e aos desafios na garantia do DHAA. **Métodos.** Trata-se de pesquisa quanti-qualitativa, com dados secundários do acervo da fiscalização referentes às visitas fiscais realizadas à concessionárias de alimentação do sistemas prisional e socioeducativo e de relatórios produzidos a partir da apuração de denúncias nos estados de Goiás, Mato Grosso, Tocantins e Distrito Federal no período de janeiro de 2022 a março de 2025. **Resultados e discussão.** Entre 2022 e 2025, foram realizadas 64 visitas fiscais a essas concessionárias, sendo 6 por solicitação de órgãos públicos ou da população. As visitas identificaram irregularidades na estrutura física, higienização e manutenção de utensílios e equipamentos, falhas no controle de pragas, cardápios com baixa qualidade nutricional e variedade limitada, além de quadro técnico de nutricionistas insuficiente, impactando negativamente na segurança alimentar e nutricional dos reeducandos e socioeducandos. **Conclusão.** A segurança alimentar e nutricional no sistema prisional é um direito fundamental, essencial à saúde e à dignidade humana. As ações de fiscalização do CRN são fundamentais para identificar inconformidades, fortalecer práticas profissionais e garantir o cumprimento das normas que asseguram o DHAA.

Palavras-chave: Direito humano à alimentação adequada; fiscalização; segurança alimentar e nutricional; sistema prisional.

Abstract

Introduction. Regional Nutrition Councils (CRN) aim to guide, regulate, and oversee the practice of nutrition professionals, in favor of protecting the population's health and ensuring the Human Right to Adequate Food (HRAA). **Objective.** Evaluate the inspection visits to food service companies supplying the prison and juvenile detention systems within the jurisdiction of the CRN of the 1st region, identifying the main irregularities related to health legislation, the role of nutritionists, and the challenges in

guaranteeing the HRAA. **Methods.** This is a mixed-methods research, using secondary data from inspection records related to visits to food concessionaires in the prison and juvenile detention systems, as well as reports produced from investigations of complaints in the states of Goiás, Mato Grosso, Tocantins, and the Federal District, from January 2022 to March 2025. **Results and discussion.** Between 2022 and 2025, 64 inspection visits were conducted to these concessionaires, with 6 initiated at the request of public agencies or the population. The visits identified irregularities in physical infrastructure, hygiene and maintenance of utensils and equipment, pest control failures, menus with low nutritional quality and limited variety, as well as an insufficient number of nutritionists on staff. These issues negatively impacted the food and nutrition security of detainees and juvenile offenders. **Conclusion.** Food and nutrition security in the prison system is a fundamental right, essential to health and human dignity. The inspection actions carried out by the CRN are crucial for identifying non-compliance, strengthening professional practices, and ensuring adherence to standards that guarantee the HRAA.

Keywords: Human right to adequate food; inspection; food and nutritional security; prison system

INTRODUÇÃO

O surgimento dos Conselhos Profissionais na década de 1950 foi concomitante à regulamentação das profissões e pretendia estabelecer as boas práticas profissionais através da construção e fiscalização de normas técnicas e de ética que orientassem sua atividade e garantisse que apenas os habilitados pudessem exercer as profissões regulamentadas. No âmbito da saúde, os Conselhos assumem o papel social de garantir a qualidade no atendimento em saúde a toda a população brasileira (1,2). Nesse contexto, a Lei nº 5.276/1967 regulamentou a profissão do nutricionista, e em 1991 o reconheceu como profissional de saúde. Nesse meio tempo, a Lei nº 6583/1978, criou o Conselho Federal e os Conselhos Regionais de Nutrição, com a finalidade de orientar, disciplinar e fiscalizar o exercício da profissão de nutricionista, em prol da proteção da saúde da população (3,4).

Ressalta-se que o nutricionista pode atuar em diversas áreas ligadas à saúde, mas é importante destacar sua atuação na saúde pública, em relação à construção e atuação em programas e políticas públicas visando a promoção, prevenção e manutenção da saúde da população através da alimentação, de forma a garantir a realização do Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA), que compreende a ausência de fome e desnutrição e o acesso regular e permanente a uma alimentação adequada, em termos de quantidade, qualidade sanitária e de nutrientes e sem comprometer o acesso a outros direitos básicos, como saúde e educação, conforme a Constituição Federal de 1988 (5,6,7).

Um dos maiores desafios na concretização desse direito é o enfrentamento da pobreza e das desigualdades sociais, principalmente em populações marginalizadas, que sofrem discriminação e exclusão social, como é o caso de pessoas em privação de liberdade no sistema prisional ou atendidos pelo sistema socioeducativo. No primeiro, a superlotação, falta de recursos e infraestrutura precária compromete a qualidade e quantidade dos alimentos oferecidos. No segundo, além das questões mencionadas, o agravante se dá pelo fato dos adolescentes terem necessidades nutricionais específicas e

a inadequação da alimentação fornecida pode comprometer a saúde e desenvolvimento deles a longo prazo (8,9).

Na luta pela concretização desse direito destaca-se as ações de fiscalização em unidades de produção da alimentação do sistema prisional e socioeducativo realizadas pelos órgão de controle, como Ministério Público, e por vezes apoiadas por órgãos técnicos como Vigilância Sanitária (VISA) e Conselhos Regionais de Nutrição, com ações que emergem em resposta às necessidades e anseios da sociedade, visando proteger e zelar os interesses da população, com ênfase na proteção da saúde e prevenção de danos, além de garantir a prestação de serviços de qualidade por pessoas tecnicamente qualificadas nos diversos locais e setores.

Como embasamento das atividades de fiscalização, destaca-se a legislação sanitária no Brasil, que está em vigência há 21 anos. A Resolução RDC nº 216/2004, aprovada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (10), dispõe sobre os procedimentos de boas práticas, que devem ser adotados pelos serviços de alimentação e tem como objetivo garantir adequadas condições higiênico sanitárias dos estabelecimentos e dos alimentos manipulados.

Salienta-se que além da legislação sanitária, os Conselhos Regionais de Nutrição baseia a ação de fiscalização em normativas do Conselho Federal de Nutrição (CFN), como a resolução CFN nº 600/2018 que atribui ao nutricionista a responsabilidade de planejar, organizar, dirigir, supervisionar e avaliar serviços de alimentação e nutrição na Unidade de Alimentação e Nutrição (11), aliado ao previsto na Resolução CFN nº 599/2018 (12), que define entre os princípios fundamentais da atuação do nutricionista a defesa do Direito à Saúde, do Direito Humano à Alimentação Adequada e da Segurança Alimentar e Nutricional de indivíduos e coletividades, com a finalidade de promover, através das ações de fiscalização, a proteção à saúde da população, em especial, de grupos de maiores vulnerabilidade social, como pessoas em privação de liberdade. O objetivo do presente estudo foi avaliar as visitas fiscais a empresas fornecedoras de refeições, identificando as principais irregularidades relacionadas à legislação sanitária, à atuação do nutricionista e aos desafios na garantia do direito à alimentação.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de pesquisa quantitativa do banco de dados secundários de visitas fiscais do Conselho Regional de Nutrição da 1ª Região (CRN1), responsável pela fiscalização do exercício profissional de nutricionistas e técnicos em nutrição e dietéticas no Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso e Tocantins. Além disso, também foi realizada pesquisa qualitativa dos relatórios circunstanciados das visitas fiscais realizadas a partir de denúncias e/ou solicitações por órgãos ou população à empresas que fornecem refeições ao sistema prisional e socioeducativo. As duas etapas da pesquisa foram realizadas no período de janeiro de 2022 a março de 2025.

Como parte da metodologia deste estudo, utilizou-se o Roteiro de Visita Técnica (RVT) de alimentação coletiva em Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN), elaborado conforme as resoluções do CFN. Este instrumento é aplicado em visitas técnicas e permite uma análise criteriosa da estrutura e do funcionamento dos serviços de alimentação coletiva.

No que se refere às atividades do nutricionista, o instrumento analisa tanto as atribuições obrigatórias quanto as complementares. Entre as obrigatórias, destacam-se: a

elaboração de cardápios conforme as necessidades nutricionais dos usuários, respeitando aspectos culturais e regionais; a disponibilização de informações nutricionais, com atenção a ingredientes alergênicos; a implantação de fichas técnicas de preparo; e a promoção de treinamentos periódicos para os colaboradores.

O roteiro também avalia procedimentos de controle de qualidade, como o controle e registro de temperatura de equipamentos e preparações, higienização da caixa d'água, controle de pragas, coleta de amostras, exames periódicos dos funcionários, testes de aceitabilidade e desinfecção de gêneros alimentícios. Esses itens são analisados quanto à frequência, registro e conformidade com as normas sanitárias.

Por fim, há a verificação de documentos obrigatórios, incluindo cardápios, fichas técnicas, registros de treinamentos, manuais de boas práticas, POPs, laudos de potabilidade da água, certificados de controle de pragas e higienização, relatórios de não conformidades e registros de temperatura. A presença e a qualidade desses documentos asseguram a rastreabilidade e a conformidade das práticas com a legislação vigente.

Dessa forma, o RVT se apresenta como um instrumento fundamental para a coleta de dados nesta pesquisa, por permitir uma avaliação objetiva, padronizada e técnica da atuação profissional, das condições estruturais e da qualidade dos serviços prestados nas unidades visitadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fiscalização do CRN1 ocorre de forma proativa, por iniciativa do próprio conselho, e reativa, mediante denúncias ou solicitações de órgãos e da população, em estabelecimentos que desenvolvem atividades de alimentação e nutrição. Após a interrupção das visitas presenciais em 2020 e 2021 devido à pandemia de COVID-19, elas foram retomadas em 2022, com prioridade para locais de maior impacto à saúde pública, como hospitais, restaurantes populares, escolas, secretarias de educação e empresas que prestam serviços ao sistema prisional e socioeducativo.

Ressalta-se que todas as unidades prisionais e socioeducativas do Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso e Tocantins possuem empresas terceirizadas que atuam como concessionárias de alimentação (responsáveis pelo fornecimento das refeições ao reeducandos/socioeducandos) e em algumas unidades do estado do Tocantins essas empresas contratam uma segunda empresa para execução final do serviço (empresas chamadas quarteirizadas), para eximir-se da responsabilidade de produção de alimentos.

Entre os anos de 2022 e 2025 (até março), foram realizadas 64 visitas fiscais às concessionárias do sistema prisional e socioeducativo nos estados da jurisdição do CRN-1, sendo seis delas motivadas por solicitações de órgãos públicos ou da população. Em 2022, o CRN-1 atendeu a uma demanda do Ministério Público do Tocantins, que solicitou fiscalização da concessionária responsável pela alimentação de uma unidade prisional feminina no estado. A solicitação visava apurar a adequação do fornecimento alimentar às necessidades calóricas das reeducandas, a conformidade entre o cardápio aprovado pela equipe de nutrição estadual e o que era efetivamente ofertado, bem como as

condições de preparo e distribuição dos alimentos, com foco na promoção e manutenção da saúde das internas.

Assim, nesta primeira visita fiscal, identificou-se uma empresa quarteirizada executando os serviços de produção de alimentos no prédio da própria unidade prisional feminina, a qual não possuía os requisitos acerca da edificação, instalações, equipamentos, móveis e utensílios para adequada higienização, aliada a falta de documentação de orientação de ações de boas práticas (como manual e procedimento operacionais padrões), preconizados pela Resolução RDC nº 216/2004 (10) e documentação de controle de pragas e higienização da caixa d'água.

Ainda, identificou-se que a prática de troca de refeições previstas no cardápio era comum (ocorrendo na data da visita), devido à dificuldade de abastecimento, pois a cozinha não possuía espaço suficiente para armazenamento de produtos (secos, frescos ou congelados). Destaca-se ainda que foi identificada a realização de preparações não previstas no cardápio e ausência da variedade de alimentos preconizada no cardápio: por exemplo, em um cardápio que previa quatro tipos de frutas no dia, só havia presente na unidade dois tipos de frutas para serem fornecidas.

Aliado às variações em cardápios, também foi identificado o fornecimento de leite cru às reeducandas, o qual era vendido por uma comerciante do município sem certificação sanitária do produto de origem animal à empresa quarteirizada e em desrespeito ao Decreto - Lei nº 923, de 10 de outubro de 1969 (13), que coíbe a venda de leite cru em território nacional, além de desrespeitar o preconizada pela Resolução nº 3, de 5 de outubro de 2017 (14), que refere que "os produtos alimentícios a serem adquiridos para as unidades prisionais deverão atender ao disposto na legislação de alimentos (...)".

No ano de 2023, o Ministério Público do Tocantins solicitou visita em duas unidades distintas do sistema socioeducativo, nas quais atuava a mesma empresa quarteirizada da unidade prisional feminina e que mantinha as mesmas irregularidades referente ao cardápio: alterações em todas as preparações dos cardápios, falta de guarnições com legumes e vegetais; ausência de folhosos para saladas; além da oferta de leite cru em uma das unidades. Enquanto que acerca das inconformidades sanitárias, foram identificadas situações como portas e janelas abertas (sem telas milimétricas), pontos de mofo e infiltração nas paredes e tetos, existência de móveis e objetos de madeira, manipuladores de alimentos sem equipamentos de proteção individual e uniforme.

Somadas à essas inconformidades relatadas, foram identificadas falhas nos procedimentos de boas práticas, como armazenamento de produtos cárneos de origens distintas sem separação no freezer aliado ao descongelamento em temperatura ambiente, reutilização de garrafas PET para armazenamento de suco (e leite cru); falta de identificação de produtos abertos na geladeira e freezer, além de superlotação do freezer (o qual possuía acúmulo de gelo de maneira excessiva, indicando falha na periodicidade e/ou realização de limpeza); presença de ventilador na unidade e uso de pano de prato por manipuladora, bem como ausência de documentação de manual de boas práticas e POP.

Ainda, a respeito da atuação de profissional nutricionista nestas unidades, ressalta-se que apesar de ser obrigatório que haja um nutricionista responsável técnico pela produção de alimentos de empresas que atuam como concessionárias de alimentação, a empresa quarteirizada não apresentava nutricionista atuando em nenhuma das unidades visitadas. Aliada a falta de profissional nutricionista, não havia documentação que apresentasse as informações nutricionais das preparações fornecidas e o cardápio apresentado era um modelo padrão fornecido pela empresa terceirizada para todas as unidades prisionais femininas e do sistema socioeducativo (quarteirizadas ou não) e que, conforme identificado em visita, não era implementado (especialmente as variações de vegetais e frutas) e não possuía previsão, por exemplo, de fornecimento de vegetais verdes folhosos.

Também em 2023 houve visita fiscal no Complexo Penitenciário da Papuda, no Distrito Federal, em resposta à denúncia formalizada pela população acerca da qualidade das refeições ofertadas. Na ocasião, duas concessionárias de alimentação atuavam no local, pois são diversas unidades de alimentação e nutrição que produzem diariamente as refeições que são transportadas para as unidades prisionais. Nesse caso, os fiscais de contrato eram agentes penitenciários que realizavam a supervisão semanalmente, com controle de per capita e coleta de amostras para testes laboratoriais.

Destaca-se que nesta visita foi constatado que havia nutricionista responsável técnica e quadro técnico de profissionais nutricionistas aparentemente compatível com a produção, e o cardápio era rigorosamente executado conforme contrato, mas com diversas deficiências qualitativas em relação à variedade de alimentos e oferta de alimentos de baixa qualidade de forma geral (feijão tipo C, por exemplo). Ainda, foram encontradas diversas irregularidades em relação à infraestrutura física, como ausência de cerâmicas, sifão aberto sem proteção, grades oxidadas e com peças soltas, com manutenção solicitada previamente por outros órgãos de controle como a VISA do Distrito Federal e o Ministério Público do Distrito Federal e Territórios.

No mês de fevereiro de 2024, o Comitê Estadual de Prevenção e Combate à Tortura em Goiás solicitou informações sobre visitas fiscais realizadas no Sistema Prisional do estado, com ênfase no Complexo Prisional de Aparecida de Goiânia. A solicitação teve como base denúncias de reeducandos sobre a alimentação fornecida nas unidades. Diante disso, foi realizada neste mês uma visita fiscal à concessionária para apurar a qualidade do serviço de alimentação e nutrição, as condições físicas e higiênico-sanitárias, bem como a conformidade documental do serviço prestado.

Com base no RVT de UAN e nos documentos apresentados, verificou-se que os cardápios estavam planejados e executados de forma satisfatória, com informações sobre valor calórico, macronutrientes, ingredientes e possíveis alergênicos, embora sem os cálculos dos principais micronutrientes. As fichas técnicas estavam implementadas, contendo receituário, quantidade *per capita* e custos, e os treinamentos dos colaboradores eram realizados mensalmente, em conformidade com o que preconiza o RVT aplicado.

Porém, verificou-se que o número de nutricionistas da empresa terceirizada estava abaixo do exigido pela Resolução nº 600/2018 (11), considerando o volume de refeições produzidas. Essa inadequação pode comprometer o cumprimento das atividades obrigatórias e complementares, gerar sobrecarga de trabalho e agravar os impactos estruturais, afetando o planejamento, a supervisão e a segurança alimentar e nutricional.

Além disso, a empresa ainda não havia apresentado uma Responsável Técnica pela produção e durante a visita fiscal foram identificadas inconformidades na estrutura física da UAN, nas áreas de armazenamento, produção, distribuição, refeitório e administrativas, que possuíam pisos danificados, paredes com infiltrações e pintura desgastada, teto com rachaduras, portas desalinhadas e sem fechamento automático, janelas com telas mal higienizadas, iluminação insuficiente — especialmente na área de preparo — e ventilação inadequada. Ademais, diversos equipamentos e utensílios estavam corroídos, com frestas e sinais de desgaste, evidenciando a necessidade de substituições.

Destaca-se que a inadequação das instalações físicas, a falta de equipamentos adequados e falhas na manutenção comprometem etapas essenciais como higienização, armazenamento e preparo seguro dos alimentos, afetando diretamente a qualidade das refeições ofertadas. Tais problemas dificultam o cumprimento dos padrões sanitários e nutricionais, prejudicam o serviço prestado e colocam em risco o DHAA, especialmente no contexto prisional, sendo reportado aos órgãos competentes a necessidade de um plano de ação, com reformas prioritárias que contemplem toda a unidade.

Em março de 2025, o Ministério Público do Estado de Goiás solicitou fiscalização ao CRN1 na concessionária responsável pelo fornecimento de alimentação para as unidades prisionais da regional de Rio Verde/GO, motivada por reclamações sobre a qualidade das refeições fornecidas. Na ocasião, foi realizada visita fiscal pelo CRN1 acompanhado da nutricionista Responsável Técnica da concessionária, que apresentou todas as áreas da unidade e foi relatando as melhorias estruturais e operacionais realizadas após visita da VISA, como a iniciação de um plano de manutenção emergencial, que inclui reformas, pintura, construção de nova área de hortifruti com drywall, reorganização dos fluxos com sinalizações e horários, além da aquisição de novos equipamentos de refrigeração.

Assim, ressalta-se que houveram melhorias significativas na estrutura física e nos processos a partir das ações de fiscalização, que são de extrema importância para o objetivo de se produzir uma refeição nutritiva e com qualidade. Ainda, foi verificado que o número de nutricionistas no quadro técnico também estava abaixo do preconizado pela Resolução CFN nº 600/2018.

A inadequação ao preconizado como quadro técnico mínimo de nutricionistas é uma realidade comum nos serviços de alimentação e nutrição (15), resultante de diversos fatores, sendo o principal deles a percepção, por parte do empregador, de que a presença desses profissionais representa apenas um custo. Essa visão é amplamente combatida nas ações de fiscalização e orientação ao exercício profissional, uma vez que a presença adequada de nutricionistas é essencial para garantir a qualidade dos serviços prestados, a segurança alimentar e nutricional e o cumprimento das normativas vigentes.

Ainda sobre a visita, foram apresentados todos os documentos exigidos, contendo cardápios com informação nutricional com valor calórico total, de macro e micronutrientes, fichas técnicas implementadas e atualização frequente dos colaboradores. Além disso, através da ação fiscal, pudemos averiguar também que a empresa realiza atualmente todas as atividades relativas ao controle de qualidade, tais como: coleta de amostras, aferição de temperaturas de equipamentos e preparações, desinfecção de gêneros alimentícios, solicitação de exames periódicos dos colaboradores,

além de apresentar os laudos de potabilidade da água, limpeza da caixa d'água e controle de pragas dentro do prazo vigente.

CONCLUSÕES

A garantia da segurança alimentar e nutricional às pessoas privadas de liberdade representa um desafio contínuo diante das diversas fragilidades estruturais, operacionais e sociais que marcam esse contexto. As visitas fiscais realizadas pelo CRN1, entre 2022 e 2025, evidenciam que o DHAA ainda não é plenamente assegurado a esse público, considerando as inconformidades identificadas como inadequação das instalações físicas, falta de equipamentos, oferta de alimentos fora dos padrões nutricionais e sanitários, a ausência ou subdimensionamento de nutricionistas.

Por outro lado, nas ações fiscalizatórias foi identificado que, quando devidamente orientadas e monitoradas, as empresas responsáveis conseguem promover melhorias significativas nos processos e nas estruturas, reforçando o papel transformador da fiscalização técnica. Ainda, ressalta-se o papel do nutricionista na promoção dessas melhorias, a partir da atuação técnica e ética, e reforça-se que a presença de um quadro técnico adequado de nutricionistas não deve ser vista como um custo simples, mas como investimento na saúde pública e promoção ao DHAA.

Destaca-se também que o fortalecimento das ações de fiscalização, aliado à valorização da atuação do nutricionista e ao cumprimento das normativas profissionais e sanitárias, é essencial para promover uma alimentação de qualidade no sistema prisional. Essa é uma condição indispensável para a efetivação do DHAA e, por consequência, para a promoção da saúde, da equidade e da cidadania dentro e fora dos muros prisionais.

REFERÊNCIAS

1. Rezende MTMC de. O papel social dos conselhos profissionais na área da saúde. Rev soc bras fonoaudiol [Internet]. 2007Jan;12(1):VIII–X. Available from: https://doi.org/10.1590/S1516-80342007000100002

2. Trindade EN, Vaz M, Lauer J, Bortolini VS, Trindade MRM. Conselhos de fiscalização profissional e proteção da sociedade. Rev Bioét [Internet]. 2021Jul;29(3):499–503. Available from: https://doi.org/10.1590/1983-80422021293486

3. Brasil. Lei nº 5.276, de 24 de abril de 1967. [Lei]. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1967 abr 25; Seção 1: [página 35, vol 3].

4. Brasil. Lei nº 6.583, de 29 de setembro de 1978. [Lei]. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1978 set 30; Seção 1: [9954-9958p].

5. Barros D de M, Melo M de A, Oliveira MHM de, Santana MS de, Melo LR de S, Freitas T da S, Silva NP da, Machado EK dos S, Silva MM da, Santos MEM dos, Carvalho SS de, Silva JHL da, Oliveira PG de, Rocha TA, Ferreira SA de O, Moura DF de. A atuação e importância do nutricionista no âmbito da saúde pública/ Nutritionist's role and importance in public health. Braz. J. Develop. [Internet]. 2019 Oct. 3 [cited 2025 Apr. 30];5(10):17715-28. Available from: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/3598.

6. Aguiar OB de, Padrão SM. Direito humano à alimentação adequada: fome, desigualdade e pobreza como obstáculos para garantir direitos sociais. Serv Soc Soc

[Internet]. 2022Jan;(143):121–39. Available from: https://doi.org/10.1590/0101-6628.274.

7.Brasil. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal; 1988.

8. Senapen. Panorama nacional de alimentação e acesso à água no sistema prisional [Internet]. Brasília: Ministério da Justiça e Segurança Pública; 2023. Disponível em: https://www.gov.br/senappen/pt-br/assuntos/noticias/senappen-publica-primeiro-panorama-nacional-de-alimentacao-e-acesso-a-agua-no-sistema-prisional/panorama_nacional_de_alimentacao_no_sistema_prisional.pdf. Acesso em: [30 abr 2025].

9. Boas práticas e desafios do campo socioeducativo do Distrito Federal [Internet]. Enajus; 2020. Disponível em:

https://www.enajus.org.br/anais/assets/papers/2020/sessao-01/4-boas-pra-ticas-e-desafios-do-campo-socioeducativo-do-distrito-federal.pdf

10. Brasil. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre boas práticas de fabricação de medicamentos. Diário Oficial da União; 2004 set 16; Seção 1:1-52.

11. Conselho Federal de Nutrição (CFN). Resolução nº. 600, de 25 de fevereiro de 2018. Dispõe sobre a definição das áreas de atuação do nutricionista e suas atribuições, indica parâmetros numéricos mínimos de referência, por área de atuação, para a efetividade dos serviços prestados à sociedade e dá outras providências. Diário Oficial da União. 20 abr 2018; Seção 1.

12. Conselho Federal de Nutrição (CFN). Resolução nº. 599, de 25 de fevereiro de 2018. Aprova o Código de Ética e de Conduta do Nutricionista e dá outras providências. Diário Oficial da União. 4 abr 2018; Seção 1.

13. Brasil. Decreto-Lei nº 923, de 10 de outubro de 1969. Dispõe sobre a organização da Polícia Civil. Diário Oficial da União; 1969 out 11.

14. Ministério da Justiça e Cidadania, Conselho Nacional de Política Criminal e Penitenciária. Resolução nº 3, de 05 de outubro de 2017. Diário Oficial da União, seção 1, nº 199, p. 28, 17 out 2017. ISSN 1677-7042.

Capítulo 03
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-03

VULNERABILIDADES NA CADEIA DE ABASTECIMENTO DE CERVEJARIAS DE PEQUENO PORTE

Ana Lúcia Lourenço Rodrigues[*]; **Denise Rosane Perdomo Azeredo**

Email: cgallr@hotmail.com

Resumo: A indústria pode desempenhar um papel fundamental no combate às fraudes em alimentos. Embora, muitas ocorrências não apresentem risco direto à saúde dos consumidores, todas comprometem a integridade ou autenticidade dos produtos envolvidos. O Brasil é o terceiro maior produtor de cervejas do mundo, contando com 1.847 cervejarias registradas no Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) em 2023. Nos últimos 20 anos, o número de cervejarias de pequeno porte tem crescido exponencialmente. Enquanto conglomerados cervejeiros possuem recursos para gerenciar a integridade de suas bebidas, as cervejarias de pequeno porte enfrentam limitações, tornando sua cadeia de abastecimento vulnerável a incidentes de segurança de alimentos e fraudes. Este estudo teve como objetivo avaliar as vulnerabilidades relacionadas às fraudes na cadeia de abastecimento de uma cervejaria de pequeno porte localizada no interior de São Paulo e propor medidas de controle apropriadas para prevenir e mitigar as vulnerabilidades significativas. Através do uso da ferramenta de avaliação de vulnerabilidades à fraudes em alimentos da SSAFE, foi identificado o elevado risco de adulteração de matérias-primas, com indícios de fraudes, agravado por controles insuficientes no recebimento desses insumos e uma gestão de fornecedores pouco estruturada. As medidas de prevenção e mitigação propostas neste estudo podem ser aplicadas a qualquer cervejaria de pequeno porte. A implementação dessas ações será crucial para sustentar o crescimento do mercado cervejeiro no Brasil, garantindo a oferta de uma bebida segura e íntegra aos consumidores.

Palavras–chave: Fraude em bebidas; Autenticidade; Integridade

Abstract: The industry plays a crucial role in combating food fraud. While many instances may not pose an immediate risk to consumer health, all compromise the integrity and authenticity of the products involved. Brazil is ranked as the world's third-largest beer producer, following China and the United States. As of 2023, the country had 1,847 breweries registered, marking a 6.8% increase from the previous year. Over the past two decades, small and independent breweries have grown exponentially, reflecting a dynamic and evolving beer industry. While large brewing groups have the resources to manage the integrity of their beverages, small breweries face limitations, making their supply chain vulnerable to food safety incidents and fraud. This study aimed to assess the vulnerabilities related to fraud

in the supply chain of a small brewery located in the interior of São Paulo and propose appropriate control measures to prevent and mitigate significant vulnerabilities. Using the SSAFE food fraud vulnerability assessment tool, a high risk of adulteration of raw materials was identified, with evidence of fraud, aggravated by insufficient controls when receiving these inputs, and a poorly structured supplier management. The prevention and mitigation measures proposed in this study can be applied to any small brewery. Implementing these actions will be crucial to sustain the growth of the beer market in Brazil, ensuring the supply of a safe and wholesome beverage to consumers.
Keywords: Fraud in beverages; Integrity; Authenticity

INTRODUÇÃO

A cerveja se caracteriza como uma bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção e adicionado de lúpulo, conforme definido no art.36, do Decreto nº 6871, de 2009 (1).

A produção e o consumo dessa bebida têm especial relevância na atualidade. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, em seu "Relatório do *status* global sobre álcool e saúde", 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 (2).

O Brasil é o terceiro maior produtor de cervejas no mundo, atrás apenas da China e dos Estados Unidos, e envasou 15,36 bilhões de litros no ano de 2023 (BRASIL, 2024). 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, o que sugere um grande potencial de crescimento em consumo (3).

O Anuário da Cerveja 2023 do Ministério da Agricultura e Pecuária aponta que o país alcançou um total de 1847 estabelecimentos registrados, o que representa um crescimento de 6,8% em relação ao ano anterior. O total de produtos registrados alcançou o número de 45.648 em 2023, o que evidencia que uma considerável variedade de cervejas está disponível para o mercado de consumo brasileiro (4).

A integridade da bebida cerveja, entendendo-a conforme definição do Projeto de Integridade de Alimentos da União Europeia, como "o estado de ser íntegro, inalterado ou em perfeitas condições" (5), merece atenção dos órgãos reguladores. Quando consideradas as bebidas produzidas em cervejarias de pequeno porte, o tema ganha especial relevância, diante de lacunas de conhecimento e de recursos disponíveis nestes estabelecimentos para a gestão da segurança de alimentos. De acordo com Oliveira (6) esta situação foi evidenciada pelo envenenamento de lotes de cervejas com mono e dietilenoglicol que fez, pelo menos, 30 vítimas e um total de 10 mortes no ano de 2020.

Diante do exposto, este estudo teve por objetivo mapear as vulnerabilidades no tocante a fraudes na cadeia de abastecimento de cervejas, com foco em cervejarias de pequeno porte, e apontar medidas de controle e mitigação aplicáveis a esse segmento de mercado.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma cervejaria de pequeno porte, com produção média de 765000 litros/ano, localizada no interior de São Paulo, e os dados foram coletados em visitas periódicas, com o objetivo de aplicar o questionário que integra a ferramenta SSAFE - *Food Fraud Vulnerability Assessment Tool*, desenvolvida para dar suporte as indústrias de alimentos para avaliação de vulnerabilidades a fraudes, disponível de forma gratuita no *site* https://www.ssafe-food.org/tools/food-fraud-vulnerability-assessment-tool. A ferramenta apresenta recursos que permitem identificar e mitigar os riscos à fraude (Figura1).

Figura 1. Estrutura da ferramenta SSAFE *Food Fraud Vulnerability Assessment Tool* (7)

Importa considerar que essa ferramenta tem por base a criminologia contemporânea, onde os crimes motivados por questões econômicas são vistos como o resultado da agregação de "oportunidades", "motivações" e "ausência de medidas de controle". Em "oportunidades" são avaliadas as vulnerabilidades e o interesse pela atividade criminosa de adulteração, substituição, rotulagem enganosa ou falsificação de ingredientes ou produtos acabados. Em "motivações" são avaliadas como características da cadeia de suprimentos, os preços e o cenário econômico contribuem para a busca pela maximização dos lucros ou minimização de perdas. Além disso, outros fatores como a estratégia organizacional, a cultura corporativa, o nível de concorrência e relacionamentos com fornecedores também são avaliados. Em "medidas de controle" são avaliadas a existência de medidas para a redução dos riscos de fraudes, como sistemas de inspeção e detecção ou medidas preventivas na forma de controles rígidos e flexíveis.

As "oportunidades" e "motivações" são determinadas pelo ambiente interno e externo da empresa e são definidas como os possíveis fatores de risco à

fraude. O possível risco resultante desses dois elementos pode ser reduzido pelas "medidas de controle" em vigor no sistema de gestão da empresa e/ou nos controles externos na cadeia de fornecimento, no segmento da indústria e/ou na estrutura jurídica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diagrama decisório proposto pela ferramenta SSAFE foi utilizado para a definição do escopo da avaliação de vulnerabilidades à fraude (Figura 2).

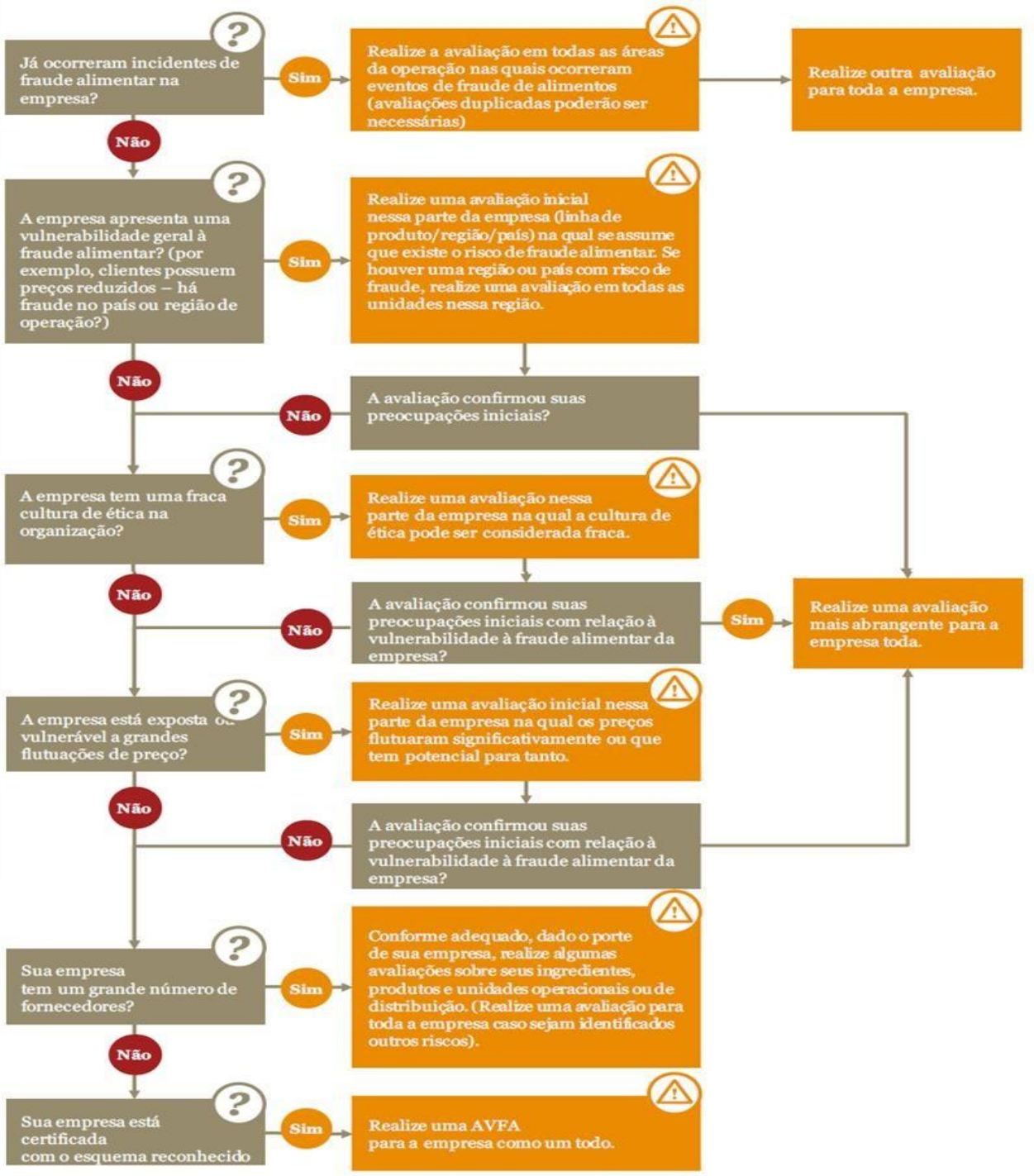


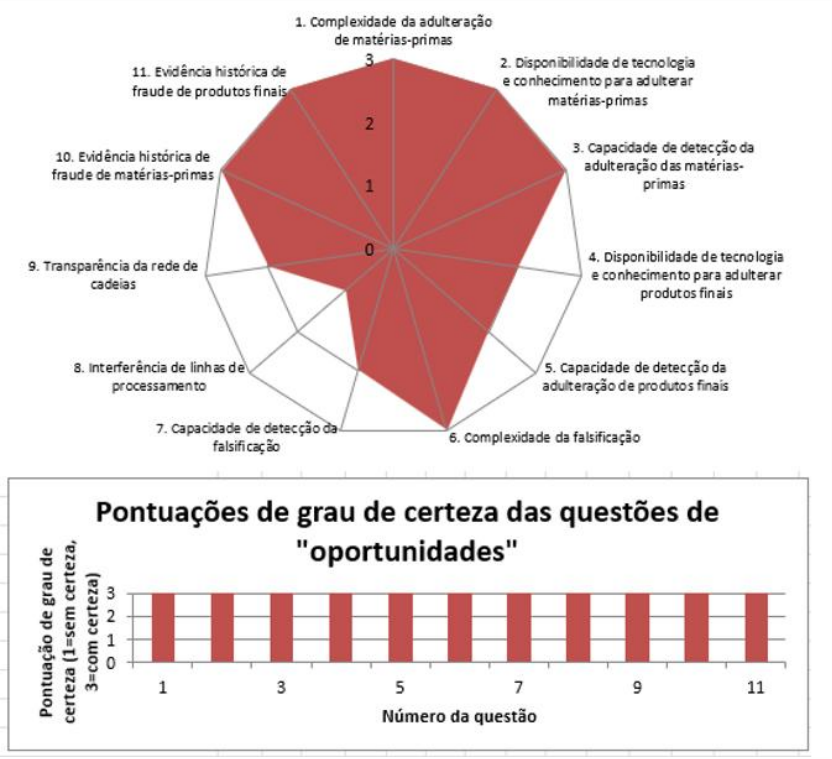
Figura 2: Diagrama decisório de avaliação de vulnerabilidades à fraude

Fonte: SSAFE *Food Fraud Vulnerability Assessment Tool* (7)

Após a aplicação do diagrama decisório, a segunda etapa consistiu na resposta às questões propostas pela ferramenta, pelos membros da equipe multidisciplinar formada para avaliação das vulnerabilidades à fraude no cenário em estudo. Para cada questão respondida, o questionário solicitou a avaliação do grau de certeza ou confiança inferido, com as opções de seleção "1" para "sem certeza", "2" para "razoavelmente certo" ou "3" para "com certeza". A avaliação das vulnerabilidades foi realizada considerando-se as matérias-primas e ingredientes, processo de produção e produto acabado (chope tipo Pilsen), no ambiente da cervejaria em questão.

A consolidação das questões associadas ao elemento "oportunidades", indicou um alto risco para a adulteração de matérias-primas. As opções de respostas "1", "2" ou "3" expressam os níveis de risco baixo, moderado e alto, respectivamente. A análise do grau de confiança inferido, "3" ou "com certeza" para todas as questões, reforçou os riscos identificados (Figura 3). Observou-se evidências de lotes de malte adulterados com cevada forrageira, durante o recebimento da matéria prima, corroborando as inúmeras ocorrências de fraudes em cerveja, noticiadas na mídia no Brasil (8; 9; 10).

Figura 3: Representação gráfica do elemento 'oportunidades" para fraudes e gráfico de grau de certeza das respostas do questionário.



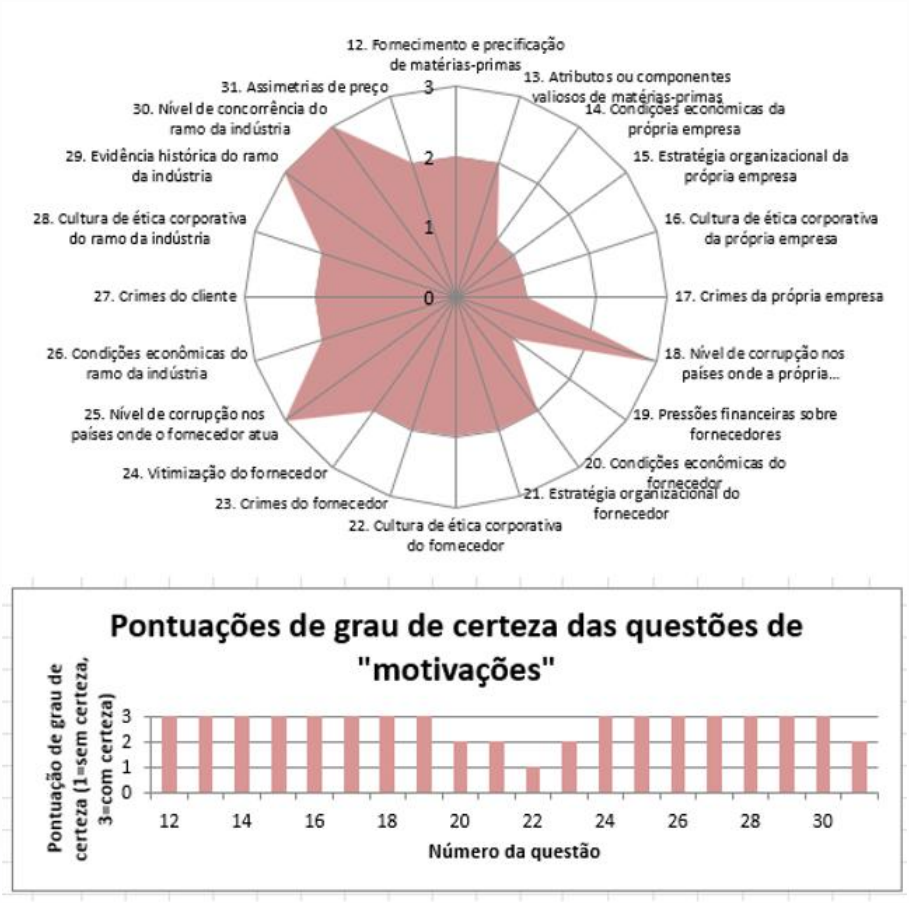
Fonte: SSAFE *Food Fraud Vulnerability Assessment Tool* (7).

A consolidação das questões associadas ao elemento "motivações"

destacou um alto risco (Figura 4), em função dos elevados níveis de corrupção do Brasil, de acordo com o índice de percepção da corrupção, calculado pela *Transparency International* (11) e à existência do histórico do setor de bebidas, que opera com elevado nível de concorrência.

As questões que abordaram a integridade econômica, envolvimento em crimes, vitimização por fraude, estratégia de negócio e cultura de ética corporativa dos fornecedores diretos, foram classificadas como baixo, "1", ou médio, "2" grau de confiança para a avaliação de risco realizada. Esse cenário, de pouco conhecimento sobre os fornecedores, evidencia grande fragilidade na gestão de fornecedores, sendo as empresas de pequeno porte ainda mais vulneráveis.

Figura 4: Representação gráfica do elemento "motivações" para fraudes e gráfico de grau de certeza das respostas do questionário.

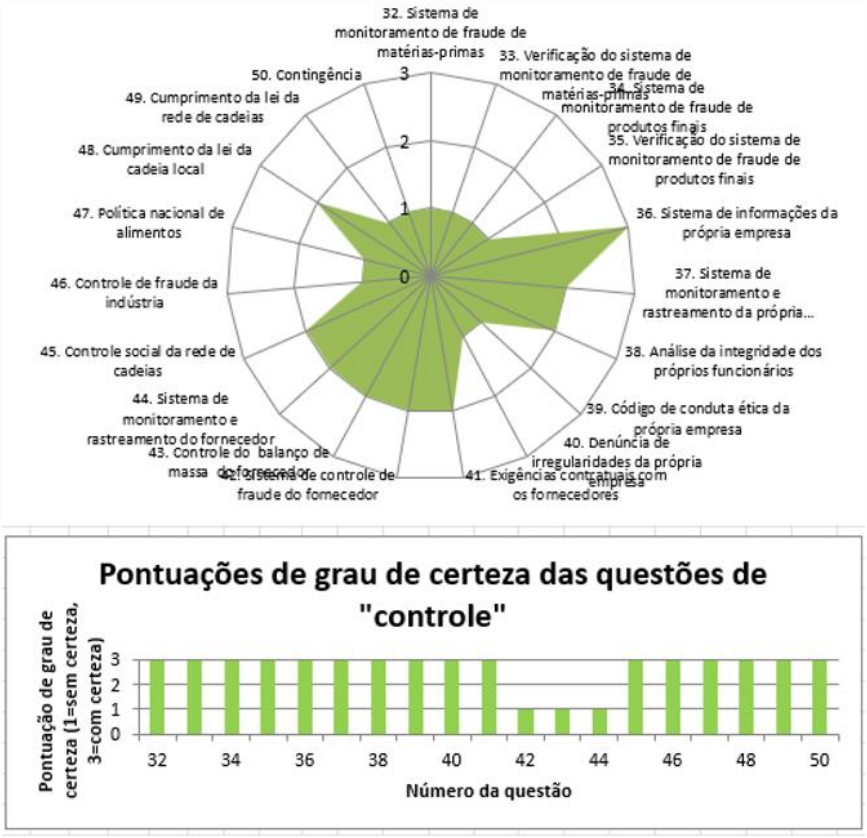


Fonte: SSAFE *Food Fraud Vulnerability Assessment Tool* (7).

A consolidação das questões associadas ao elemento "medidas de controle" destacou o nível baixo de controle geral, com relação aos parâmetros de qualidade (Figura 5). As opções de respostas "1", "2" ou "3" expressaram os níveis de controle baixo, moderado e alto, respectivamente. Não foram observadas medidas de prevenção e contingência contra fraudes implementadas na indústria em estudo. Além disso, os recursos para formalização e gestão de código de conduta ética e canal de denúncias são limitados em empresas de pequeno porte.

Mais uma vez, as questões que abordam a capacidade de rastreabilidade, controle dos fluxos de balança de massa e controle de fraudes dos fornecedores diretos, foram classificadas como baixo, "1", ou médio, "2" grau de confiança para a avaliação realizada.

Figura 5: Representação gráfica do elemento "medidas de controle" para fraudes e gráfico de grau de certeza das respostas do questionário.



Fonte: SSAFE *Food Fraud Vulnerability Assessment Tool* (7).

De acordo com a avaliação de vulnerabilidades realizada, os níveis de risco e os níveis de adequação ou controle, se encontram sumarizados no Quadro 1.

Quadro 1: Consolidação dos níveis de risco e níveis de adequação

Riscos	Nível de risco	Medidas de controle	Nível de adequação
Oportunidades	Alto	Controle rígidos internos	Baixo
Motivações da própria empresa	Baixo	Controles flexíveis internos	Baixo

Motivação dos fornecedores diretos	Médio	Controles dos fornecedores diretos	Médio, porém com baixo nível de confiança
Motivação da cadeia de fornecimento, indústria e ambiente de negócios	Médio	Controles externos da cadeia, indústria, país	Baixo

Fonte: SSAFE *Food Fraud Vulnerability Assessment Tool* (7).

As medidas de prevenção e mitigação priorizadas a partir da análise de "oportunidades", "motivações" e "medidas de controle" foram a implantação de inspeções e análises no recebimento de insumos (matérias-primas, aditivos, coadjuvantes de tecnologia, produtos de limpeza, líquidos refrigerantes e embalagens) e a gestão de fornecedores da cervejaria. Realizar uma gestão eficiente de fornecedores é crucial para que a cervejaria se proteja contra a ocorrência de fraudes, minimize riscos e custos operacionais, garanta a consistência e qualidade de seus produtos, e então preserve a confiança de seus consumidores e o valor de sua marca. Isto pode ser alcançado pelo estabelecimento de parcerias com empresas confiáveis, capazes de atender às suas necessidades de produção, aos padrões de qualidade e segurança de alimentos e às exigências de conformidade regulatória.

CONCLUSÕES

As ocorrências de fraudes afetam toda a cadeia de abastecimento de alimentos. Diante disto, os fabricantes precisam fortalecer seu sistema de gestão de segurança de alimentos, e então proteger seus consumidores dos danos potenciais causados por práticas de fraudes. Para alcançar esse objetivo, o primeiro passo é a realização da avaliação de vulnerabilidades, a partir da coleta de informações em pontos apropriados ao longo da cadeia de abastecimento, incluindo matérias-primas, ingredientes, produtos e embalagens, acompanhada da priorização das vulnerabilidades significativas. Uma vez mapeadas, o estabelecimento de medidas de controle apropriadas auxiliará na mitigação e prevenção dos riscos identificados.

A utilização da ferramenta SSAFE evidenciou as vulnerabilidades à ocorrência de fraudes em toda a cadeia de abastecimento, quando avaliada a cervejaria que participou do estudo. As vulnerabilidades significativas identificadas foram as associadas aos insumos utilizados, observando-se um elevado nível de risco e um baixo nível de adequação de controles. As medidas de prevenção e mitigação apresentadas neste estudo relacionadas à estruturação ou fortalecimento da gestão de insumos e seus fornecedores são aplicáveis a quaisquer cervejarias de pequeno porte, e a implantação delas será de grande importância para suportar a tendência de crescimento do mercado cervejeiro no país pela disponibilização de uma bebida segura aos seus consumidores.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. 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: seção 1, Brasília, DF, 5 jun. 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm
2. WHO Global status report on alcohol and health. Geneva: World Health Organization; 2018. Available from: https://www.who.int/publications/i/item/9789241565639
3. Kirin Holdings Company, Limited. Global beer consumption by country in 2022. Tokyo: Kirin Holdings Company, Limited; 2023. Available from: https://www.kirinholdings.com/en/newsroom/release/2023/1222_04.html
4. Brasil. Ministério da Agricultura e Pecuária. Secretaria de Defesa Agropecuária. Anuário da Cerveja 2024: ano de referência 2023. Brasília: MAPA; 2024. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/anuarios-de-produtos-de-origem-vegetal-pasta/anuario-da-cerveja-2024-ano-referencia-2023/view. Acesso em: 31 mai. 2024.
5. European Union. European Union Food Integrity Project. Ensuring the integrity of the European food chain. 2018. Disponível em: https://cordis.europa.eu/project/id/613688. Acesso em: 1 abr. 2024.
6. Oliveira R. Caso Backer: relembre o que aconteceu e entenda a atual fase de julgamento. O Tempo [Internet]. 2023 mar 20 [citado 2024 jun 11]; Cidades. Disponível em: https://www.otempo.com.br/cidades/caso-backer-relembre-o-que-aconteceu-e-entenda-a-atual-fase-do-julgamento-1.2833075
7. SSAFE. Food Fraud Vulnerability Assessment Tool [Internet]. 2024 [citado 2024 abr 13]. Disponível em: https://www.ssafe-food.org/tools/food-fraud-vulnerability-assessment-tool
8. Henrique A. Polícia descobre esquema para falsificação de cerveja no ABC. Folha de S.Paulo [Internet]. 2021 ago 5 [citado 2024 abr 1]; Agora São Paulo. Disponível em: https://agora.folha.uol.com.br/sao-paulo/2021/08/policia-descobre-esquema-para-falsificacao-de-cerveja-no-abc.shtml
9. Grubertt B, Tufani V. Galpão de falsificação de cerveja é fechado no Rio; rótulos e até tampinhas eram trocados. G1 [Internet]. 2022 jun 21 [citado 2024 abr 1]; Rio de Janeiro. Disponível em: https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2022/06/21/operacao-conjunta-entre-policias-civil-e-pm-fecha-galpao-usado-para-falsificacao-de-cerveja.ghtml
10. Marques P. Polícia descobriu fábrica de cervejas falsificadas em SP porque comerciantes desconfiaram de preço baixo em marcas conhecidas. G1 [Internet]. 2024 jan 19 [citado 2024 abr 1]; São Paulo. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2024/01/19/policia-descobriu-fabrica-de-cervejas-falsificadas-em-sp-porque-comerciantes-desconfiaram-de-preco-baixo-em-marcas-conhecidas.ghtml
11. Transparência internacional. Índice de Percepção da Corrupção 2023 [Internet]. 2023 [citado 2024 mar 29]. Disponível em: https://transparenciainternacional.org.br/publicacoes/indice-de-percepcao-da-corrupcao-2023/

Capítulo 04
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-04

ESTRATÉGIA GLOBAL PARA SEGURANÇA DOS ALIMENTOS E INTERFACE COM A ABORDAGEM UMA SÓ SAÚDE: INÍCIO DO PERCURSO DA IMPLEMENTAÇÃO NO BRASIL

Elke Stedefeldt*; Cristiane Tavares Matias

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: elke.stedefeldt@unifesp.br*

Resumo

A segurança dos alimentos representa um dos principais desafios na saúde pública contemporânea. Alimentos contaminados comprometem a saúde, agravam a desnutrição e afetam desproporcionalmente populações vulneráveis. Nesse cenário, visando a redução da carga de doenças diarreicas, de transmissão hídrica e alimentar, a Estratégia Global para Segurança dos Alimentos (EGSA) da Organização Mundial da Saúde (OMS) surge como um referencial internacional para orientar e apoiar os Estados-membros na priorização, planejamento, implementação, monitoramento e avaliação regular de suas ações, bem como fortalecer os sistemas nacionais de vigilância e controle sanitários. Simultaneamente, a abordagem Uma Só Saúde reconhece a interdependência entre a saúde humana, animal, vegetal e ambiental, contribuindo para a articulação de políticas públicas multissetoriais voltadas à prevenção de doenças zoonóticas, resistência antimicrobiana e segurança dos alimentos. A interface entre essas duas agendas contribui para a gestão do risco sanitário e para a promoção de sistemas alimentares mais resilientes e sustentáveis. Este capítulo descreve o percurso inicial da implementação da EGSA no Brasil, contribuindo na transparência do processo em curso. O assessoramento técnico e científico da pesquisadora Dra. Elke Stedefeldt, ponto de interlocução entre OMS, OPAS e MS no Brasil, busca subsidiar o aperfeiçoamento de políticas públicas, apoiar a tomada de decisão baseada em evidências e orientar ações de cooperação técnica com outros países da Região das Américas.

Palavras–chave: segurança dos alimentos; Objetivos de Desenvolvimento do Milênio; políticas em saúde pública

Abstract

Food safety represents one of the main challenges in contemporary public health. Contaminated food compromises health, worsens malnutrition, and disproportionately affects vulnerable populations. In this context, the Global Strategy for Food Safety (GSFS) of the World Health Organization (WHO) has emerged as an international reference to guide and support Member States in prioritizing, planning, implementing, monitoring, and regularly evaluating their actions, as well as in strengthening national health surveillance and control systems. Simultaneously, the One Health approach recognizes the interdependence between human, animal, plant, and environmental health,

contributing to the articulation of multisectoral public policies aimed at preventing zoonotic diseases, antimicrobial resistance, and ensuring food safety. The interface between these two agendas contributes to managing health risks and promoting more resilient and sustainable food systems. This chapter describes the initial implementation of the GSFS in Brazil, contributing to the transparency of the ongoing process. The technical and scientific advice provided by researcher Dr. Elke Stedefeldt - serving as a point of contact between WHO, PAHO, and the Ministry of Health in Brazil - seeks to support the improvement of public policies, foster evidence-based decision-making, and guide technical cooperation initiatives with other countries in the Region of the Americas.

Keywords: food safety; Millennium Development Goals; public health policies

1. Introdução

A segurança dos alimentos é um dos pilares fundamentais da saúde pública. No entanto, diariamente, milhões de pessoas em todo o mundo estão expostas a perigos ocultos nos alimentos, com consequências que podem ser graves e até fatais. Alimentos inseguros aumentam a prevalência de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA), criando um ciclo vicioso de doença, desnutrição e deficiência nutricional, afetando particularmente os grupos que estão em situação de vulnerabilidade (1).

De acordo com as diretrizes do *Codex Alimentarius* (2), entende-se por Segurança dos Alimentos "a garantia que os alimentos não causarão danos para o consumidor quando forem preparados e/ou consumidos de acordo com o seu uso pretendido". A Segurança dos Alimentos pode ser discutida como uma construção individual ou coletiva dos padrões de conformidade e de tolerância que determinada sociedade estabelece em sua cultura.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) destaca que as DTHA têm sido observadas como um problema de saúde pública global (1), como também, no Brasil. Estima-se que uma em cada 10 pessoas no mundo adoecem após ingerir alimentos inseguros, resultando em uma carga anual global de 33 milhões de anos de vida ajustados por incapacidade e 420.000 mortes prematuras (1). Desde a sua criação em 1948, a OMS tem o compromisso de reduzir a carga de DTHA na saúde global, assumindo a liderança em sua avaliação e auxiliando os Estados-membros na construção e fortalecimento de seus sistemas de vigilância sanitária e epidemiológica.

No Brasil, a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS), notificou no período de 2014 a 2023, 6.874 surtos de DTHA com 110.614 pessoas doentes e resultando em 121 óbitos (3). Quanto à distribuição dos surtos de DTHA por local de ocorrência, 34% dos surtos ocorreram nas residências, seguido no restaurante, padaria e similares (14,6%), creches e escolas (12,5%). Em relação aos alimentos mais frequentemente envolvidos nos surtos, destacam-se a água (28,8%) e os alimentos mistos (21,3%), com os agentes etiológicos mais identificados *E. coli* (34,8%), *S. aureus* (9,7%), *Salmonella spp*. (9,6%) (3).

Planos estratégicos relacionados à mitigação das DTHA estão ancorados na gestão pública e resultam de processos de discussão e conjunturas políticas favoráveis. No contexto global, destaca-se a atualização da Estratégia Global para Segurança dos Alimentos (EGSA) pela OMS (2022–2030) (4), adotada durante a 75ª Assembleia Mundial da Saúde. Essa Estratégia convida os Estados-membros, incluindo o Brasil, a fortalecer seus sistemas de controle, vigilância e resposta às ameaças emergentes à segurança dos alimentos, promovendo ações integradas com foco na saúde pública, comércio seguro e desenvolvimento sustentável (4). O impacto esperado pela OMS até 2030 é a redução em 40% na média global estimada de Doenças Diarreica Crônicas (DDA) em uma população de 100.000 habitantes. Os indicadores de progresso são o mecanismo de colaboração multissetorial para eventos de segurança de alimentos e a vigilância de DTHA e contaminação dos alimentos (4).

Paralelamente, a abordagem Uma Só Saúde vem sendo reconhecida como um marco conceitual essencial para enfrentar riscos sanitários complexos e interconectados. Segundo a definição conjunta da OMS, OMSA, FAO e PNUMA (5), trata-se de uma estratégia unificadora que reconhece a interdependência entre a saúde humana, animal, vegetal e ambiental. Essa perspectiva tem contribuído para a articulação de políticas públicas multissetoriais voltadas à prevenção de doenças zoonóticas, resistência antimicrobiana e segurança dos alimentos.

Nesse sentido, a interface entre a EGSA e a abordagem Uma Só Saúde configura-se como um campo emergente de interesse para a gestão do risco sanitário e a promoção de sistemas alimentares mais resilientes. Ainda que documentos internacionais e nacionais reconheçam a importância dessa conexão, são escassos os estudos e relatos que abordam de forma aplicada a implementação conjunta dessas estratégias, especialmente no contexto brasileiro. Há uma lacuna no conhecimento sobre como esses referenciais têm sido incorporados na prática institucional e intersetorial, o que limita a avaliação de sua efetividade e dos desafios enfrentados pelos agentes envolvidos.

Compreender a implementação da EGSA no Brasil sob a ótica da abordagem Uma Só Saúde é essencial para subsidiar políticas públicas mais eficazes, promover o fortalecimento da governança sanitária e contribuir para a prevenção de DDA, principalmente em populações mais vulneráveis. A integração entre essas agendas também se alinha à Agenda 2030 e aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, reforçando a importância da ação intersetorial para a promoção da saúde e da segurança alimentar (6).

O objetivo deste relato de experiência é descrever o percurso inicial e recente da implementação da EGSA no Brasil e a sua interface com a abordagem da Uma Só Saúde. Apresentar essa trajetória contribui não apenas na transparência do processo em curso, mas também no potencial de aprendizagem coletiva e de fortalecimento dos sistemas de vigilância e controle sanitário. O conhecimento sistematizado sobre a implementação da EGSA no Brasil e sua interface com a abordagem intersetorial e transdisciplinar da Uma

Só Saúde pode subsidiar o aperfeiçoamento de políticas públicas, apoiar a tomada de decisão baseada em evidências e orientar ações de cooperação técnica com outros países da Região das Américas.

O contexto desse relato envolve a atuação técnica da pesquisadora Dra. Elke Stedefeldt, livre docente em segurança dos alimentos, que desde 2021 participa de forma ativa de espaços institucionais e científicos voltados à implementação da EGSA no país. Sua contribuição abrange o assessoramento técnico em reuniões intersetoriais, o diálogo com gestores públicos e representantes de organismos internacionais, além da coordenação e participação em grupos de trabalho dedicados à segurança dos alimentos e à promoção da abordagem Uma Só Saúde.

1.1 Breve contexto: A Estratégia Global Para Segurança Dos Alimentos e a abordagem Uma Só Saúde

A atualização da EGSA para o período de 2022 a 2030 representa um marco relevante para o fortalecimento dos sistemas de controle sanitário em escala global. Coordenada pela OMS pelo Departamento de Nutrição e Segurança dos Alimentos da OMS, com apoio técnico e assessoria do Grupo Técnico Consultivo em Segurança dos Alimentos: alimentos mais seguros para melhor saúde (TAG *Food Safety*), a nova versão da EGSA reflete a necessidade de resposta coordenada e multissetorial frente aos desafios contemporâneos que impactam a produção, o comércio e o consumo de alimentos. A composição do TAG *Food Safety*, com 20 especialistas de todas as regiões da OMS, confere à Estratégia um caráter plural e técnico-científico, promovendo princípios orientadores como base em evidências, foco nas pessoas, custo-efetivo e visão prospectiva (4).

As prioridades estratégicas da EGSA visam desde o fortalecimento dos sistemas nacionais de controle de alimentos até a inserção da segurança dos alimentos como eixo estruturante das relações comerciais nacionais e internacionais. Nesse sentido, sua implementação não apenas contribui para reduzir a carga global de DDA, mas também dialoga com compromissos maiores assumidos no contexto da Década da Ação para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), promovida pela Agenda 2030 da ONU. A segurança dos alimentos é reconhecida como componente essencial para a concretização de metas relacionadas à erradicação da pobreza (ODS 1); fome zero e agricultura sustentável (ODS 2); saúde e bem-estar (ODS 3); trabalho decente e crescimento econômico (ODS 8); consumo e produção responsáveis (ODS 12); parcerias e meios de implementação (ODS 17) (4;6).

Os princípios da EGSA são: baseado em evidências, focado nas pessoas, custo-benefício e olhar para o futuro. As prioridades estratégicas são: fortalecer os sistemas nacionais de controle de alimentos; identificar e responder aos desafios de segurança de alimentos resultantes da transformação e mudanças globais nos sistemas de alimentos; aperfeiçoar o uso de informações da cadeia de alimentos, evidência científica e avaliação de riscos na tomada de decisões de gerenciamento dos riscos; aumentar o engajamento e

comunicação de riscos por partes interessadas; promover a segurança de alimentos como um componente essencial no comércio nacional, regional e internacional.

No âmbito regional, a EGSA também se alinha ao Plano Estratégico da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) 2020–2025, que integra a Agenda de Saúde Sustentável para as Américas (ASSA 2018–2030). Neste plano, o enfrentamento das DTHA e das zoonoses é reforçado pela adoção de medidas integradas com a abordagem Uma Só Saúde (7). Essa abordagem propõe a articulação de setores da saúde humana, animal, vegetal e ambiental, reconhecendo a interdependência entre os sistemas vivos e a necessidade de soluções integradas para proteger a saúde pública, os ecossistemas e a segurança alimentar.

Segundo definição conjunta da OMS, Organização Mundial de Saúde Animal (OMSA), Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), Uma Só Saúde é "uma abordagem integrada e unificadora que visa equilibrar e otimizar de forma sustentável a saúde de humanos, animais, plantas e ecossistemas", promovendo respostas conjuntas a ameaças como a contaminação dos alimentos, resistência antimicrobiana e impactos das mudanças climáticas (5). A mobilização de diferentes disciplinas, setores e níveis da sociedade torna-se essencial para enfrentar os perigos e riscos que afetam simultaneamente pessoas, ambientes e sistemas produtivos alimentares. Assim, a intersecção entre a EGSA e a abordagem Uma Só Saúde fortalece as ações voltadas à prevenção das DTHA, à melhoria da qualidade sanitária dos alimentos e ao alcance dos compromissos globais de saúde e sustentabilidade. Nesse sentido, verifica-se a necessidade de fortalecer a capacidade técnica dos agentes envolvidos e de fomentar a participação social em processos decisórios.

2. Relato de experiência

A experiência descrita nesta seção aborda a implementação da EGSA com enfoque intersetorial. Há a integração dessa agenda com outras iniciativas internacionais relevantes, como a Agenda 2030 e o Plano de Ação Regional da OPAS para a abordagem Uma Só Saúde.

A EGSA dialoga com a Agenda 2030 ao buscar sistemas alimentares mais seguros, sustentáveis e resilientes e ao promover práticas baseadas em evidências científicas e regulação efetiva. Complementarmente, dialoga com o Plano de Ação Regional da OPAS para a Abordagem Uma Só Saúde (2023-2030) ao estimular ações coordenadas entre os setores da saúde humana, animal, vegetal e ambiental. Esse plano enfatiza a prevenção de riscos sanitários por meio de uma abordagem integrada, com ênfase na vigilância, resposta a emergências, capacitação e cooperação técnica, sendo um referencial importante para a articulação entre segurança dos alimentos e saúde pública (5).

O ponto de partida deste relato data de dezembro de 2020, quando, entre 600 pesquisadores e autoridades sanitárias *experts* em segurança dos alimentos de diferentes

países, a pesquisadora Dra. Elke Stedefeldt, docente da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), foi selecionada como membro do Grupo Técnico Consultivo em Segurança dos Alimentos (2021-2023) da OMS representando as Américas junto a outros três representantes do Canadá, Estados Unidos e Honduras. O grupo, composto por 20 membros, teve a responsabilidade de escrever o documento sobre a EGSA (2023-2030).

Ao final de setembro de 2022, Dra. Elke propôs um encontro informal denominado "Diálogo com café sobre a Estratégia Global de Segurança dos Alimentos" com a participação voluntária da OMS, PANAFTOSA/OPAS, Anvisa, Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA), Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS/MS, assim denominada na época), Comitê do *Codex Alimentarius* do Brasil e academia para discussão da participação do Brasil como o país piloto na implementação da EGSA. O diálogo foi claro e objetivo, marcando de forma mais sólida esse início.

Com a alteração na administração federal em 2023, novas demandas institucionais foram evidenciadas, incluindo a agenda da segurança dos alimentos no Brasil. Em conformidade com os princípios de cooperação técnica e do diálogo interinstitucional, bem como o compromisso assumido pelo Brasil junto aos Estados-membros da OMS que participaram da 75ª Assembleia Mundial da Saúde, a Profa. Elke estabeleceu contato com a Assessoria de Assuntos Internacionais do MS com o objetivo de apresentar os desdobramentos da EGSA e buscar apoio para a sua implementação no país. A iniciativa resultou em um diálogo contínuo com a Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente (SVSA/MS), permitindo a aproximação entre a EGSA e as diretrizes da abordagem Uma Só Saúde, fortalecida pela criação do Comitê Técnico Interinstitucional de Uma Só Saúde. Essa articulação favoreceu a convergência entre agendas internacionais e políticas públicas nacionais, promovendo avanços na integração da segurança dos alimentos ao escopo das ações de saúde pública e vigilância sanitária no Brasil.

Em 2024, a pesquisadora, respondendo às demandas encaminhadas pela Gerência de Inspeção e Fiscalização Sanitária de Alimentos, Cosméticos e Saneantes (GIASC) da Anvisa, submeteu ao Programa de Pesquisa em Políticas Públicas da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (PPPP/Fapesp) o projeto intitulado "Alinhamento da Estratégia Global de Segurança dos Alimentos da Organização Mundial da Saúde com o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária no Brasil: fortalecimento das autoridades sanitárias e do setor regulado de alimentos" sendo contemplada. O princípio norteador do projeto é da construção de sistemas alimentares seguros, centrados nas pessoas, sustentados por evidências científicas e economicamente viáveis. Entre as atividades desenvolvidas, os pesquisadores do projeto tem atuado intensivamente em oficinas de trabalho com autoridades sanitárias municipais e estaduais para a Análise do Impacto Regulatório da RDC 216/2004 (Boas Práticas de Manipulação); atualização normativa da RDC 275/2002 (Boas Práticas de Fabricação); grupos focais para o desenvolvimento de cursos digitais de capacitação alinhados com a EGSA e a abordagem de Uma Só Saúde e elaboração de questionários para avaliar o letramento em segurança dos alimentos das autoridades do SNVS.

Por meio do Decreto nº 12.007/2024 foi instituído o Comitê Técnico Interinstitucional de Uma Só Saúde, representando um avanço significativo na promoção de uma abordagem multissetorial e multidisciplinar que reconhece a interdependência entre a saúde humana, animal, vegetal e ambiental. O Comitê tem como finalidade elaborar um Plano de Ação Nacional de Uma Só Saúde, promovendo a articulação de medidas inter federativas e multissetoriais, além de fomentar a realização de estudos e pesquisas alinhados a essa perspectiva. Foram desenvolvidas sete linhas de ação, sendo que a linha 4, sob coordenação da Profa. Elke, refere-se especificamente à segurança dos alimentos.

Em novembro de 2024, sob a coordenação da PANAFTOSA/OPAS e com o apoio da OMS e da UNIFESP, foi realizado um workshop com o objetivo de validar uma ferramenta destinada a apoiar os países na avaliação de seus sistemas de segurança dos alimentos e na elaboração de roteiros nacionais. O evento contou com a participação de representantes da Anvisa, SVSA/MS, MAPA, Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar, Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome e Ministério da Defesa.

A partir de abril de 2025, a Profa. Elke passou a atuar como principal ponto de interlocução entre a OMS, OPAS e MS do Brasil no contexto da EGSA. Sua atuação tem contribuído para o alinhamento técnico entre as diretrizes internacionais e as ações nacionais, favorecendo a articulação entre os diferentes níveis de governo e setores envolvidos. Essa posição de referência tem sido fundamental para o fortalecimento do compromisso brasileiro com a implementação da EGSA.

No início de abril de 2025, a Profa. Elke foi convidada a coordenar a Diretoria de Segurança Alimentar e dos Alimentos da Associação Brasileira de Saúde Única (ABRASUNI). A entidade reúne profissionais que atuam na interface entre saúde humana, animal, vegetal e ambiental, de empresas públicas e privadas, e de organizações governamentais e não governamentais, promovendo a ciência sob a perspectiva de Uma Só Saúde em níveis local, regional, nacional e global. A sua atuação enquanto coordenadora visa publicizar a EGSA para a população de maneira geral, assumindo um dos princípios da Estratégia: foco nas pessoas.

3. Conclusão

A integração entre a EGSA e a abordagem Uma Só Saúde representa um avanço significativo na capacidade dos sistemas nacionais e locais de responderem aos surtos e às emergências sanitárias de forma mais coordenada, eficaz e preventiva. Essa interface fortalece a vigilância integrada, otimiza o uso de recursos humanos e tecnológicos, e permite respostas mais rápidas e assertivas diante de ameaças à segurança dos alimentos, especialmente em contextos vulneráveis. Ao promover a cooperação entre os setores da saúde humana, animal, vegetal e ambiental e da produção de alimentos, contribui-se para uma análise de risco abrangente, fundamentada em evidências científicas e focada no bem-estar da população.

Este capítulo descreveu a trajetória inicial da implementação da EGSA no Brasil e sua interface com a abordagem Uma Só Saúde, destacando os marcos institucionais e as iniciativas que vêm consolidando um modelo de governança mais colaborativo. As DTHA são um desafio sanitário persistente e a experiência apresentada reforça que a mobilização de diferentes agentes — academia, governo, organismos internacionais e sociedade civil — são fundamentais na construção de um sistema de segurança dos alimentos sólido e robusto. O diálogo contínuo é condição indispensável para o fortalecimento das políticas públicas de segurança dos alimentos e, por consequência, para a proteção da saúde pública.

Para que a implementação da EGSA e da abordagem Uma Só Saúde seja efetiva e duradoura, recomenda-se ampliar os espaços de governança intersetorial e o controle e participação social; garantir financiamento público sustentável para ações estruturantes; investir na formação contínua dos profissionais e das autoridades sanitárias; promover a intersetorialidade; incentivar a produção de evidências científicas aplicadas à realidade brasileira; e apoiar a cooperação internacional e o intercâmbio de boas práticas no Brasil e na região das Américas.

AGRADECIMENTOS

À Organização Mundial da Saúde (OMS), à Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), ao Ministério da Saúde (MS), à Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente (SVSA), ao Comitê Técnico Interinstitucional de Uma Só Saúde (Subgrupo 4), à Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) e ao Grupo de Estudos em Risco e Resiliência dos Alimentos (GERRSAL) pelo apoio técnico, científico e institucional na construção dessa história.

Ao financiamento, processo 2023/10161-3, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

REFERÊNCIAS

1. WHO. Estimates of the global burden of foodborne diseases.Geneva: World Health Organization; 2015.

2. Codex Alimentarius Commission**.** Food hygiene. Basic texts. 4th ed. Rome: FAO/WHO; 2009. 136 p.

3. MS. SVSA. Surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar: informe 2024. Brasília/DF: Ministério da Saúde; Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente; mar 2024.

4. WHO. Global Strategy for Food Safety 2022–2030. Geneva: World Health Organization; 2022.

5. WHO, FAO, OIE, UNEP. One Health Joint Plan of Action (2022–2026): Working together for the health of humans, animals, plants and the environment. Geneva: World Health Organization; 2021.

6. UNFSS. Scaling up Voluntary Sustainability Standards through Sustainable Public Procurement and Trade Policy. Geneva: United Nations Forum on Sustainability Standards; 2020.

7. OPAS. Plano Estratégico da Organização Pan-Americana da Saúde 2020–2025: A equidade, o coração da saúde. Documento Oficial 359. Washington, D.C.: Organização Pan-Americana da Saúde; 2020.

Capítulo 05
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-05

AÇÃO CORRETIVA EM AÇOUGUE APÓS DETECÇÃO DE MESÓFILOS AERÓBIOS, *Escherichia coli* E *Salmonella* spp. EM ESPETO DE ALMÔNDEGA BOVINA COM QUEIJO CONGELADO: RELATO DE EXPERIÊNCIA

Larissa de Assis Lima*; Jacqueline de Brito Paiva; Cíntia Minafra

**Autor correspondente (Corresponding author) - Email:* larissa_lima@discente.ufg.br

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás (PPGCTA/EA/UFG)

Resumo: Falhas no processamento dos alimentos podem gerar no consumidor, doenças gastrintestinais graves acarretando surtos epidemiológicos significativos, e desta forma, objetivou-se abordar a importância do acompanhamento do processamento dos alimentos e dos exames periódicos dos manipuladores de alimentos, e neste caso, de fábrica de produtos cárneos. A alta contagem de Mesófilos Aeróbios, *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. do produto registrado como Espeto de Almôndega Bovina com Queijo Congelado, produzido em açougue, foi sugestiva de ausência de higiene pessoal e corretas limpeza e sanitização do local e dos equipamentos, somada a infecção de um dos colaboradores por *Salmonella* spp., verificada no atestado de saúde ocupacional, porém considerado apto para a atividade de açougueiro pelo Médico responsável pelo atestado. Para isto, as medidas corretivas foram de recapacitação dos manipuladores e demais relacionados aos produtos fabricados, e solicitação de novo exame de retorno à atividade do colaborador envolvido, condicionado ao resultado negativo para *Salmonella* spp.

Palavras-chave: atestado de saúde ocupacional; fiscalização sanitária; programas de autocontrole

Abstract: Failures in food processing can lead to severe gastrointestinal diseases in consumers, resulting in significant epidemiological outbreaks. Therefore, this study aimed to highlight the importance of monitoring food processing and conducting periodic health examinations of food handlers, specifically in a meat product manufacturing facility. The high counts of Aerobic Mesophilic Bacteria, *Escherichia coli*, and *Salmonella* spp. in the product identified as "Frozen Beef Meatball Skewer with Cheese," produced in a butcher shop, suggested a lack of personal hygiene, improper cleaning and sanitization of the environment and equipment, along with the infection of one of the employees by *Salmonella* spp., as evidenced in the occupational health certificate, although the worker was deemed fit for the butcher role by the attending physician. Corrective measures included retraining of food handlers and others involved in production, and the request for a new fitness-for-duty examination for the affected employee, conditional on a negative result for *Salmonella* spp.

Keywords: occupational health certificate; sanitary inspection; self-control programs

INTRODUÇÃO

Saúde não significa ausência de doença, e sim o estado de completo bem-estar físico, mental, social, político, sendo um direito de todos e um dever do Estado (1).

As carnes, alimento mundialmente consumido, são matrizes alimentares perecíveis e comumente implicadas em surtos de doenças transmitidas por alimentos de subestimado risco microbiológico associado à manipulação e preparo, com tendência a atribuir os surtos prioritariamente a estabelecimentos de serviços de alimentação (2).

As doenças alimentares são causas importantes de mortalidade e morbidade mundial, e deste modo, a verificação de surtos alimentares pelos Serviços de Inspeção no Brasil se faz presente nos locais de produção de alimentos, que por intermédio de coletas de amostras de alimentos, visa a caracterização do estado higiênico-sanitário dos produtos, e monitora a adoção de medidas de prevenção e controle de contaminantes, contribuindo assim, para que os estabelecimentos produtores possam garantir alimentos seguros à população.

Este relato ressalta a essencialidade da realização de análises de rotina dos alimentos em laboratório credenciado e da fiscalização dos estabelecimentos produtores de alimentos destinados ao consumo humano, e ainda, a discussão dos resultados apontados como sugestivos com justificativa dos prováveis porquês da ocorrência dos micro-organismos pesquisados, correlacionados com a importância do acompanhamento dos colaboradores pelo Responsável Técnico (RT). Os dados do estabelecimento e dos colaboradores não foram descritos para culpabilizá-los e isentar as ações desenvolvidas no estabelecimento e/ou do RT, por isso o termo "sugestivo" já que microbiologicamente, a presença de um micro-organismo é indicadora da falta de higiene pessoal, limpeza e/ou sanitização do estabelecimento.

Logo, objetivou-se demonstrar a importância do acompanhamento regular das atividades de processamento do alimento, por meio de uma narrativa descritiva a partir da averiguação da qualidade do produto Espeto de Almôndega Bovina com Queijo Congelado, quanto aos aspectos higiênico-sanitários da matéria-prima, dos manipuladores, dos setores de produção e, consequentemente, dos equipamentos e utensílios.

MATERIAL E MÉTODOS

As análises microbiológicas e físico-químicas dos alimentos produzidos pelo açougue são realizadas a cada seis meses e considera amostras de produtos aleatórios. As amostragens são agendadas pela Médica Veterinária Responsável Técnica (RT), paralelamente à escala de solicitação de amostragem do Serviço de Inspeção Municipal (SIM) no qual o estabelecimento é registrado.

O estabelecimento é classificado como Fábrica de Produtos Cárneos com 68 produtos registrados no SIM de Jataí-GO. Segundo solicitação do SIM, destes, foi enviada uma (01) amostra para análises físico-química (Teor de Nitritos; NMKL 194/2013) e microbiológica (Contagens Totais de Bactérias Mesófilas Aeróbias e *E. coli,* e Detecção de *Salmonella* spp.; AFNOR Certificate n° 3M 01/01 - 09/89, AOAC OMA 998.08. 22th ed. (2023), e ISO 6579-1:2017/Amd. 1:2020, respectivamente) do produto cru 'Espeto de Almôndega Bovina com Queijo Congelado', através da coleta de embalagem completa de 1 kg (embalada, rotulada e congelada; lote 09/11/2023). Todos os produtos fabricados no estabelecimento são rotulados segundo a legislação vigente e contém recomendações de conservação doméstica e alerta para o manuseio e consumo das carnes cruas de ave e suíno.

A amostra congelada estava exposta à venda no estabelecimento em bandeja de isopor, e foi coletada pela Fiscal do SIM em 20 de novembro (11 dias de armazenamento), acondicionada em recipiente isotérmico contendo gelo reciclável e enviada no dia 23 de novembro de 2024 ao Centro de Pesquisa em Alimentos (CPA; Universidade Federal de Goiás, UFG) de Goiânia-GO, credenciado ao Ministério da Agricultura e Pecuária, acreditado à Coordenação Geral do Inmetro. A amostra foi recebida pelo CPA na temperatura de -2,5°C, conforme descrito no laudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram contaminação microbiológica e não conformidade do produto ao disposto pela legislação nacional como pode ser verificado na Tabela 1.

Tabela 2. Resultado das análises físico-química e microbiológica do produto Espeto de Almôndega Bovina com Queijo Congelado produzido em fábrica de produtos cárneos do Município de Jataí-GO, registrado no SIM de Jataí-GO.

Ensaio	Valor de Referência	Valor Encontrado	Método
Teor de Nitritos	≤ 0,015 g de $NaNO_2$/100 g	0,000 g de $NaNO_2$/100 g	NMKL 194/2013
Contagem Total de Bactérias Mesófilas Aeróbias	n=1; m=1,0 x 10^5 UFC/g; M=1,0 x 10^6 UFC/g	2,3 x 10^7 n=1; m=1,0 x 10 UFC/g	AFNOR Certificate n° 3M 01/01 - 09/89
Contagem total de *E. coli*	n=1; m=1,0 x 10^1 UFC/g; M=1,0 x 10^2 UFC/g	>1,5x10^3 n=1; m=1,0 x 10 UFC/g est.	AOAC OMA 998.08. 22th ed., 2023

Detecção de *Salmonella* spp.	Ausência de *Salmonella* spp./25 g	Presença de *Salmonella* "O" (A-I)/25 g	ISO 6579-1:2017/Amd.1:2020

A ausência de nitritos no produto analisado evidenciou que estes aditivos conservadores não foram utilizados pelo estabelecimento, corroborando com a ficha técnica do produto registrado. A soma dos nitritos e nitratos, determinados como resíduo máximo, não deve superar 0,015 g/100 g, expressa como nitrito de sódio (3).

Os valores encontrados maiores que os valores de referência dos ensaios microbiológicos, exigiram investigação criteriosa na origem da matéria-prima, nos colaboradores e na eficácia dos Programas de Autocontrole (PAC). Condições deficientes no processamento e armazenamento podem representar riscos à saúde do consumidor, segundo Goulart et al. (4), devido à alta atividade de água, potencial de óxido-redução positivo, baixa acidez, ampla exposição ao ambiente e manipulação intensa do produto.

Neste contexto microbiológico, com valores acima do limite aceitável para o produto analisado, foi feita verificação documental no estabelecimento sobre a origem das matérias-primas para descartar a hipótese de contaminação oriunda dos frigoríficos, já que os fornecedores estão sob o Serviço de Inspeção Federal (SIF) e também, do queijo utilizado como recheio das almôndegas de carne bovina, já que que o fornecedor está sob SIM.

Após a interpretação dos laudos, a ação executada pela fiscalização do SIM foi a verificação da existência de produtos do lote analisado. Foi confirmado o esgotamento do produto no túnel de congelamento do estabelecimento, e em seguida, foi feita pela RT uma reunião com os colaboradores envolvidos diretamente com a manipulação e processamento do alimento, e ainda, o levantamento no RH do estabelecimento dos resultados dos exames periódicos dos colaboradores efetivos.

O estabelecimento está registrado no SIM desde 2015, ano da implantação do serviço de inspeção na cidade, e tem implementado os PAC (Boas Práticas de Fabricação e Procedimentos Padrão de Higiene Operacional, Pré e Pós-Operacional) e realiza diariamente o preenchimento de planilhas de controle. Essas ferramentas são utilizadas como forma de avaliação preliminar, através da observação das condições higiênico-sanitárias das instalações, da produção, condições ambientais, controle de qualidade e dos colaboradores. Os procedimentos para a limpeza e sanitização do estabelecimento ficam fixados nos diversos setores e são verificados periodicamente através de planilhas, sendo que os documentos gerados são auditáveis, conferidos, validados e arquivados pela RT, permanecendo à disposição no escritório para auditorias.

A ação corretiva em relação ao produto analisado procedeu-se através da verificação dos termostatos do túnel de congelamento e das câmaras frias juntamente com as planilhas de controle de temperatura retroativas, orientação sobre higiene pessoal aos

colaboradores, limpeza e sanitização dos equipamentos, utensílios e locais de manipulação, e após, foi elaborado e enviado ao SIM em resposta a notificação, registro fotográfico e relatório descritivo de conformidade dos itens verificados nesta ação corretiva.

Contudo, ao consultar os resultados dos exames periódicos dos quatro (04) colaboradores diretamente relacionados com a fabricação do produto analisado, observou-se que dois (02) estavam em período de análise para contratação e não possuíam resultados de exame admissional; uma (01) colaboradora efetiva estava com agendamento do exame periódico para o mês de janeiro de 2024 e então, foi solicitada antecipação para dezembro de 2023 e, pelo Médico do trabalho, foi considerada apta para a atividade. Um (01) colaborador estava com exame de fezes positivo para *Salmonella* spp., mas o Médico do Trabalho não fez a prescrição de tratamento e o considerou apto para a atividade de açougueiro.

Na semana seguinte à coleta dos produtos, o colaborador foi submetido à herniorrafia, com afastamento de 30 dias, e por isso, antecipou-se o exame previsto para abril de 2024, permitindo que a RT conferisse o resultado antes de seu retorno às atividades em 12 de janeiro de 2024. Como o exame de fezes foi negativo para *Salmonella*, não houve necessidade de recondução de função após o tratamento prescrito.

Após estas constatações, o produto Espeto de Almôndega Bovina com Queijo Congelado foi amostrado novamente, e além disso, ocorreu intensificação na implementação dos PAC considerados uma maneira eficiente de manter as condições higiênico-sanitárias adequadas, com o objetivo de garantir produtos seguros ao consumidor.

Devido às características microbiológicas dos mesófilos aeróbios, a Instrução Normativa n° 161, de 01 de julho de 2022 inclui a pesquisa destes micro-organismos para a carne moída, produtos cárneos crus moldados, temperados ou não, refrigerados ou congelados por serem considerados indicadores de monitoramento das condições higiênico sanitárias na estimativa da manutenção da qualidade dos alimentos perecíveis; nas falhas das boas práticas durante a produção, processamento, armazenamento e/ou distribuição; na eficácia da limpeza e sanitização do estabelecimento, dos equipamentos e dos utensílios (5).

Na avaliação microbiológica de 70 amostras de carne bovina moída comercializada no Brasil, Neves et al. (2) verificaram que 35 amostras de carne moída apresentaram contagens de micro-organismos aeróbios mesófilos iguais ou superiores a 10^6 UFC/g consideradas de qualidade inaceitável (7). Da mesma forma Cipriano et al. (6) descreveram elevadas contagens de mesófilos e psicrotróficos ao avaliarem a vida útil de carne bovina moída comercializada no Município de Boa Vista (RR) e atribuíram à contaminação prévia durante a fase de moagem, manipulação excessiva ou ainda à conservação em temperaturas inadequadas.

Assis et al. (7) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise sobre a prevalência de *E. coli* produtora de toxina Shiga (STEC) em carne bovina e derivados no Brasil entre 2005 e 2020 e verificaram prevalência de STEC com a maior taxa em Mato Grosso.

Bier et al. (8) ao avaliarem a qualidade higiênico-sanitária de 71 amostras de carnes bovinas fracionadas *in natura* comercializadas em 17 estabelecimentos de Campo Grande (MS), verificarem presença de *Salmonella* spp. em 7% destas.

Para Abebe et al. (9), as bactérias são responsáveis por dois terços das doenças alimentares, especialmente em países em desenvolvimento. As Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA), conforme o Ministério da Saúde, são síndromes caracterizadas por náuseas, vômitos, diarreia e anorexia, com ou sem febre, podendo causar afecções extraintestinais em órgãos como fígado, rins, SNC, meninges e nervos periféricos, geralmente associadas ao consumo de carne contaminada por bactérias de origem fecal.

CONCLUSÕES

A ausência e/ou deficiência nos padrões de higiene pessoal e limpeza/sanitização, e o resultado positivo para *Salmonella* spp. do exame periódico de um dos colaboradores, podem ter sido fatores determinantes para a contaminação do produto analisado, e precisarão ser cuidadosamente analisados frequentemente tal como o processamento dos demais produtos do estabelecimento, para o delineamento de ações corretivas e resolução dos focos de contaminação, assegurando assim a qualidade do produto final ao consumidor.

REFERÊNCIAS

1. Feio A, Oliveira CC. Confluências e divergências conceituais em educação em saúde. Saude Soc. 2015; 24:703-715.

2. Neves CP, Rodrigues KL, Mello JF, Gandra TKV, Gandra EA. Microbiological evaluation of beef sold in Brazil and consumer knowledge about food safety. Acta Vet Bras. 2024; 18:118-127.

3. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n° 272, de 14 de março de 2019. Estabelece os aditivos alimentares autorizados para uso em carnes e produtos cárneos. 2019.

4. Goulart T, Nunes LR, Finger IRB, Talhaferro LS, Costa PFP, Gonçalves CR. Avaliação da Contagem Total de Micro-organismos Mesófilos Aeróbios em Carne Moída Comercializada em Supermercados de Itaqui/RS. Anais [...] 2020; 5.

5. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 161, de 01 de julho de 2022. Ministério da Saúde. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. 2022.

6. Cipriano LC, Sousa LB, Siqueira HPG, Lima EF, Messias CT, Marchi PGF, et al. Vida útil de carne bovina moída comercializada no Município de Boa Vista-Roraima. Res Soc Dev. 2021; 10:e19010212282.

7. Assis DCS, Silva TML, Brito RF, Silva LCG, Lima WG, Brito JCM. Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) in bovine meat and meat products over the last 15 years in Brazil: A systematic review and meta-analysis. Meat Sci. 2021; 173:108394.

8. Bier D, Oliveira CE, Brugeff ECL, Areco MS, Ramos INA, Brunetta AAP, et al. Suscetibilidade antimicrobiana de *Salmonella* spp e *Staphylococcus aureus* isolados de carnes bovinas comercializadas em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. Cienc Anim Bras. 2022; 23:e-72603P2.

9. Abebe E, Gugsa G, Ahmed M. Review on major food-borne zoonotic bacterial pathogens. J Trop Med. [Internet]. 2020 [acesso em 2020 dec 02]. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7341400.

Capítulo 06
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-06

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA ACEITABILIDADE DE UM PÃO ARTESANAL VEGANO DE ABÓBORA MORANGA (CUCURBITA PEPO L.) COM UTILIZAÇÃO INTEGRAL DESSA HORTALIÇA-FRUTO

Mariana Cardozo de Oliveira [1]; Thádia Turon Costa da Silva [*2]

[1]Nutricionista, Curso de especialização em Alimentação Coletiva - INJC - UFRJ

[2]Docente do Depto de nutrição e dietética – INJC – UFRJ.
**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:thadiaturon@nutricao.ufrj.br*

Resumo: Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), um terço dos alimentos produzidos no mundo é desperdiçado anualmente. É a partir desse panorama de desperdício de alimentos, que o aproveitamento integral dos alimentos se torna cada vez mais popular. O objetivo do presente trabalho foi elaborar e avaliar a aceitação de um pão artesanal vegano de abóbora (Cucurbita) com utilização integral da hortaliça-fruto, avaliar sua viabilidade econômica e elaborar a tabela de informação nutricional. Os comensais foram convidados a provar e após consentimento livre e esclarecido, 100 avaliadores realizaram o teste de aceitabilidade do consumidor com escala hedônica de 9 pontos para os atributos aparência, cor, textura, sabor, aroma e avaliação global e de 5 pontos para intenção de compra. Os resultados do teste de aceitação demonstraram que todos os atributos sensoriais avaliados alcançaram elevados índices de aceitação e de intenção de compra com percentuais de 97%, e 96%, respectivamente. Os resultados apontam ainda que, apesar de o pão artesanal não ser rico ou fonte de nenhum nutriente, por ter utilizado a abóbora (Cucurbita) em sua totalidade, este possui mais nutrientes que um pão artesanal comum e ainda zero aditivos químicos quando comparado ao pão industrializado. Dessa forma, há viabilidade de incluir este tipo de preparação nos cardápios de unidades de alimentação coletiva, além da possibilidade de inovação no mercado de panificação, por utilizar partes como a casca e a farinha de semente de abóbora, com um preço de venda justo ao seu valor agregado.

Palavras–chave: abóbora; aceitabilidade; aproveitamento integral dos alimentos

Abstract: According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), one third of the food produced in the world is wasted annually. It is from this panorama of food waste that the full use of food becomes increasingly popular. The objective of this study was to develop and evaluate the acceptance of a vegan artisanal pumpkin bread (Cucurbita) that uses the vegetable-fruit in its entirety, assess its economic viability and elaborate a nutritional information table. Diners were invited to taste it and, after free and informed consent, 100 assessors performed the consumer acceptability test using a 9-point hedonic scale for the attributes of appearance, color, texture, flavor, aroma and overall evaluation and a 5-point scale for purchase intention. The results of the

acceptance test showed that all sensory attributes evaluated achieved high acceptance and purchase intention rates with percentages of 97% and 96%, respectively. The results also indicate that, although artisanal bread is not rich in nutrients or a source of any nutrients, since it uses pumpkin (Cucurbita) in its entirety, it has more nutrients than regular artisanal bread and zero chemical additives when compared to industrialized bread. Therefore, it is feasible to include this type of preparation in the menus of collective food units, in addition to the possibility of innovation in the bakery market, by using parts such as the pumpkin shell and seed flour, with a fair sales price for its added value.

Keywords: Acceptability; Full use of food; Pumpkin

INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) um terço dos alimentos produzidos no mundo é desperdiçado anualmente (1). Estima-se que 931 milhões de toneladas de alimentos, ou 17% do total de alimentos disponíveis para os consumidores em 2019, foram para a cesta do lixo de domicílios, varejistas, restaurantes e de outros serviços alimentares. De acordo com o mesmo estudo o brasileiro descarta mais de 40 kg de comida por ano (2). Dessa forma, reduzir perdas e desperdício de alimentos ao longo de toda cadeia produtiva, tornou-se fundamental.

É a partir desse panorama de desperdício de alimentos, que o aproveitamento integral dos alimentos (AIA) se torna cada vez mais popular. O objetivo do AIA é atender nutricionalmente as necessidades dos indivíduos, utilizando em preparações culinárias as partes não convencionais dos alimentos, diversificando sua alimentação (2).

As partes de alimentos desprezadas ocorrem, muitas vezes, por falta de instrução da população, preconceito e desconhecimento das propriedades nutricionais presentes em talos, sementes, folhas, entrecascas e cascas. Além de, possivelmente, agregar nutrientes e sabor as preparações, o AIA é uma alternativa para redução do desperdício, para gerar menos impacto ambiental e reduzir o custo para o consumidor (3).

As Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN) trabalham com um grande volume de refeições, ocasionando muita produção de resíduos sólidos. A geração desses resíduos pode ocorrer em todo o processo produtivo, como na recepção, pré-preparo, seleção, sanitização da matéria-prima, preparo e distribuição (4). Dessa forma, as UAN tornam-se importantes locais para a conscientização e realização de ações que previnam esse desperdício. Tais como: planejamento e correto cumprimento dos cardápios e avaliação de aceitação destes; cuidados no pré-preparo e no preparo das refeições, separando os alimentos que as vezes não estão visualmente bonitos, as folhas que se soltam, os talos e as cascas no pré-preparo e tudo que estiver em perfeitas condições de consumo para posterior uso; na distribuição, com realização de campanhas de educação nutricional com equipe e funcionários, conscientizando os trabalhadores; e realizando controle de índice de resto (4).

Dorvil (2021) e Han (2019) afirmam que a abóbora é uma hortaliça-fruto com significativo desperdício, isso porque normalmente só é empregada a polpa nas preparações. As sementes e a casca que possuem alto teor proteico e de lipídios insaturados, diferentes compostos com ação antioxidante e fibras, são as menos aproveitadas. Estudos sobre a utilização de partes não convencionais da abóbora vêm sendo realizados ao longo dos últimos anos, principalmente quanto ao uso de farinha de sementes de abóbora para enriquecimento de produtos de panificação (5,6).

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados mais de 31% da população brasileira consome, quatro vezes na semana, pão industrializado (7). A Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria afirma que o pãozinho francês de padaria, representa 34,39% dos produtos panificados vendidos no Brasil, enquanto os macios artesanais, 18,14% Por ano são 2,3 milhões de toneladas de pão francês consumidos pelos brasileiros (8).

O pão é um alimento presente em todos os relatos da humanidade. Com 7.500 anos, está presente desde o café da manhã até a ceia. É um alimento popular, acessível e milenar, feito basicamente de farinha de trigo, água, sal e fermento biológico. Muitas vezes, alguns outros ingredientes são utilizados para enriquecer esse alimento. Os principais são: açúcar, gordura e ovos. Com o tempo, outros ingredientes foram sendo incorporados para fornecer sabor, cor e nutrientes (9). Seja pela praticidade, variedade, duração, sabor, preço, informação nutricional ou acessibilidade, os pães, de uma forma geral, fazem parte da cultura alimentar dos brasileiros.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo desenvolver um pão vegano artesanal de abóbora utilizando a semente e a casca e avaliar a sua aceitabilidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Tipo de estudo e Aspectos éticos

O presente estudo transversal é um sub-projeto do projeto intitulado “Alimentação saudável e sustentável: elaboração, validação de instrumento para avaliação e inovação de cardápios” que foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, atendendo à Resolução CNS N° 466 de 2012, sob o n° CAAE: 31965020.3.0000.5257. Todos os participantes, que concordarem em participar da pesquisa, serão orientados a assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido.

Local do estudo

Os testes da formulação ocorreram na cozinha da pesquisadora, localizada na zona norte da cidade do Rio de Janeiro/RJ. Os testes de aceitabilidade e intenção de compra foram realizados na cidade do Rio de Janeiro/RJ.

Desenvolvimento do pão

Foi desenvolvida uma formulação de pão artesanal utilizando integralmente a abóbora (Cucurbita), como ingrediente principal. Os ingredientes utilizados foram adquiridos em estabelecimento comercial e as abóboras foram doações de pequenos produtores de Nova Friburgo/RJ. A lista de ingredientes da formulação, consiste em: farinha de trigo, abóbora orgânica (polpa, casca e sementes), açúcar demerara orgânico, fubá, água, azeite de Oliva extra virgem, fermento biológico seco instantâneo e sal refinado. O quadro 1 descreve as principais funções de ingredientes enriquecedores normalmente utilizados para elaboração de pães.

Quadro 1. Ingredientes enriquecedores na formulação do pão e suas funções

	Funções
Açúcar	Desenvolvimento do glúten, coloração, aroma, aceleração da fermentação.
Gordura	Auxiliar na expansão, umidade, maciez, sabor, textura.
Ovos	Sabor, cor, textura, maciez, incorpora ar quando batido, emulsifica gordura com líquidos, proporciona líquido e gordura.
Hortaliças e frutos	Sabor, nutrientes, cor.

Fonte: Canella-Rawls (2020).

Para chegar a uma formulação final, foram feitos testes utilizando a abóbora em sua totalidade e de diferentes maneiras, para alcançar melhor textura, sabor e enriquecimento nutricional.

De modo que a formulação seja a mais acessível possível, tanto economicamente, quanto socialmente, o ovo foi substituído pela polpa cozida de abóbora. Nesse caso, a polpa será responsável por fornecer maciez, liga, textura, sabor e coloração.

A casca e as sementes da abóbora (Cucurbita) foram incorporadas na formulação de diferentes formas, podendo ser cozidas e adicionadas a massa ou secas em forno e transformadas em farinhas. A farinha de casca e/ou sementes foi utilizada como um complemento junto a farinha de trigo. Dependendo da forma que forem usadas, a casca e a semente forneceriam textura e sabor. O quadro 2 apresenta as possibilidades testadas para o uso da abóbora no desenvolvimento do pão.

Quadro 2. Testes de formulação

	Casca	Semente
Teste 1	Cozida → Incorporação na massa	Seca → Incorporação na massa
Teste 2	Seca → Farinha	Seca → Farinha
Teste 3	Cozida → Incorporação na massa	Cozida → Incorporação na massa

Fonte: a autora (2023).

A secagem das sementes foi realizada em forno convencional a 180ºC por 30 minutos e posteriormente trituradas em liquidificador até a obtenção de um pó fino como farinha. A casca da abóbora foi coccionada sob calor úmido por 20 minutos. Após os testes, a formulação selecionada foi aquela que apresentou melhor sabor e textura final segundo a percepção do pesquisador. Ao final dos testes, foi elaborada a ficha técnica de preparo da formulação selecionada para o teste sensorial. A ficha técnica foi utilizada para o estudo de viabilidade econômica e para a estimativa da composição nutricional.

Análise sensorial

O teste de aceitabilidade foi realizado com 100 consumidores e maiores de 18 anos, em 3 diferentes instituições na cidade do Rio de Janeiro: em uma escola municipal, em um projeto social e em um coral musical.

Os avaliadores voluntários que aceitaram participar do estudo foram devidamente esclarecidos e receberam o termo de consentimento livre esclarecido (TCLE) (ANEXO

I) e, só após lerem e assinarem, concordando com os critérios da pesquisa, eles receberam uma amostra de aproximadamente 25 g do pão em um guardanapo de papel.

Ao final da degustação, foi preenchida a ficha de avaliação da aceitabilidade e intenção de compra da preparação, que foi previamente explicado aos participantes (ANEXO 1).

Os indivíduos avaliaram a amostra quanto à aceitação global, aparência, cor, aroma, textura, sabor utilizando escalas hedônicas de 9 pontos variando de 1 = "desgostei extremamente" a 9 = "gostei extremamente", bem como a intenção de compra/consumo utilizando escala de 5 pontos ancoradas nas extremidades e no (1 = "definitivamente não compraria", 3 = "talvez comprasse" e 5 = "definitivamente compraria") (10,11).

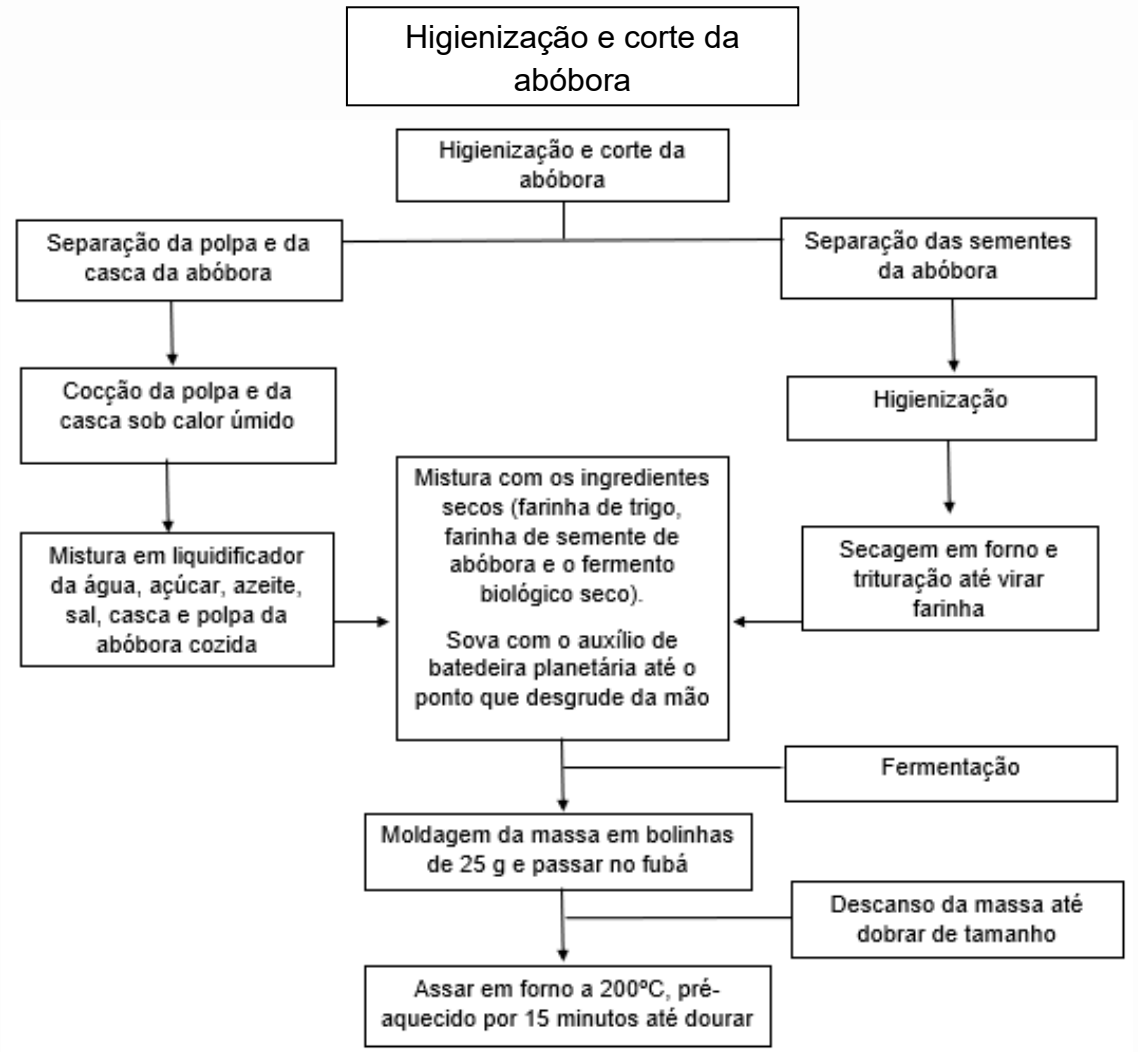
As notas foram expressas com a média ± desvio padrão. Foi considerada boa aceitabilidade, quando o índice de aceitabilidade (IA%) apresentou-se maior que 70%. O IA (%) foi calculado tendo como base as notas obtidas no teste de aceitabilidade para cada preparação por meio de fórmula: IA (%) = (A x 100) /B, na qual A corresponde à nota média obtida para a preparação e B, a nota máxima dada à preparação (12). Na ficha de avaliação também constam informações sociodemográficas dos participantes entre outras (ANEXO 1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desenvolvimento do Pão

A figura 1 apresenta o fluxograma de preparo da formulação selecionada para a análise sensorial e as figuras 2 a nove ilustram cada etapa do preparo do pão. A ficha técnica de preparo está apresentada no quadro 3.

Figura 1. Fluxograma de elaboração do pão vegano utilizando integralmente a abóbora: Formulação final



Fonte: a autora (2023).

Figura 2: abóboras orgânicas
Fonte: a autora (2024).

Figura 3: sementes de abóbora secas
Fonte: a autora (2024).

Figura 4: farinha da semente de abóbora
Fonte: a autora (2024).

Figura 5: ingredientes separados
Fonte: a autora (2024).

Figura 6: massa do pão fermentando
Fonte: a autora (2024).

Figura 7: pães fermentando
Fonte: a autora (2024).

Figura 8: pão de casca e semente de abóbora
Fonte: a autora (2024).

Figura 9: pão de casca e semente de abóbora
Fonte: a autora (2024).

Quadro 3. Ficha técnica do pão vegano utilizando integralmente a abóbora

Produto: Pão vegano de casca e semente de abóbora					
Data criação: 05/12/2024		**Tipo de preparação:** Pão com aproveitamento integral			
Rendimento (g): 500 gramas		**Rendimento porção:** 10 unidades de 50 g			
Tempo de preparo: 3 horas		**Custo da preparação:** R$ 8,14			
Ingredientes	**Medida Caseira**	**Unidade (g, ml, kg, l)**	**Peso Bruto**	**Peso Líquido**	**Fator de correção**
Casca de abóbora	1 xícara	g	118	118	1
Abóbora	¼ de xícara	g	50	50	1
Farinha de semente de abóbora	2 colheres (sopa)	g	23	23	1
Sal refinado	1/2 colher (chá)	g	2	2	1
Açúcar demerara	1/ xícara	g	70	70	1
Azeite	1 colher (sopa)	ml	15	15	1
Farinha de trigo	2 xícaras	g	250	250	1
Fermento biológico seco	1/2 colher (sopa)	g	5	5	1
Água	2 colheres (sopa)	ml	40	40	1
Fubá	1/ xícara	g	50	50	1

Modo de Preparo

1. Higienize as abóboras morangas corretamente, com solução clorada.
2. Separe e lave bem as sementes, deixe secar em um pano descartável e leve para secar em forno a 180ºC. Quando estiverem "estourando igual uma pipoca", bata no liquidificador até formar uma farinha.
3. Cozinhe a abóbora e a casca em água fervente por imersão até ficar macia e reserve.
4. Em um liquidificador, bata a casca e a abóbora cozidas, com o sal, o açúcar e o azeite em velocidade média, até ficar bem uniforme, não deixando a casca se desmanchar totalmente.
5. Em uma batedeira planetária com gancho, adicione essa mistura líquida, a farinha de trigo, a farinha de semente e o fermento biológico seco, sovando aproximadamente por 10 minutos e adicionando água aos poucos, se necessário, até ficar uniforme e formar o ponto de véu.
6. Cubra a tigela com um pano de prato limpo e deixe a massa crescer em local escuro e fechado por 20 minutos, ocorrendo assim a primeira fermentação.
7. Em uma bancada lisa, molde a massa formando bolinhas de 50 g e passe no fubá.
8. Coloque os pãezinhos em uma assadeira em local escuro e fechado por 50 minutos ou até dobrarem de tamanho, onde ocorre a segunda fermentação.
9. Leve ao forno médio (200°C) pré-aquecido por aproximadamente 15 a 20 minutos ou até dourarem.

Utensílios e equipamentos: Balança digital, panela, forno e fogão, liquidificador, faca, tábua, espátula, colher, tigelas, batedeira planetária, assadeira, pano descartável.

Fonte: a autora (2024).

Em estudo similar, Anjos *et al* (2017), desenvolveram e compararam pães com farinhas de resíduos da abóbora (casca e sementes). Os pães que utilizaram a farinha da semente, apresentaram melhor aceitação e intenção de compra do que os pães produzidos com a farinha da casca da abóbora (13).

No presente estudo, durante os testes de formulação, uma das formas de aplicação da casca de abóbora foi como farinha, no entanto a formulação em tela não apresentou sabor e textura desejáveis e esperadas para um pão.

Dessa forma, o uso de farinha de semente de abóbora na fabricação de produtos de panificação segue sendo uma ótima opção, tanto nutricionalmente, quanto para evitar o desperdício. Por outro lado, a farinha da casca de abóbora necessita ainda de ajustes para que sua utilização em pães tenha melhor aceitação por parte dos consumidores (13).

Portanto, foi possível perceber que o uso da casca da abóbora coccionada foi uma opção adequada para agregar nutrientes, evitar o desperdício, e ter boa aceitação entre os consumidores.

Análise sensorial e Índice de Aceitabilidade (IA%)

A presente pesquisa contou com 100 consumidores, maiores de 18 anos, sendo 92,0% do sexo feminino e 8,0% do sexo masculino. A maioria dos consumidores (51,0%) apresentava idade entre 30 a 59 anos, com renda menor a 2 salários mínimos familiar (50,0%) e ensino médio incompleto ou completo (58,0%). O alto número de mulheres participando da pesquisa se deve aos lugares onde as análises foram feitas. Um dos locais de teste foi o projeto social que é unicamente para mulheres em situação de vulnerabilidade social. Os outros dois locais, a escola e o coral musical são compostos predominantemente por mulheres e alguns homens não quiseram participar da pesquisa. Pela maioria das participantes serem do projeto social, isso explica a renda familiar da metade dos participantes ser até 2 salários mínimos e a maioria só possuir escolaridade até o ensino médio.

Sobre o consumo de pães, 77,0% dos participantes, afirmam consumir pão no dia a dia, uma média de 1,8 ± 0,7 pães/dia, sendo mais da metade (55,0%) pão de padaria/artesanal e 28,0% ambos (industrializado e padaria), os 3,0% que responderam "não" afirmam não comer pão por conta do glúten.

Quando questionados se os consumidores tinham conhecimento do que era aproveitar integralmente um alimento, 80,0% afirmaram que sim, apesar de 51,0% só realizar essa prática "ás vezes" e 38,0%, "não" realizar. Algumas respostas foram que *"...agora que estamos aprendendo mais sobre o assunto e vendo o quanto as coisas ficam gostosas, passaremos a aproveitar mais..."* o que pode demonstrar desconhecimento e

preconceito com a prática de utilização integral do alimento, pelo medo do desconhecido. A tabela 1 apresenta o perfil socioeconômico dos participantes do estudo.

Tabela 1. Perfil socioeconômico e características dos participantes do estudo

Variáveis	n	%
Sexo		
Homens	8	8,0
Mulheres	92	92,0
Faixa Etária		
18 a 29	11	11,0
30 a 59	51	51,0
60 ou mais	38	38,0
Renda familiar		
< 2 salários mínimos	50	50,0
2 a 4 salários mínimos	32	32,0
> 4 salários mínimos	18	18,0
Escolaridade		
Fundamental Incompleto e completo	10	10,0
Médio incompleto e completo	58	58,0
Superior	32	32,0
Tem o hábito de consumir pão		
Sim	77	77,0
Não	3	3,0
Às vezes	20	20,0
Consumo médio de pão por dia (média; desvio padrão)	**1,8**	**0,7**
Tipo de pão que consome		
Padaria\artesanal	55	55,0

Industrializado	14	14,0
Ambos os tipos	28	28,0
Não respondeu	3	3,0
Tem conhecimento sobre aproveitamento integral dos alimentos		
Sim	80	80,0
Não	20	20,0
Realiza aproveitamento integral dos alimentos na própria casa		
Sim	11	11,0
Não	38	38,0
Às vezes	51	51,0

Fonte: a autora (2024).

Em relação à percepção dos participantes acerca do produto analisado, 89,0% não percebeu a presença de partes não convencionais da abóbora (Cucurbita) (casca e farinha de semente) na preparação. No entanto, quando perguntados se existia alguma diferença significativa de um pão artesanal comum 59,0% dos consumidores afirmam perceber uma diferença. Eles afirmam que a qualidade do pão é superior ao encontrado em padarias que eles normalmente frequentam.

Sobre o uso de partes não convencionais da abóbora (Cucurbita) na formulação, 83,0% dos participantes afirmaram que se soubessem teriam adquirido o pão, 5,0% não comprariam por não gostarem de abóbora e 12,0% talvez comprassem, pois desconfiam de produtos que fogem das formulações tradicionais. Em relação ao preço que os participantes achariam justo pagar, a média de valores sugeridas foi de R$ 12,50 ± 3,90 por 10 unidades de 50 g. A tabela 2 apresenta o resultado sobre a percepção dos participantes acerca do produto analisado.

Tabela 2. Percepção dos participantes acerca do produto analisado

	n	%
A presença de partes não convencionais da abóbora foi percebida?		
Sim	11	11,0
Não	89	89,0
Existe alguma diferença significativa de um pão artesanal comum?		
Sim	59	59,0
Não	41	41,0
Se soubesse que partes não convencionais da abóbora foram utilizadas, teria adquirido esse produto?		
Sim	83	83,0
Não	5	5,0
Talvez	12	12,0
Valor que acharia justo pagar em um pacote de 10 unidades de 50g (Em R$ – média; desvio padrão)	12,50	3,90

Fonte: a autora (2024).

Na tabela 3 estão apresentadas as médias e desvio-padrão para cada atributo e o Índice de Aceitabilidade (IA%) do pão vegano com utilização integral da abóbora (Cucurbita). Observa-se que o IA% de todos os atributos são maiores que 70%, o que indica boa aceitabilidade.

Resultados semelhantes foram encontrados por Armindo (2024), que observou um IA% de 76% em todos os quesitos sensoriais de um bolo utilizando farinha de semente de abóbora e Reis (2021), que obteve IA% superior a 80% na produção de pão funcional a base de proteína de peixe, chia e farinha de abóbora (14, 15).

Apesar da pouca variação das notas, a tabela 4 apresenta a distribuição da quantidade de notas atribuídas considerando cada atributo avaliado. Em todos os atributos, a extensa maioria afirmou “gostar extremamente”, por isso a média de notas foi 8,8±0,5.

Tabela 3. Notas médias ± desvio padrão e Índice de Aceitabilidade (IA%) dos aspectos sensoriais e intenção de compra da formulação

Atributos	Média	Desvio padrão	IA%
Aceitação global	8,8	0,5	97,9
Aparência	8,8	0,4	98,2
Cor	8,8	0,6	97,7
Aroma	8,8	0,6	97,4
Textura	8,8	0,6	97,3
Sabor	8,8	0,8	97,2
Intenção de compra	4,8	0,5	96,2

Fonte: a autora (2024).

Tabela 4. Distribuição (%) das notas atribuídas (n=100) considerando cada atributo avaliado

	Aceitação global	Aparência	Cor	Aroma	Textura	Sabor
Desgostei extremamente	0	0	0	0	0	0
Desgostei muitíssimo	0	0	0	0	0	0
Desgostei moderadamente	0	0	0	0	0	1
Desgostei levemente	0	0	0	0	0	0
Não gostei, nem desgostei (indiferente)	0	0	1	0	0	0
Gostei levemente	0	1	1	2	3	1
Gostei moderadamente	4	0	1	3	2	3
Gostei muitíssimo	11	13	12	11	11	10
Gostei extremamente	85	86	85	84	84	85

Obs. Como o tamanho da amostra é 100, a quantidade apresentada é igual ao valor percentual.

Fonte: a autora (2024).

O atributo com as maiores notas foi a aparência, onde 86,0% dos consumidores gostaram extremamente. Os participantes afirmam que é *"...um pão bonito e vibrante..."*, o que explica o atributo cor ter ficado em segundo lugar com 85,0%, pois mesmo utilizando mais a casca do que a polpa, ele apresenta cor bem alaranjada, para a surpresa dos participantes.

Em terceiro lugar, também com 85,0%, foi o atributo aceitação global. No geral os participantes gostaram do pão, o que se comprovou quando questionavam se *"...podemos comer mais?..."* e *"...você pode passar a receita?..."*.

Em quarto lugar, com 85,0%, mas também com a única nota abaixo de 5, foi o atributo sabor. Alguns participantes afirmam que *"...não dá vontade de parar de comer, é muito leve e adocicado..."* e o participante que desgostou moderadamente afirma que sentiu o sabor da abóbora, da qual ele não gosta, mas resolveu experimentar.

Em quinto lugar, ficou o atributo aroma, com 84,0%. Os participantes afirmam não sentir nenhum cheiro característico diferente de um pão convencional. Diferentemente do encontrado por Armindo (2024), onde a maioria dos provadores deram notas maiores para o quesito aroma na formulação do bolo 4 (que possuía a maior porcentagem de farinha de semente de abóbora) (14). Isso pode ter ocorrido justamente pela maior concentração de farinha de semente de abóbora usada para preparar essa formulação, ao contrário da proporção usada no nosso estudo na formulação do pão vegano com casca e semente de abóbora, que por ser menor, não apresentou diferença significativa para os provadores.

Em sexto lugar, também com 84,0% o atributo textura. Alguns provadores acharam a textura parecida com a de uma broa, isso pode ser explicado devido ao uso da farinha de semente de abóbora (Cucurbita), o fubá que o recobre e o fato dele estar frio na hora do consumo, o que o deixa mais seco.

Em relação à intenção de compra 85,0% dos participantes responderam que definitivamente comprariam esse produto se estivesse a venda, 12,0% provavelmente comprariam dependendo do valor que ele custasse, pois acreditam que *"...um pão com essa qualidade, possivelmente deve custar muito caro..."*, 2,0% talvez comprassem, pois não tem costume de comer pão e 1,0% provavelmente não compraria por não consumir pães com glúten (Tabela 5).

Tabela 5. Distribuição (n) da quantidade de notas atribuídas (n=100) para a intenção de compra

Item da avaliação	n
Definitivamente não compraria	0
Provavelmente não compraria	1
Talvez comprasse	2
Provavelmente compraria	12
Definitivamente compraria	85

Obs. Como o tamanho da amostra é 100, a quantidade apresentada é igual ao valor percentual.

Fonte: a autora (2024).

CONCLUSÕES

- Foi possível desenvolver uma formulação de pão de abóbora vegano utilizando integralmente esta hortaliça-fruto, ou seja, casca, polpa e semente.
- Por ser uma preparação vegana, o pão é adaptado para diversos nichos de mercado, exceto para celíacos ou alérgicos a algum ingrediente.
- Após teste de aceitabilidade, foi possível constatar que o pão artesanal utilizando integralmente a abóbora (Cucurbita), alcançou médias maiores que 8,8 com a maioria das notas em "gostei extremamente" para os atributos sabor, aroma, aparência, cor, textura e aceitação global.
- O pão testado alcançou Índice de Aceitação (IA%) maior que 97,0% em todos os atributos sensoriais o que demostra alta aceitação.
- 85% dos consumidores declararam que definitivamente comprariam o pão testado e 12% declarou que provavelmente compraria.
- Em relação ao aproveitamento integral dos alimentos como forma de redução de resíduo, e aumentar o rendimento de alimentos, o pão artesanal com casca e semente de abóbora (Cucurbita), atendeu as expectativas dos consumidores participantes do estudo.

REFERÊNCIAS

1. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2023. The State of Food Security and Nutrition in the World 2023. Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural-urban continuum. Rome, FAO. Disponível em: https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc3017en. Acesso em: 04 out. 2023

2. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Relatório de ações sem desperdício: estratégias para redução de perdas e desperdícios alimentares [Internet]. Brasília, DF: Embrapa; 2019 [citado 2023 ago 9]. Disponível em:

https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/192093/1/Relatorio-semdesperdicio.pdf.

3. **Da Silveira MS, Bedê TP, Nicomedes WHS.** Aproveitamento integral de alimentos: uma possível ferramenta de consumo sustentável / Integral use of food: a possible tool for sustainable consumption. *Braz J Dev* [Internet]. 2021 [citado 2023 out 4];7(8):80561–80585. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/34453.

4. **Proença MW, Nishida W.** Aproveitamento integral dos alimentos em uma Unidade de Alimentação e Nutrição: elaboração de cartilha com dicas e receitas. *J Health Sci Inst* [Internet]. 2019 [citado 2023 out 4];37(3):234–9. Disponível em: https://repositorio.unip.br/wp-content/uploads/2020/12/07V37_n3_2019_p234a239.pdf.

5. **Dorvil W.** Aproveitamento de semente de abóbora (Cucurbita moschata) para o desenvolvimento de barra proteica alimentícia [dissertação]. Pernambuco: Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Nutrição; 2021. 58 p.

6. **Han LH.** Determinação de compostos bioativos de casca de moranga cabotiá in natura e desidratada [trabalho de conclusão de curso]. Cruz Alta: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul; 2019. 61 f.

7. **Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (ABIMAPI).** Pão e macarrão são os produtos mais consumidos [Internet]. *Isto É Dinheiro*; 2023 [citado 2023 nov 8]. Disponível em: https://istoedinheiro.com.br/abimapi-pao-macarrao-produtos-mais-consumidos/.

8. **Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP).** 16 de outubro: Dia Mundial do Pão [Internet]. Brasília: ABIP; 2023 [citado 2023 nov 8]. Disponível em: https://www.abip.org.br/site/16-de-outubro-dia-mundial-do-pao/.

9. **Canella-Rawls S.** Pão: arte e ciência. 6ª ed. São Paulo: Senac; 2020. 432 p.

10. Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. Sensory evaluation techniques. 5th ed. Boca Raton (FL): CRC Press; 2016. 600 p.

11. Nora FMD. Análise sensorial clássica: fundamentos e métodos [Internet]. Canoas: Mérida Publishers; 2021 [citado 2023 nov 10]. Livro eletrônico. 140 p. doi:10.4322/mp.978-65-994457-0-5. Disponível em: https://meridapublishers.com/l11analise/l11analise.pdf.

12. Dutcosky SD. Análise sensorial de alimentos. 4ª ed. Curitiba: Champagnat; 2013. 536 p.

13. Anjos CN, et al. Desenvolvimento e aceitação de pães sem glúten com farinhas de resíduos de abóbora (Cucurbita moschata). *Arq Ciênc Saúde* [Internet]. 2017 [citado 2024

out 4];24(4):58. Disponível em: https://ahs.famerp.br/racs_ol/Vol-24-4/desenvolvimento-e-aceitacao-de-paes-sem-gluten-com-farinhas-de-residuos-de-abobora.pdf.

14. Armindo PAA, et al. Obtenção da farinha de abóbora (Cucurbita sp) e seu potencial na elaboração de bolos pela substituição parcial à farinha de trigo. *Rev Iberoam Humanid Ciênc Educ* [Internet]. 2024 [citado 2024 nov 1];9(12):524–40. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/12763.

15. Reis TSM, Bispo ASR, Evangelista-Barreto NS. Análise sensorial de pães enriquecidos com proteína de peixe e farinhas vegetais [trabalho de conclusão de curso]. Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; 2021 [citado 2024 ago 8]. 39 f. Disponível em: https://ri.ufrb.edu.br/bitstream/123456789/2991/1/Analise_Sensorial_Paes_TCC_2021.pdf

ANEXO I

Modelo de questionário de aceitabilidade e intenção de compra.

Nome:_____Idade:____Sexo: ( )M ( )F ( ) Outros Você consome pão no dia-a-dia? ( ) Sim ( ) Não ( ) Ás vezes Quantos?_____ Se sim, esse pão é artesanal/padaria e/ou industrializado? ( ) Artesanal/padaria ( ) Industrializado Você sabe o que é aproveitar um alimento integralmente? ( ) Sim ( ) Não Você tem essa prática em casa? ( ) Sim ( ) Não ( ) Ás vezes
Você está recebendo uma amostra de 25 g de pão vegano com casca e semente de abóbora. Por favor, prove e avalie os itens de acordo com a escala abaixo:

Amostras

9 – Gostei extremamente	
8 - Gostei muitíssimo	( ) Aceitação global
7 - Gostei moderadamente	( ) Aparência
6 – Gostei levemente	( ) Cor
5 – Não gostei e nem desgostei (indiferente)	( ) Aroma
4 - Desgostei levemente	( ) Textura
3 - Desgostei moderadamente	( ) Sabor
2 - Desgostei muitíssimo	
1 - Desgostei extremamente	

Assinale, para essa amostra, sua intenção de compra:
( ) 5. Definitivamente compraria.
( ) 4. Provavelmente compraria.
( ) 3. Talvez comprasse.
( ) 2. Provavelmente não compraria.
( ) 1. Definitivamente não compraria.
Analisando o seu sabor, textura e aparência: A presença de partes não convencionais da abóbora foi percebida? ( ) Sim ( ) Não Existe alguma diferença significativa de um pão artesanal comum? ( ) Sim ( ) Não Se você soubesse que partes não convencionais da abóbora foram utilizadas, você teria adquirido esse produto? ( ) Sim ( ) Não ( ) Talvez Qual o valor que você acharia justo pagar em um pacote de 10 unidades de 50 g? _____ **Comentários:**

Fonte: a autora (2024)

Capítulo 07
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-07

AVALIAÇÃO DAS ADEQUAÇÕES REALIZADAS NAS EMBALAGENS DE BISCOITOS RECHEADOS E REFRIGERANTES PARA ATENDIMENTO À NOVA ROTULAGEM NUTRICIONAL FRONTAL

Yuri Neves da Fonseca[1]; Beatriz Alves de Lima[1]; Ketlyn da Silva Ladeira[1]; Michele Wagemacher[1]; Aline Gomes de Mello de Oliveira[2]; Thadia Turon Costa da Silva[2]*

1Nutricionista, Curso de especialização em Alimentação Coletiva - INJC - UFRJ

2Docente do Depto de nutrição e dietética – INJC – UFRJ.

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: thadiaturon@nutricao.ufrj.br*

Resumo: Os índices de doenças crônicas no Brasil vêm aumentando a cada ano. Tal fato ocorre devido às modificações dos padrões alimentares que ocorreram nos últimos anos, a principal mudança foi o aumento do consumo de produtos ultra processados em relação aos alimentos in natura. Dessa forma a rotulagem nutricional destaca-se como uma ferramenta muito importante para auxiliar a população a alcançar uma alimentação saudável e balanceada, pois é responsável por trazer todas as características nutricionais dos produtos. Com o objetivo de facilitar o entendimento das informações contidas nos rótulos dos produtos a ANVISA publicou a RDC/ANVISA nº 429/2020 e a IN/ANVISA nº 75/2020, responsáveis por padronizar a rotulagem e adicionar a rotulagem nutricional frontal. Este trabalho teve como objetivo avaliar as adequações às novas regras de rotulagem nutricional comparando as principais mudanças nos rótulos de biscoitos recheados e refrigerantes antes e após a entrada em vigor das RDC/ANVISA nº 429/2020 e IN/ANVISA nº 75/2020. Os parâmetros utilizados para comparação foram: porção, lista de ingredientes, valores de açúcares adicionados, gordura saturada e sódio, além disso, foi estabelecido segundo as legislações qual modelo de rotulagem nutricional frontal deveria ser utilizado e qual modelo foi adotado após a vigência das novas normas. Após a comparação dos resultados obtidos foi possível verificar que todos os produtos se adequaram às novas legislações, porém, as modificações que foram realizadas não melhoraram o perfil nutricional dos produtos.

Palavras–chave: rotulagem de alimentos; rotulagem nutricional frontal; legislação de alimentos

Abstract: The rates of chronic diseases in Brazil have been increasing every year. This fact occurs due to changes in eating patterns that have occurred in recent years, the main change being the increase in consumption of ultra-processed products in relation to fresh

foods. In this way, nutritional labeling stands out as a very important tool to help the population achieve a healthy and balanced diet, as it is responsible for bringing all the nutritional characteristics of products. With the aim of facilitating the understanding of the information contained on product labels, ANVISA published RDC 429/2020 and IN 75/2020, responsible for standardizing labeling and adding front nutritional labeling. This work aimed to evaluate the adjustments to the new nutritional labeling rules by comparing the main changes in the labels of stuffed cookies and soft drinks before and after the entry into force of RDC/ANVISA nº 429/2020 and IN/ANVISA nº 75/2020. The parameters used for comparison were: portion, list of ingredients, values of added sugars, saturated fat and sodium. In addition, it was established according to legislation which frontal nutritional labeling model should be used and which model was adopted after the new legislation came into effect. standards. After comparing the results obtained, it was possible to verify that all products complied with the new legislation, however, the changes that were made did not improve the nutritional profile of the products.

Keywords: labeling; front nutritional labeling; food law

INTRODUÇÃO

Os padrões alimentares estão mudando rapidamente, principalmente em países emergentes como o Brasil. As principais mudanças envolvem o aumento do consumo de alimentos ultraprocessados (biscoitos recheados, refrigerantes e salgadinhos) em relação aos alimentos in natura e minimamente processados (arroz, feijão, mandioca, batata, legumes e verduras) devido ao fato de serem produtos mais acessíveis para a população com menor poder aquisitivo pois são produtos mais baratos e serem produtos pronto para o consumo (1) (2). Uma das consequências dessa modificação do padrão alimentar é o rápido aumento dos índices de obesidade e excesso de peso que aliados ao aumento da incidência de doenças crônicas representam a principal causa de morte entre adultos no Brasil (3) (4).

Alimentos ultraprocessados são formulações industriais tipicamente prontas para consumo, feitas com inúmeros ingredientes frequentemente obtidos a partir de colheitas de alto rendimento, como açúcares e xaropes, amidos refinados, gorduras, isolados proteicos, além de restos de animais de criação intensiva (5) (6). Eles usualmente contêm pouco ou nenhum alimento inteiro em sua composição, além de serem fartos em açúcar e gorduras e carentes de fibras e micronutrientes. Essas formulações são feitas para serem visualmente atrativas, terem aroma sedutor e sabores muito intensos ou “irresistíveis”, usando para tais finalidades combinações sofisticadas de flavorizantes, corantes, emulsificantes, edulcorantes, espessantes e outros aditivos que modificam os atributos sensoriais. Exemplos incluem refrigerantes, biscoitos de pacote doces e salgados, macarrão instantâneo, alimentos prontos para aquecer, doces, balas, chocolates e embutidos (5) (6).

Nesse contexto, a rotulagem nutricional torna-se uma ferramenta essencial na busca por uma alimentação adequada e saudável, pois o acesso à informação sobre as características e composições dos alimentos comercializados, principalmente os ultraprocessados, faz com que o consumidor tenha a capacidade de entender o que está consumindo, estabelecendo seus potenciais benefícios e malefícios e assim julgando a

saudabilidade do produto auxiliando na sua decisão de compra. Dessa forma, essas informações permitem a escolha de alimentos mais saudáveis, mas para que tal fato ocorra é necessário que as informações contidas nesses rótulos sejam claras, precisas e diretas. No entanto, segundo a Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN) é necessário o aprimoramento das informações apresentadas nos rótulos dos alimentos para o melhor entendimento dos consumidores (1) (7).

Com o objetivo de melhorar a compreensão dos rótulos dos alimentos e dessa forma possibilitar que os consumidores realizem escolhas mais conscientes quanto a saudabilidade dos alimentos, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) publicou novas legislações: a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) n° 429 de 08 de outubro de 2020 e a Instrução Normativa (IN) n° 75 de 08 de outubro de 2020. Nessas legislações a rotulagem nutricional frontal ficou definida como informação obrigatória nos rótulos de bebidas e alimentos embalados e tem como objetivo alertar aos consumidores a presença de altos níveis de açúcares adicionados, sódio e gorduras saturadas por meio do símbolo de uma lupa e um selo escrito “ALTO EM” na parte frontal dos rótulos (8) (9).

Diante dessas modificações este trabalho tem como objetivo avaliar as adequações às novas regras de rotulagem nutricional comparando as principais mudanças nos rótulos de biscoitos recheados e refrigerantes antes e após a entrada em vigor das RDC/ANVISA nº 429/2020 e IN/ANVISA nº 75/2020.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo tipo observacional com delineamento descritivo e transversal que avaliou a conformidade de 12 produtos ultra processados às novas normas de rotulagem nutricional, sendo 5 marcas de biscoitos recheados e 7 marcas de refrigerantes. Estes produtos foram selecionados por serem dois dos principais produtos alimentícios mais consumidos no Brasil de acordo com os resultados encontrados na Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) realizada pelo IBGE nos anos de 2017 e 2018 (2).

Este estudo foi realizado em 2 fases - fase 1: seleção dos produtos, coleta e avaliação dos rótulos anteriores à entrada em vigor das novas legislações; fase 2: coleta e avaliação dos rótulos após à vigência das novas legislações; análise e discussão dos resultados encontrados. A primeira etapa foi realizada de setembro a outubro de 2022, antes da entrada em vigor da RDC/ANVISA nº 429/2020 e Instrução Normativa IN/ANVISA nº 75/2020 e a segunda etapa foi realizada de abril a outubro de 2024.

Foram registradas as seguintes informações dos produtos coletados: marca, porção, lista de ingredientes, teor de açúcar (g), gordura saturada (g), sódio (mg) apresentadas no rótulo, sendo os valores indicado na porção calculados para 100 gramas do produto com os rótulos antigos, os produtos com a nova rotulagem já apresentam esses valores para 100 g ou 100 ml, não sendo necessário o cálculo. Os dados da fase 2 foram coletados com o objetivo de obter as informações contidas nos novos rótulos dos biscoitos recheados e refrigerantes das marcas estudadas.

Após a coleta de dados foi realizada a avaliação por meio da comparação das

informações dos rótulos dos produtos da fase 1 e 2, permitindo identificar quais modelos de rotulagem nutricional frontal (RNF) os produtos deveriam utilizar em suas embalagens. Além disso, foram registradas as modificações realizadas nas listas de ingredientes após a nova rotulagem. Todas as informações coletadas foram comparadas com os parâmetros encontrados no anexo XV da IN n° 75/2020 da ANVISA apresentados no quadro 1.

Quadro 1. Limites de açúcares adicionados, gorduras saturadas e sódio para fins de declaração da rotulagem nutricional frontal.

Nutrientes	Alimentos sólidos ou semissólidos	Alimentos líquidos
Açúcares adicionados	Quantidade maior ou igual a 15 g de açúcares adicionados por 100 g do alimento.	Quantidade maior ou igual a 7,5 g de açúcares adicionados por 100 ml do alimento.
Gorduras saturadas	Quantidade maior ou igual a 6 g de gorduras saturadas por 100 g do alimento.	Quantidade maior ou igual a 3 g de gorduras saturadas por 100 ml do alimento.
Sódio	Quantidade maior ou igual a 600 mg de gorduras saturadas por 100 g do alimento.	Quantidade maior ou igual a 300 mg de gorduras saturadas por 100 ml do alimento.

Fonte: BRASIL, 2020 (9)

Critérios para o uso da rotulagem nutricional frontal:

A declaração de rotulagem nutricional frontal nos rótulos é de caráter obrigatório para alimento ou produto alimentício embalado na ausência do consumidor e que apresente as quantidades iguais ou superiores aos limites de açúcares adicionados, gorduras saturadas e/ou sódio, estabelecidos na Instrução Normativa nº 75/2020 (8). No entanto, há exceções na obrigatoriedade de declaração da rotulagem nutricional frontal conforme disposto no Anexo XVI da IN/ANVISA nº 75/2020 que define a lista de alimentos cuja declaração da rotulagem nutricional frontal é vedada, mesmo que tenham quantidade igual ou superior de açúcares adicionados, sódio e gorduras saturadas.

Está declaração deve ser realizada em impressão em cor 100% preta em um fundo branco, deve estar localizada na metade superior do painel principal em uma superfície contínua mantendo a orientação dos textos das demais informações contidas no rótulo, não podendo estar disposta em locais encobertos ou removíveis (9).

Além disso, a rotulagem nutricional frontal deve seguir um dos modelos encontrados no anexo XVII da IN/ANVISA n° 75/2020 apresentados nas figuras 1, 2 e 3 e os limites de açúcares adicionados, gorduras saturadas e sódio utilizados para a avaliação dos produtos estudados estão representados no quadro 1, tais informações foram retiradas do anexo XV da Instrução Normativa nº 75/2020.

Figura 1: Modelo 2. Usados em alimentos cujas quantidades de açúcares adicionados e gorduras saturadas sejam iguais ou superiores aos limites definidos.

Fonte: ANVISA, 2020 (9).

Figura 2: Modelo 5. usados em alimentos cujas quantidades de açúcares adicionados sejam iguais ou superiores aos limites definidos.

Fonte: ANVISA, 2020 (9).

Figura 3: Modelo 6. usados em alimentos cujas quantidades de gorduras saturadas sejam iguais ou superiores aos limites definidos.

Fonte: ANVISA, 2020 (9).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

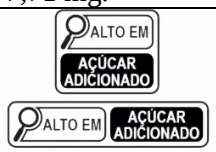
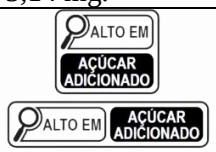
Foram avaliados 11 produtos, sendo 6 marcas de refrigerantes e 5 marcas de biscoitos recheados, conforme apresentado nas tabelas 1 e 2 respectivamente.

Das 11 marcas estudadas 8 apresentaram teores de açúcar adicionado e/ou gordura

saturada acima dos limites estabelecidos, sendo, portanto, obrigados a acrescentar a rotulagem nutricional frontal. Dentre os refrigerantes, 3 marcas apresentaram a RNF de 1 bloco para alto em açúcar adicionado. Para os biscoitos recheados 2 marcas apresentaram RNF de 1 bloco para alto em açúcar adicionado e 3 marcas com RNF de 2 blocos para alto em açúcar adicionado e gordura saturada. Todos os produtos estudados apresentaram-se em conformidade à RDC/ANVISA nº 429/2020 e IN/ANVISA nº75/2020 para a RNF.

Tabela 01 – Comparação e avaliação dos rótulos e informações nutricionais dos refrigerantes estudados

Refrigerante Guaraná ANTARTICA®	
Fase 1	
Porção	100 ml.
Lista de ingredientes	Água gaseificada, açúcar, extrato de guaraná, aromatizante, acidulante ácido cítrico, conservadores: Benzoato de sódio e sorbato de potássio e corante caramelo IV.
Açúcar adicionado	10,28 g.
Sódio	5,71 mg.
Modelos de RNF recomendados	
Fase 2	
Porção	100 ml.
Lista de ingredientes	Água gaseificada, açúcar, extrato de guaraná, aromatizante, acidulante ácido cítrico, conservadores: Benzoato de sódio e sorbato de potássio e corante caramelo IV.
Açúcar adicionado	7,3 g.
Sódio	8,5 mg.
Modelo de RNF usado	Não é obrigatório a rotulagem nutricional frontal.
Modificações após a nova rotulagem	Houve modificações na formulação com redução da quantidade de açúcar para valor abaixo do critério da RNF.
Classificação	Em conformidade.
Refrigerante guaraná FANTA®	
Fase 1	
Porção	100 ml.
Lista de ingredientes	Água gaseificada, açúcar, extrato de guaraná, acidulante ácido cítrico, corante caramelo IV, aromatizante, conservadores sorbato de potássio e benzoato de sódio e regulador de acidez citrato de sódio.
Açúcar adicionado	10,28 g.

Sódio	7,71 mg.
Modelos de RNF recomendados	
	Fase 2
Porção	100 ml.
Lista de ingredientes	Água gaseificada, açúcar, extrato de guaraná, acidulante ácido cítrico, corante caramelo IV, aromatizante, conservadores sorbato de potássio e benzoato de sódio e regulador de acidez citrato de sódio.
Açúcar adicionado	10 g.
Sódio	7,8 mg.
Modelos de RNF usados	
Modificações após a nova rotulagem	Não houve modificações formulação.
Classificação	Em conformidade.
	Refrigerante cola COCA-COLA®
	Fase 1
Porção	100 ml.
Lista de ingredientes	Água gaseificada, açúcar, extrato de noz de cola, cafeína, corante caramelo IV, acidulante ácido fosfórico e aroma natural.
Açúcar adicionado	10,57 g.
Sódio	5,14 mg.
Modelos de RNF recomendados	
	Fase 2
Porção	100 ml.
Lista de ingredientes	Água gaseificada, açúcar, extrato de noz de cola, cafeína, corante caramelo IV, acidulante ácido fosfórico e aroma natural.
Açúcar adicionado	11 g.
Sódio	5 mg.
Modelos de RNF usados	
Modificações após a nova rotulagem	Não houve modificações formulação.
Classificação	Em conformidade.
	Refrigerante cola PEPSI®
	Fase 1
Porção	100 ml.
Lista de	Água gaseificada, açúcar, cafeína, extrato de noz de cola, corante

ingredientes	caramelo IV, aromatizante, acidulante ácido fosfórico e edulcorantes: Sucralose e acessulfame de potássio.
Açúcar adicionado	7,42 g.
Sódio	10,47 mg.
Modelo de RNF recomendado	Não é obrigatório a rotulagem nutricional frontal.
Fase 2	
Porção	100 ml.
Lista de ingredientes	Água gaseificada, açúcar, cafeína, extrato de noz de cola, corante caramelo IV, aromatizantes, acidulante ácido fosfórico e edulcorantes: acessulfame de potássio (5,5 mg/100 ml) e sucralose (2,1 mg/100 ml).
Açúcar adicionado	6,9 g.
Sódio	12 mg.
Modelo de RNF usado	Não é obrigatório a rotulagem nutricional frontal.
Modificações após a nova rotulagem	Aumento na quantidade de edulcorante da formulação
Classificação	Em conformidade.
Refrigerante limonada ANTÁRTICA®	
Fase 1	
Porção	100 ml.
Lista de ingredientes	Água gaseificada, açúcar, suco concentrado de limão, aromatizantes, conservadores: benzoato de sódio e sorbato de potássio, acidulante ácido cítrico e edulcorantes: acessulfame de potássio e Sucralose.
Açúcar adicionado	4,85 g.
Sódio	6,57 mg.
Modelo de RNF recomendado	Não é obrigatório a rotulagem nutricional frontal.
Fase 2	
Porção	100 ml.
Lista de ingredientes	Água gaseificada, açúcar, suco concentrado de limão clarificado, aromatizantes, conservadores: benzoato de sódio e sorbato de potássio, acidulante ácido cítrico e edulcorantes: acessulfame de potássio (6,2 mg/100ml), e Sucralose (1,6 mg/100ml).
Açúcar adicionado	4,9 g.
Sódio	8,4 mg.
Modelo de RNF usado	Não é obrigatório a rotulagem nutricional frontal.
Modificações após a nova rotulagem	Não houve modificações formulação.
Classificação	Em conformidade.
Refrigerante limonada SPRITE®	
Fase 1	
Porção	100 ml.
Lista de ingredientes	Água gaseificada, suco de limão, acidulante ácido cítrico, aroma natural, edulcorantes ciclamato de sódio e sacarina de sódio, conservadores benzoato de sódio e sorbato de potássio e estabilizante citrato de sódio.
Açúcar adicionado	10,28 g.

Sódio	7,42 mg.
Modelos de RNF recomendados	
Fase 2	
Porção	100 ml.
Lista de ingredientes	Água gaseificada, açúcar, suco concentrado de limão clarificado, acidulante ácido cítrico, aroma natural e conservadores benzoato de sódio e sorbato de potássio.
Açúcar adicionado	10 g.
Sódio	7,6 mg.
Modelos de RNF usados	
Modificações após a nova rotulagem	- Adição de açúcar em sua composição; - Retirada dos edulcorantes ciclamato de sódio e sacarina de sódio e estabilizante citrato de sódio.
Classificação	Em conformidade.

Legenda: valores em vermelho indicam necessidade de RNF.

Tabela 02 – Comparação e avaliação dos rótulos e informações nutricionais dos biscoitos recheados estudados.

Biscoito recheado chocolate TRAKINAS®	
Fase 1	
Porção	30 g.
Lista de ingredientes	Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, gordura vegetal, gordura vegetal hidrogenada, açúcar invertido, carbonato de cálcio, cacau em pó, sal, corantes: caramelo III, beta-caroteno sintético e carmim, fermentos químicos: bicarbonato de sódio, fosfato monocálcico e bicarbonato de amônio, aromatizantes, emulsificantes: lecitina de soja e ésteres de ácido diacetil tartárico e mono e diglicerídeos e acidulante ácido cítrico.
Açúcar adicionado	31 g.
Gordura saturada	6,33 g.
Sódio	253 mg.
Modelos de RNF recomendados	
Fase 2	
Porção	30 g.
Lista de ingredientes	Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, gordura vegetal, gordura vegetal hidrogenada e Inter esterificada, açúcar invertido, carbonato de cálcio, cacau em pó, sal, corantes: caramelo III, beta-

	caroteno sintético e carmim, fermentos químicos: bicarbonato de sódio, di-hidrogenofosfato de cálcio e bicarbonato de amônio, aromatizantes, emulsificantes: lecitina de soja e ésteres de mono e diglicerídeos de ácidos graxos com ácido diacetil tatárico e acidulante ácido cítrico.
Açúcar adicionado	31 g.
Gordura saturada	5,5 g.
Sódio	256 mg.
Modelos de RNF usados	
Modificações após a nova rotulagem	- Substituição da gordura vegetal hidrogenada por Inter esterificada; - Substituição do fermento químico fosfato monocálcico por di-hidrogenofosfato; - Substituição dos emulsificantes; - Redução da gordura saturada na composição nutricional.
Classificação	Em conformidade.
Biscoito recheado chocolate BONO®	
Fase 1	
Porção	30 g.
Lista de ingredientes	Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, óleo vegetal, amido, cacau, gordura vegetal, sal, farinha de centeio, farinha de aveia, soro de leite, leite em pó integral, corante caramelo IV, fermentos químicos bicarbonato de amônio, bicarbonato de sódio e fosfato monocálcico, emulsificante.
Açúcar adicionado	33,33 g.
Gordura saturada	3 g.
Sódio	146,66 mg.
Modelos de RNF recomendados	
Fase 2	
Porção	30 g.
Lista de ingredientes	Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, óleo vegetal, amido, cacau, gordura vegetal, mineral cálcio (carbonato de cálcio), sal, farinha de centeio, farinha de aveia, soro de leite, leite em pó integral, corante caramelo IV, fermentos químicos bicarbonato de amônio, bicarbonato de sódio e fosfato monocálcico, aromatizantes e emulsificante lectina de soja.
Açúcar adicionado	36 g.
Gordura saturada	3,6 g.
Sódio	112 mg.
Modelos de RNF usados	
Modificações após	- Adição de mineral cálcio (carbonato de cálcio) e de aromatizantes

a nova rotulagem	(não especificados); -Especificação do emulsificante utilizado (lectina de soja).
Classificação	Em conformidade.
Biscoito recheado chocolate BAUDUCO®	
Fase 1	
Porção	30 g.
Lista de ingredientes	Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, gordura vegetal, açúcar invertido, farinha de rosca, cacau em pó, permeado de soro de leite, mineral e vitaminas (cálcio e vitaminas: B1, B2, niacina, B6 e A), amido, sal, fermentos químicos: bicarbonato de sódio e bicarbonato de amônio, emulsificantes: lecitina de soja e monoestearato de sorbitana e aromatizantes.
Açúcar adicionado	Não possuía o valor de açúcares adicionados, apenas o valor de carboidratos total (20 g).
Gordura saturada	7,33 g.
Sódio	190 mg.
Modelos de RNF recomendados	
Fase 2	
Porção	30 g.
Lista de ingredientes	Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, gordura vegetal, farinha de rosca, cacau em pó, permeado de soro de leite em pó, amido, sal, corante caramelo IV- processo sulfito-amônia, fermentos químicos: bicarbonato de sódio e bicarbonato de amônio, aromatizantes e emulsificantes: lectina de soja e monoesterato de sorbitana.
Açúcar adicionado	36 g.
Gordura saturada	7,4 g.
Sódio	190 mg.
Modelos de RNF usados	
Modificações após a nova rotulagem	- Retirada do açúcar invertido, mineral (cálcio) e vitaminas (B1, B2, niacina, B6 e A); - Especificação do processo sulfito-amônia.
Classificação	Em conformidade.
Biscoito recheado PIRAQUÊ®	
Fase 1	
Porção	30 g.
Lista de ingredientes	Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, gordura vegetal, cacau em pó, amido de milho, soro de leite em pó, açúcar invertido, extrato de malte, sal, emulsificante lecitina de soja, fermentos químicos: fosfato monocálcico, bicarbonato de amônio, aromatizantes

Açúcar adicionado	33,33 g.
Gordura saturada	7 g.
Sódio	260 mg.
Modelos de RNF recomendados	
Fase 2	
Porção	30 g.
Lista de ingredientes	Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, gordura vegetal, cacau em pó, soro de leite em pó, açúcar invertido, extrato de malte, amido de milho, sal, emulsificante lecitina de soja, fermentos químicos: bicarbonato de sódio, fosfato monocálcio e bicarbonato de amônio e aromatizantes.
Açúcar adicionado	35 g.
Gordura saturada	8,8 g.
Sódio	205 mg.
Modelos de RNF usados	
Modificações após a nova rotulagem	- Inversão da posição do soro de leite em pó com o amido de milho na lista de ingredientes; - Adição do bicarbonato de sódio.
Classificação	Em conformidade.
Biscoito recheado chocolate CHOCOLÍCIA®	
Fase 1	
Porção	30 g.
Lista de ingredientes	Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, gordura vegetal hidrogenada, cacau, gordura vegetal, açúcar invertido, sal, massa de cacau, chocolate, leite em pó desnatado, corante caramelo III, aromatizantes, fermentos químicos: bicarbonato de sódio, fosfato monocálcio e bicarbonato de amônio e emulsificante lecitina de soja.
Açúcar adicionado	33,33 g.
Gordura saturada	7 g.
Sódio	260 mg.
Modelos de RNF recomendados	
Fase 2	
Porção	30 g.
Lista de ingredientes	Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, gordura vegetal, gordura vegetal hidrogenada, cacau em pó, gordura vegetal Inter esterificada, açúcar invertido, sal, chocolate, massa de cacau, leite em pó desnatado, corante caramelo III, fermentos químicos: bicarbonato de

	sódio, di-hidrogenofosfato de cálcio e bicarbonato de amônio, aromatizantes e emulsificante lecitina de soja.
Açúcar adicionado	33 g.
Gordura saturada	7 g.
Sódio	260 mg.
Modelos de RNF usados	
Modificações após a nova rotulagem	- Adição do cacau em pó; - Redução da quantidade de gordura vegetal; - Substituição do fosfato monocálcio por di-hidrogenofosfato de cálcio.
Classificação	Em conformidade.

Legenda: valores em vermelho indicam necessidade de RNF.

Pode-se observar na tabela 01 que todas as marcas de refrigerante estudadas estão com os limites de sódio dentro da recomendação das legislações, sendo assim, não é necessário a utilização da rotulagem nutricional frontal para sódio.

Quando comparado os rótulos de refrigerantes da fase 1 com os da fase 2 foi possível observar modificações intencionais na formulação de 2 produtos de modo a livrá-los da obrigatoriedade da RNF. As principais mudanças observadas com este propósito foram a redução quantidade de açúcar e aumento na quantidade de edulcorante.

Quanto aos biscoitos recheados, houve mudança na formulação de todas as marcas avaliadas. No entanto, apenas uma marca promoveu mudanças ao ponto de impactar a quantidade de gordura saturada da composição nutricional livrando-a da RNF. A substituição da gordura vegetal hidrogenada pela gordura interesterificada em uma marca biscoito recheado resultou em uma redução no teor de gordura saturada na composição. Isso se deve ao fato de que a gordura hidrogenada geralmente contém uma quantidade significativa de ácidos graxos trans e saturados, enquanto a gordura interesterificada pode ter um perfil de ácidos graxos mais saudável, dependendo da sua composição (10).

Dessa forma, a maior parte dos produtos ultraprocessados estudados apresenta alto teor de açucares e/ou gordura saturada e seu consumo excessivo ainda representa um risco para a saúde dos consumidores, podendo contribuir para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis como a obesidade, a diabetes, hipercolesterolemia, etc (1).

A reformulação de alimentos após novas legislações também ocorreu em outros países como por exemplo no Chile local alvo do estudo realizado por Zancheta *et al,* (11) que avaliou as mudanças no uso de adoçantes não nutritivos no fornecimento de alimentos e bebidas chileno após a implementação da Lei de Rotulagem e Publicidade de Alimentos. Nesse estudo os resultados demonstraram que a utilização de adoçantes aumentou significativamente nos produtos que possuíam altos níveis de açúcares como por exemplo em bebidas, bebidas lácteas, sobremesas e sorvetes.

Os resultados desse estudo sugerem que o objetivo dessa troca do açúcar pelos

adoçantes após as novas legislações era reduzir os níveis de açúcar para o produto não se enquadrar nos casos de obrigatoriedade para rotulagem nutricional frontal, fato que pode vir a acontecer no Brasil e dessa forma necessita a continuidade de estudos sobre esse tema.

Em relação ao impacto da RNF outra pesquisa realizada no Chile, realizado por Taille *et al*,(12), demonstrou em seus resultados uma redução significativa (22,8 ml/per capta/dia) de bebidas adoçadas após a vigência das novas normas, comprovando a efetividade da rotulagem nutricional frontal.

Bandeira *et al,* (13) realizou uma pesquisa avaliando o desempenho e a percepção dos modelos de rotulagem nutricional frontal no Brasil. Os resultados desse estudo mostraram que a rotulagem nutricional frontal gerou impactos positivos reduzindo a percepção de saudabilidade dos produtos fazendo com que a intenção de compra também reduzisse, além disso, a população estudada demonstrou maior conhecimento sobre as características nutricionais dos produtos.

Nesse mesmo estudo o modelo de lupa para rotulagem nutricional frontal implementado pela ANVISA no Brasil foi comparado com os modelos de octógonos, círculos, triângulos e semáforo nutricional utilizados por outros países e o resultado demostrou que o modelo de lupa foi menos consistente quando comparado aos modelos de advertência como o octógono, triângulo e círculos que apresentaram resultados superiores também ao semáforo nutricional. Além disso esse estudo também demonstrou em seus resultados que os consumidores foram favoráveis a utilização dos modelos de rotulagem nutricional frontal (13).

Outro estudo que avaliou a implementação da nova regulamentação da rotulagem nutricional no Brasil foi o trabalho realizado por Borges *et al,*(14), nesse estudo foram monitoradas, com o auxílio da plataforma Mintel GNPD, diversas embalagens de alimentos e bebidas elegíveis para a rotulagem nutricional frontal nos 12 primeiros meses após as novas legislações. Os resultados encontrados demonstraram que 65,1% dos produtos ultra processados precisavam ter a RNF, porém, menos de 15% desses produtos estavam de acordo com as novas recomendações, também foram encontrados rótulos e embalagens inadequados em relação a padronização e legibilidade das informações nutricionais nas embalagens. Tais informações revelam o quanto a indústria de alimentos desrespeita o consumidor em seu direito à informação quanto a natureza e qualidade do alimento, conforme preconiza o código de defesa do consumidor (15). Além disso, mostram a necessidade de melhora do monitoramento dos rótulos e embalagens no Brasil e a importância de novos estudos no Brasil em relação ao cumprimento da RDC 429/2020 e da IN n° 75/2020.

CONCLUSÕES

Todas as marcas analisadas respeitaram as regras da RDC 429/2020 e da IN n° 75/2020 em relação à rotulagem nutricional frontal. Dos 11 produtos estudados 8 marcas se enquadravam na necessidade de apresentar a rotulagem nutricional frontal, sendo 5 com a lupa de alto em açúcar adicionado e 3 com a lupa para alto em gordura saturada e açúcar adicionado.

Algumas marcas realizaram modificações em sua formulação, porém, essas mudanças não foram significativas em relação a melhora da saudabilidade desses produtos que continuam apresentando altos valor energético resultado da utilização de açúcares adicionados e gordura saturada, além da presença de aditivos químicos como corantes, conservantes, edulcorantes, etc. por estes motivos são considerados produtos ultraprocessados e representam risco para a saúde dos consumidores. A modificação mais crítica de formulação foi a substituição de parte do açúcar adicionado por edulcorante artificial com intuito de livrar o produto da rotulagem nutricional frontal.

Após essas novas legislações as informações nutricionais ganharam clareza, legibilidade e ficaram de mais fácil acesso.

A utilização da rotulagem nutricional frontal e o seu impacto na alimentação e saúde da população brasileira ainda precisam ser amplamente estudadas com o objetivo de avaliar o desempenho da rotulagem nutricional sobre a intenção de compra, percepção de saudabilidade do produto e através dos resultados desses estudos aprimorar as novas legislações buscando melhorar o perfil do consumo alimentar da população brasileira.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. **Relatório Preliminar de Análise de Impacto Regulatório sobre Rotulagem Nutricional**. Brasília, 2019. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/33880/2977862/An%C3%A1lise+de+Impacto+Regulat%C3%B3rio+sobre+Rotulagem+Nutricional_vers%C3%A3o+final+3.pdf/2c094688-aeee-441d-a7f1-218336995337. Acesso em: 29 de setembro de 2024

2. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: Avaliação nutricional da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101670. Acessado em: 22 de novembro de 2023

3. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. **Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas e Agravos não**

Transmissíveis no Brasil 2021-2030. Brasília: Ministério da Saúde, 2021a. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/doencas-cronicas-nao-transmissiveis-dcnt/09-plano-de-dant-2022_2030.pdf. Acessado em: 20 de outubro de 2024

4. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. **Vigitel Brasil 2021**: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2021. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021b. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/vigitel/vigitel-brasil-2021-estimativas-sobre-frequencia-e-distribuicao-sociodemografica-de-fatores-de-risco-e-protecao-para-doencas-cronicas/view. Acessado em: 20 de outubro de 2024

5. BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia Alimentar para a população brasileira**. 2ºed. Brasília, 2014; Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/publicacoes-para-promocao-a-saude/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf/view. Acesso em: 22 de novembro de 2023

6. MONTEIRO CA, CANNON G, LEVY RB, MOUBARAC JC, LOUZADA ML, RAUBER F, et al. Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. Public Health Nutr. 2019;22(5):936-41. https://doi.org/10.1017/S1368980018003762

7. BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição**. 1ºed. Brasília, 2013; Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_alimentacao_nutricao.pdf Acessado em: 22 de novembro de 2023

8. BRASIL, ANVISA. **Instrução Normativa n° 75 de 8 de outubro de 2020 (a).** Ministério da Saúde. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/IN+75_2020_.pdf/7d74fe2d-e187-4136-9fa2-36a8dcfc0f8f. Acessado em: 15 de outubro de 2023

9. BRASIL, ANVISA. **RDC 429 de 8 de outubro de 2020 (b)**. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Ministério da Saúde. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/RDC_429_2020_.pdf/9dc15f3a-db4c-4d3f-90d8-ef4b80537380. Acessado em: 15 de outubro de 2023

10. CAVENDISH, THAIS ARAÚJO *et al*. **Composição de ácidos graxos de margarinas à base de gordura hidrogenada ou interesterificada.** Ciência e tecnologia dos alimentos, Campinas. v. 30, n. 1, p. 138-142, março 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cta/a/YvbmPz4nRZfG93fDdBHDktF/?lang=pt. Acessado em: 01 de novembro de 2024

11. ZANCHETA RICARDO C, *et al.* **Changes in the Use of Non-nutritive Sweeteners in the Chilean Food and Beverage Supply After the Implementation of the Food Labeling and Advertising Law.** Frontiers in Nutrition. v.8. n.773450. Novembro, 2021. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2021.773450/full. Acessado em: 24 de setembro de 2024

12. TAILLIE LS, *et al.* **An evaluation of Chile's Law of Food Labeling and Advertising on sugarsweetened beverage purchases from 2015 to 2017: A before-and-after study.** PLoS Medicine, fevereiro, 2020. v.2. p.17. n.1003015. Disponível em: https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1003015. Acessado em: 24 de setembro de 2024

13. BANDEIRA LM, PEDROSO J, TORAL N, GUBERT MB. **Desempenho e percepção sobre modelos de rotulagem nutricional frontal no Brasil.** Rev. Saúde Pública, 2021. v. 55. n. 19. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rsp/a/csZQVpwyz66YcSkSMDRXthR/?lang=pt. Acessado em: 26 de julho de 2024

14. BORGES, CAMILA, *et al*. **Monitoring the first implementation year of the new nutrition labeling regulations in Brazil**. Medrvix, 2024. v. 1. Disponível em: https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2024.04.09.24305563v1. Acessado em: 24 de setembro de 2024

15. BRASIL. **Lei Nº 8.078, de 11 de setembro de 1990.** Dispõe sobre a proteção do

consumidor e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078compilado.htm. Acessado em: 01 de novembro de 2024

Capítulo 08
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-08

ÓLEOS ESSENCIAIS DO CERRADO E SEU POTENCIAL NA SEGURANÇA DE ALIMENTOS

Gabriela Fonsêca Leal*; Matheus de Souza Cruz; Jhenifer Cristina Carvalho Santos; Hermanny Matos Silva Sousa; Glêndara Aparecida de Souza Martins; Fabiana Queiroz

**Gabriela Fonsêca Leal (Corresponding author) – email: gabrielaleal476@gmail.com*

Resumo: A segurança de alimentos é um tema amplamente discutido devido à necessidade de garantir alimentos livres de contaminantes químicos, físicos e biológicos. Os conservantes sintéticos utilizados na indústria, embora eficazes, podem causar impactos negativos à saúde, o que incentiva a busca por alternativas naturais saudáveis. Nesse contexto, os óleos essenciais extraídos de plantas do Cerrado emergem como potenciais agentes antimicrobianos naturais. Este capítulo tem como objetivo compilar e analisar evidências científicas sobre a atividade antimicrobiana dos óleos essenciais do Cerrado e suas aplicações na conservação de alimentos. São abordados aspectos como composição química, propriedades bioativas, regulamentação e segurança toxicológica. Serão destacadas as espécies vegetais *Chromolaena squalida, Campomanesia sessiliflora* e *Baccharis dracunculifolia* por apresentarem ação bactericida e antifúngica contra patógenos alimentares, como *Escherichia coli, Salmonella* Typhi e *Staphylococcus aureus*. Entretanto, desafios como a padronização dos óleos essenciais e a avaliação de sua toxicidade devem ser superados para garantir seu uso seguro e eficaz. O capítulo conclui que os óleos essenciais do Cerrado representam alternativas promissoras aos conservantes sintéticos, desde que sua exploração seja sustentável e acompanhada de regulamentações adequadas, garantindo a preservação da biodiversidade e contribuindo para a segurança de alimentos.

Palavras–chave: Atividade antimicrobiana; Composição química; Compostos bioativos; Sustentabilidade.

Abstract: Food safety is a widely discussed topic due to the need to ensure food free from chemical, physical, and biological contaminants. Although synthetic preservatives used in the food industry are effective, they may pose negative health effects, which has driven the search for healthier natural alternatives. In this context, essential oils extracted from plants native to the Brazilian Cerrado emerge as potential natural antimicrobial agents.This chapter aims to compile and analyze scientific evidence regarding the antimicrobial activity of essential oils from the Cerrado and their applications in food preservation. It addresses aspects such as chemical composition, bioactive properties, regulatory frameworks, and toxicological safety. Particular attention is given to the plant species Chromolaena squalida, Campomanesia sessiliflora, and Baccharis

dracunculifolia, which exhibit bactericidal and antifungal activity against foodborne pathogens such as Escherichia coli, Salmonella Typhi, and Staphylococcus aureus. However, challenges such as the standardization of essential oils and the assessment of their toxicity must be overcome to ensure their safe and effective use. The chapter concludes that essential oils from the Cerrado represent promising alternatives to synthetic preservatives, provided their exploitation is carried out sustainably and accompanied by appropriate regulations, ensuring biodiversity conservation and contributing to food safety.

Keywords: Antimicrobial activity; Bioactive compounds; Chemical composition; Sustainability.

INTRODUÇÃO

A segurança de alimentos tem sido um tema amplamente discutido desde o século passado. Esse conceito refere-se ao conjunto de medidas adotadas para garantir que os alimentos sejam seguros para o consumo, ou seja, livres de contaminantes químicos, físicos e biológicos. A preocupação com a segurança de alimentos intensificou-se na década de 1960, quando a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) exigiu que os alimentos fornecidos para missões espaciais fossem isentos de contaminação microbiológica, sendo essa uma das primeiras iniciativas formais na regulamentação da segurança dos alimentos (1).

Historicamente, surtos de doenças transmitidas por alimentos causaram impactos severos à saúde pública, resultando em intoxicações e mortes. No século XXI ficou claro que a segurança microbiológica e química, a necessidade da higiene pessoal dos manipuladores de alimentos e da higiene do ambiente onde os alimentos são processados são desafios para a garantia da segurança de alimentos (2,3).

Grande parte dos surtos de doenças transmitidas por alimentos são por contaminação microbiológica. Para garantir a segurança dos alimentos a indústria tem utilizado conservantes sintéticos que apresentam atividade antimicrobiana, como nitratos, benzoatos, sulfitos, parabenos e formaldeído (4,5). Tais conservantes podem provocar impactos negativos à saúde dos consumidores como câncer, obesidade, problemas respiratórios e cardíacos. Com a popularização da ciência, tem crescido o interesse dos consumidores por alimentos que não utilizam conservantes químicos, iniciando-se assim a busca por conservantes naturais seguros (6–8).

Os antimicrobianos naturais podem ser derivados de plantas, animais ou microrganismos, sendo os metabólitos secundários os principais responsáveis pela atividade antimicrobiana. Essas substâncias desempenham um papel fundamental na defesa contra patógenos e condições ambientais adversas (6,7,9). Entre essas alternativas, os óleos essenciais, extraídos de plantas, além de serem fundamentais na atração de insetos polinizadores, fundamentais na manutenção da biodiversidade, destacam-se por

sua composição complexa de compostos bioativos com propriedades antimicrobianas, antifúngicas e antioxidantes (5,10).

O Cerrado, um dos biomas mais ricos em biodiversidade do mundo, abriga diversas espécies vegetais com grande potencial biotecnológico. Considerado um "hotspot" da biodiversidade mundial, esse bioma possui espécies com alta concentração de moléculas bioativas que podem ser exploradas como conservantes naturais na indústria alimentícia (10,11). Entretanto, a crescente degradação ambiental, impulsionada pela expansão agrícola, desmatamento e queimadas, ameaça a preservação desse ecossistema e de suas espécies de interesse (12,13).

Diante desse contexto, esta revisão tem como objetivo compilar e analisar as evidências científicas disponíveis sobre o potencial antimicrobiano dos óleos essenciais extraídos de plantas do Cerrado, destacando suas aplicações na conservação de alimentos. A identificação e valorização desses biocompostos podem contribuir para a segurança de alimentos, mas também acendem um alerta para o uso sustentável da biodiversidade da região, evidenciado a necessidade de práticas que conciliem inovação tecnológica e conservação ambiental.

CERRADO E SEUS ÓLEOS ESSENCIAIS – COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES BIOATIVAS

O bioma Cerrado ocupa aproximadamente 23% do território brasileiro, abrigando uma rica biodiversidade de plantas, animais e microrganismos. Esse bioma é o lar de mais de 800 espécies de árvores e arbustos, muitas das quais são endêmicas (11–15). Essas espécies possuem grande potencial para aplicações industriais, devido às suas características químicas, sendo fontes de compostos bioativos, pigmentos, óleos fixos e óleos essenciais.

De maneira geral, os óleos essenciais são obtidos por processos como destilação a vapor, destilação seca, métodos mecânicos e hidrodestilação, conforme definido pela norma ISO 9235 da International Organization for Standardization (ISO). Entre esses, a hidrodestilação é amplamente utilizada na extração de óleos essenciais de espécies do Cerrado, permitindo a obtenção de compostos com elevada pureza e potencial bioativo (16–22).

Fatores ambientais como clima, regime de chuvas e incidência de radiação solar desempenham um papel fundamental na composição química das espécies vegetais, influenciando diretamente a produção de metabólitos secundários, incluindo os óleos essenciais. Nesse contexto, a revisão sistemática proposta por Xavier et al (23), analisou óleos essenciais de diversas espécies presentes nos biomas brasileiros, destacando a relação entre sua composição química, o bioma de origem e a sazonalidade. Os autores observaram que uma mesma espécie, quando encontrada em diferentes biomas, pode apresentar variações em seu perfil químico, evidenciando a influência de fatores sazonais e do local de coleta das amostras.

Os óleos essenciais das espécies do Cerrado são predominantemente compostos por monoterpenos e sesquiterpenos, classes de compostos químicos amplamente relatadas na literatura por sua ação antimicrobiana (Tabela 1). A eficácia dessa atividade pode ser atribuída a diversos mecanismos, incluindo desestabilização da membrana celular bacteriana, inibição de enzimas essenciais e interação com proteínas da parede celular (24).

Tabela 1- Composição química e atividade biológica dos óleos essenciais de espécies do Cerrado.

Espécie (estrutura do vegetal)	Nome popular	Composição química	Atividade Biológica	Referência
Chromolaena squalida (folhas)	-	Viridifloreno, germacreno D, β−cariofileno, δ−cadineno	Ação antimicrobiana contra *Staphylococcus* sp. 841, *Staphylococcus* sp. 873, *P. aeruginosa, Staphylococcus aureus e Escherichia coli*	(10)
Campomanesia sessiliflora (folhas)	Guabiroba miúda	α-pineno, β-cariofileno, aromadendreno	Ação antimicrobiana contra *Staphylococcus* sp. 841, *Staphylococcus* sp. 873, *P. aeruginosa, Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Salmonella Typhi 905*	(10)
Myrsine Guianensis (folhas)	Capororoca-branca	Isocariofileno, valenceno, δ−cadineno	Ação antimicrobiana contra *Staphylococcus* sp. 841, *Staphylococcus* sp. 873, *P. aeruginosa, Staphylococcus aureus e Escherichia coli*	(10)
Matayba guianensis (folhas)	Cambotã / Camboatá-branco	Germacreno D, β-cariofileno, germacreno B	Ação antimicrobiana contra *Staphylococcus* sp. 873, *P. aeruginosa, Staphylococcus aureus, Escherichia coli e Salmonella Typhi 905*	(10)
Eugenia dysenterica (folhas)	Cagaita	β-cariofileno, óxido de cariofileno, cis-β-ocimeno, (-)-elema-1,3,11(13)-trien-12-ol	Atividade antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*	(25)
Baccharis dracunculifolia (folhas)	Vassourinha / Alecrim-do-campo	Espatulenol, *trans*-nerolidol, heptacosano, β-pineno, biciclogermacreno, *trans*-cariofileno, germacreno D e α-muurolol	Atividade bactericida contra *Staphylococcus aureus, B. cereus e P. aeruginosa.* Ação fungistática e fungicida contra os gêneros	(17)

			Aspergillus, Penicillium e Tri choderma.	
Eugenia klotzschiana Berg (folhas)	Cabacinha-do-campo	α-copaeno, β-bisabolene, α-(*E*)-bergamoteno, germacreno-D	Atividade antioxidante e atividade antibacteriana *Streptococcus salivarius, S. mutans, S. mitis e Prevotella nigrescens*	(16)
Cinnamomum zeylanicum (folhas)	Canela	Eugenol e acetato de eugenila	Atividade antioxidante e atividade antifúngica contra *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotric hum acutatum*	(26)

Entre os sesquiterpenos, destaca-se β−cariofileno, presente em *Chromolaena squalida, Campomanesia sessiliflora, Matayba guianensis, Eugenia dysenterica* e *Baccharis dracunculifolia*. Esse composto é amplamente relatado por sua capacidade de permeabilizar a membrana celular de bactérias e fungos, tornando-os mais vulneráveis a outros agentes antimicrobianos. Com base nos resultados encontrados, demonstrou eficácia contra *Escherichia coli, Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* (10,17,25). Outro sesquiterpeno relevante é o germacreno D, identificado em *Chromolaena squalida, Matayba guianensis, Baccharis dracunculifolia* e *Eugenia klotzschiana*. Esse composto atua desorganizando a membrana celular, apresentando atividade bactericida e antifúngica contra *S. aureus* e *P. aeruginosa* (10,16,17).

O δ−cadineno, um sesquiterpeno encontrado em *Chromolaena squalida* e *Myrsine guianensis*, é conhecido por alterar a fluidez da membrana lipídica bacteriana, afetando a sobrevivência de microrganismos como *E. coli* e *P. aeruginosa* (10). Além disso, o aromadendreno, presente em *Campomanesia sessiliflora*, tem sido relatado como um inibidor da biossíntese da parede celular bacteriana, sendo particularmente eficaz contra bactérias Gram-positivas (10). Já o espatulenol, encontrado em *Baccharis dracunculifolia*, exibe atividade fungicida e bactericida, atuando na permeabilização da membrana plasmática de microrganismos (17).

Entre os monoterpenos, destaca-se o α-Pineno, presente em *Campomanesia sessiliflora*, que apresenta forte atividade antibacteriana e antifúngica, promovendo estresse oxidativo nas células microbianas. Sua eficácia é comprovada contra *E. coli* e *Salmonella* Typhi (10). O β-Pineno, presente em *Baccharis dracunculifolia*, atua desorganizando a membrana celular bacteriana, aumentando sua permeabilidade e promovendo a lise celular, sendo eficaz contra *S. aureus* e *P. aeruginosa* (17). O trans-Nerolidol, também encontrado em *Baccharis dracunculifolia*, demonstrou ação antimicrobiana contra bactérias e fungos, incluindo espécies do gênero *Aspergillus* (17).

Já o óxido de cariofileno, identificado em *Eugenia dysenterica*, possui ação antibacteriana e antifúngica, atuando por meio da inibição enzimática e permeabilização da membrana celular (25).

Além da atividade antimicrobiana, diversos grupos de pesquisa identificaram outras propriedades biológicas associadas aos óleos essenciais extraídos de espécies do Cerrado. Dentre essas, destacam-se os efeitos larvicida, adulticida e repelente contra vetores como *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus*, bem como ação acaricida contra *Tetranychus urticae* (18–20). Adicionalmente, foram relatadas atividades anti-inflamatórias, antifúngicas e citotóxicas frente a células tumorais humanas e a protozoários do gênero *Leishmania* (21,22,27). Essas aplicações estão sintetizadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição química e atividade biológica de óleos essenciais de espécies do Cerrado frente a organismos de interesse médico e ambiental.

Espécie (estrutura do vegetal)	Nome popular	Organismo-alvo	Compostos majoritários	Atividade observada	Referência
***Alpinia zerumbet* (folhas)**	Colônia	*Aedes aegypti*	1,8-Cineol, Sabineno, Terpinen-4-ol e γ-Terpineno	100% mortalidade; LC50 = 36,6 mg/L	(18)
***Eugenia langsdorffii* (folhas)**	—	*Aedes aegypti*	Limoneno, δ-Cadinol, Mirceno e Isospathulenol	100% mortalidade; LC50 = 53,5 mg/L	(18)
***Baccharis retusa* (folhas e flores)**	Vassourinha-do-campo	*Aedes aegypti*	α-Pineno, Germacreno D, Cariofileno e Bicyclogermacreno	Máx. 56,7% mortalidade (flores fêmeas)	(18)
***Blepharocalyx salicifolius* (folhas)**	Cereja-preta	*Aedes aegypti*	α-Pineno, γ-Terpineno, Cariofileno e Aromadendreno	12,7% de mortalidade	(18)
***Cymbopogon densiflorus* (folhas)**	Capim-limão-do-cerrado	*Aedes aegypti*	Trans-p-menth-2,8-dien-1-ol, Isocarveol e cis-p-menth-1(7),8-dien-2-ol	23,1% de mortalidade	(18)
***Myracrodruon urundeuva* (folhas)**	Aroeira-do-sertão	*Aedes aegypti*	δ-3-Careno, Terpinoleno e Limoneno	35,2% de mortalidade	(18)
***Eugenia dysenterica* (folhas)**	Cagaita	*Culex quinquefasciatus*	β-Cariofileno, Óxido de Cariofileno, α-Humuleno	Repelência de 100% por 30 min; 66,7% após 90 min	(19)
***Bauhinia rufa* (folhas)**	Pata-de-vaca-vermelha	*Tetranychus urticae*	β-Cariofileno, Epi-α-cadinol, γ-Muuroleno e α-Cadinol	Ação acaricida (LC50 = 2,76 µL/L); efeito repelente	(20)

				alimentar e oviposição	
***Bauhinia dumosa* (folhas)**	Unha-de-boi-do-cerrado	*Tetranychus urticae*	Germacreno B, (E)-Nerolidol, γ-Elemene e β-Cariofileno	Ação acaricida mais potente (LC50 = 0,97 µL/L); efeito repelente	(20)
***Cardiopetalum calophyllum* (folhas)**	Imbirinha	*Malassezia furfur*	Germacreno D e Bicyclogermacreno	MIC = 750 µg/mL; antifúngica moderada; inibiu migração de neutrófilos (94%)	(21)
***Campomanesia adamantium* (folhas)**	Gabiroba	*Malassezia furfur*	Germacreno D, β-Cariofileno e Bicyclogermacreno	MIC = 375 µg/mL; antifúngica forte; inibiu migração de neutrófilos (96%)	(21)
***Protium ovatum* (folhas)**	Vick-do-cerrado	*Malassezia furfur*	Germacreno D, γ-Muuroleno e α-Bisaboleno	MIC = 750 µg/mL; antifúngica moderada; inibiu migração de neutrófilos (97%)	(21)
***Campomanesia adamantium* (folhas)**	Gabiroba	Células tumorais humanas	Spathulenol, Germacreno B e Óxido de β-Cariofileno	IC50 = 77,2–80,5 µg/mL; SI ≈ 4,7	(22).
***Protium ovatum* (folhas e frutos)**	Almécega	Células tumorais humanas	Folhas: Spathulenol, β-Cariofileno e β-Mirceno; Frutos: β-Mirceno	Folhas: IC50 = 191,3 µg/mL; SI = 1,4; frutos: sem seletividade	(22)
***Cardiopetalum calophyllum* (folhas)**	Imbirinha	Células tumorais humanas	Spathulenol, Viridiflorol e (Z,E)-Farnesol	IC50 = 216,8–353,5 µg/mL; sem seletividade	(22)
***Nectandra hihua* (folhas)**	Canela-poca	*Leishmania infantum*	Bicyclogermacreno e Germacreno D	IC50 = 0,2 µg/mL; SI > 149	(27)
***Nectandra gardneri* (casca do caule)**	Flor-de-coco	*L. infantum e L. amazonensis*	Intermediol	IC50 = 2,7 / 2,1 µg/mL; baixa citotoxicidade; alta produção de NO	(27)
***Nectandra megapotamica* (casca do caule)**	Canelinha	*Leishmania infantum*	E-asarona e Elemicina	NMEO2: IC50 = 12,5 µg/mL; NMEO1 inativa	(27)

***Nectandra amazonum* (folhas)**	Ninfeia-amazônica	*L. infantum e L. amazonensis*	β-Cariofileno	IC50 = 31,9 / 22,1 µg/mL; baixa seletividade	(27)

LC₅₀: concentração letal capaz de matar 50% da população-alvo; *MIC*: concentração inibitória mínima para atividade antifúngica; *IC₅₀*: concentração inibitória capaz de reduzir em 50% a viabilidade celular (em ensaios antiproliferativos ou antiparasitários); *SI (índice de seletividade)*: razão entre IC₅₀ para células normais e IC₅₀ para células tumorais ou parasitárias, indicando a seletividade do composto.

A análise das atividades biológicas dos óleos essenciais extraídos de espécies vegetais do Cerrado revela um amplo espectro de aplicações não restritas à segurança de alimentos, abrangendo potenciais usos em saúde pública, controle de vetores, fitossanidade e farmacologia. Diversos estudos demonstraram a eficácia de compostos voláteis frente a organismos de interesse médico, entomológico e oncológico, como detalhado na Tabela 2.

No controle de vetores, os óleos essenciais de *Alpinia zerumbet*, *Eugenia langsdorffii*, *Baccharis retusa*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Cymbopogon densiflorus* e *Myracrodruon urundeuva* apresentaram significativa atividade larvicida e repelente contra *Aedes aegypti*, um dos principais transmissores da dengue, zika e Chikungunya (18). Entre os compostos mais abundantes nessas espécies, destacam-se 1,8-cineol, sabineno, α-pineno, δ-3-careno e trans-p-menth-2,8-dien-1-ol, reconhecidos por suas propriedades inseticidas. Ainda, o óleo essencial de *Eugenia dysenterica* demonstrou alta eficácia repelente contra vetor de filarioses, mantendo 100% de repelência até 30 minutos de exposição (19).

No contexto agrícola e ambiental, os óleos essenciais de *Bauhinia rufa* e *B. dumosa* mostraram-se promissores no controle do ácaro *Tetranychus urticae*, importante praga agrícola. Ambas as espécies apresentaram ação acaricida por fumigação e contato, além de efeitos repelentes sobre a alimentação e oviposição. Compostos como germacreno B, (E)-nerolidol e γ-muuroleno foram identificados como potenciais responsáveis pela bioatividade observada (20).

Em relação às propriedades farmacológicas, os óleos essenciais de *Campomanesia adamantium*, *Protium ovatum* e *Cardiopetalum calophyllum* demonstraram notável atividade antifúngica contra *Malassezia furfur*, um fungo lipofílico associado a dermatoses humanas, com destaque para o óleo de *C. adamantium* (MIC = 375 µg/mL). Além disso, esses mesmos óleos exibiram atividade anti-inflamatória significativa, inibindo a migração de neutrófilos em modelo de quimiotaxia, resultado atribuído à alta concentração de germacreno D e biciclogermacreno (21).

Os mesmos óleos também foram avaliados quanto à citotoxicidade frente a linhagens tumorais humanas (*MCF-7*, *HeLa* e *M059J*) e fibroblastos normais. O óleo de *C. adamantium* apresentou os melhores resultados, com IC₅₀ abaixo de 81 µg/mL e índice de seletividade (SI) superior a 4, enquanto os óleos de *P. ovatum* e *C. calophyllum* demonstraram atividade moderada a baixa e menor seletividade. Compostos como

spathulenol, óxido de β-cariofileno e germacreno B foram majoritários e possivelmente responsáveis pela atividade observada (22).

Adicionalmente, óleos essenciais ricos em sesquiterpenos extraídos de *Nectandra amazonum*, *N. gardneri*, *N. hihua* e *N. megapotamica* demonstraram ação antileishmania in vitro frente às formas amastigotas de *Leishmania infantum* e *L. amazonensis*, com destaque para o óleo de *N. hihua*, cuja potência (IC_{50} = 0,2 µg/mL) superou a da anfotericina B e apresentou seletividade superior a 149. Os compostos mais abundantes incluíram bicyclogermacreno, intermediol, e-asarona e β-cariofileno (27).

Em conjunto, esses resultados reforçam o potencial multifuncional dos óleos essenciais do Cerrado, cuja variabilidade fitoquímica está diretamente associada a propriedades larvicidas, acaricidas, antifúngicas, antiparasitárias, anti-inflamatórias e antitumorais. Tal diversidade bioativa posiciona esses recursos naturais como candidatos promissores para o desenvolvimento de bioprodutos voltados à saúde humana, proteção vegetal e controle de vetores.

SEGURANÇA DE ALIMENTOS E POTENCIAL DE APLICAÇÃO NO SETOR ALIMENTÍCIO

O uso de antimicrobianos sintéticos é reconhecido oficialmente pelos órgãos reguladores. São classificados como substâncias químicas que impedem ou inibem a proliferação e o crescimento de bactérias, leveduras e fungos. Entre os conservantes aprovados estão nitrito e sulfato, e ácidos orgânicos fracos, como ácido benzoico, benzoato de sódio e propionato de sódio. Apesar dos efeitos já comprovados na inibição dos microrganismos, o interesse pela substituição desses conservantes sintéticos por naturais tem crescido (8).

Pesquisas na área de alimentos têm demonstrado que os óleos essenciais possuem ação antimicrobiana contra uma ampla gama de bactérias patogênicas e deteriorantes, incluindo cepas resistentes a antibióticos, evidenciando seu potencial para aplicação como conservantes naturais no setor alimentício. Tais estudos indicam que suas propriedades antibacterianas, bacteriostáticas e bactericidas variam conforme a composição química, sendo essa responsável pela inibição do crescimento e eliminação de microrganismos associados à contaminação e degradação de alimentos. Além disso, alguns óleos essenciais também apresentam atividade antioxidante, o que pode contribuir para a conservação dos alimentos e a manutenção de sua qualidade (10,16,17,25).

A ação desses compostos bioativos presentes nos óleos essenciais pode inibir o crescimento de espécies de bactérias e fungos, agindo na prevenção à deterioração de alimentos e também na contaminação por patógenos (24). A capacidade desses compostos de interferir na permeabilidade da membrana celular, na síntese proteica e na estabilidade de ácidos nucleicos, afetando o metabolismo celular, culmina com a morte microbiana.

Considerando sua ação em bactérias comumente associadas a surtos de doenças de origem alimentarcomo *Salmonella* Typhi*, E. coli e S. aureus*, bem como fungos

toxigênicos (*Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp.), seu uso no setor alimentício, como forma de auxiliar na garantia da qualidade e segurança microbiológica, se justifica. Adicionalmente os mesmos apresentam atividade inibitória sobre bactérias deteriorantes como *P. aeruginosa*, que atuam na degradação de proteínas e lipídios, reduzindo a vida útil de carnes e laticínios e *Bacillus cereus*, relacionado à contaminação de cereais, vegetais e produtos lácteos (28–30).

Diferentes técnicas têm sido estudadas para incorporar óleos essenciais nos alimentos de maneira eficiente e segura aos consumidores. Entre os principais métodos, destacam-se a adição direta do óleo essencial na formulação do produto, encapsulamento em nanoemulsões, nanopartículas ou lipossomas, incorporação em biofilmes ativos e aplicação em embalagens inteligentes. Cada uma dessas técnicas possui particularidades, porém permitem que os compostos químicos presentes nos óleos essenciais sejam liberados de forma controlada (31–35).

Em alguns alimentos, para melhorar a eficácia dos óleos os métodos de incorporação podem ser combinados. Em produtos cárneos, por exemplo, uma mistura de óleos essenciais e suas nanoemulsões foram avaliadas com o objetivo de reduzir células de *Clostridium sporogenes*, *Clostridium difficile* e *Clostridium botulinum* inoculadas em mortadela e presunto (31–34). Em embutidos o controle microbiano é feito com a adição de nitrito de sódio ($NaNO_2$), substância que, sob determinadas condições pode formar compostos cancerígenos. Dessa forma, os óleos essenciais, se destacam como uma alternativa mais segura para o controle microbiológico.

Embalagens ativas que incorporam óleos essenciais seguem avançando em pesquisas e testes piloto com foco comercial. Por exemplo, filmes biodegradáveis com óleo essencial de canela demonstraram ação antimicrobiana e antioxidante eficaz em queijos, frutas e carnes (35). Nanocelulose embebida com óleos de tomilho, orégano e canela prolongou a vida de morangos refrigerados por até 12 dias (36). Já embalagens de papelão ativado conservaram uvas, nectarinas e alface por várias semanas (37). Em escala piloto, filmes “blown” com óleo de orégano e *Tanacetum cinerariifolium* apresentaram eficácia anti-bacteriana e repelente de insetos, conforme normas ISO 22196 (38). Além disso, filmes de quitosana com óleo de tomilho aplicados no interior de embalagens para carnes prontas reduziram leveduras e manteram melhor coloração ao longo de 4 semanas de refrigeração (39). Essas iniciativas ainda estão em estágios de desenvolvimento ou piloto, mas já mostram viabilidade para adoção industrial futura. Para tornar a liberação dos compostos controlada aumentando seus efeitos antimicrobianos, os óleos essenciais passam por técnicas de encapsulação dentro dos materiais da embalagem. Muitos estudos tem destacado a incorporação dos óleos essências em materiais biodegradáveis, como poli (ácido láctico), amido, quitosana e celulose, para criar filmes de embalagem ativos (40–46).

Do ponto de vista de produtos de origem vegetal, a atividade antimicrobiana contra uma gama de patógenos, como *S. aureus*, *E. coli* e *Listeria monocytogenes*,

frequentemente associados à contaminação de frutas e vegetais minimamente processados, aponta para o possível uso desses óleos nesse tipo de alimento. No entanto, estudos descrevem uma possível alteração nas características sensoriais desses alimentos, exigindo estudos mais aprofundados para determinar concentrações mínimas eficazes que garantam a segurança microbiológica sem comprometer a aceitação sensorial dos produtos (47–50).

Coniderando etapas inicias da cadeia alimentícia, perdas significativas acontecem na pós-colheita de frutas e vegetais, o que torna a aplicação de revestimentos, filmes e biofilmes incorporados com óleos essenciais uma estratégia promissora para prolongar a vida útil desses alimentos (47–50).

ASPECTOS TOXICOLÓGICOS E REGULAMENTAÇÃO

Os efeitos biológicos dos óleos essenciais têm sido amplamente documentados na literatura científica. No entanto, há um crescimento na discussão sobre as concentrações seguras de consumo por humanos, considerando que os óleos essenciais podem ser utilizados por diferentes vias de administração, como oral, dérmica ou inalatória. As classes de monoterpenos e sesquiterpenos, frequentemente encontradas nos óleos essenciais, podem apresentar potencial toxicológico, especialmente hepático, quando administradas em concentrações elevadas, devido à formação de metabólitos reativos que intensificam o estresse oxidativo celular (46). Estudos indicam que esses efeitos adversos geralmente são observados em doses superiores a 100 mg/kg de peso corporal, valor que ultrapassa significativamente as concentrações utilizadas em aplicações alimentares ou terapêuticas. Além disso, alguns compostos químicos presentes nos óleos essenciais, quando consumidos em níveis elevados, podem afetar o sistema reprodutivo feminino durante a gestação e o desenvolvimento fetal, podendo causar efeitos como modulação hormonal, toxicidade materna e, em casos extremos, teratogenicidade e embriofetotoxicidade (51).

Estudos demonstram que óleos essenciais, como os de alecrim, cítrico e eucalipto, apresentam toxicidade mesmo em baixas concentrações, comprometendo a viabilidade celular, o desenvolvimento e a reprodução de organismos-modelo, como o peixe-zebra (*Danio rerio*) e linhagens celulares humanas e animais utilizados em testes in vitro (47). Além disso, esses óleos demonstraram potencial irritante para membranas mucosas, o que pode limitar seu uso em formulações de contato direto (52). Em estudos com camundongos, o óleo essencial de erva-cidreira induziu mudanças significativas no comportamento dos animais e alterações bioquímicas no fígado e nos rins. Doses superiores a 1 g/kg foram responsáveis por provocar alterações patológicas no estômago, duodeno, fígado e rins (53). Além disso, óleos essenciais de capim-limão, palmarosa, citronela e vetiver foram testados em linfócitos humanos, demonstrando modificações na atividade mitocondrial, aumento da geração de metabólitos reativos de oxigênio e danos ao DNA, reforçando sua capacidade citotóxica (54). Dessa forma, os estudos relatam que

doses mais baixas dos óleos essenciais são mais seguras, causando menor risco de toxicidade ao organismo.

No contexto regulatório, a União Europeia exige que os óleos essenciais sejam registrados na Agência Europeia de Produtos Químicos (European Chemicals Agency – ECHA), seguindo os requisitos do Regulamento REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals). Nessa legislação, os óleos essenciais são considerados substâncias naturais complexas e devem ser caracterizados quanto à composição química, perfil toxicológico, biodegradabilidade e bioacumulação. Os Estados Unidos da América e a China adotam regulamentações semelhantes às europeias. No Brasil, a classificação dos óleos essenciais depende de sua forma de utilização. Quando incorporados a fitoterápicos, são considerados medicamentos, devendo seguir as diretrizes da RDC 26/2014 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Já na indústria alimentícia, os óleos essenciais são classificados como aditivos, exigindo registro específico para seu uso seguro (55).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais achados deste capítulo evidenciam que os óleos essenciais extraídos de espécies vegetais do bioma Cerrado apresentam expressiva atividade antimicrobiana frente a bactérias patogênicas e deteriorantes, configurando-se como alternativas promissoras para a conservação de alimentos. Estudos com espécies como *Chromolaena squalida*, *Campomanesia sessiliflora* e *Baccharis dracunculifolia* demonstraram a eficácia de seus óleos essenciais no combate a microrganismos de interesse na área de segurança de alimentos, incluindo ações antibacterianas e antifúngicas.

Entretanto, a incorporação desses compostos naturais na indústria de alimentos exige uma avaliação toxicológica criteriosa, uma vez que, em concentrações elevadas, alguns componentes podem apresentar efeitos adversos, como toxicidade hepática, irritação de mucosas e possíveis impactos sobre o sistema reprodutivo. Dessa forma, é fundamental que futuros estudos avancem na caracterização da eficácia, segurança e viabilidade regulatória desses óleos, assegurando não apenas a proteção da saúde pública, mas também a valorização e preservação da biodiversidade única do Cerrado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro por meio da concessão de bolsa de doutorado e à Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela infraestrutura disponibilizada para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Tibebu A, Tamrat H, Bahiru A. Review: Impact of food safety on global trade. Vet Med Sci. 19 de setembro de 2024;10(5).

2. Fung F, Wang HS, Menon S. Food safety in the 21st century. Biomed J. abril de 2018;41(2):88–95.

3. Flynn K, Villarreal BP, Barranco A, Belc N, Björnsdóttir B, Fusco V, et al. An introduction to current food safety needs. Trends Food Sci Technol. fevereiro de 2019;84:1–3.

4. Shi J, Xu J, Liu X, Goda AA, Salem SH, Deabes MM, et al. Evaluation of some artificial food preservatives and natural plant extracts as antimicrobial agents for safety. Discover Food. 6 de setembro de 2024;4(1):89.

5. Dong H, Xu Y, Zhang Q, Li H, Chen L. Activity and safety evaluation of natural preservatives. Food Research International. agosto de 2024;190:114548.

6. El Alami El Hassani N, Baraket A, Alem C. Recent advances in natural food preservatives: a sustainable solution for food safety and shelf life extension. Journal of Food Measurement and Characterization. 12 de janeiro de 2025;19(1):293–315.

7. Teshome E, Forsido SF, Rupasinghe HPV, Olika Keyata E. Potentials of Natural Preservatives to Enhance Food Safety and Shelf Life: A Review. The Scientific World Journal. 23 de setembro de 2022;2022:1–11.

8. Novais C, Molina AK, Abreu RM V., Santo-Buelga C, Ferreira ICFR, Pereira C, et al. Natural Food Colorants and Preservatives: A Review, a Demand, and a Challenge. J Agric Food Chem. 9 de março de 2022;70(9):2789–805.

9. Ofosu FK, Daliri EBM, Elahi F, Chelliah R, Lee BH, Oh DH. New Insights on the Use of Polyphenols as Natural Preservatives and Their Emerging Safety Concerns. Front Sustain Food Syst. 10 de novembro de 2020;4.

10. de Jesus GS, Micheletti AC, Padilha RG, de Souza de Paula J, Alves FM, Leal CRB, et al. Antimicrobial Potential of Essential Oils from Cerrado Plants against Multidrug−Resistant Foodborne Microorganisms. Molecules. 21 de julho de 2020;25(14):3296.

11. Colli GR, Vieira CR, Dianese JC. Biodiversity and conservation of the Cerrado: recent advances and old challenges. Biodivers Conserv. 14 de abril de 2020;29(5):1465–75.

12. Marques EQ, Marimon-Junior BH, Marimon BS, Matricardi EAT, Mews HA, Colli GR. Redefining the Cerrado–Amazonia transition: implications for conservation. Biodivers Conserv. 25 de abril de 2020;29(5):1501–17.

13. Mendonça LLA, Menezes Júnior EE de. Brazilian Cerrado and Conservation Units. Revista de Gestão Social e Ambiental. 9 de setembro de 2024;18(10):e08741.

14. Bueno ML, Dexter KG, Pennington RT, Pontara V, Neves DM, Ratter JA, et al. The environmental triangle of the Cerrado Domain: Ecological factors driving shifts in tree species composition between forests and savannas. Journal of Ecology. 10 de setembro de 2018;106(5):2109–20.

15. Alencar A, Z. Shimbo J, Lenti F, Balzani Marques C, Zimbres B, Rosa M, et al. Mapping Three Decades of Changes in the Brazilian Savanna Native Vegetation Using Landsat Data Processed in the Google Earth Engine Platform. Remote Sens (Basel). 13 de março de 2020;12(6):924.

16. CARNEIRO NS, ALVES CCF, ALVES JM, EGEA MB, MARTINS CHG, SILVA TS, et al. Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of essential oils from leaves and flowers of Eugenia klotzschiana Berg (Myrtaceae). An Acad Bras Cienc. setembro de 2017;89(3):1907–15.

17. Cazella LN, Glamoclija J, Soković M, Gonçalves JE, Linde GA, Colauto NB, et al. Antimicrobial Activity of Essential Oil of Baccharis dracunculifolia DC (Asteraceae) Aerial Parts at Flowering Period. Front Plant Sci. 29 de janeiro de 2019;10.

18. Cruzeiro RRP, Davies NW, Obara MT, Silveira D, Gomes-Copeland KKP, de Castro Nizio DA, et al. Activity of essential oils from Brazilian Cerrado against Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) larvae. South African Journal of Botany. setembro de 2024;172:619–26.

19. Silva RL, Mello TRB, Sousa JPB, Albernaz LC, Magalhães NMG, Morais LS, et al. Brazilian Cerrado biome essential oils to control the arbovirus vectors Aedes aegypti and Culex quinquefasciatus. Ind Crops Prod. abril de 2022;178:114568.

20. da Silva KLC, da Silva MMC, de Moraes MM, da Camara CAG, dos Santos ML, Fagg CW. Chemical composition and acaricidal activity of essential oils from two species of the genus *Bauhinia* that occur in the *Cerrado* biome in Brazil. Journal of Essential Oil Research. 2 de janeiro de 2020;32(1):23–31.

21. Rodrigues GBC, Fernandes CC, Marcionilio SML de O, Martins CHG, Pedroso R dos S, Santiago MB, et al. Bioprospecting the Cerrado's Aromatic Flora: Chemical and Biological Studies of Three Essential Oils. Brazilian Archives of Biology and Technology. 2023;66.

22. Alves CCF, Oliveira JD, Estevam EBB, Xavier MN, Nicolella HD, Furtado RA, et al. Antiproliferative activity of essential oils from three plants of the Brazilian Cerrado: Campomanesia adamantium (Myrtaceae), Protium ovatum (Burseraceae)

and Cardiopetalum calophyllum (Annonaceae). Brazilian Journal of Biology. junho de 2020;80(2):290–4.

23. Xavier JKAM, Alves NSF, Setzer WN, da Silva JKR. Chemical Diversity and Biological Activities of Essential Oils from Licaria, Nectrandra and Ocotea Species (Lauraceae) with Occurrence in Brazilian Biomes. Biomolecules. 5 de junho de 2020;10(6):869.

24. de Queiroz JCE, Leite JRSA, Vasconcelos AG. Prospecting Plant Extracts and Bioactive Molecules with Antimicrobial Activity in Brazilian Biomes: A Review. Antibiotics. 21 de fevereiro de 2023;12(3):427.

25. Oliveira DCS, Kaneko TM, Young MCM, Murakami C, Cordeiro I, Moreno PRH. Chemical Composition, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Eugenia Dysenterica DC Essential Oil. Emerging Science Journal. 13 de dezembro de 2018;2(6):410.

26. Lima LG, Sousa JF, Menezes Filho ACP de, Ventura MVA, Rocha EN da. Seasonal chemical composition and antioxidant activity of the essential oil from Cinnamomum zeylanicum Nees leaves in a Brazilian Cerrado region. Brazilian Journal of Science. 27 de novembro de 2024;3(12):42–9.

27. Bosquiroli LSS, dos Santos Ferreira AC, Farias KS, da Costa EC, Matos M de FC, Kadri MCT, et al. In Vitro antileishmania activity of sesquiterpene-rich essential oils from Nectandra species. Pharm Biol. 29 de janeiro de 2017;55(1):2285–91.

28. Nisa M, Dar RA, Fomda BA, Nazir R. Combating food spoilage and pathogenic microbes via bacteriocins: A natural and eco-friendly substitute to antibiotics. Food Control. julho de 2023;149:109710.

29. Snyder AB, Martin N, Wiedmann M. Microbial food spoilage: impact, causative agents and control strategies. Nat Rev Microbiol. 3 de setembro de 2024;22(9):528–42.

30. Yu HH, Chin YW, Paik HD. Application of Natural Preservatives for Meat and Meat Products against Food-Borne Pathogens and Spoilage Bacteria: A Review. Foods. 12 de outubro de 2021;10(10):2418.

31. Pinelli JJ, Helena de Abreu Martins H, Guimarães AS, Isidoro SR, Gonçalves MC, Junqueira de Moraes TS, et al. Essential oil nanoemulsions for the control of Clostridium sporogenes in cooked meat product: An alternative? LWT. maio de 2021;143:111123.

32. Dias NAA, Pinelli JJ, Silva MS, Isidoro SR, Martins HH de A, Gonçalves MC, et al. Viability of Clostridium difficile in mortadella with added essential oils and reduced sodium nitrite content. Research, Society and Development. 7 de julho de 2022;11(9):e22111931106.

33. Simões L, Fernandes N, Caputo L, Ramos EM, Piccoli RH. Natural preservatives for hams: Essential oil mixtures and major compounds' efficacy against *Clostridium sporogenes*. J Food Saf. 30 de dezembro de 2023;43(6).

34. Junqueira Pinelli J, Sousa Guimarães A, Suela Silva M, Silveira Junqueira de Moraes T, Carlota Gonçalves M, Hilsdorf Piccoli R. Emulsified and Nanoemulsified Essential Oils in the Control of *Clostridium botulinum* and *Clostridium sporogenes* in Mortadella. Foodborne Pathog Dis. 1º de maio de 2024;21(5):339–52.

35. Alonso P, Fernández-Pastor S, Guerrero A. Application of Cinnamon Essential Oil in Active Food Packaging: A Review. Applied Sciences. 26 de julho de 2024;14(15):6554.

36. Casalini S, Baschetti MG, Cappelletti M, Guerreiro AC, Gago CM, Nici S, et al. Antimicrobial activity of different nanocellulose films embedded with thyme, cinnamon, and oregano essential oils for active packaging application on raspberries. Front Sustain Food Syst. 15 de junho de 2023;7.

37. López–Gómez A, Ros–Chumillas M, Buendía-Moreno L, Martínez–Hernández GB. Active Cardboard Packaging With Encapsulated Essential Oils for Enhancing the Shelf Life of Fruit and Vegetables. Front Nutr. 3 de dezembro de 2020;7.

38. Kim SH, Kang SE, Kim YD, Park MK. Pilot-Scale Blown Active Packaging Film with Essential Oils: Dual Insect-Repellent and Antimicrobial Performance. 2023.

39. Kim SH, Kang SE, Kim YD, Park MK. Industrial-scale blown active packaging film with essential oils: Properties, dual-functional performance, and box packaging application of instant noodles. Food Packag Shelf Life. junho de 2024;43:101276.

40. Casalini S, Giacinti Baschetti M. The use of essential oils in chitosan or cellulose-based materials for the production of active food packaging solutions: a review. J Sci Food Agric. 26 de fevereiro de 2023;103(3):1021–41.

41. Sharma S, Barkauskaite S, Jaiswal AK, Jaiswal S. Essential oils as additives in active food packaging. Food Chem. maio de 2021;343:128403.

42. Zhang W, Jiang H, Rhim JW, Cao J, Jiang W. Effective strategies of sustained release and retention enhancement of essential oils in active food packaging films/coatings. Food Chem. janeiro de 2022;367:130671.

43. Ribeiro-Santos R, Andrade M, Melo NR de, Sanches-Silva A. Use of essential oils in active food packaging: Recent advances and future trends. Trends Food Sci Technol. março de 2017;61:132–40.

44. Mukurumbira AR, Shellie RA, Keast R, Palombo EA, Jadhav SR. Encapsulation of essential oils and their application in antimicrobial active packaging. Food Control. junho de 2022;136:108883.

45. Carpena M, Nuñez-Estevez B, Soria-Lopez A, Garcia-Oliveira P, Prieto MA. Essential Oils and Their Application on Active Packaging Systems: A Review. Resources. 17 de janeiro de 2021;10(1):7.

46. de Sousa Cândido G, Silva MS, Zeneratto NJ, Piccoli RH, Nunes Carvalho EE, de Oliveira JE. Hybrid Nanoclay/Clove Essential Oil in Cellulose Acetate Bionanocomposites for Cooked Ham Active Packaging. ACS Appl Nano Mater. 7 de março de 2025;8(9):4354–63.

47. Aziz M, Karboune S. Natural antimicrobial/antioxidant agents in meat and poultry products as well as fruits and vegetables: A review. Crit Rev Food Sci Nutr. 20 de julho de 2016;1–26.

48. Perumal AB, Huang L, Nambiar RB, He Y, Li X, Sellamuthu PS. Application of essential oils in packaging films for the preservation of fruits and vegetables: A review. Food Chem. maio de 2022;375:131810.

49. Cao Z, Zhou D, Ge X, Luo Y, Su J. The role of essential oils in maintaining the postharvest quality and preservation of peach and other fruits. J Food Biochem. 17 de dezembro de 2022;46(12).

50. Kumar V, Pratap Singh A, Yadav H, Pathak S, Kumar Srivastava R. Essential oils uses in post-harvest management of fruits and vegetables: A Review. International Journal of Minor Fruits, Medicinal and Aromatic Plants. 20 de dezembro de 2023;9(2):52–61.

51. Dosoky NS, Setzer WN. Maternal Reproductive Toxicity of Some Essential Oils and Their Constituents. Int J Mol Sci. 27 de fevereiro de 2021;22(5):2380.

52. Lanzerstorfer P, Sandner G, Pitsch J, Mascher B, Aumiller T, Weghuber J. Acute, reproductive, and developmental toxicity of essential oils assessed with alternative in vitro and in vivo systems. Arch Toxicol. 7 de fevereiro de 2021;95(2):673–91.

53. Stojanović NM, Randjelović PJ, Mladenović MZ, Ilić IR, Petrović V, Stojiljković N, et al. Toxic essential oils, part VI: Acute oral toxicity of lemon balm (Melissa officinalis L.) essential oil in BALB/c mice. Food and Chemical Toxicology. novembro de 2019;133:110794.

54. Sinha S, Jothiramajayam M, Ghosh M, Mukherjee A. Evaluation of toxicity of essential oils palmarosa, citronella, lemongrass and vetiver in human lymphocytes. Food and Chemical Toxicology. junho de 2014;68:71–7.

55. Bizzo H, Rezende C. O Mercado de óleos essenciais no Brasil e no mundo na última década. Quim Nova. 2022;

Capítulo 09
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-09

CONTAMINAÇÃO POR METAIS PESADOS EM PEIXES E A AÇÃO FUNCIONAL DO ÁCIDO GRAXO ÔMEGA 3

Giulia Corrêa Marques de Barros*; Kátia Calvi Lenzi de Almeida ;Juliana Tomaz Pacheco Latini;

Autor correspondente – Email: julianatp@gmail.com

Resumo

Evidências obtidas em estudos clínicos mostram que o consumo de ácidos graxos essenciais (AGEs) como o ácido graxo ômega 3 pode reduzir o risco para doenças neurodegenerativas, assim como sua deficiência pode provocar alterações no cérebro em desenvolvimento. Sabe-se que as principais fontes de AGEs são peixes marítimos, porém existe a preocupação da contaminação destes com metais pesados, o que pode comprometer vários órgãos alterando os processos bioquímicos, organelas e membranas celulares. Sendo assim, este trabalho objetivou estudar a presença de metais pesados nos peixes mais comercializados no Mercado Municipal de Peixes de Macaé/RJ analisando sua influência na utilização do ácido graxo ômega 3 proveniente destes.

Palavras–chave: pescado; ácido graxo ômega 3; contaminação; metais pesados, funcionalidade

Abstract

Evidence from clinical studies shows that the consumption of essential fatty acids (EFAs) such as omega-3 fatty acids can reduce the risk of neurodegenerative diseases, and that their deficiency can cause changes in the developing brain. It is known that the main sources of EFAs are marine fish, but there is concern about their contamination with heavy metals, which can compromise several organs, altering biochemical processes, organelles and cell membranes. Therefore, this study aimed to study the presence of heavy metals in the fish most sold in the Municipal Fish Market of Macaé/RJ, analyzing their influence on the use of omega-3 fatty acids from these fish.

Keywords: fish; omega 3 fatty acid; contamination; heavy metals, functionality.

INTRODUÇÃO

O conhecimento da importância dos AGPI (ácidos graxos poli-insaturados), principalmente DHA (ácido docosa-exahenoico) e AA (ácido araquidônico) no neurodesenvolvimento foi originalmente obtido a partir de estudos com animais. Eles representam os componentes principais do Sistema Nervoso Central (SNC), cuja importância para o desenvolvimento inclui participação sobre seu crescimento, função e integridade [1]. Estes ácidos são encontrados em altas concentrações no leite materno, sendo rapidamente acrescidos no cérebro durante o primeiro ano pós-natal em humanos

lactentes, assim como também nos primeiros 30 dias pós-natal em ratos. Por isso, são importantes durante a gravidez e infância, sendo considerados essenciais para o desenvolvimento fetal do cérebro [2].

Estudos mostram que a nutrição intra-uterina [3] e pós-natal [4] podem influenciar na ocorrência de risco para doenças crônicas no adulto, sugerindo que o início da nutrição tem um efeito marcante em idades mais avançadas da vida. Desta forma, uma apropriada oferta no período pré e pós-natal destes ácidos é essencial para o desenvolvimento fetal e neonatal normais, os quais vão permitir uma função neurológica, aprendizado e comportamento adequados [5].

Os ácidos graxos (AGE) Linoléico (AL, 18:2n-6) e a-Linolênico (ALA,18:3n-3), são considerados essenciais, uma vez que não são sintetizados de forma endógena, sendo obtidos apenas através da dieta. Dentro do sistema nervoso central, os fosfolipídios constituídos de n-3 e n-6 têm funções importantes na propagação do sinal neuronal, assim como na integridade e fluidez da membrana celular nervosa. Estes papéis permitem o posicionamento e funcionalidade de proteínas, tais como receptores de neurotransmissores e proteínas quinases, ambos vitais para sistemas celulares sinalizadores [6].

O equilíbrio correto de n-3 e n-6 nos fosfolipídios é essencial para a homeostase da função neuronal [7]. Segundo Bousquet e colaboradores (2011) [8], os AGEs aumentam a expressão de BDNF (fator neurotrófico derivado do cérebro) e GDNF (fator neurotrófico derivado da glia). Também são capazes de regular os processos oxidativos celulares, por promover o equilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio e a capacidade antioxidante da célula [9]. Por outro lado, dietas muito deficientes em n-3 podem provocar significativas alterações bioquímicas e morfológicas no cérebro em desenvolvimento [10].

Evidências obtidas por meio de estudos clínicos mostram que o consumo de n-3 pode reduzir o risco para doenças neurodegenerativas, entre elas a Doença de Alzheimer e Parkinson [11]. Ao estudar a Doença de Parkison (DP) induzida pela neurotoxina MPTP, Ozsoy e colaboradores. (2011) [12], utilizando suplementação com DHA durante 30 dias, observaram um aumento da imunorreatividade a tirosina-hidroxilase. Luchtmann e colaboradores (2012) [13] observaram nos animais suplementados (ração 0,8% EPA) uma redução da toxicidade do MPTP com maior incorporação de DHA no cérebro dos animais, acompanhada de redução dos níveis de TNF-a and IFN-alfa, se comparada aos controles. Tal resultado corroborou o verificado por Ji e colaboradores. (2012) [14], no qual a suplementação da dieta com do óleo de peixe foi capaz de minimizar a reação inflamatória. Também estudando a DP, Delattre e colaboradores, (2016) [15] observaram que a suplementação materna foi eficaz em prevenir o déficit de memória apresentado pelos seus filhotes lesionados. De forma semelhante, Mori e colaboradores. (2017) [16] também observaram o potencial antioxidante de PUFAs, reduzindo o processo inflamatório, através da reversão da ativação microglial e a liberação de espécies reativas

de oxigênio, por redução na produção de óxido nítrico sintase, enzima pró-inflamatória ativada na morte neuronal.

O consumo de AGEs é associado também a outras inúmeras funções, como redução do risco de doenças cardiovasculares, manutenção dos níveis adequados de triglicerídios e auxílio no processo de cicatrização de feridas, como destacado por Grandini e colaboradores (2020) [17]. Dentre as principais fontes de AGE estão o pescado marítimos [18]. e algumas oleaginosas, como a semente de linhaça, além de óleos de canola e oliva [19]. São exemplos desses peixes atum, arenque, sardinha, bacalhau, cavala e salmão. O salmão (*Salmo salar L.*), juntamente com outras espécies de salmonídeos, apresenta altos níveis de ácidos a-linolênico e linoleico, resultado de sua dieta [20]. Porém, por apresentarem custo relativamente elevado para grande parte da população brasileira, alguns peixes são susceptíveis a sofrerem fraudes alimentares (caso do próprio salmão) como a substituição de espécies de alto valor comercial por outras de baixo valor, a fim de aumentar a lucratividade do produtor, o que dificulta o acesso da população aos AGEs provenientes deste e de outros tipos de pescado, podendo também seu consumo apresentar efeitos tóxicos [21].

Associados a esses efeitos tóxicos, atualmente, pesquisas têm discutido os riscos associados aos contaminantes presentes em pescado e seus efeitos no organismo humano. Fernandes e colaboradores. em 2012 [22] realizaram um estudo sobre riscos e benefícios relacionados ao consumo de peixes para a saúde humana, visto que a literatura mostra benefícios metabólicos do ômega-3, porém estes identificaram e quantificaram contaminantes em 17 espécies de peixes e verificaram os possíveis riscos relacionados ao seu consumo por contaminação de metais pesados, poluentes organoclorados e dioxinas [23]. Por conta da recomendação de consumo dos peixes como fonte de ômega-3 e a carência de estudos na literatura, principalmente no Brasil, sobre contaminação, esta pesquisa objetivou identificar e discutir evidências científicas relacionadas aos riscos e benefícios de consumo de pescado para a saúde humana, principalmente acerca da saúde infantil.

A contaminação por metais na água e no solo é causada principalmente pelos processos industriais e pelo agronegócio, que, frequentemente, poluem o meio ambiente tanto com a utilização dos agrotóxicos de forma excessiva e inadequada como com o despejo de esgoto sem tratamento adequado nos rios [24]. Vale ressaltar que os metais pesados, como mercúrio, chumbo e cádmio são destaques entre os contaminantes químicos que chegam até o consumidor, pois são capazes de bioacumular-se nos tecidos das espécies aquáticas, provocando riscos à saúde humana. Tal contaminação pode ser tóxica ao ponto de comprometer vários órgãos alterando os processos bioquímicos, organelas e membranas celulares, observando-se um elevado índice de absorção gastrointestinal [25].

Vale destacar que há escassez de estudos testando o potencial terapêutico do n-3 frente, especificamente, a paralisia cerebral infantil a partir de lesões provocadas pela

hipóxia em filhotes. Da mesma forma, pouco se estudou anteriormente se a ação funcional relacionada a este ácido graxo pode ser influenciada pela ação tóxica de metais passados e contaminantes presentes em pescado marítimo, principais fontes deste AGE e a qual está relacionada a sua alegação funcional prevista pela ANVISA.

Assim, esse artigo científico justifica-se no intuito de estudar a presença de metais pesados nos peixes mais comercializados no Mercado Municipal de Peixes de Macaé/RJ analisando sua influência na funcionalidade do ácido graxo ômega 3 proveniente destes como coadjuvante terapêutico no tratamento de doenças neurodegenerativas infantis. Para tal, objetivou-se realizar um ensaio biológico com camundongos neonatos previamente hipoxemiados alimentados com ração à base de peixe rico em ômega 3 convencional e livre de contaminantes, investigando, micro e macroscopicamente, a ação protetora deste ácido graxo em órgãos alvo do estudo.

Dessa forma, comparando os resultados encontrados entre os grupos experimentais, é possível elucidar as dúvidas apresentadas neste trabalho, analisando uma possível correlação entre o ácido graxo ômega 3 e uma melhora na função neuronal e cognitiva de crianças com doenças neurodegenerativas, correlacionando com a interferência de possíveis contaminantes presentes nas amostras estudadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Entre os meses de setembro e dezembro de 2021, foram realizadas visitas ao Mercado Municipal de Peixes de Macaé/RJ e entrevistas com cerca de 50 comerciantes locais, quando identificou-se as espécies de pescado mais comumente comercializadas no local. Dentre elas, foi selecionada uma espécie onde fosse possível adquirir uma amostra convencional (de peixe pescado convencionalmente) e outra amostra da mesma espécie, porém cultivada de forma orgânica, adquirida em comércio local. Além disso, foi feito um levantamento bibliográfico acerca do perfil de ácidos graxos destas espécies para investigar a presença de ômega 3.

Foi, então, realizada a seleção e coleta das espécies para estudo. As mesmas foram identificadas com auxílio de veterinários parceiros do nosso grupo de trabalho da Fundação Instituto da Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ) e acondicionadas em refrigeração para posterior análise. Após tal identificação e reconhecimento das espécies, foi realizada filetagem das amostras *in natura* (IN), que foram destinadas às análises a seguir.

Determinação do perfil de ácidos graxos das amostras de pescado

Para análise do perfil de ácidos graxos nas amostras de pescado foram realizadas a extração lipídica, saponificação e metilação de ácidos graxos, feita em duplicata, segundo Lenzi e colaboradores. (2011) [26]. Tais análises se fazem necessárias para verificação do teor de ômega 3 presente nas amostras a serem utilizadas no protocolo experimental delineado a seguir.

Ensaio Biológico

Todos os procedimentos experimentais foram realizados de acordo com as normas estabelecidas no guia convencional para experimentação animal (Publicação NIH Nº85-23, revisado em 1996) e as recomendações nacionais impostas pela Lei Arouca (11.794/2008). O projeto inicial foi submetido e aprovado sob o número 036/22 pela Comissão de Ética em Experimentação Animal da UFRJ para certificações éticas.

No ensaio biológico, foram utilizados inicialmente 10 camundongos swiss (*Mus musculus*), sendo 9 fêmeas e 3 machos, provenientes da colônia da Divisão de Pesquisa em Produtos Bioativos e Biociências do CM UFRJ/Macaé, que foram acasalados poligamicamente na proporção 1 macho / 3 fêmeas. As fêmeas prenhas foram separadas em três grupos (n=3) diferentes quanto à composição da ração consumida: Grupo Controle (GC) composto por caseína, Grupo Pescado 1(GP1) e Grupo Pescado 2 (GP2). A prole destes animais originou os grupos experimentais propriamente ditos, como será delineado a seguir.

Delineamento Experimental

Ao primeiro dia de nascimento (P0), os filhotes destinados a cada grupo dietético passaram pelo processo de hipóxia, sendo assim 3 grupos no total:

- GCH (n=7): recebendo ração à base de caseína, hipoxemiados;
- GTOH(n=7): recebendo ração à base de caseína adicionada da farinha liofilizada de truta orgânica, hipoxemiados.
- GTCH(n=7): recebendo ração à base de caseína adicionada da farinha liofilizada de truta convencional, hipoxemiados.

Importante destacar que, nesse contexto, é considerada truta orgânica aquela vendida com selo de garantia, enquanto é considerada truta convencional a que é tradicionalmente vendida no mercado local sem possuir o selo de ser orgânica.

Para realização da hipóxia dos animais, no período de até duas horas após o nascimento, os filhotes destinados ao insulto hipóxico, foram separados de suas mães e colocados em câmara própria, hermeticamente fechada, recebendo 99,9% de Nitrogênio 8 durante 20 minutos. Após esse tempo, foram recolocados junto às mães. Nessa fase, os animais ainda estavam em processo de lactação, recebendo as mesmas rações das suas mães, sendo assim o teor de farinha de pescado liofilizada foi oferecido na ordem de 7% para complementar os 17% de proteínas requeridos nessa fase (AIN 93G), uma vez que já é ofertada 10% de proteínas provenientes da caseína.

Após o desmame, os animais foram separados de suas mães e passaram a receber rações com 10% de proteínas, como preconizado pela AIN 93M [27]. Os animais foram mantidos em gaiolas coletivas (n=3 ou 4/gaiola), com temperatura constante (24 ± 2°C)

e iluminação controlada, ciclo claro-escuro 12/12h, recebendo água e ração *ad libitum* durante todo o ensaio.

Perfil Alimentar e Variação de Peso

Durante todo o experimento, para determinação do Perfil Alimentar, foi realizada a pesagem dos animais duas vezes na semana. As rações ofertadas foram pesadas em dias alternados para verificar a quantidade média ingerida de cada animal.

Métodos Histopatológicos

Ao final de 60 dias de experimentação, os animais foram anestesiados e eutanasiados por decaptação para coleta dos cérebros, sendo uma parte do material congeladas instantaneamente em nitrogênio líquido e armazenados a -70ºC para posterior análise do perfil de ácidos graxos e outra parte fixada em formol a 10% e submetida à inclusão em parafina para posterior análise histológica. A cavidade torácica dos animais foi exposta para coleta de coração, rins, pulmão e fígado que também foram fixados em formol a 10%. Posteriormente, os cortes histológicos foram feitos com 3,0 µm de espessura para montagem das lâminas que foram corados pela técnica de hematoxilina-eosina (HE) para estudo de alterações histológicas em microscópio óptico (modelo LX 500) e fotografados utilizando uma câmera iVm 5000, através do programa ProgRes® Capture Pro 2.7, no laboratório de Patologia Toxicológica da Divisão de Pesquisa em Produtos Bioativos e Biociências do Campus UFRJ/Macaé.

Análises estatísticas

Nos dados, aplicou-se One-way Anova, e teste post-hoc de Tukey para comparações múltiplas entre grupos ao nível de $p<0,05$, utilizando-se o Software Splus versão 8.0. Os dados serão apresentados na forma de média±desvio padrão em tabelas e gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho optou-se por trabalhar com amostras de truta (*Salmo trutta*) convencional e orgânica. Por ser observado a alta venda e o consumo em Macaé, ter um alto teor de ômega 3 e existir disponibilidade de compra desta espécie com selo de autenticidade comprovando ser orgânica, a utilização deste pescado possibilitou deste estudo. Importante ressaltar que todas as amostras (truta convencional e orgânica) foram adquiridas em comércio local, de forma que pudemos atestar a inocuidade das mesmas.

Tabela 1 – Perfil de ácidos graxos (%) das amostras de pescado utilizadas

Espécies	EPA*	DHA*	Ômega 3	Ômega 6	Ômega 9
Truta convencional	0,02	0,36	0,49	3,90	8,84
Truta	0,01	0,15	0,21	3,01	10,48

orgânica	

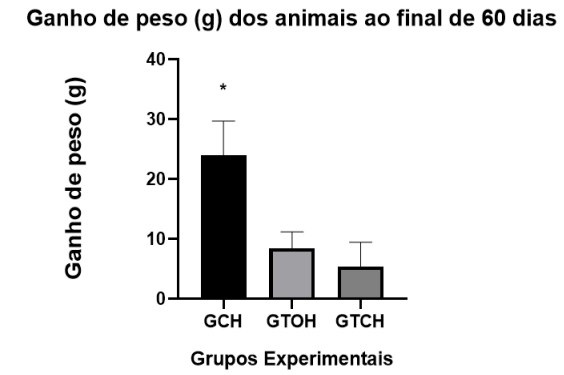
*EPA: ácido eicosapentaenóico

*DHA: ácido docosahexaenóico

De acordo com os dados descritos na Tabela 1 podemos observar que o perfil de ácidos graxos da família ômega é um pouco distinto entre as amostras utilizadas. Vale a pena destacar os teores de DHA e o percentual de ômega 3, superiores na amostra de truta convencional utilizada. Quanto ao teor de ômega 3, especificamente, vemos que a amostra de truta orgânica utilizada apresentava menos da metade da concentração da truta convencional.

Quanto ao perfil alimentar dos animais, o gráfico abaixo demonstra que houve uma diferença estatística significante (p<0001) entre os grupos alimentados com truta quando comparados ao grupo controle, que foi superior aos demais, enquanto os grupos TOH e TCH foram semelhantes entre si, embora este último tenha se apresentado numericamente inferior aos demais. Fato semelhante pode ser observado quando analisamos os dados do Gráfico 2 acerca do consumo de ração dos animais.

Gráfico 1 – Ganho de peso (g) dos animais



Sugere-se que tal diferença no ganho de peso possa ser explicada por uma possível restrição de crescimento secundária à alimentação com metais pesados do Grupo da Truta Convencional, que possivelmente apresenta maior quantidade de metais pesados em sua nutrição diária. Assim, esse resultado corrobora para uma possível influência nos animais que se alimentam de peixes convencionais terem malefícios em detrimento daqueles que se alimentam de fonte orgânica, que pode ser reflexo da maior concentração de metais pesados nos peixes convencionais.

Gráfico 2 –Consumo de ração (g) dos animais

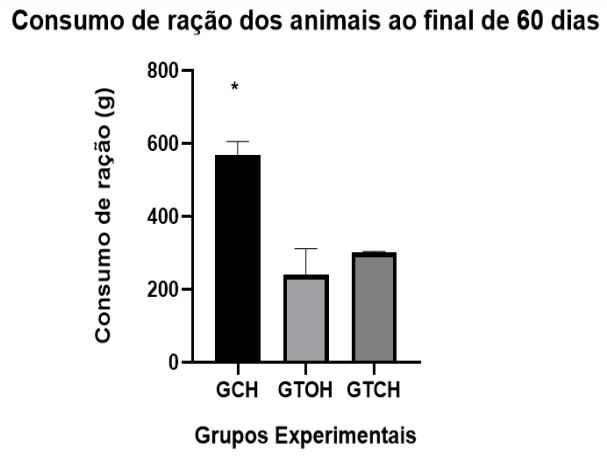
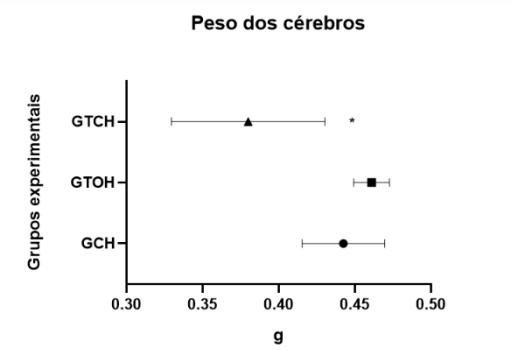
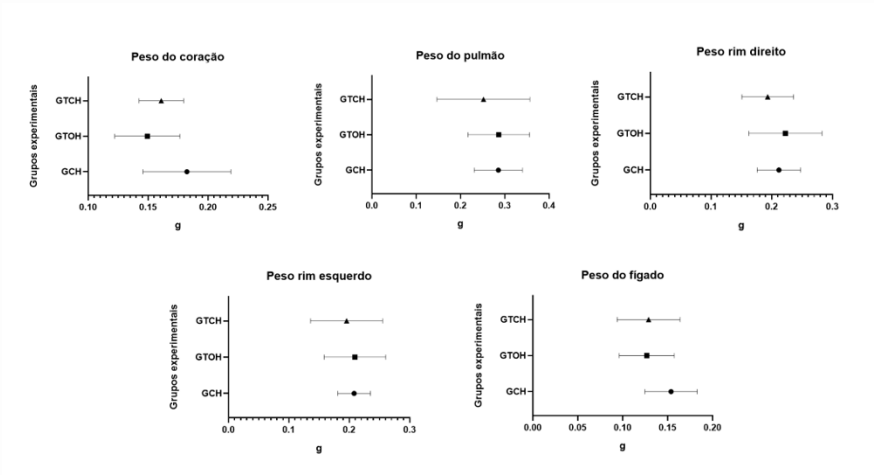


Gráfico 3 – Peso dos cérebros (g) dos animais ao final de 60 de experimentação



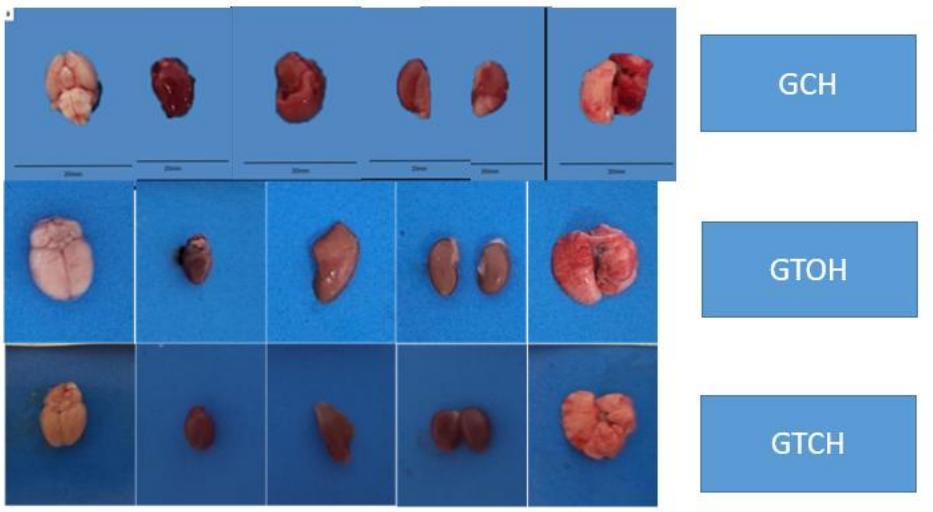
Acerca do peso médio dos cérebros dos animais descrito no gráfico acima, vemos que o GTCH apresentou-se, estatisticamente, inferior (p=0,065) aos demais grupos, semelhantes entre si. Tal fato é curioso, uma vez que, como destacado na Tabela 1, o percentual de ômega 3 nas amostras de truta convencional é bem superior à truta orgânica, dessa forma, era esperado que o peso cerebral dos animais deste grupo fosse superior devido à uma maior incorporação deste ácido graxo, o que não parece ter ocorrido. De acordo com Dyall e colaboradores. (2023) [28], a incorporação neuronal de ácidos graxos poli-insaturados em neonatos que sofreram algum tipo de injúria hipóxica pode ser prejudicada, porém, vale destacar que todos os grupos experimentais deste estudo foram hipoxemiados, ou seja, pode-se, assim, especular que o valor inferior do peso médio dos cérebros dos animais do grupo truta convencional possa estar associado a algum tipo de contaminante presente neste pescado, prejudicando a incorporação neuronal do ácido graxo ômega 3.

Figura 1 – Pesos médios (g) de coração, pulmão, rins direito e esquerdo e do fígado dos animais após 60 dias de experimentação



Podemos observar na figura acima que, diferentemente do peso dos cérebros dos animais, nenhum outro peso médio de órgãos demonstrou diferença estatística, sendo todos os grupos semelhantes entre si (Peso do coração p=0,6764; Peso do pulmão p=0,7383; Peso rim direito p=6268; Peso rim esquerdo p=0,8820; Peso do fígado p=0,3549).

Figura 2 – Exemplo de macroscopia dos animais após 60 dias de experimentação



Na avaliação macroscópica dos órgãos dos animais submetidos a hipóxia foram observadas algumas alterações (Figura 2). Os animais do GTOH apresentaram cérebros com volume discretamente aumentado, além de vascularização pouco evidente na superfície, fato que corrobora com o descrito no gráfico 2, uma vez que o peso cerebral dos animais do GTCH foi inferior aos demais.

Os pulmões mostraram estrutura preservada, porém com coloração pouco alterada quando comparados aos pulmões dos animais que consumiram ração à base de Truta convencional, que apresentavam regiões ou lobos inteiros bastante esbranquiçados ou rosa opacos. Nos fígados, os bordos estavam discretamente arredondados e com coloração pálida, levemente amarelada em algumas regiões, em ambos os grupos. O GTOH mostrou rins sem alterações, ao passo que o GTCH se mostrou com volume discretamente maior. Os corações de ambos os grupos não apresentaram alterações significativas.

CONCLUSÕES

Em dados gerais, nossos resultados prévios sugerem uma possível influência negativa da presença de contaminantes em pescado convencional no crescimento dos animais, assim como na incorporação de ácidos graxos nos cérebros daqueles que receberam truta convencional, que foram menores daqueles que receberam truta orgânica. A avaliação macroscópica dos animais corrobora tal afirmação. Tais dados demostram ser necessários mais estudos que comprovem os resultados descritos aqui.

PERSPECTIVAS

Com a continuidade do estudo, onde avaliaremos essa ação na funcionalidade do ácido graxo ômega 3 através dos testes cognitivos dos animais, assim como faremos a quantificação de metais pesados nas amostras de truta usadas, poderemos realizar afirmações mais robustas.

Como resultados esperados deste trabalho, objetiva-se o esclarecimento de dúvidas acerca da utilização do ômega 3 de origem marítima, como alegação funcional descrita pela ANVISA. Embora tal Agência recomende a utilização deste ácido graxo e seus metabólitos provenientes de pescado marítimos, sabe-se que o risco de toxicidade proveniente dos contaminantes destes animais pode vir a atrapalhar a ação funcional prevista para esse ácido graxo, o que justifica a realização do protocolo experimental descrito neste projeto para que a recomendação de uso deste ácido graxo por profissionais da saúde seja realizada de forma coerente e eficaz.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro e à Secretaria Adjunta de Ensino Superior da Prefeitura de Macaé pela concessão de fomento para realização desta pesquisa, respectivamente, nos editais "7ªEdição do Programa Pesquisa para o SUS: gestão compartilhada em saúde (PPSUS) e Macaé Conecta 2021 e 2022 e também acerca da concessão de bolsas de Iniciação Científica para os alunos participantes deste projeto. Agradecemos também ao PIBIC/UFRJ e PIBIC/CNPq pela concessão de bolsas de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

1. Simpoulos A.P.. Omega-3 Fatty Acids, the Brain and Retina. Basel: Karger, 2009.

2. Lombardi M, Carbone S, Del Buono MG, Chiabrando JG, Vescovo GM, Camilli M, Montone RA, Vergallo R, Abbate A, Biondi-Zoccai G, Dixon DL, Crea F. Omega-3 fatty acids supplementation and risk of atrial fibrillation: an updated meta-analysis of randomized controlled trials. Eur Heart J Cardiovasc Pharmacother. 2021 Jul 23;7(4):e69-e70.
3. Rees A, Sirois S, Wearden A. Prenatal maternal docosahexaenoic acid intake and infant information processing at 4.5mo and 9mo: A longitudinal study. Loor JJ, editor. PLOS ONE. 2019 Feb 13;14(2):e0210984.
4. Passos MCF, Ramos CF, Moura EG. Short and long term effects of malnutrition in rats during lactation on the body weight of offspring. Nutrition Research. 2000 Nov;20(11):1603–12.
5. Meldrum S, Simmer K. Docosahexaenoic Acid and Neurodevelopmental Outcomes of Term Infants. Annals of Nutrition and Metabolism. 2016;69(1):23–8.
6. Sun GY, Simonyi A, Fritsche KL, Chuang DY, Hannink M, Gu Z, et al. Docosahexaenoic acid (DHA): An essential nutrient and a nutraceutical for brain health and diseases. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids. 2018 Sep;136:3–13.
7. Curi R. Fisiologia da nutrição humana: aspectos básicos, aplicados e funcionais. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. 2007 Sep;43(3):489–90.
8. Lauritzen L, Brambilla P, Mazzocchi A, Harsløf L, Ciappolino V, Agostoni C. DHA Effects in Brain Development and Function. Nutrients. 2016 Jan 4;8(1):6.
9. Bousquet M, Calon F, Cicchetti F. Impact of omega-3 fatty acids in Parkinson's disease. Ageing Research Reviews. 2011 Sep;10(4):453–63.
10. Leuti A, Maccarrone M, Chiurchiù V. Proresolving Lipid Mediators: Endogenous Modulators of Oxidative Stress. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2019 Jun 18;2019:1–12.
11. Lee, H J.; Han, J.; Jang, Y.; et al. Docosahexaenoic acid prevents paraquatinduced reactive oxygen species production in dopaminergic neurons via enhancement of glutathione homeostasis. Biochemical and Biophysical Research Communications. 2015, 457 (1), p. 95–100.
12. Echeverría F, Valenzuela R, Catalina Hernandez-Rodas M, Valenzuela A. Docosahexaenoic acid (DHA), a fundamental fatty acid for the brain: New dietary sources. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids. 2017 Sep;124:1–10.
13. Ozsoy O, Seval-Celik Y, Hacioglu G, Yargicoglu P, Demir R, Agar A, et al. The influence and the mechanism of docosahexaenoic acid on a mouse model of Parkinson's disease. Neurochemistry International. 2011 Oct;59(5):664–70.
14. Luchtman DW, Meng Q, Song C. Ethyl-eicosapentaenoate (E-EPA) attenuates motor impairments and inflammation in the MPTP-probenecid mouse model of Parkinson's disease. Behavioural Brain Research. 2012 Jan;226(2):386–96.
15. Ji A, Diao H, Wang X, Yang R, Zhang J, Luo W, et al. n-3 polyunsaturated fatty acids inhibit lipopolysaccharide-induced microglial activation and dopaminergic injury in rats. NeuroToxicology. 2012 Mar 8;33(4):780–8.
16. Delattre AM, Carabelli B, Mori MA, Kempe PG, Rizzo de Souza LE, Zanata SM, et al. Maternal Omega-3 Supplement Improves Dopaminergic System in Pre- and Postnatal Inflammation-Induced Neurotoxicity in Parkinson's Disease Model. Molecular Neurobiology. 2016 Feb 29;54(3):2090–106.

17. Michel H. POTENTIAL NEUROPROTECTIVE EFFECT OF TETRAMETHYLPYRAZINE IN AN EXPERIMENTAL ANIMAL MODEL OF PARKINSON'S DISEASE. Al-Azhar Journal of Pharmaceutical Sciences. 2015 Sep 1;52(2):219–32.
18. Núbia Alves Grandini, Thamyres Campêlo Jales França, Henriquielle S, Arídio Mattos Júnior, Thaísa Amorim Nogueira, Calvi K, et al. A ação de suplementos de óleo de peixe no reparo tecidual de camundongos lesionados. Brazilian Journal of Development. 2020 Jan 1;6(5):26130–43.
19. Lenzi de Almeida KC, Spreafico Fernandes F, Teles Boaventura G, Guzmán-Silva MA. EFECTO DE LA SEMILLA DE LINAZA (Linum Usitatissimum) EN EL CRECIMIENTO DE RATAS WISTAR. Revista chilena de nutrición. 2008 Dec;35(4).
20. Martino, R. C. Exigências e cuidados da adição de lipídeos em rações para peixes e a sua importância para o homem. Parte 2. Rev. Panorama Aqüicult. 2003, 13(75): p. 58-60.
21. Latini, JTP.; Dudus, MM.; Souto, MM.; Vilela, IGO; Oliveira, IJP, Herdy, RF, Wu, X. Lenzi-Almeida, KC. Ação toxicológica da cantaxantina sobre a morfologia de rins e fígados da prole de camundongas que consumiram truta salmonada. Braz. J. of Develop., Curitiba. 2020, 6 (4), p: 20850-20866.
22. Dudus, MM; Latini, JTP; Souto, MM.; Vilela, IGO.; Calixto, FAA.; Lenzi-Almeida, K.C. The Consumption of Salmon Trout as a Risk Factor for Hepatic Steatosis in Murines. J Nutri Bio, 2020, 6(1): 405-411.
23. Burger J, Gochfeld M. Heavy metals in commercial fish in New Jersey. Environmental Research. 2005 Nov;99(3):403–12.
24. Burger J, Gochfeld M. Selenium/mercury molar ratios in freshwater, marine, and commercial fish from the USA: variation, risk, and health management. Reviews on Environmental Health. 2013 Jan 1;28(2-3).
25. Feldman JA. Cognitive Science should be unified: comment on Griffiths et al. and McClelland et al. Trends in Cognitive Sciences. 2010 Aug;14(8):341.
26. Pescador, R. Aspectos nutricionais dos lipídios no peixe: uma revisão de literatura. 2006. 70 f. Monografia (Especialização em Gastronomia e Segurança Alimentar)-Universidade de Brasília, Brasília.
27. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC. AIN-93 Purified Diets for Laboratory Rodents: Final Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76A Rodent Diet. The Journal of Nutrition. 1993 Nov 1;123(11):1939–51.
28. Dyall SC, Nessel I, Sharpe JA, Yip PK, Michael-Titus AT, Shah DK. Long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids are reduced in neonates with substantial brain injury undergoing therapeutic hypothermia after hypoxic–ischemic encephalopathy. Frontiers in Neurology [Internet]. 2023

Capítulo 10
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-10

PROPOSTA DE REQUISITOS PARA UM GUIA DE BOAS PRÁTICAS DE IMPORTAÇÃO DE ALIMENTOS COM BASE NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Paula Bernadete de Moura Ferreira*; Verônica Viana Vieira; Marcelo Luiz Lima Brandão

Autor correspondente (Corresponding author) – Email: a.lua.pe@gmail.com

Resumo: Um desafio para garantir a segurança dos alimentos importados é a falta de supervisão direta das autoridades sanitárias sobre o processo de produção dos fabricantes estrangeiros. A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura recomenda que orientações de Boas Práticas de Importação (BPI) sejam disponibilizadas aos importadores. Entretanto, para alimentos importados fiscalizados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), não há uma regulamentação ou orientação específica sobre as BPI. Os importadores devem atender as exigências contidas nos regulamentos técnicos da área de alimentos. Tendo em vista a ausência de legislação sobre BPI para importadores fiscalizados pela Anvisa, o objetivo deste estudo foi avaliar as exigências sanitárias pertinentes ao processo de importação na legislação sanitária brasileira, para compor um guia de BPI. Foram identificados 49 requisitos, divididos em sete grupos: fiscalização documental do importador, instalações armazenadoras, rotulagem, higiene e capacitação de funcionários, controle de distribuição, garantia da qualidade e fiscalização documental do fabricante. Esses requisitos podem fundamentar um guia para orientar aos importadores quanto ao atendimento às BPI ou serem utilizados para elaboração de uma legislação.

Palavras-chave: Boas Práticas de Importação; comércio internacional; fiscalização; importação; qualidade; segurança dos alimentos.

Abstract: One challenge in ensuring the safety of imported food is the lack of direct supervision by health authorities over the production process of foreign manufacturers. Food and Agriculture Organization of the United Nations recommends that guidance on Good Import Practices be made available to importers. However, for imported foods inspected by National Health Surveillance Agency, there is no specific regulation or guidance on GIP. Importers must meet the requirements contained in the technical regulations in the food area. In view of the absence of legislation on BPI for importers inspected by National Health Surveillance Agency, the objective of this study was to evaluate the sanitary requirements pertinent to the import process in the Brazilian sanitary legislation, in order to compose a guide to BPI. 49 requirements were identified, divided into seven groups: documentary inspection of the importer, storage facilities, labeling, hygiene and training of employees, distribution control, quality assurance and documentary inspection of the manufacturer. These requirements can be the basis for a guide to guide importers on compliance with the BPI or be used to draft legislation.

Keywords: food safety; Good Import Practices; import; inspection; international trade; quality.

INTRODUÇÃO

Um dos desafios para garantir a segurança e qualidade dos alimentos importados é a falta de supervisão direta das autoridades sanitárias sobre o processo de produção dos fornecedores estrangeiros (1). Esta supervisão deve ser realizada pelo importador, a fim de garantir que os alimentos importados estejam seguros e atendam aos requisitos brasileiros. Para orientar os importadores, os países devem desenvolver e dispor de regulamentos ou guias de Boas Práticas de Importação (BPI), definindo os controles básicos que os importadores devem seguir. Esses controles incluem higiene, condições de armazenamento, manutenção de documentos e avaliação dos produtos importados, alinhando-se às boas práticas de higiene para garantir a segurança e qualidade dos alimentos. Deve também estabelecer os requisitos para importação de produtos, manutenção de documentos e recebimento e avaliação de produtos importados também devem ser incluídos (1).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) é responsável por coordenar, supervisionar e controlar as atividades relacionadas ao registro, inspeção, fiscalização e controle de riscos na área de alimentos, estabelecendo normas e padrões de qualidade para garantir a segurança dos alimentos (2). No entanto, não existe uma legislação específica sobre BPI para importadores de alimentos sob sua fiscalização. O objetivo deste trabalho foi analisar as legislações sanitárias brasileiras para identificar requisitos que se relacionem às BPI, que podem ser utilizadas na elaboração de um regulamento ou guia de BPI.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento dos requisitos pertinentes as BPI nas legislações de Boas Práticas de Fabricação vigentes, disponíveis na Biblioteca de Alimentos Atualizada, disponível no endereço eletrônico https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao-antigo/bibliotecas-tematicas. Os requisitos das legislações que estavam relacionados as BPI foram agrupados e avaliados quanto a pertinência. Não foi realizada nenhuma restrição do período temporal. A pertinência foi avaliada com base nas recomendações contidas no *Risk Based Imported Food Control Manual* da FAO (1), que determina que as BPI devem deve abranger as funções e responsabilidades do importador, deve estabelecer as condições externas e internas dos edifícios da unidade importadora, os requisitos sanitários e a higiene dos funcionários. Além de avaliar se os importadores, que são os principais responsáveis pelos alimentos que importam, adquirem seus produtos de empresas estrangeiras de alimentos capazes de atender aos requisitos regulatórios do país importador. O importador deve manter documentação apropriada que possa ser consultada (por exemplo, durante uma inspeção ou *recall*) e que contenha informações suficientes para identificar o produto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das legislações avaliadas, foram identificados 49 requisitos sanitários básicos relacionados às BPI, que estão listados nas Tabela 1 a 7. Os requisitos foram agrupados em sete grupos: 1) Fiscalização documental do importador; 2) Instalações da unidade armazenadora; 3) Rotulagem dos alimentos importados; 4) Higiene, saúde e capacitação

dos funcionários da unidade armazenadora; 5) Controle de distribuição do importador; 6) Controle e garantia da qualidade; e 7) Fiscalização documental do fabricante realizada pelo importador. Seis desses grupos envolvem exigências que são inerentes às atividades que devem ser realizadas diretamente pelo importador, enquanto o sétimo grupo permite uma avaliação indireta das atividades realizadas pelo fabricante estrangeiro.

Na Tabela 1, constam os requisitos que o importador deve atender, referentes ao grupo que trata da Fiscalização documental do importador. Esses requisitos permitirão avaliar se a unidade armazenadora está regularizada e se dispõe de um responsável técnico capacitado. Além da avaliação da composição dos produtos importados e se eles estão regularizados no Brasil (Tabela 1).

Tabela 1 – Requisitos relacionados a Fiscalização documental do importador obtidos na legislação sanitária brasileira

Requisitos	Marco regulatório
Licença sanitária do importador	Itens 1.1 e 1.1.1 do Cap. IV e Item 39.j Procedimento 5.1 - Seção 5 - Cap. XXXIX da RDC 81/2008 (3)
Responsabilidade técnica do importador	Item VII da Portaria 1428/1993 (4); Itens 8.6 e 9 da Port. 326/1997 (5)
Regularização dos alimentos importados	Item 1.1 do Cap. II da RDC 81/2008 (3); Inciso III do art. 3º da RDC 843/2024 (6)
Fórmulas dos produtos dispensados de registro	Inc. II do art. 5 da RDC 843/2024 (6) e anexo XI da IN 281/2024 (7)
Manual de Boas Práticas de Armazenamento do importador	8.8.1 da Port. 326/1997 (5)

RDC - Resolução de Diretoria Colegiada.

Também, o importador deve garantir que as áreas externas da unidade armazenadora estejam sempre limpas, organizadas e livres de pragas. A estrutura precisa ser adequada, com bom fluxo de pessoas e mercadorias, evitando contaminações. Os alimentos devem ser armazenados de forma segura, com controle de temperatura, organização e sem presença de itens vencidos ou danificados. Os meios de transporte dos alimentos importados devem manter as condições ambientais preconizadas na rotulagem dos produtos, com monitoramento constante. O local de recebimento dos alimentos importados deve ser limpo e os produtos inspecionados cuidadosamente. Além disso, os equipamentos de refrigeração e os instrumentos de medição devem ser calibrados e funcionando adequadamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Requisitos relacionados a Instalações da unidade armazenadora obtidos na legislação sanitária Brasileira.

Requisitos	Marco regulatório
Organização e higiene das áreas externas	Item 1.1.1 e 1.1.2 da RDC[1] 275/2002 (8) e 5.3.4 da Port. 326/1997 (5)
Estrutura física da unidade armazenadora	Itens 5.3.7, 5.3.9, 5.3.12, 5.3.14, 5.3.17 e 5.3.19 da Port. 326/1997 (5)
Acesso e Fluxo da unidade armazenadora	Itens 5.3.2, 5.3.5 e 5.3.6 e 5.3.20 da Port. 326/1997 (5) e 1.2.1 e 1.20.2 do anexo II da RDC 275/2002 (8)
Controle integrado de vetores e pragas urbanas no importador/unidade armazenadora	Item 5.2.6.2 do anexo II da RDC 275/2002 (8); itens 5.3.4, 5.3.7, 5.3.19 e 6.7 da Port. 326/1997 (5)
Controle da temperatura no transporte do alimento importado	Itens 4.7 e 8.8 da Port. 326/1997 (5) e 4.5 da RDC 275/2002 (8)
Condições do local de recebimento e do alimento	Itens 4.1.1, 4.1.2 e 4.1.3 da RDC 275/2002 (8)
Condições de armazenamento dos alimentos importados - Importador/unidade armazenadora	Itens 4.6, 5.3.10 e 8.8.1 da Port. 326/1997 (5); item 4.3.3 da RDC 275/2002 (8)
Presença de material estranho ou alimentos vencidos, avariados e devolvidos no importador/unidade armazenadora	Itens 4.3.4 e 4.3.8 da RDC 275/2002 (8)
Rede de frio adequada, equipamento e instrumentos de controle	Item 4.3.7 da RDC 275/2002 (8) e item 9 da Port. 326/1997 (5)

RDC- Resolução de Diretoria Colegiada.

Tabela 3 - Requisitos relacionados a Rotulagem dos alimentos importados obtidos na legislação sanitária Brasileira.

Requisito sanitário	Marco regulatório
Dizeres embalagem externa: Importador/unidade armazenadora	Itens 1.d e 2 do Capítulo V da RDC 81/2008 (3)
Identificação, rotulagem primária e controle de validade	Art.7^0 da RDC 727/2022; itens 1.2 e 1.3 do Cap. XV da RDC 81/08 (3)
Rótulo original em idioma estrangeiro e etiqueta complementar	Art.7^0 e § único do Art. 8^0 da RDC 727/2022 (9)

RDC- Resolução de Diretoria Colegiada.

Os requisitos de rotulagem são importantes para que as empresas forneçam à população informações que orientem na escolha do produto, além de informações sobre

as condições adequadas para armazenamento, que permitirão garantir a manutenção da qualidade do produto (Tabela 3).

Os requisitos referentes a higiene, saúde e capacitação de funcionários da unidade armazenadora têm como objetivo verificar as condições de saúde dos manipuladores, assim como, a higiene pessoal (roupas, cabelos, unhas etc.) e os hábitos higiênicos (antes, durante e após os trabalhos, ao sair e ao retornar ao serviço, após a utilização de sanitários, antes e depois das refeições) (Tabela 4).

Além disso, deve ser avaliada a capacitação dos funcionários em relação à manutenção de hábitos e atividades higiênicas, ao treinamento sistemático do pessoal e às condições de saúde do pessoal. Para garantir que os operários estejam aptos a manipular alimentos, eles devem ser examinados periodicamente (12).

Tabela 4 - Requisitos relacionados a Higiene, saúde e capacitação de funcionários da unidade armazenadora obtidos na legislação sanitária brasileira.

Requisito sanitário	Marco regulatório
Higiene dos funcionários da unidade armazenadora	Itens 7.6 e 7.7 da Port. 326/1997 (5); Itens 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3 e 3.2.2 da RDC 275/2002 (8)
Saúde dos funcionários da unidade armazenadora	Item7.2 da Port. 326/1997[4]; Itens 3.3.1, 3.4.1 e 3.4.2 da RDC 275/2002 (8)
Capacitação dos funcionários do importador/unidade armazenadora	Item 7.1 da Port. 326/1997 (5); 3.6 da RDC 275/2002 (8)

RDC - Resolução de Diretoria Colegiada.

É necessário monitorar os alimentos ao longo de toda a cadeia, desde a importação até a entrega ao consumidor final. Isso ajuda a assegurar que as características de qualidade sejam mantidas até o momento do consumo (5).

Nas situações em que o alimento importado foi comercializado e se constate que está em desacordo com a legislação brasileira, o importador tem a responsabilidade de realizar o recolhimento imediato do produto no mercado (10). Além disso, deve cumprir todos os demais requisitos exigidos pelos marcos regulatórios do grupo de controle de distribuição do importador (10), conforme detalhado na Tabela 5.

Tabela 5 - Requisitos relacionados ao controle de distribuição do importador obtidos na legislação sanitária Brasileira

Requisito sanitário	Marco regulatório
POP para o Programa de recolhimento de alimentos	5.2.8.1 do anexo II da RDC 275/2002 (8); RDC 655/2022 (10)
Cumprimento do POP para o Programa de recolhimento de alimentos	5.2.8.2 do anexo II da RDC 275/2002 (8); RDC 655/2022 (10); 8.7 da Portaria 326/1997 (5)
Registros da cadeia produtiva: fabricante ou fornecedor	Art. $6^{0,}$ Art. 7^{0} e Art. 35 da RDC 655/2022 (10); 8.7 da Portaria 326/1997 (5)

POP- Procedimento Operacional Padrão; RDC - Resolução de Diretoria Colegiada.

Para garantir a segurança dos alimentos importados, é necessário identificar e descrever os perigos biológicos, químicos e físicos que podem contaminá-los. A análise de perigos deve abranger tanto os riscos inerentes aos alimentos quanto aqueles que podem ser introduzidos pelos processos e procedimentos do fornecedor estrangeiro (13) (Tabela 6). Além disso, o importador deve obter garantias do fornecedor estrangeiro de que todos os perigos relevantes foram identificados e que quaisquer riscos específicos do processo foram adequadamente avaliados (Tabela 6). O importador deve implementar um plano de amostragem e monitoramento regular para cada fornecedor. A frequência dessas atividades deve ser ajustada de acordo com o risco associado ao alimento e considerar o histórico do fornecedor estrangeiro (13).

Tabela 6 - Requisitos relacionados ao Controle e garantia da qualidade obtidos na legislação sanitária Brasileira.

Requisito sanitário	Marco regulatório
Plano de monitoramento dos alimentos importados	Item 4.4 da RDC 275/2002 (8)
Cumprimento do plano de monitoramento	Item 4.4.3 da RDC 275/2002 (8)
Metodologia para Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle	6.1.4 da Res. 23/2000 e Item 9 da Port. 326/1997 (5)
Metodologia de avaliação dos riscos	Item 9 da Port. 326/1997 (5)
Controle de potabilidade da água	Item 1.7 do anexo da RDC 275/2002 (8)

RDC- Resolução de Diretoria Colegiada.

A Anvisa exige que os alimentos importados estejam sujeitos ao mesmo nível de análise de perigos e controles preventivos de segurança que os alimentos preparados no Brasil (3). O importador, por não estar presente nos estabelecimentos de alimentos estrangeiros dos quais obtém seus produtos, não tem controle direto sobre as medidas de segurança aplicadas nesses locais. Mas, os importadores devem obter produtos de empresas estrangeiras que atendam aos requisitos regulamentares do Brasil e manter documentação adequada para fiscalização sanitária e identificação dos produtos (3).

Para isso, foram elencados requisitos da Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) n.º 275/2002 (8) sobre procedimentos operacionais padronizados (POP) e registros das atividades executadas. O importador deve verificar se o fornecedor estrangeiro atende aos requisitos referentes ao grupo da “Fiscalização documental do fabricante realizado pelo importador” (Tabela 7). Idealmente, a avaliação do fornecedor estrangeiro deve ser realizada diretamente no estabelecimento produtor. Entretanto, caso não seja possível, pode ser realizada uma avaliação indireta realizada por um organismo de certificação ou se verificando garantindo se o país exportador possui um acordo de reconhecimento mútuo com o Brasil (13). Uma alternativa possível, também é realização de auditoria documental do fabricante estrangeiro. Para isto, o importador deve avaliar os requisitos descritos na Tabela 7.

Tabela 7 - Requisitos relacionados a Fiscalização documental do fabricante realizado pelo importador obtidos na legislação sanitária brasileira.

Requisito sanitário	Marco regulatório
Regularização da empresa fabricante no órgão sanitário competente do país	5.3.1 da Port. 326/1997 (5) e inciso IV do Art. 29 da RDC 727/2022
Manual de Boas Práticas de Fabricação da empresa fabricante	item 5.1.1 do anexo da RDC 275/2002 (8)
Metodologia para APPCC - Fabricante	Item 9 da Port. 326/1997 (5)
POP[3] para Manutenção preventiva e calibração de equipamentos	5.2.5.2 do anexo II da RDC 275/2002 (8)
Cumprimento do POP para Manutenção preventiva e calibração de equipamentos	5.2.5.1 do anexo II da RDC 275/2002 (8); 8.7 da Portaria 326/1997 (5)
POP para a Seleção das matérias-primas, ingredientes e embalagens	5.2.7.1 do anexo II da RDC 275/2002 (8)
Cumprimento do POP para a Seleção das matérias-primas, ingredientes e embalagens	5.2.7.2 do anexo II da RDC 275/2002 (8); 8.7 da Portaria 326/1997 (5)
POP para Higienização das instalações, equipamentos e utensílios	5.2.1.1 do anexo II da RDC 275/2002 (8)
Cumprimento do POP para Higienização das instalações, equipamentos e utensílios está sendo cumprido	5.2.1.2 do anexo II da RDC 275/2002 (8); 8.7 da Portaria 326/1997 (5)
POP para o Controle de potabilidade da água	5.2.2.1 do anexo II da RDC 275/2002 (8)
Cumprimento do POP para o Controle de potabilidade da água do fabricante	5.2.2.2 do anexo II da RDC 275/2002 (8); 8.7 da Portaria 326/1997 (5)
POP para a Higiene e saúde dos manipuladores	5.2.3.1 do anexo II da RDC 275/2002 (8)
Cumprimento do POP para a Higiene e saúde dos manipuladores	5.2.3.2 do anexo II da RDC 275/2002 (8); 8.7 da Portaria 326/1997 (5)
POP para o Manejo dos resíduos	5.2.4.1 do anexo II da RDC 275/2002 (8)
Cumprimento do POP para o Manejo dos resíduos	5.2.4.2 do anexo II da RDC 275/2002 (8); 8.7 da Portaria 326/1997 (5)
POP para a Controle integrado de vetores e pragas urbanas	5.2.6.1 do anexo II da RDC 275/2002 (8)
Cumprimento do POP para a Controle integrado de vetores e pragas urbanas	5.2.6.2 do anexo II da RDC 275/2002 (8); RDC 655/2022; 8.7 da Portaria 326/1997 (5)
POP para o Programa de recolhimento de alimentos	5.2.8.1 do anexo II da RDC 275/2002 (8); RDC 655/2022 (10)

Cumprimento do POP para o Programa de recolhimento de alimentos	5.2.8.2 do anexo II da RDC 275/2002 (8); RDC 655/2022 (10); 8.7 da Portaria 326/1997 (5)
Ordens de produção	Itens 8.4, 8.7 e 9 da Port. 326/1997 (5)
Controle da temperatura do armazenamento	Item 4.3.6 do Anexo. da RDC 275/2002 (8); Cisa 10/1984 (11)

APPCC -Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle; POP-Procedimento Operacional Padronizado; RDC - Resolução de Diretoria Colegiada.

CONCLUSÕES

Foram identificados 49 requisitos relacionados às BPI, que foram divididos em sete grupos. Esses requisitos permitem avaliar a adoção das BPI pelos importadores, verificar os controles que eles utilizam para selecionar e monitorar fabricantes estrangeiros e subsidiar a elaboração de um guia de BPI.

Embora o objetivo do estudo tenha sido identificar os requisitos para BPI em legislações brasileiras, os requisitos identificados não se limitaram ao contexto brasileiro e podem ser utilizados no desenvolvimento de guias em outros países.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Risk based imported food control manual. Rome: FAO; 2016. (Food Safety and Quality Series).

2. Brasil. Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999. Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências. Diário Oficial da União. 1999 jan 27; Seção 1.

3. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada RDC nº 81, de 5 de novembro de 2008. Diário Oficial da União. 2008 nov 5; Seção 1:36.

4. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria MS nº 1.428, de 26 de novembro de 1993. Diário Oficial da União. 1993 nov 26; Seção 1(nº 229):18416-9.

5. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997. Aprova o Regulamento Técnico sobre as Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. Diário Oficial da União. 1997 ago 1; Seção 1.

6. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada RDC nº 843, de 22 de fevereiro de 2024. Diário Oficial da União. 2024 fev 22; Seção 1(nº 40):109.

7. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 281, de 22 de fevereiro de 2024. Estabelece a forma de regularização das diferentes categorias de alimentos e embalagens, e a respectiva documentação que deve ser apresentada. Diário Oficial da União. 2024 fev 28; Seção 1:106.

8. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 27, de 21 de março de 2002. Dispõe sobre a realização de ensaios clínicos com medicamentos no Brasil. Diário Oficial da União. 2002 mar 22; Seção 1:32.

9. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada RDC nº 727, de 1º de julho de 2022. Diário Oficial da União. 2022 jul 1; Seção 1(nº 126):213.

10. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada RDC nº 655, de 24 de março de 2022. Diário Oficial da União. 2022 mar 24; Seção 1(nº 61):324.

11. Comissão Interministerial de Saúde e Agricultura (CISA/MA/MS). Resolução nº 10, de 31 de julho de 1984. Diário Oficial da União. 1984 jul 31.

12. Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 46, de 10 de fevereiro de 1998. Diário Oficial da União. 1998 fev 13; Seção 1:36.

13. Canadian Food Inspection Agency (CFIA). Preventive control plans for importers [Internet]. Ottawa: Government of Canada; [cited 2025 Apr 11]. Available from: https://inspection.canada.ca/en/preventive-controls/preventive-control-plans/importers.

Capítulo 11
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-11

PERCEPÇÃO E CONHECIMENTO DOS CONSUMIDORES SOBRE SEGURANÇA DOS ALIMENTOS

Vagner César da Silva; Inara Corrêa Barros*; Eliane Maurício Furtado Martins; Wellingta Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto; André Narvaes da Rocha Campos; Aurélia Dornelas de Oliveira Martins.

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

Resumo: A segurança dos alimentos tem se tornado uma preocupação crescente, abrangendo da produção ao consumo. Fatores como controle de contaminantes, uso de aditivos e processos de conservação e embalagem influenciam diretamente a qualidade dos alimentos e a confiança do consumidor. O aumento no acesso à informação gera maior conscientização, com consumidores mais exigentes quanto à origem e qualidade dos produtos. Regulamentações governamentais e práticas empresariais também influenciam essa percepção, refletindo a demanda por transparência e processos seguros. O trabalho objetivou avaliar a percepção e o nível de conhecimento dos consumidores brasileiros sobre a segurança dos alimentos, com ênfase nas condições higiênico-sanitárias de empresas produtoras. A pesquisa foi realizada com um questionário *online* para avaliar a percepção dos consumidores sobre segurança e higiene dos alimentos, abordando o perfil demográfico dos participantes e sua percepção sobre condições higiênico-sanitárias de empresas produtoras. A pesquisa foi conduzida via *Google Forms* e obteve 307 respostas durante o mês de setembro de 2024. A maioria dos participantes residia em Muriaé-MG, com diversidade de perfis profissionais e econômicos, predominando jovens-adultos com alto nível educacional e renda acima da média nacional. O estudo revelou que os consumidores valorizam práticas de higiene, como limpeza do local e dos colaboradores. A maioria 87,3% (268/307), conhecia regulamentações sanitárias e 97,7% (300/307) considerava-as importantes para a saúde pública. Fatores como integridade das embalagens, temperatura de armazenamento e exibição do alvará sanitário também foram destacados. A reputação dos estabelecimentos foi identificada como relevante na decisão de compra. A pesquisa evidenciou que os consumidores associam segurança dos alimentos à higiene, qualidade, saúde e validade dos produtos, ressaltando a importância de políticas públicas e práticas empresariais que garantam a confiança no setor.

Palavras–chave: confiança; higiene; qualidade alimentar; regulamentações

Abstract: Food safety has become a growing concern, from production to consumption. Factors such as contaminant control, use of additives, and preservation and packaging processes directly influence food quality and consumer confidence. Increased access to information generates greater awareness, with consumers becoming more demanding about the origin and quality of products. Government regulations and business practices

also influence this perception, reflecting the demand for transparency and safe processes. The study aimed to evaluate the perception and level of knowledge of Brazilian consumers about food safety, with an emphasis on the hygienic and sanitary conditions of food producing companies. The research was conducted with an *online questionnaire* to assess consumers' perception of food safety and hygiene, addressing the demographic profile of participants and their perception of the hygienic and sanitary conditions of food producing companies. The survey was conducted via *Google Forms* and received 307 responses during the month of September 2024. Most participants lived in Muriaé-MG, with a diversity of professional and economic profiles, predominantly young adults with a high level of education and income above the national average. The study revealed that consumers value hygiene practices, such as cleaning the premises and employees. The majority (87.3% (268/307)) were aware of health regulations and 97.7% considered them important for public health. Factors such as packaging integrity, storage temperature and display of the health permit were also highlighted. The reputation of the establishments was identified as relevant in the purchasing decision. The survey showed that consumers associate food safety with hygiene, quality, health and shelf life of products, highlighting the importance of public policies and business practices that ensure trust in the sector.

Keywords: trust; hygiene; food quality; regulations

INTRODUÇÃO

A segurança dos alimentos é uma preocupação crescente na sociedade contemporânea, abrangendo desde a produção e a manipulação dos alimentos até seu consumo (1,2). Para o consumidor, a segurança dos alimentos está diretamente relacionada à qualidade e confiabilidade do que chega à sua mesa, sendo influenciada por fatores como o controle de contaminantes, o uso de aditivos e os processos de conservação e embalagem (3). Essa percepção tem sido moldada não apenas por informações técnicas, mas também pelo acesso contínuo a notícias, pela presença de regulamentações e pelo impacto de crises alimentares que marcaram a história recente (4). Assim, o consumidor moderno demanda alimentos seguros, livres de contaminantes e aditivos prejudiciais, refletindo um grau de preocupação cada vez maior com as consequências de seu consumo para a saúde e o bem-estar (5).

O aumento do acesso à informação tem desempenhado um papel fundamental na maneira como os consumidores percebem a segurança dos alimentos (4). É comum que notícias de contaminação, *recalls* de produtos e escândalos alimentares circulem rapidamente, contribuindo para um cenário de preocupação e cautela. Essa realidade gerou uma nova perspectiva, em que o consumidor não apenas deseja, mas espera que o sistema de produção e comercialização de alimentos seja transparente e confiável (6).

A confiança do consumidor está diretamente ligada à comunicação eficaz das empresas e instituições reguladoras, pois elas são vistas como garantidoras de práticas seguras e éticas. No entanto, a falta de informações claras e de transparência sobre a

procedência e os processos de manipulação dos alimentos gera dúvidas e desconfiança, impactando diretamente o comportamento de compra e o consumo consciente (7,8,9,6).

Adicionalmente, a percepção de segurança dos alimentos pelos consumidores pode variar de acordo com características individuais, como faixa etária, renda e nível de escolaridade. Estudos mostram que consumidores mais jovens e com maior nível de escolaridade tendem a demonstrar maior preocupação com aspectos de segurança e qualidade, priorizando produtos saudáveis e menos processados. Já consumidores de baixa renda, podem ter menos acesso a alimentos de alto valor nutricional e seguro, fazendo escolhas baseadas em preço e disponibilidade, muitas vezes priorizando o custo sobre a segurança e qualidade (3,5).

A indústria e as regulamentações governamentais também são agentes essenciais para atender às expectativas dos consumidores quanto à segurança dos alimentos, por meio da implementação de normas rígidas e práticas de segurança, como o uso de certificações e sistemas de controle de qualidade (10). Com o crescimento da demanda por alimentos seguros, observa-se a necessidade de uma cadeia produtiva mais eficiente, transparente e sustentável, que considere os impactos da produção de alimentos na saúde pública e no meio ambiente (11). Desta forma, os manipuladores de alimentos precisam estar alinhados com esta expectativa do consumidor, fazendo-se necessário uma implantação de educação continuada, por parte da indústria, a fim de mantê-los atualizados sobre as normas de Boas Práticas De Fabricação (BPF) e segurança dos alimentos (12).

Desta forma, a percepção do consumidor sobre a segurança dos alimentos é reflexo de uma sociedade que valoriza, cada vez mais, saúde e bem-estar, uma vez que o consumidor moderno busca informações sobre o que consome, desejando produtos que atendam a critérios rigorosos de qualidade e segurança (13). Essa expectativa exerce pressão sobre a indústria, que precisa adaptar-se constantemente para garantir todos os requisitos de BPF e atender a um público cada vez mais exigente e informado (14). Assim, se faz necessário conhecer as expectativas e avaliar o conhecimento sobre segurança dos alimentos por parte dos consumidores. A pesquisa teve como objetivo analisar a percepção e o conhecimento dos consumidores sobre a segurança dos alimentos, considerando os critérios de higiene adotados na escolha de estabelecimentos e a influência de fatores sociodemográficos nesse processo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido com a aplicação de um questionário *online*, com intuito de avaliar a percepção e o conhecimento dos consumidores de alimentos, em âmbito nacional, sobre as condições higiênico-sanitárias de empresas produtoras de alimentos.

Foi elaborado um formulário *online*, possuindo perguntas de múltiplas escolhas e discursivas, contendo duas seções, sendo a primeira para a caracterização dos participantes da pesquisa e a segunda, a fim de avaliar a percepção do consumidor, sobre

as condições higiênico-sanitária de empresas produtoras de alimentos. Neste questionário foram abordadas variáveis como perfil demográfico, conhecimento sobre políticas de segurança dos alimentos, critérios de decisão na compra de alimentos e quais as 03 (três) primeiras palavras que vinham na cabeça ao escutar sobre segurança dos alimentos.

O questionário foi disponibilizado pela plataforma *Google Forms* e foi divulgado o *link* pelas redes sociais como *Whatsapp*, *Linkedin*, *Facebook* e *Instagram*, ficando disponíveis para resposta durante todo o mês de setembro de 2024.

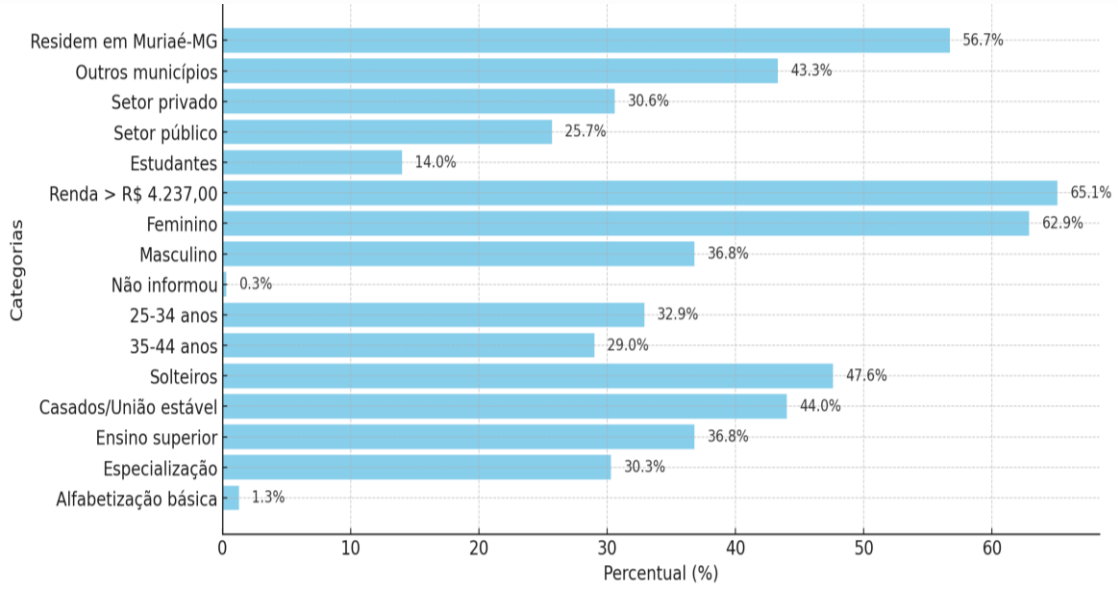
Todos os participantes concordaram expressamente, assinalando ter ciência do Termo de Consentimento e Livre Esclarecido. Esta etapa passou por aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário FAMINAS – sob o nº CAAE 80801224.2.0000.5105.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. CARACTERIZAÇÃO DOS CONSUMIDORES DE ALIMENTOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Este estudo foi realizado com 307 consumidores de alimentos, a maioria, 56,7% (174/307) residentes em Muriaé-MG, enquanto 43,3% (n=133) moram em outros municípios, conforme apresentado no **Gráfico 01**. Entre os participantes da pesquisa, observou-se uma diversidade de perfis que ajudam a compreender as diferentes percepções sobre segurança dos alimentos.

Gráfico 01. Perfil dos consumidores entrevistados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Do total dos respondentes, 62,9% (193/307) dos respondentes são do gênero feminino, 36,8% (113/307) do gênero masculino, com faixa etária variada, concentrada entre 25 e 34 anos (32,9%, 101/307) e 35 a 44 anos (29,0%, 89/307), refletindo uma população predominantemente jovem-adulta.

Quanto ao estado civil e escolaridade, a maioria dos respondentes são solteiros (47,6%, 146/307) e casados ou em união estável (44,0%, 135/307). Observou-se ainda um alto nível de instrução, com 36,8% (113/307) possuindo ensino superior e 30,3% (93/307) com especialização. Apenas 1,3% (4/307) têm nível de escolaridade limitado à alfabetização básica. Estudos recentes apontam que fatores como sexo, idade, estado civil e grau de instrução, são fatores decisivos para melhor identificação de público com maior percepção quanto aos assuntos de saúde pública, como a segurança dos alimentos (15,16, 3, 5).

Entre os participantes, 30,6% (94/307) trabalham no setor privado, seguidos por 25,7% (79/307) no setor público, e apenas 14,0% (43/307) são estudantes, dados que destoam da média da população brasileira, já que de acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), em 2024 apenas 13% atuam no setor público e de acordo com o último censo escolar 26% são estudantes (17,18), Silva *et al.* (19), destacam que quanto maior o nível de escolaridade dos consumidores de alimentos, maior são as exigências e ainda o conhecimento sobre normas de vigilância sanitária, assim como a população jovem adulta, possui maior interesse na qualidade do alimento que consome, buscando se informar sobre a procedência do mesmo (20). Além disso, o estado civil do consumidor pode interferir até mesmo no momento de escolha de compra ou não de um alimento (21).

A renda familiar é variada, refletindo uma diversidade econômica entre os participantes. Entretanto a maioria (65,1%, 200/307) possui renda familiar superior a R$ 4.237,00, sendo classificada acima da média para a população brasileira, que de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (22) a renda familiar média é de R$ 1.848,00, o que pode se justificar, pelo número baixo de estudantes participantes da pesquisa, em relação aos participantes com renda ativa.

2. PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES DE ALIMENTOS, SOBRE AS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIA DE EMPRESAS PRODUTORAS DE ALIMENTOS

O estudo revelou um elevado nível de conhecimento sobre segurança dos alimentos e entendimento dos consumidores quanto à importância de práticas de higiene em comércios de alimentos.

A maioria dos participantes (87,3%, 268/307) afirmou conhecer a existência de leis que regulam o funcionamento de empresas produtoras de alimentos, o que sugere uma conscientização relevante sobre as normas que os comércios devem seguir. Quase todos os participantes (97,7%, 300/307) consideram importante que as empresas sigam diretrizes sanitárias para proteger a saúde dos consumidores, evidenciando uma percepção elevada sobre o impacto de políticas de segurança dos alimentos. Resultados compatíveis com o presente estudo foram reportados por Brugeff, Borges e Bier (15), em que os autores apresentaram que a maioria dos consumidores de alimentos relatam considerar importantes as práticas de higiene na manipulação de alimentos.

Mais da metade dos respondentes (68,1%, 209/307) relataram que eles próprios ou conhecidos já sofreram de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA), o que reforça a preocupação com o tema, tendo em vista que estudos recentes abordam que há uma crescente tendência mundial de surtos de DTHA (23,24,25).

A pesquisa também abordou os principais critérios que os consumidores consideram ao escolher onde comprar alimentos, destacando fatores relacionados à higiene e boas práticas no setor da alimentação. As condições de limpeza do local são consideradas "muito importantes" para 84,0% (258/307) dos participantes, enquanto a higiene dos colaboradores é "muito importante" para 80,4% (247/307). Esses fatores são priorizados, pois impactam diretamente a confiança do consumidor no estabelecimento. Gargiulo *et al.* (26) destacam que há preocupação com fatores visíveis de higienização, como limpeza do local e do manipulador, que são fortemente consideradas por consumidores de alimentos ao escolherem empresas comercializadoras de alimentos.

A integridade da embalagem é um critério fundamental, com 73,0% (224/307) dos participantes indicando que é "muito importante". Da mesma forma, 72,0% (221/307) consideram essencial que os alimentos sejam armazenados em temperaturas adequadas. Aspectos como inocuidade do alimento e armazenamento seguro dos produtos, são considerados fatores decisivos no momento da compra de alimentos (27).

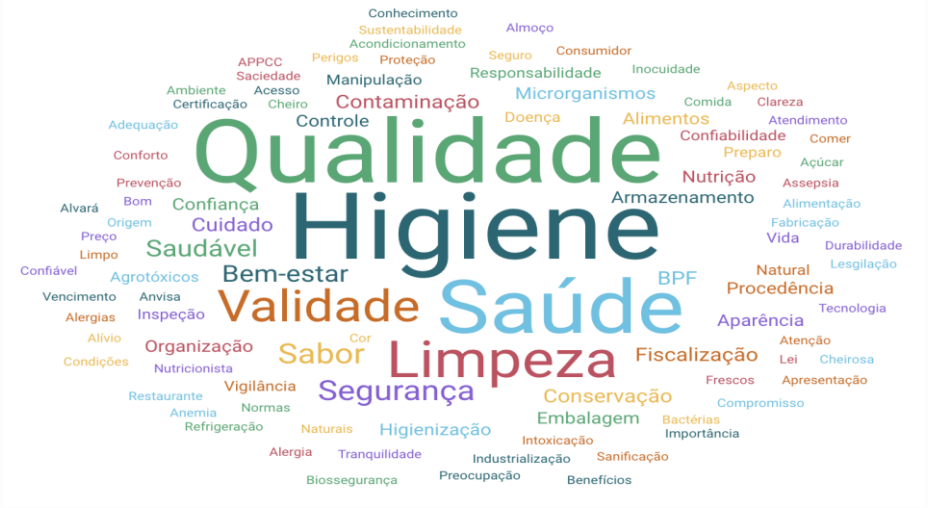
A avaliação dos estabelecimentos nos aplicativos de entrega também é relevante e 40,7% (125/307) considera o item como "importante" e 37,8% (116/307) como "muito importante", indicando que a reputação digital é um fator de decisão significativo. Conclusão semelhante foi identificada no estudo de Zanquet, Tezza e Kieling (21), em que a maioria dos consumidores levam em consideração a avaliação de outros consumidores para definir a compra. Já a exibição de alvará sanitário em dia é considerada como "muito importante" para 59,0% (181/307) dos participantes. Essa transparência transmite segurança aos clientes e fortalece a confiança no estabelecimento, entretanto não é considerado o principal item de análise para a compra no varejo (28).

Dos respondentes, 74,6% (229/307) considera que o sabor é "muito importante" no momento da decisão de compra. Os consumidores também valorizam a reputação da empresa na cidade, sendo que 56,4% (173/307) consideram como "muito importante". Indicações de conhecidos também têm impacto, com 36,1% (111/307) atribuindo grande

importância a esse fator. Conforme abordados em estudos sobre comportamento do consumidor, fatores sensoriais e sociais são levados em consideração no momento da escolha dos alimentos, podendo ser considerados superiores aos requisitos legais como seguir normas de segurança dos alimentos (29,30, 31).

Os consumidores de alimentos também foram questionados sobre quais palavras lhes vinham à mente ao ouvir o termo "Segurança dos Alimentos". As respostas foram agrupadas e categorizadas conforme a frequência com que cada palavra foi mencionada, permitindo uma análise qualitativa do que os consumidores mais valorizam ou associam com o termo e, em seguida, foi desenvolvido uma nuvem de palavras (n=921), destacando proporcionalmente as que foram mais mencionadas (**Figura 01**).

Figura 01. Nuvem de palavras sobre o conhecimento de consumidores de alimentos quanto a segurança dos alimentos.



Fonte: Dados da pesquisa, desenvolvido por Infogram (2024).

Vieira, Filho e Silva (32), destacam ser eficaz o desenvolvimento de nuvens de palavras com consumidores de alimentos, para compreender sua percepção sobre assuntos relacionados a qualidade na cadeia produtiva no Brasil.

As 05 (cinco) palavras mais citadas pelos respondentes foram “higiene”, “qualidade”, “saúde”, “limpeza” e “validade”. Os consumidores associam fortemente a segurança dos alimentos com a higiene dos estabelecimentos e dos produtos, assim como com a alta qualidade, promoção e preservação da saúde. Estudos consideram que as palavras mencionadas reforçam a importância de ambientes limpos no manuseio de alimentos para a garantia da saúde dos consumidores (33,34). Ray *et al.* (35) apontam que os consumidores relacionam diretamente a qualidade de um alimento com a data de data de validade.

Os resultados da pesquisa mostram que os consumidores têm uma percepção ampla e diversificada sobre a segurança dos alimentos, envolvendo fatores como higiene, qualidade, controle e processos de fiscalização. Em coerência com o estudo de Marques *et al.* (36) que atesta que os consumidores brasileiros associam qualidade e saúde com a procedência dos alimentos, do mercado local e a preferência de aquisição de produtos, refletindo uma demanda por transparência e rigor na cadeia de produção e distribuição de alimentos. Esses dados são essenciais se verificar a importância de políticas públicas e práticas empresariais voltadas para garantir a segurança dos alimentos e atender às expectativas dos consumidores.

O público participante da pesquisa, em sua maioria é do sexo feminino, poder aquisitivo elevado, grau de escolaridade e instrução acima da média nacional, o que pode sugerir que a preocupação com qualidade do alimento consumido seja significativa para esse perfil de pessoas.

CONCLUSÕES

Em conclusão, os dados obtidos revelam uma população de consumidores de alimentos predominantemente jovem-adulta, com alto nível educacional e renda familiar superior à média nacional, residentes de Muriaé-MG, o que sugere maior acesso a informações sobre segurança dos alimentos. Vale ressaltar que a composição da amostra configura uma limitação metodológica relevante. Essa homogeneidade amostral implica em viés perceptivo, restringindo a extrapolação dos resultados para outras realidades socioeconômicas e culturais presentes no território nacional.

A pesquisa destaca uma percepção robusta sobre a importância das práticas de higiene nos estabelecimentos comerciais, com os consumidores reconhecendo a relevância das regulamentações sanitárias, como evidenciado pelo alto índice de conhecimento (87,3%, 268/307) sobre as leis que regem a segurança dos alimentos. Os entrevistados associam fortemente a segurança dos alimentos à higiene, saúde, qualidade e validade dos produtos, sendo a integridade das embalagens e o armazenamento adequado fatores determinantes para a decisão de compra.

Além disso, a confiança na reputação dos estabelecimentos e as recomendações pessoais influenciam significativamente as escolhas dos consumidores. Esses resultados reforçam a necessidade de as empresas do setor alimentar manterem elevados padrões de higiene e conformidade com as regulamentações sanitárias, visando garantir a segurança e a satisfação de um público cada vez mais exigente e informado.

Nesse contexto, torna-se fundamental investigações futuras que adotem amostragens mais heterogêneas e representativas, contemplando diferentes regiões geográficas, níveis de escolaridade, faixas etárias e condições socioeconômicas. Essa abordagem permitirá uma análise mais abrangente e robusta da percepção da população

brasileira sobre segurança dos alimentos, subsidiando a formulação de intervenções mais equitativas e eficazes.

REFERÊNCIAS

1. Wu L, Wu L, Dai X. Using Logistics Companies to Regulate Online Food Safety: Feasibility and Impacts Based on Social Cogovernance in China. Journal of Food Protection, v.87, p. 100341, 2024.

2. Dzwolak W, Anim B. Barriers hindering maintenance of standardised HACCP-based food safety management systems in small Polish food businesses. Food Control, v.168, p. 110849, 2025.

3. Neubig C M, Roosen J. Can I still eat this? Using implicit and explicit measures to explore consumer behavior toward food products with date labels. Appetite, v.200, p. 107556, 2024.

4. Rini L, Schouteten J J, Faber I, Frost M B, Perez-Cueto F J A, Steur H D. Social media and food consumer behavior: A systematic review. Trends in Food Science & Technology, v.143, p 104290, 2024.

5. Vázquez-Meléndez E I, Smith B, Bergey P. Food provenance assurance and willingness to pay for blockchain data security: A case of Australian consumers. Journal of Retailing and Consumer Services, v.82, p. 104080, 2025.

6. Soon J M. Consumers' Awareness and Trust toward Food Safety News on Social Media in Malaysia. Journal of Food Protection, v.83, n.3, p.452-459, 2020.

7. Marín-Díaz A, Alvarez-Risco A, Del-Aguila-Arcentalesc S, Rojas-Cangahuala G, Yáñez J A. Evaluating the intention to purchase genetically modified food by consumers in Panama. Journal of Agriculture and Food Research, v.16, p. 101194, 2024.

8. Sameshima N, Akamatsu R. A cluster analysis of Japanese consumer perceptions concerning information about the safety of food products. Food Control, v.149, p 109723, 2023.

9. Isanovic S, Constantinides S V, Frongillo E A, Bhandari S, Samin S, Kenney E, Wertheim-heck S, Nordhagen S, Holdsworth M, Dominguez-salas P, Ambikapathi R, Patil A, Laar C L, Kulkarni B, Bukachi S A, Ngutu M, Blake C E. How Perspectives on Food Safety of Vendors and Consumers Translate into Food-Choice Behaviors in 6 African and Asian Countries. Current Developments in Nutrition, v.15, p. 100015, 2023.

10. Monaco A, Kotz J, Al Masri M, Allmeta A, Purnhagena K P, König L M. Consumers' perception of novel foods and the impact of heuristics and biases: A systematic review. Appetite, v.196, p. 107285, 2024.

11. Byrd K, Wang L, Fan A, Her E, Leitch S, Liu, Y. Masks, gloves, or robots? Factors influencing consumers' health risk perceptions and behavioral intentions of in-restaurant dining. International Journal of Hospitality Management, v.123, p. 103927, 2024.

12. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução – RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Estabelece Procedimentos De Boas Práticas para serviço de alimentação, garantindo as condições higiênico-sanitárias do alimento preparado. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 setembro de 2004.

13. Treiblmaier H, Garaus M. Using blockchain to signal quality in the food supply chain: The impact on consumer purchase intentions and the moderating effect of brand familiarity. International Journal of Information Management, v. 68, p. 102514, 2023.

14. Srivastava S, Pandey V K, Anurag Singh A, Dash K K, Hussain Dar A H, Rustagi S. Recent insights on microfluidics applications for food quality and safety analysis: A comprehensive review. Food Control, v.168, p. 110869, 2025.

15. Brugeff E De C L, Borges F De A, Bier D. Knowledge and good food handling practices for products of animal origin in the home setting. Brazilian Journal Of Food Technology, v. 26, p. 2023055, 2023.

16. Soon-Sinclair J M, Ha T M, Yanany I, Limon M R, Sirichokchatchawan W, Wahab I R A, Hamdan R H, Jamaludin M H. Consumers' perceptions of food fraud in selected Southeast Asian countries: a cross sectional study. Food Security, v. 16., n. 1, p. 65-77, 2024.

17. BRASIL. Ministério do Trabalho - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) Mercado de trabalho: conjuntura e análise (1º trimestre 2024). Brasília, DF: Ipea, 2024a.

18. BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Censo da Educação Básica 2023: notas estatísticas. Brasília, DF: Inep, 2024b.

19. Silva F L S, Correia J R P, Bastos M C C, Oliveira M S, Oliveira N S, Oliveira S R S, Silva C G. Consumers perception of flies in the municipal market of Chapadinha - MA. Revista Acadêmica Online, v. 10, n. 51, p. 1-10, 2024.

20. Barros M De A, Negrão K R M, Gomes S C. Comportamento e perfil do consumidor de comidas típicas no mercado da gastronomia paraense. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 7, p. 52628-52647, 2020.

21. Zanquet M A, Tezza R, Kieling A P. Let's get some food! The influence of marital status on the attributes' perception of food delivery applications. Revista De Administração Da UFMS, v. 17, n. 1, p. 5, 2024.

22. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua, 2º Bimestre de 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/rendimento-despesa-e-consumo/. Acesso em: 10 de dez. 2024.

23. Chen Y, Wan G, Song J, Dai J, Shi W, Wang L. Food Safety Practices of Food Handlers in China and their Correlation with Self-reported Foodborne Illness. Journal of Food Protection, v. 87, p. 100202, 2024.

24. Holst M M, Salinas S, Tellier W T, Wittry B C. Environmental Antecedents of Foodborne Illness Outbreaks, United States, 2017–2019. Journal of Food Protection, v. 87, p. 100293, 2024.

25. Yang X, Scharff R. Foodborne Illnesses from Leafy Greens in the United States: Attribution, Burden, and Cost. Journal of Food Protection, v.87, p. 100275, 2024.

26. Gargiulo A H, Duarte S G, Campos G Z, Landgraf M, Franco B D G M, Pinto U M. Food Safety Issues Related to Eating In and Eating Out. MDPI-Microorganisms, v. 10, n. 11, p. 2118, 2022.

27. Maalouf N J A, Sayegh E, Makhoul W, Sarkis N. Consumers' attitudes and purchase intentions toward food ordering via *online* platforms. Journal of Retailing and Consumer Services, v. 82, p. 104151, 2025.

28. Kashif U, Hong C, Naseem S, Khan W A, Akram M W. Consumer preferences toward organic food and the moderating role of knowledge: a case of Pakistan and Malaysia. Revista Ciência Rural, v. 50, n. 5, p. 20190842, 2020.

29. Firestone M J, Hedberg C W. Unexplained illnesses associated with a subscription meal service, 2022. Journal of Food Protection, v. 88, n. 1, p. 100412, 2025.

30. Kakagianni M N, Cummins E, Valdramidis, Vasilis P. Quantitative tools in food safety and risk assessment to address technological innovations and climate change. Current Opinion in Food Science, v. 61, p. 101237, 2025.

31. Souza E J D, Pacheco C O, Costa I H L, Dias A R G, Zavareze E R. Applications of nanotechnology in essential oil protection to extend the shelf life of fruits and vegetables: A review. Food control, v. 170, p. 111044, 2025.

32. Vieira D A F, Filho R A T, Silva V M. Word Cloud of consumer perception of different animal origin foods. Brazilian Journal of Development, v. 10, n. 4, p. 01-22, 2024.

33. Viciunaite V. Alternative food networks on digital platforms: Consumer preferences for platform versus local food attributes. Journal of Rural Studies, v. 100, p. 103017, 2023.

34. Gitungwa H, Gustafson C R. Consumers' beliefs about health and taste attributes of ready-to-eat breakfast cereals predict consideration of nutritionally differentiated subsets of products. Food Quality and Preference, v. 122, p. 105300, 2025.

35. Ray B, Delong K L, Jensen K, Burns S, Luckett C. Consumer preferences for foods with varying best if used-by dates: An experimental auction and sensory evaluation analysis. Food Policy, v. 125, p. 102650, 2024.

36. Marques S C C, Mauada J R C, Domingues C H F, Borges J A R, Da Silva J R. The importance of local food products attributes in Brazil consumer's preferences. Future Foods, v. 5, p. 100125, 2022.

Capítulo 12
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-12

IMPACTO DO CONTROLE DE TEMPERATURA NA FERMENTAÇÃO DA KOMBUCHA: RISCOS ASSOCIADOS À PRODUÇÃO DOMÉSTICA

Rayssa Neves Alves*; Ana Luiza Dozol; Mariana Moysés Delorme; Adriene Ribeiro Lima;

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:rayssaneves@id.uff.br*

Resumo: O mercado de kombucha no Brasil tem apresentado um crescimento significativo, com uma crescente diversidade de marcas. Uma parcela considerável dessa produção ocorre em ambiente doméstico, impulsionada pelo interesse por bebidas fermentadas caseiras. Este estudo avaliou o impacto das condições de produção na fermentação da kombucha tradicional, comparando os ambientes doméstico e controlado. As bebidas foram preparadas com chá verde (2% m/v), sacarose (5% m/v), SCOBY (3% m/v) e fermentado anterior (10% v/v), e fermentadas por 12 dias. A kombucha produzida em ambiente doméstico (KA) foi fermentada sem controle de temperatura, sendo registrada diariamente (24°C ± 0,7°C), enquanto a kombucha sob condições controladas (KB) foi mantida a 25°C ± 0,5°C em uma incubadora. Foram monitorados os parâmetros de pH, °Brix e acidez. Os resultados indicaram que, ao final dos 12 dias, KA manteve um teor de sólidos solúveis de 5,7 °Brix, enquanto KB apresentou uma redução para 4,8 °Brix. O pH de KA foi de 4,33, enquanto o de KB foi de 3,68, mostrando maior produção de ácidos orgânicos em KB. A acidez total também foi maior em KB (10,3 g/L) do que em KA (4,8 g/L). O pH da kombucha KA ficou acima de 4,2, o limite máximo estabelecido pela legislação brasileira, o que pode comprometer a segurança microbiológica do produto, indicando que a fermentação em ambiente não controlado pode resultar em parâmetros físico-químicos inadequados para garantir a qualidade e segurança do produto final.

Palavras chave: bebida fermentada; parâmetros físico-químicos; kombucha; segurança de alimentos

Abstract: The kombucha market in Brazil has experienced significant growth, with an increasing variety of brands. A significant portion of this production takes place in a home environment, driven by interest in homemade fermented beverages. This study evaluated the effect of production conditions on the fermentation of traditional kombucha, comparing home and controlled environments. Beverages were prepared with green tea (2% m/v), sucrose (5% m/v), SCOBY (3% m/v) and previous ferment (10% v/v) and fermented for 12 days. The kombucha produced in a domestic environment (KA) was fermented without temperature control and recorded daily (24°C ± 0.7°C), while the kombucha produced under controlled conditions (KB) was kept at 25°C ± 0.5°C in an

incubator. The results showed that at the end of the 12 days, KA maintained a soluble solids content of 5.7 °Brix, while KB showed a reduction to 4.8 °Brix. The pH of KA was 4.33 while that of KB was 3.68, indicating a greater production of organic acids in KB. Total acidity was also higher in KB (10.3 g/L) than in KA (4.8 g/L). The pH of KA kombucha was higher than 4.2, the maximum limit set by Brazilian legislation, which may compromise the microbiological safety of the product, indicating that fermentation in an uncontrolled environment may result in inadequate physicochemical parameters to guarantee the quality and safety of the final product.

Keywords: fermented beverage; physical-chemical parameters; kombucha; food safety

INTRODUÇÃO

Com o avanço e modernização da sociedade, observa-se uma crescente busca por comunidades mais saudáveis, com foco na melhoria da qualidade de vida e no envelhecimento ativo e saudável (1). A kombucha é uma bebida fermentada milenar, tradicionalmente originária da China. Sua origem remonta a aproximadamente 220 a.C., durante a dinastia Tsin (2,3), e sua popularidade tem se expandido globalmente devido às propriedades de promoção da saúde que lhe são atribuídas, como a melhoria do sistema digestivo e os efeitos antioxidantes (4,5). Além disso, a kombucha tradicional é composta principalmente por vitaminas, ácidos orgânicos, minerais, açúcares, compostos antioxidantes e outros componentes, sendo a bebida uma fonte de compostos bioativos, como polifenóis e ácido glucurônico (6). Os benefícios da kombucha resultam da interação entre seus compostos bioativos, tornando a bebida potencialmente benéfica à saúde (7).

Tradicionalmente, a kombucha é preparada a partir da infusão de *Camellia sinensis,* especialmente chá preto e verde, combinada com açúcares e a cultura starter. A fermentação é realizada por uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras, conhecida como SCOBY (*Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast*) (8) (**Figura 1)**. Além de seu histórico cultural, o mercado de kombucha tem apresentado um crescimento expressivo, com destaque para as pequenas empresas familiares, que vêm ganhando notoriedade neste ramo. Espera-se que o mercado atinja 3,5 a 5 bilhões de dólares em 2025 (9).

Figura 1: Processo tradicional de elaboração de Kombucha. Fonte: Arquivo pessoal.

Na produção de kombucha, os açúcares da infusão são fermentados por leveduras, que, por meio da enzima invertase, hidrolisam a sacarose, tornando-a disponível para o metabolismo do consórcio microbiano (3). Esse processo resulta na produção de compostos típicos da kombucha, como o ácido acético, um dos principais ácidos orgânicos responsáveis pelo sabor característico da bebida. Além disso, outros ácidos orgânicos, etanol e dióxido de carbono contribuem para as características sensoriais e a qualidade microbiológica do produto final (3).

No entanto, apesar dos benefícios atribuídos à kombucha, sua produção em ambientes domésticos pode apresentar riscos, como contaminações microbianas e variações nas condições físico-químicas. Fatores como pH e temperatura, têm grande influência na composição nutricional e na segurança do produto (10,11,12). Os valores de pH devem ser mantidos abaixo de 4,2 para prevenir contaminação microbiológica e acima de 2,5 para evitar acidose e preservação do sabor da bebida (13,14,15).

O uso de ingredientes de baixa qualidade e a falta de práticas adequadas de higiene durante a produção doméstica podem aumentar o risco de contaminação por microrganismos patogênicos ou fungos, como *Penicillium spp. e Aspergillus spp.,* que são mais tolerantes a ambientes ácidos (16).

A fermentação da kombucha é influenciada por diversos fatores, como temperatura, pH, tensão de oxigênio, composição do meio e a dinâmica de fluxo do líquido no fermentador, que pode afetar a viscosidade e a eficiência da troca de gases (17). Qualquer variação nesses fatores pode impactar a taxa de fermentação, a qualidade nutricional e outras propriedades físico-químicas do produto (18). Manter uma temperatura constante ideal durante toda a fermentação é crucial para um bom crescimento microbiano e uma atividade enzimática eficiente, além de influenciar na concentração de compostos fenólicos, que possuem ação antioxidante (19).

Diante disso, a produção de kombucha requer um padrão de identidade e qualidade para garantir a segurança e a qualidade da bebida. No Brasil, a Instrução Normativa (IN n° 54, de 17 de setembro de 2020) do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) da kombucha, que inclui parâmetros analíticos, como pH entre 2,5 e 4,2, graduação alcoólica,de até 0,5 (% v/v) para kombucha sem álcool e 0,6 a 8,0 (% v/v) para kombucha com álcool, acidez volátil de 30 a 130 mEq/L e pressão de 1,1 a 3,9 atm na kombucha com adição de CO_2 (20). Este estudo teve como objetivo avaliar o pH, os sólidos solúveis e a acidez total de kombuchas fermentadas em ambiente doméstico e sob temperatura controlada, visando identificar a influência desses parâmetros na qualidade e segurança do produto final.

MATERIAIS E MÉTODOS

Matéria-prima

Os ingredientes utilizados no experimento foram açúcar cristal, água mineral e sachês comerciais de chá verde (*Camellia sinensis*), adquiridos em estabelecimentos comerciais locais de Niterói, RJ. A cultura simbiótica foi originalmente obtida da empresa "Vida probióticos", de São Paulo, Brasil **(Figura 2)** que foi armazenado sob refrigeração.

Figura 2: Cultura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY). Fonte: Arquivo pessoal.

Preparo das bebidas

O preparo das bebidas foi realizado na proporção de substrato de chá verde (2% m/v), sacarose (5% m/v), SCOBY (3% m/v) e volume de fermentado anterior (10% v/v). As infusões foram agitadas por 5 minutos, com bastão de vidro, e posteriormente filtradas em filtro de papel Whatman nº 1.

Após filtragem, as bebidas foram distribuídas em recipientes de vidro, devidamente higienizados e esterilizados. O SCOBY foi adicionado após o resfriamento das bebidas, bem como o volume do fermentado anterior. Os recipientes foram cobertos com papel toalha para proteção contra sujidades e insetos e ainda assim permitir a entrada de oxigênio.

Por fim, o processo fermentativo ocorreu durante 12 dias, no qual as kombuchas foram armazenadas em dois ambientes distintos. A kombucha KA foi mantida sem controle de temperatura, simulando ambiente doméstico e a temperatura foi monitorada com um termômetro digital (24°C ± 1,09), enquanto a KB foi mantida em incubadora do tipo Biochemical Oxygen Demand (BOD) com temperatura controlada à 25°C ± 0,5. Foram realizadas duplicatas experimentais de KA e KB. As análises de pH e sólidos solúveis (°Brix) foram realizadas ao longo da fermentação nos dias 0, 3, 6, 9, e 12, já a acidez total em ácido acético (g/L) foi determinada apenas no 12 dia de fermentação.

Determinação do pH

O pH foi determinado por meio de leitura direta, em potenciômetro (MULT 007) calibrado periodicamente, conforme AOAC (1992) com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 a 25ºC.

Determinação de sólidos solúveis

Os sólidos solúveis foram monitorados por meio de leitura em refratômetro digital ATAGO, modelo PR-101, com escala de 0 a 45 °Brix, sendo este calibrado com água destilada.

Determinação da acidez total em ácido acético

A acidez total, expressa em ácido acético (g/L), foi determinada conforme o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz. A análise baseia-se na titulação da amostra com solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 mol/L), utilizando fenolftaleína como indicador. A acidez total é calculada a partir do volume de base necessário para neutralizar os ácidos presentes na amostra (21).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros de pH e teor de sólidos solúveis (°Brix) das kombuchas sem controle de temperatura (KA) e com temperatura controlada (KB) avaliados nos tempos 0, 3, 6, 9 e 12 de fermentação estão expostos graficamente abaixo na **figura 3.**

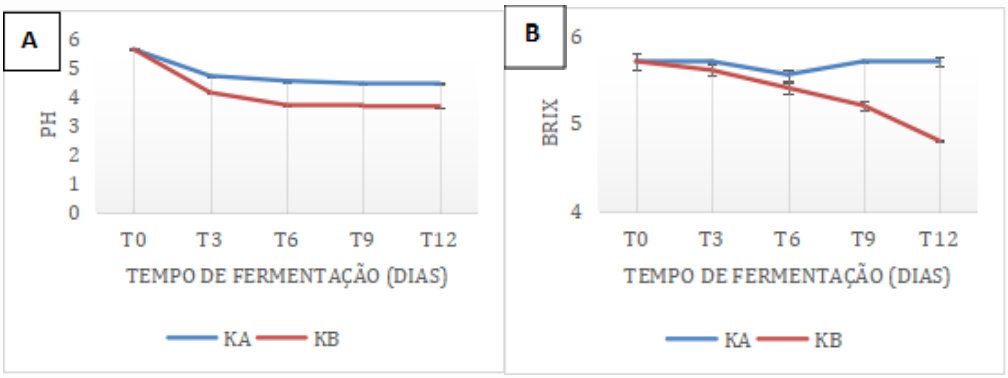


Figura 3. pH, sólidos solúveis totais (◦Brix) ao longo de 12 dias de fermentação de kombucha sem controle de temperatura (KA) e ambiente controlado (KB). Fonte: Arquivo pessoal.

No tempo zero (T0) as kombuchas KA e KB apresentavam valores idênticos de pH (6,15) e de sólidos solúveis (5,9 °Brix), uma vez que foram preparadas com a mesma formulação e sob as mesmas condições iniciais. As diferenças entre os tratamentos passaram a ocorrer apenas ao longo da fermentação, em razão da variação de temperatura. No 12º dia de fermentação, KA apresentou teor de sólidos solúveis de 5,7 °Brix, enquanto KB apresentou uma redução mais acentuada, atingindo 4,8 °Brix. Essa diferença sugere um maior consumo de açúcares pelos microrganismos em KB, possivelmente favorecido pelas condições de temperatura controlada, resultando em uma produção mais elevada de metabólitos fermentativos (22). Por outro lado, a manutenção do valor de 5,7 °Brix na amostra KA ao longo da fermentação pode indicar uma menor atividade metabólica dos microrganismos, possivelmente devido à condições menos favoráveis à fermentação causadas pela temperatura ambiente não controlada. Isso pode comprometer parâmetros importantes, como a acidez e o perfil de compostos bioativos da bebida.

No terceiro dia de fermentação, a amostra KA apresentou um valor de pH de 4,68, enquanto KB registrou 4,11. Ao final do processo, no 12º dia, observou-se uma redução para 4,33 em KA e 3,68 em KB. Esses resultados indicam que a redução do pH foi mais pronunciada na kombucha fermentada sob temperatura controlada (KB), sugerindo uma maior produção de ácidos orgânicos nessa condição. A queda do pH durante a fermentação é um fenômeno esperado e está diretamente relacionada à atividade metabólica das bactérias e leveduras presentes no SCOBY (22). A acidez total observada, com valores de 4,8 g/L para KA e 10,3 g/L para KB, corrobora esse comportamento, indicando maior acidez na amostra fermentada sob temperatura controlada.

Os resultados obtidos indicam que a kombucha fermentada em ambiente doméstico (KA) apresentou pH final superior ao limite estabelecido pela legislação

brasileira, que determina um intervalo entre 2,5 e 4,2 (20). Esse desvio em relação ao padrão regulatório sugere que a fermentação realizada em condições não controladas pode resultar em parâmetros físico-químicos inadequados, comprometendo a segurança microbiológica do produto. Durante a fermentação, os açúcares presentes no meio são metabolizados em ácidos orgânicos, os quais, ao liberarem íons hidrogênio na solução, reduzem o pH da bebida (22; 23). Assim, a menor queda de pH observada na amostra KA pode estar associada uma menor produção desses ácidos, possivelmente decorrente de condições ambientais menos favoráveis ao crescimento e à atividade metabólica dos microrganismos fermentadores.

Esses achados são consistentes com os de Jayabalan *et al*. (2008), que observaram uma maior produção de ácidos orgânicos e redução de pH em kombuchas fermentadas sob temperatura controlada, atribuída ao favorecimento da atividade microbiana em condições térmicas estáveis (24). Da mesma forma, estudo conduzido por Marsh *et al*. (2014) demonstrou que a dinâmica da microbiota do SCOBY é diretamente influenciada pela temperatura, impactando o metabolismo dos açúcares e a acidez final do produto (25). Além disso, os riscos associados à fermentação em condições não controladas, como ocorre em ambientes domésticos, também são destacados na literatura. Skowron *et a*l. (2022) alertam que a produção de alimentos fermentados em pequena escala, sem controle rigoroso de temperatura, higiene e qualidade das matérias-primas, pode resultar em contaminação por microrganismos patogênicos e toxinas, comprometendo a segurança do produto final (26).

Embora os alimentos fermentados sejam, em geral, percebidos como microbiologicamente seguros, há ainda um número limitado de estudos que avaliem de forma sistemática sua segurança microbiológica (16,26). Essa lacuna pode estar relacionada à suposição de que o ambiente ácido e competitivo gerado durante a fermentação natural inibe o crescimento de microrganismos patogênicos (8,17). No entanto, a comparação entre os dados da literatura e os resultados obtidos neste estudo evidencia que a fermentação conduzida em condições não controladas pode não apenas limitar a produção de metabólitos funcionais, mas também representar um risco à segurança microbiológica e à padronização do produto final

CONCLUSÕES

Dessa forma, o monitoramento dos parâmetros físico-químicos durante a fermentação da kombucha são essenciais para garantir a qualidade e a segurança do produto final. O controle da temperatura e o acompanhamento do pH são medidas fundamentais para garantir a conformidade com os padrões regulatórios, além de contribuir para a manutenção das propriedades funcionais e sensoriais desejáveis da bebida.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES (Financiamento código 001), e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro FAPERJ, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Van Bussel LM, Kuijsten A, Mars M, van 't Veer P. Consumers' perceptions on food-related sustainability: A systematic review. *J Clean Prod*. 2022;341:130904. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130904
2. Ferremi Leali N, Binati RL, Martelli F, Gatto V, Luzzini G, Salini A, et al. Reconstruction of simplified microbial consortia to modulate sensory quality of kombucha tea. Foods. 2022;11:3045. https://doi.org/10.3390/foods11193045
3. Rocha-Guzmán NE, González-Laredo RF, Gallegos-Infante JA, Moreno-Jiménez MR, editors. Kombucha: Technology, Traceability, and Health-Promoting Effects. 1st ed. Elsevier; 2025.
4. Batista P, Penas MR, Pintado M, Oliveira-Silva P. Kombucha: Perceptions and future prospects. Foods. 2022;11:1977. https://doi.org/10.3390/foods11131977
5. Júnior JC da S, Meireles Mafaldo Í, de Lima Brito I, Tribuzy de Magalhães Cordeiro AM. Kombucha: Formulation, chemical composition, and therapeutic potentialities. Curr Res Food Sci. 2022;5:360–5. https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.01.023
6. De Oliveira PV, da Silva Júnior AH, de Oliveira CRS, Assumpção CF, Ogeda CH. Kombucha benefits, risks and regulatory frameworks: A review. Food Chem Adv. 2023;2:100288. https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100288
7. Martínez Leal J, Valenzuela Suárez L, Jayabalan R, Huerta Oros J, Escalante-Aburto A. A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. CyTA J Food. 2018;16:390–9. https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499
8. Jayabalan R, Malbaša RV, Lončar ES, Vitas JS, Sathishkumar M. A review on kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2014;13:538–50. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073
9. Kim J, Adhikari K. Current trends in kombucha: Marketing perspectives and the need for improved sensory research. Beverages. 2020;6:15. https://doi.org/10.3390/beverages6010015
10. Jayabalan R, Subathradevi P, Marimuthu S, Sathishkumar M, Swaminathan K. Changes in free-radical scavenging ability of kombucha tea during fermentation. Food Chem. 2008;109:227–34. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.12.037
11. Nguyen NK, Nguyen PB, Nguyen HT, Le PH. Screening the optimal ratio of symbiosis between isolated yeast and acetic acid bacteria strain from traditional kombucha for high-level production of glucuronic acid. LWT - Food Sci Technol. 2015;64:1149–55. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.018
12. Sariñana-Núñez PH, Rivas-Arreola MJ, Rocha-Guzmán NE, Moreno-Jiménez MR, González-Herrera SM, Álvarez SA, et al. Techno-functional aspects of kombucha analogs formulated from mulberry coproducts. Food Chem. 2024;451:139439. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139439

13. Coton M, Pawtowski A, Taminiau B, Burgaud G, Deniel F, Coulloumme-Labarthe L, et al. Unraveling microbial ecology of industrial-scale kombucha fermentations by metabarcoding and culture-based methods. FEMS Microbiol Ecol. 2017;93(5):fix048. https://doi.org/10.1093/femsec/fix048
14. Villarreal-Soto SA, Beaufort S, Bouajila J, Souchard JP, Taillandier P. Understanding kombucha tea fermentation: A review. J Food Sci. 2018;83(3):580–8. https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068
15. Coelho RMD, de Almeida AL, do Amaral RQG, da Mota RN, de Sousa PHM. Kombucha. Int J Gastron Food Sci. 2020;22:100272. https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100272
16. Lima AR, Miranda JF, Silva KA, Uekane TM. Safety aspects and toxicological studies in kombucha and its analogs. In: Rocha-Guzmán NE, González-Laredo RF, Gallegos-Infante JA, Moreno-Jiménez MR, editors. Kombucha. Academic Press; 2025. p. 275–93. https://doi.org/10.1016/B978-0-443-13297-1.00021-8
17. Marsh AJ, O'Sullivan O, Hill C, Ross RP, Cotter PD. Sequence-based analysis of the bacterial and fungal compositions of multiple kombucha (tea fungus) samples. Food Microbiol. 2014;38:171–8. https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.09.003
18. Wolfe BE, Dutton RJ. Fermented foods as experimentally tractable microbial ecosystems. Cell. 2015;161:49–55. https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.02.034
19. Hur SJ, Lee SY, Kim YC, Choi I, Kim GB. Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. Food Chem. 2014;160:346–56. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.112
20. Brasil. Instrução Normativa nº 41, de 17 de setembro de 2019. Estabelece o Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha em todo o território nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 2019 set 18; Seção 1:13.
21. Instituto Adolfo Lutz (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2008.
22. Sinamo KN, Ginting S, Pratama S. Effect of sugar concentration and fermentation time on secang kombucha drink. IOP Conf Ser Earth Environ Sci. 2022;977:012080. https://doi.org/10.1088/1755-1315/977/1/012080
23. Mahadi I, Sayuti I, Habibah I. Pengaruh variasi jenis pengolahan teh (Camellia sinensis L Kuntze) dan konsentrasi gula terhadap fermentasi kombucha sebagai rancangan lembar kerja peserta didik (LKPD) Biologi SMA. J Biogenesis. 2016;13(1):93–102.
24. Jayabalan R, Subathradevi P, Marimuthu S, Sathishkumar M, Swaminathan K. Changes in free-radical scavenging ability of kombucha tea during fermentation. Food Chem. 2008;109:227–34
25. Marsh AJ, O'Sullivan O, Hill C, Ross RP, Cotter PD. Sequence-based analysis of the bacterial and fungal compositions of multiple kombucha (tea fungus) samples. Food Microbiol. 2014;38:171–8.
26. Skowron K, Budzyńska A, Grudlewska-Buda K, Wiktorczyk-Kapischke N, Andrzejewska M, Wałecka-Zacharska E, et al. Two faces of fermented foods—The benefits and threats of its consumption. Front Microbiol. 2022;13:845166

Capítulo 13
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-13

VALIDAÇÃO DE SISTEMAS DE DEPURAÇÃO DE OSTRAS EM FLORIANÓPOLIS: EXPERIÊNCIA DO SERVIÇO DE INSPEÇÃO MUNICIPAL

Fábio de Melo Chaves Indá*; Eva Terezinha dos Santos Ota ; Orestes Manuel Vega-Orellana; Priscele Marília Martins de Sousa; Cássio Lopes de Souza

**Fábio de Melo Chaves Indá – Email: fabioinda@gmail.com*

Resumo. Introdução: Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina, é responsável por aproximadamente 90% da produção nacional de ostras (*Crassostrea gigas*). No entanto, a atividade enfrenta desafios relacionados à presença periódica de altas concentrações de bactérias patogênicas, como *Salmonella spp.* e *Escherichia coli*, em áreas de cultivo. Para mitigar riscos à saúde pública, têm sido adotados sistemas de depuração com fluxo contínuo de água limpa, permitindo a eliminação gradual desses microrganismos dos tecidos das ostras por meio da filtragem natural. Este trabalho tem como objetivo descrever o processo de validação de três estações depuradoras de moluscos bivalves localizadas em Florianópolis, conduzido pelo Serviço de Inspeção Municipal (SIM-Fpolis). **Materiais e Métodos:** As três unidades de depuração foram desenvolvidas por diferentes produtores locais e construídas conforme as orientações técnicas do SIM-Fpolis. Amostras de ostras e de água foram coletadas nos tempos 0, 24, 36 e 44 horas de depuração e encaminhadas ao Laboratório de Análises (LABCAL), do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), para análise da presença de *E. coli* e *Salmonella spp.* **Resultados e Discussão:** As análises microbiológicas, custeadas pela Prefeitura Municipal de Florianópolis, demonstraram a eficácia dos sistemas de depuração na redução dos patógenos a níveis seguros após 44 horas de tratamento. **Conclusão:** Com base nos resultados obtidos, o SIM-Fpolis validou oficialmente a eficácia das três unidades de depuração de moluscos bivalves.

Palavras-chave: Crassostrea; Escherichia; Salmonella; segurança alimentar.

Abstract. Introduction: Florianópolis, the capital of the state of Santa Catarina, is responsible for approximately 90% of Brazil's oyster (*Crassostrea gigas*) production. However, this activity faces challenges due to the periodic presence of high concentrations of pathogenic bacteria, such as *Salmonella spp.* and *Escherichia coli*, in farming areas. To mitigate public health risks, purification systems using continuous clean seawater flow have been implemented, allowing the gradual elimination of these microorganisms from oyster tissues through natural filtration. This study aims to describe the validation process of three bivalve mollusk purification stations located in Florianópolis, conducted by the Municipal Inspection Service (SIM-Fpolis). **Materials and Methods:** The three purification units were developed by different local producers and built in accordance with technical guidelines provided by SIM-Fpolis. Oyster and

water samples were collected at 0, 24, 36, and 44 hours of depuration and sent to the Analysis Laboratory (LABCAL) of the Department of Food Science and Technology at the Federal University of Santa Catarina (UFSC) for detection of *E. coli* and *Salmonella spp.* **Results and Discussion:** Microbiological analyses, funded by the Municipality of Florianópolis, confirmed the effectiveness of the purification systems in reducing pathogen levels to safe standards after 44 hours of treatment. **Conclusion:** Based on the results obtained, SIM-Fpolis officially validated the effectiveness of the three bivalve mollusk purification units.

Keywords: Crassostrea; Escherichia; Salmonella; food safety

INTRODUÇÃO

A maricultura, que engloba o cultivo de moluscos, algas, crustáceos e peixes, tem se consolidado globalmente como uma importante fonte de proteína animal. No Brasil, a produção de moluscos bivalves (MB) vem crescendo significativamente, impulsionada por condições costeiras favoráveis que proporcionam um ambiente ideal para o cultivo (1). Santa Catarina se destaca como um polo estratégico na produção de ostras do Pacífico (*Crassostrea gigas*), respondendo por aproximadamente 98% da produção nacional em 2022. Entre os municípios catarinenses, Florianópolis é o maior produtor, responsável por cerca de 83% desse volume, com uma produção reconhecida pela alta qualidade e relevância tanto no mercado interno quanto no externo (2).

Entretanto, áreas de cultivo no município enfrentam desafios sanitários devido à ocorrência periódica de altas concentrações de bactérias patogênicas, como *Salmonella spp.* e *Escherichia coli*. Essas contaminações representam um risco à saúde pública, podendo levar à suspensão temporária da comercialização das ostras. Para mitigar esses riscos e garantir que as ostras possam ser consumidas com segurança, realiza-se o processo de depuração. Nesse procedimento, promove-se a filtração natural, por meio da qual as ostras eliminam seus excrementos e removem micro-organismos presentes. Para evitar que essas bactérias retornem às ostras, a água é filtrada por uma série de sistemas de fluxo contínuo que eliminam esses agentes. Esses sistemas utilizam um fluxo contínuo de água limpa, reduzindo os níveis de contaminação para padrões seguros de consumo em um período de 24 a 48 horas (3). A figura 1 representa um sistema de depuração de moluscos.

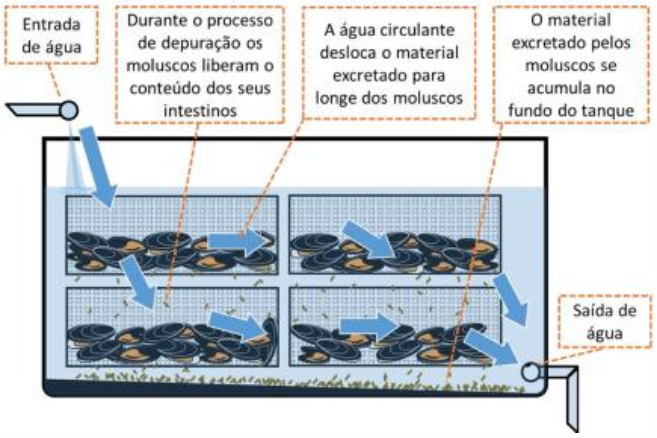


Figura 1- Representação de um sistema de depuração de moluscos bivalves (3).

A implementação de sistemas de depuração está em conformidade com o Programa Nacional de Moluscos Bivalves Seguros (MoluBiS), instituído pela Portaria SDA/MAPA nº 884, de 6 de setembro de 2023, do Ministério da Pesca e Aquicultura (4). Esse programa estabelece diretrizes para o controle higiênico-sanitário, monitoramento e fiscalização dos MB destinados ao consumo humano e animal. Entre suas principais definições, destacam-se: Depuração: processo aplicado aos MB para reduzir a contaminação microbiana a níveis seguros para o consumo humano, por meio da manutenção dos animais vivos em ambientes controlados com água tratada. Estação depuradora: estabelecimento processador registrado no órgão de inspeção oficial, responsável por etapas como recepção, depuração, acondicionamento, rotulagem, armazenagem e expedição de MB.

A Portaria também classifica as áreas de cultivo em categorias de vigilância, com base no Número Mais Provável (NMP) de *E. coli* por 100 g de partes comestíveis do molusco. Essa classificação permite avaliar os riscos e determinar as condições para a retirada dos moluscos, definindo se estão aptos para a colheita e quais procedimentos de beneficiamento devem ser seguidos após a retirada da água. As áreas de cultivo e extração são classificadas em três categorias: Retirada Liberada, Retirada Liberada Sob Condição e Retirada Suspensa, com atualizações regulares disponíveis para consulta online no site da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC).

A depuração é obrigatória para moluscos provenientes de áreas classificadas como Retirada Liberada Sob Condição, quando destinados à comercialização viva para o consumidor final (3). Além disso, o artigo 80 da Portaria determina que a eficiência do método de depuração deve ser comprovada experimentalmente, com análises realizadas em laboratório oficial ou credenciado, especialmente em períodos de maior risco de contaminação orgânica (4).

Para garantir a eficácia da depuração, é fundamental dispor de uma estrutura adequada, composta por tanques, tubulações, bombas, lâmpadas ultravioletas (UV) e resfriadores para manter a temperatura entre 18°C e 20°C. Além disso, é essencial controlar a salinidade dentro de uma variação de ±20% em relação à área de colheita e assegurar uma oxigenação mínima de 60% (3).

Cada sistema de depuração deve ser certificado pelo órgão oficial de inspeção responsável e submetido a testes que envolvem a medição da concentração (NMP) de *E. coli* e *Salmonella spp.* nas ostras, coletadas em diferentes intervalos de tempo. O objetivo é determinar o tempo necessário para que essas concentrações sejam reduzidas a níveis seguros, garantindo o consumo sem risco à saúde. Dessa forma, é possível avaliar a eficiência do sistema de depuração. Os padrões microbiológicos estabelecidos para MB consumidos crus são: presença ou ausência de Salmonella em 100 g de amostra e no máximo 7 NMP de *Escherichia coli* em 1 g, em um quinto da amostra, e até 2,3 NMP no restante da amostra (5).

O presente trabalho tem como objetivo descrever o processo de validação de três estações depuradoras de moluscos bivalves localizadas no município de Florianópolis, realizado pelo Serviço de Inspeção Municipal (SIM-Fpolis).

MATERIAL E MÉTODOS

Instalações testadas: Os três estabelecimentos, denominados como A, B e C, estão localizados no sul da Ilha de Santa Catarina, no bairro Ribeirão da Ilha, município de

Florianópolis. Cada estabelecimento utiliza um sistema fechado de circulação de água e conta com bombas hidráulicas, resfriadores (*chillers*), esterilizadores (lâmpadas ultravioletas), fracionadores de espuma (*skimmers*) e filtros físicos pressurizados.
Os tanques de depuração variam entre si em relação ao material e à capacidade de carga: Instalação A - tanques de polietileno com capacidade para 300 dúzias de ostras e Instalações B e C - tanques de alvenaria revestidos com azulejos, com capacidades para alojar 700 e 1.000 dúzias, respectivamente.
Amostragem: Todas as ostras foram coletadas de áreas classificadas como Retirada Liberada Sob Condição ou Retirada Suspensa, conforme as diretrizes estabelecidas pelo Programa Nacional de Moluscos Bivalves Seguros (MoluBiS) (4).
Validação: Cada tanque de depuração foi carregado com sua capacidade máxima de ostras. Os moluscos foram alocados em caixas plásticas gradeadas, com superfícies laterais e de base vazadas, medindo 14 × 60 × 38 cm, elevadas a 2,5 cm do fundo do tanque e dispostas em fileiras. Em cada caixa, foram colocadas 10 dúzias de ostras.
Coleta das amostras e análises: As amostras foram coletadas pelo serviço oficial de acordo com o protocolo estabelecido pela IN 161/2022, Anexo I, Categoria 7b (5). Foram colhidas amostras nos tempos 0, 24, 36 e 44 horas de depuração, sendo que, nos intervalos de 0 e 44 horas, foram coletadas 10 unidades amostrais, e nos outros intervalos, 5 unidades amostrais, contendo 10 exemplares em cada uma delas. Os ensaios microbiológicos foram realizados pelo Laboratório de Análises (Labcal), do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (CAL), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), responsável pelas análises oficiais do SIM-Fpolis. As análises foram realizadas de acordo com o método ISO/TS 6649-3:2005 para determinação de *E. coli* por NMP (6).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as três unidades, verificou-se que, antes do início da depuração (tempo 0), os valores de *E. coli* encontrados nas ostras estavam acima do padrão de segurança para consumo (Tabela 1). A presença de *Salmonella* spp. não foi detectada em nenhuma das amostras coletadas.

Após 24 horas nos sistemas de depuração, já foi possível observar uma redução drástica na concentração de *E. coli* nas Unidades A, B e C (Tabela 1 e Figura 2). O tempo de 44 horas de depuração nos sistemas testados demonstrou-se eficaz em todas as três empresas, resultando em uma redução de 95% da concentração de *E. coli* na Unidade A e em eliminação total (0 NMP) nas Unidades B e C.

Os resultados obtidos indicam que as unidades de depuração avaliadas são eficazes na redução da carga de *E. coli*, apresentando desempenho compatível com estudos realizados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) em Santa Catarina (8) e em consonância com a literatura internacional, que aponta reduções significativas em até 48 horas de tratamento (9). A depuração por 44 horas foi suficiente para reduzir as contagens da bactéria indicadora de contaminação fecal (*E. coli*) na carne das ostras em todos os ciclos acompanhados, atingindo níveis dentro dos limites legais.

O SIM-Fpolis foi o primeiro órgão a realizar a validação oficial do processo de depuração de ostras em Santa Catarina, marcando um avanço significativo para a segurança alimentar e o fortalecimento da cadeia produtiva local. Essa iniciativa pioneira resultou na certificação, pela primeira vez no país, de Estações Depuradoras de Moluscos

Bivalves integradas ao Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal (SISBI-POA).

Essa experiência evidencia o compromisso do SIM-Fpolis com a proteção da saúde pública, a inovação tecnológica e o apoio ao desenvolvimento sustentável da maricultura. A validação do processo de depuração, além de atender a rigorosos padrões microbiológicos, amplia a confiança dos consumidores nos produtos regionais, contribui para a valorização do setor produtivo e consolida Florianópolis como referência nacional em boas práticas sanitárias na produção de bivalves.

Tabela 1 - Concentração [NMP] de *Escherichia coli* em amostras de ostras *Crassostrea gigas* de três estações de depuração avaliadas nos tempos 0, 24h, 36h e 44h no sistema.

	Estações de depuração		
Tempo [h]	A	B	C
0	628±431*	894±858	13840±5935
24	39±54	4±8	9±20
36	55±13	43±74	4±8
44	30±57	0±0	0±0

*Média±desvio padrão.

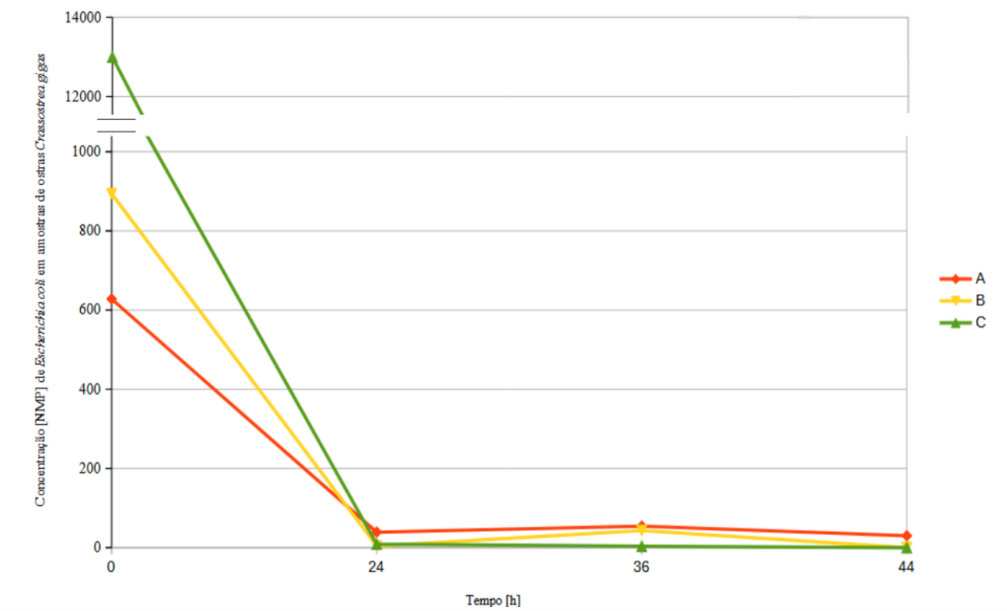


Figura 2 - Concentração [NMP] de *Escherichia coli* em amostras de ostras *Crassostrea gigas* de três estações de depuração avaliadas nos tempos 0, 24h, 36h e 44h no sistema.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesta experiência, o Serviço de Inspeção Municipal validou oficialmente a eficácia das três unidades avaliadas, que se tornaram as primeiras Estações Depuradoras de Moluscos Bivalves integradas ao Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal (SISBI-POA).

REFERÊNCIAS

1. ASCOM JV. Programa nacional de controle higiênico-sanitário de moluscos bivalves [Internet]. Florianópolis: Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina; 2020 [citado 22 nov 2024]. Disponível em: https://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2020/06/07/santa-catarina-edestaque-na-producao-nacional-de-moluscos-bivalves/
2. Brasil. Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim da aquicultura em águas da união 2022: relatório anual da produção - RAP [Internet]. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura; 2022 [citado 10 fev 2024]. Disponível em: https://www.gov.br/mpa/pt-br/assuntos/aquicultura/boletim-da-aquicultura-em-aguas-da-uniao-2013-2022-site_compressed.pdf
3. Souza RV, Suplicy FM, Novaes ALT. Depuração de moluscos bivalves. Florianópolis: Epagri; 2021. 70 p. (Boletim Didático; 160).
4. Brasil. Ministério da Agricultura e Pecuária. Portaria SDA/MAPA nº 884, de 6 de setembro de 2023. Aprova o Programa Nacional de Moluscos Bivalves Seguros – MoluBiS [Internet]. Diário Oficial da União. 2023 set 15; Edição 177:82 [citado 22 nov 2024]. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-sda/mapa-n-884-de-6-de-setembro-de-2023-510078795
5. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa - IN nº 161, de 1º de julho de 2022.
6. Bobermin DM. Avaliação de sistema compacto para depuração de ostras (*Crassostrea gigas*) contaminadas com *Escherichia coli* [dissertação] [Internet]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos; 2013 [citado 10 fev 2024]. Disponível em: https://core.ac.uk/download/pdf/30400209.pdf
7. Trombeta TD, Normande ACL. Avaliação microbiológica de ostras cultivadas no litoral de Alagoas submetidas a depuração em sistema fechado de recirculação [Internet]. Acta Fish Aquat Resour. 2017;5(3):48-53 [citado 10 fev 2024]. Disponível em: https://periodicos.ufs.br/ActaFish/article/view/6411/6371
8. Suplicy FM, Souza RV, Carobrêz E, Tribuzi G, Miotto M. Validação de unidades depuradoras de média escala em termos de redução das contagens de *E. coli* e de sobrevivência pós-depuração das ostras *Crassostrea gigas*. Agropecuária Catarinense. 2024 Ahead of print;37(2).
9. Lee R, Lovatelli A, Ababouch L. Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos. Roma: FAO; 2010. 153 p. (FAO Documento Técnico de Pesca; No. 511).

Capítulo 14
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-14

MONITORAMENTO DA ROTULAGEM DE LEITE EM PÓ E COMPOSTO LÁCTEO NO VAREJO

Andyelle Cristye da Silva Oliveira*; Thayrine Rodrigues Martins ; Marinara Martins Michael; Gabriela Vieira do Amaral

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:* gabriela.vda@hotmail.com

Resumo: A rotulagem possui um importante papel para o esclarecimento das propriedades nutricionais dos alimentos, além de estabelecer um meio de comunicação direta entre o produto e o consumidor. Esta pesquisa teve como objetivo analisar as rotulagens dos derivados lácteos disponíveis nos estabelecimentos da região Sul Fluminense, verificando através de um *checklist* se estavam em conformidade com as legislações vigentes. Foram avaliadas seis marcas dos respectivos produtos, considerando 27 itens legislativos e sua exposição nos pontos de venda. As embalagens foram fotografadas e analisadas quanto à identificação, design das rotulagens e à forma em que esses produtos estavam organizados nas gôndolas dos estabelecimentos. Com os resultados dos 27 itens legislativos, observou-se que as marcas A e C apresentaram o maior índice de não conformidades, 11%, e as marcas D e F evidenciaram 96% de conformidade. Dessa forma, o presente estudo, trouxe os dados significativos acerca da comercialização e fiscalização aplicadas aos produtos lácteos, destacando potenciais fatores que podem levar o consumidor a fazer escolhas equivocadas no momento da compra

Palavras–chave: Consumidor, Legislação, Produtos Lácteos

Abstract: Food labeling plays an important role in clarifying the nutritional properties of food, in addition to establishing a direct means of communication between the product and the consumer. This study aimed to analyze the labeling of dairy products available in retail establishments in the South Fluminense region, using a checklist to verify their compliance with current legislation. Six brands of the respective products were evaluated, considering 27 legislative items and their presentation at points of sale. The packaging was photographed and analyzed according to product identification, label design, and how these products were organized on store shelves.

Based on the results from the 27 legislative items, it was observed that brands A and C had the highest rate of non-compliance (11%, 3/27), while brands D and F showed 96% compliance (26/27). Thus, this study provides meaningful data on the commercialization and regulatory inspection of dairy products, highlighting potential factors that may lead consumers to make misguided choices at the time of purchase.

Keywords: Consumer, Labeling, Dairy products

INTRODUÇÃO

A rotulagem de um alimento é fundamental, pois estabelece uma comunicação direta com o consumidor, fornecendo informações essenciais sobre o produto adquirido (1). Os rótulos devem apresentar orientações sobre o modo de consumo, lista de ingredientes e tabela nutricional, informando, de maneira clara quantidades e valor calórico. Além disso, devem identificar o número do lote, a data de validade, o modo de conservação e preparo do alimento, e ainda conter dados das empresas envolvidas na produção e comercialização, como: endereço, CNPJ, inscrição estadual, registro e carimbo de inspeção (2). Contudo, estudos apontam que a rotulagem de alimentos, embora regulada, ainda apresenta falhas de padronização, legibilidade e transparência, o que compromete o entendimento das informações nutricionais, especialmente em produtos processados como os lácteos, dificultando a clareza aos consumidores no ato da compra (3).

Segundo o *Anuário Leite 2025*, a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção nacional de leite totalizou 35,37 bilhões de litros no ano de 2023, representando um incremento de 2,38% em relação ao volume produzido em 2022, que foi de 34,55 bilhões de litros. As regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul mantêm-se como os principais centros produtivos, com destaque para os estados de Minas Gerais, Goiás, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que concentram uma parcela significativa da produção nacional (4).

Dentre os derivados lácteos consumidos, destaca-se o leite em pó, obtido desidratação do leite de vaca- integral, desnatado ou parcialmente desnatado- por meio da tecnologia do *spray drying* e considerado apto para alimentação humana (5). O composto lácteo, por sua vez, é um produto em pó derivado da mistura do leite e de substâncias lácteas ou não lácteas, sendo aprovado para alimentação humana através do processo tecnológico adequado. Diante dessas definições, observa-se uma diferença na composição e na qualidade nutricional, uma vez que o composto lácteo deve conter, por lei, no mínimo 51% dos ingredientes de origem láctea em sua formulação, podendo incluir também a adição de outros ingredientes (6).

Pelo grau de similaridade entre as embalagens e pela falta de hábito de leitura dos rótulos por parte dos consumidores, equívocos na escolha do produto são frequentes. Entre o composto lácteo e o leite em pó, o primeiro possui preço inferior, o que favorece a sua aquisição (3). As empresas comercializam com uma margem de lucro maior, uma vez que o composto lácteo apresenta baixo custo de produção, sendo frequentemente vendido por valores similares ao leite em pó (7).

A rotulagem dos alimentos representa o principal canal de comunicação entre a indústria e o consumidor, fornecendo informações essenciais sobre os nutrientes e a

composição do produto (8) Dessa maneira, exerce um papel relevante na promoção da saúde e no estímulo a escolhas alimentares mais conscientes. No entanto, as informações obrigatórias, os dados nutricionais e a forma de exibição no rótulo podem variar conforme a legislação vigente e o tipo de alimento (9). Essas semelhanças representam vantagens competitivas, pois o critério de compra da maioria dos consumidores são as gravuras apresentadas. A maioria dos compradores não realizam a leitura do rótulo como avaliação principal, ato que demanda tempo e compreensão (10), sendo esse o caso dos produtos em questão: leite em pó e composto lácteo.

Até o presente momento, não foram encontrados estudos científicos que realizem uma análise comparativa dos rótulos de compostos lácteos e de leite em pó, nem que investiguem os equívocos cometidos pelos consumidores no ato da compra desses produtos. Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar a rotulagem do leite em pó e composto lácteo vendidos nos estabelecimentos da região sul fluminense do estado do Rio de Janeiro, com o intuito de comparar com as legislações vigentes, verificando possíveis informações que possam vir a induzir os consumidores ao engano.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se uma pesquisa de caráter observacional em pontos de venda que comercializam os produtos lácteos em questão, como supermercados e mercearias da região Sul Fluminense. As visitas foram realizadas de forma descontínua, entre de 10 de agosto e 18 de setembro de 2023, em cinco bairros e nove pontos de vendas das cidades da região. Durante esse período, foram analisadas seis marcas distintas (A a F), totalizando 54 produtos avaliados, sendo 26 de leite em pó e 28 de composto lácteo. Para a realização do estudo, foram elaborados dois *checklists* como ferramentas de pesquisa: um para avaliação da rotulagem do leite em pó e outro para o composto lácteo, disponíveis nos anexos A e B. Essas listas de verificação foram compostas por um total de 40 itens de avaliação, dos quais 27 foram baseados nas legislações vigentes relativas à rotulagem de alimentos, utilizando uma escala qualitativa (conforme, parcialmente conforme ou não conforme) de acordo com as legislações apresentadas na tabela 1.

Nos *checklists* elaborados, foram considerados, além da adequação com as legislações, critérios como local de venda, marca, preço, disposição na prateleira, resistência do rótulo, tipo de selo de inspeção e presença de aditivos. No entanto, o checklist do composto lácteo inclui também itens voltados à percepção do consumidor, como a facilidade de confusão com o leite em pó, dada a semelhança entre as embalagens. Além disso, o preço também foi um caráter de avaliação.

Tabela 1. Resumo das principais normas e legislações brasileiras que regulam a rotulagem de produtos lácteos e compostos lácteos.

Norma / Legislação	Ano	Abrangência	Exigências / Proibições Principais
IN nº 22, de 24/11/2005	2005	Produtos de origem animal	Proíbe uso de representações gráficas ou escritas falsas que induzam o consumidor ao engano. Define composição mínima (51% lácteos), ingredientes permitidos e obrigatoriedade de indicar adição de gordura vegetal.
RDC nº 727, de 01/07/2022	2022	Alimentos embalados	Determina a rotulagem nutricional obrigatória com destaque para açúcares adicionados, valor energético e formato padronizado de exibição.
RIISPOA – Decreto nº 9.013, de 29/03/2017	2017	Produtos de origem animal (Cap. III e IV)	Art. 439: Informações legíveis e em cor contrastante. Art. 444: Dados verídicos e comprováveis. Art. 457: Proíbe sugerir que composto lácteo é leite. Art. 463–464: Carimbo SIF e nº de registro obrigatórios.
PORTARIA SDA/MAPA Nº 1.170, DE 26 DE AGOSTO DE 2024	2024	Composto lácteo	Estabelece as **informações obrigatórias específicas** de Identidade e Qualidade de composto lácteo, destinado ao consumo humano.
IN nº 53, de 01/10/2018	2018	Leite em pó	Define os **critérios de rotulagem obrigatória** para leite em pó, incluindo modo de preparo, armazenamento e declaração de reconstituição.

Os resultados do presente estudo foram verificados por meio de análise descritiva utilizando os valores das porcentagens das irregularidades para cada marca do produto avaliado e assim tabulados com auxílio do programa Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados revelaram que as marcas D e F apresentaram os maiores índices de conformidade legislativa, com 96% (26/27) dos itens atendidos, demonstrando responsabilidade com as exigências da rotulagem alimentar. Já as marcas A e C se destacaram negativamente, com 11% (3/27) de não conformidades.

Esses resultados reforçam a importância de uma rotulagem clara, completa e que esteja em conformidade com as normativas legais. A rotulagem é uma ferramenta essencial na comunicação entre produto e consumidor, sendo sua padronização fundamental para garantir a segurança alimentar e o direito à informação; por isso a RDC nº 727/2022 e o RIISPOA/2017 determinam que os rótulos devem trazer informações verdadeiras, claras e não podem induzir o consumidor ao erro (1; 2; 11).

No que diz respeito à rotulagem do composto lácteo, todas as marcas avaliadas atendiam à exigência da PORTARIA SDA/MAPA Nº 1.170/2024, que determina a menção clara das expressões "contém gordura vegetal", "contém soro de leite" e "composto lácteo não é leite em pó", em caixa alta e em negrito. Entretanto, em relação ao art. 4º da RDC nº 727/2022 e ao art. 446 do RIISPOA/2017, observou-se não conformidade em 50% das marcas (B, C e E), que apresentavam imagens ou frases que sugeriam benefícios terapêuticos e podiam induzir o consumidor a erros. A marca A, por exemplo, utilizava expressões como "nutrição diária para os seus ossos" e "a proteína auxilia na construção e manutenção dos músculos", o que configura alegações terapêuticas vedadas pelas normas vigentes (2). Meijer et al. (7) destaca que expressões ambíguas e ilustrações que remetem à saúde são frequentemente utilizadas como estratégia de *marketing,* podendo comprometer a escolha racional do consumidor (Figura 1).

Figura 1. Avaliação da similaridade entre as embalagens de leite em pó e composto lácteo, observando as derivações do produto do composto lácteo desta marca e as expressões opostas ao descrito na RDC 727 art. 4 e RIISPOA art. 446, contidas nas imagens B, D, F e H.

Outro aspecto relevante observado foi a disposição dos produtos nas prateleiras. As marcas C e B, por exemplo, estavam dispostas em sua maioria próximas ao leite em

pó (8 e 5 ocorrências, respectivamente), o que favorece o chamado *cross merchandising* — técnica de venda que, segundo Lazzari (12), utiliza a proximidade física de produtos semelhantes para potencializar vendas, mesmo que eles não sejam equivalentes nutricionalmente. Tal prática pode confundir o consumidor, conforme já indicado por Braz (13), ao dificultar a distinção entre leite em pó e composto lácteo (Tabela 2).

Tabela 2. Avaliação comparativa da organização dos produtos nas prateleiras.

	Posição dos produtos	
Marcas	**Próximo *CL**	**Distante *CL**
A	4	1
B	5	1
C	8	1
D	1	0
E	2	1
F	2	0

*CL = Composto lácteo.

Foi identificado que, relação ao design das embalagens, quatro marcas (A, C, D e E) apresentaram rótulos visivelmente semelhantes entre o leite em pó e o composto lácteo, incluindo uso de cores, tipografias e imagens idênticas, como copos de leite ou garrafas. A pesquisa de Oliveira (15) sobre *trade dress* corrobora esse achado, mostrando que a similaridade visual é uma estratégia para criar associação entre produtos diferentes, o que pode resultar em concorrência desleal e prejudicar a decisão de compra do consumidor. A avaliação do item de ilustrações e expressões apelativas mostrou que 83% das marcas avaliadas (5 de 6) podiam facilmente ser confundidas pelos consumidores. Apenas a marca F apresentou distinção clara entre os dois produtos em sua linha (diferença de cores, ausência de imagens que remetam ao leite), sendo classificada como a única a cumprir totalmente os critérios estabelecidos pelo art. 457 do RIISPOA, que proíbe qualquer forma de apresentação que declare, sugira ou implique que o produto é leite, quando não o for (Figura 2).

Figura 2. Demonstração da similaridade entre as embalagens de leite em pó e composto lácteo nos seguimentos A, B, C e D, contrariamente as embalagens das imagens E e F, porém parcialmente conforme a RDC 727 art. 4 e RIISPOA art. 446.

Além disso, constatou-se que uma das embalagens (de uma marca não identificada) não possuía o preço exposto, o que fere o Código de Defesa do Consumidor, conforme art. 6º, inciso III JUSBRASIL (16), sendo considerado um desrespeito ao direito básico à informação. O SEBRAE (17) destaca que a precificação clara e visível é essencial para garantir transparência e permitir decisões de compra conscientes.

Os dados demonstraram ainda que, com relação ao valor médio dos produtos, os compostos lácteos apresentaram, em geral, preços mais baixos que os leites em pó, com exceção da marca A, cujo composto lácteo era R$ 3,76 mais caro que o leite em pó da mesma linha. As maiores diferenças de preço foram encontradas nas marcas E (R$ 4,26) e F (R$ 10,00), o que pode estar relacionado à adição de ingredientes funcionais ou apelos de valor nutricional agregado (Figura 3).

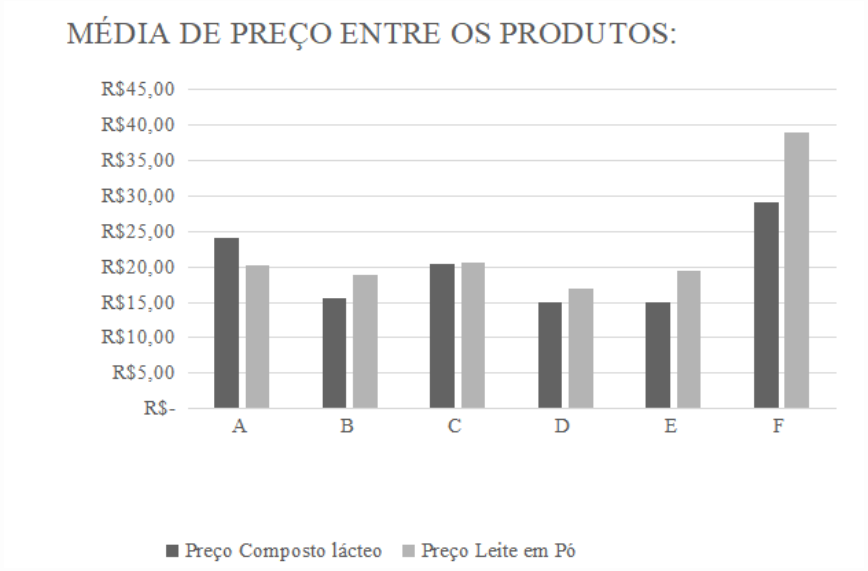


Figura 3. Expressão dos dados obtidos através da análise de preços entre os produtos.

Os resultados demonstraram que a rotulagem, o posicionamento dos produtos nas prateleiras, o design e o preço exercem influência direta no comportamento de compra. Segundo Pavan (18), quando essas ferramentas são utilizadas de maneira a distorcer a percepção do consumidor, ocorre uma quebra da confiança no processo de escolha, abrindo margem para ações de proteção ao consumidor, como o acionamento do Procon.

CONCLUSÕES

A pesquisa evidenciou que, embora as marcas de leite em pó tenham apresentado 100% de conformidade com a legislação, os compostos lácteos mostraram diversas não conformidades especialmente relacionadas ao uso indevido de imagens e expressões que podem confundir o consumidor. As principais falhas ocorreram quanto ao art. 4º da RDC 727/2022 e aos artigos 446 e 457 do RIISPOA, que proíbem ilustrações e alegações que sugiram que o produto é leite ou que possua propriedades terapêuticas.

As marcas D e F foram as mais adequadas quanto à rotulagem, enquanto as marcas A e C apresentaram os maiores índices de não conformidades. Além da grande semelhança observada entre as embalagens dos produtos, o que pode induzir o consumidor ao erro durante a compra.

O presente estudo apresenta relevância por evidenciar as divergências na conformidade dos rótulos de leite em pó e compostos lácteos, ressaltando a necessidade de pesquisas mais aprofundadas para garantir a proteção do consumidor, bem como a necessidade na adequação de algumas marcas, a fim de evitar práticas que possam induzir o consumidor ao erro e assegurar o cumprimento integral da legislação vigente. Cabe ressaltar, a importância dos órgãos responsáveis, em estabelecer regras específicas para

apresentação desses produtos nos pontos de vendas, além de promover campanhas educativas nos meios de comunicação que enfatizem a leitura e interpretação correta dos rótulos. Ademais, o design das embalagens deveria ser pensado de forma a facilitar a identificação clara e rápida de cada produto, contribuindo para a proteção do consumidor e para a prevenção de possíveis confusões na escolha.

REFERÊNCIAS

1. Ferreira A, Lanfer-Marquez U. Legislação brasileira referente à rotulagem nutricional de alimentos. Revista de Nutrição. 2007; 1: 83-93.

2. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 727, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre os princípios gerais para rotulagem dos alimentos embalados. *Diário Oficial da União*; 2022.

3. Brasil. Agência Nacional De Vigilância Sanitária (ANVISA). *Relatório de Análise de Impacto Regulatório: Rotulagem nutricional frontal*. Brasília: Anvisa, 2020. https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2020/publicados-novos-modelos-de-rotulos-nutricionais.

4. Hott MC, Andrade RG, Oliveira LAA, Magalhães Jr WCP. Distribuição da produção de leite no Brasil nas duas últimas décadas. In: Embrapa Gado de Leite. *Anuário Leite 2025*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; 2025. p. 12–15.

5. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Intrução Normativa nº 53, de 1 de outubro de 2018. Aprova o Regulamento Técnico Mercosul de Identidade e Qualidade do Leite em Pó. Diário Oficial da União [Internet]. 2018 out 16 [citado 2025 jul 2]; Seção 1: 199(1):11-12. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/45374372/do1-2018-10-16-instrucao-normativa-n-53-de-1-de-outubro-de-2018-45374042>

6. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Portaria SDA/MAPA nº 1.170, de 26 de agosto de 2024. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do composto lácteo, destinado ao consumo humano. Diário Oficial da União [Internet]. 2024 ago 28 [citado 2025 jul 2]; Seção 1: 166(1):6. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/defesa-agropecuaria/suasa/regulamentos-tecnicos-de-identidade-e-qualidade-de-produtos-de-origem-animal-1/PORTARIASDA_MAPAN1.170de26deagostode2024RTIQCompostoLacteo1.pdf

7. Meijer G. et al. Towards effective labelling of foods. An international perspective on safety and nutrition. Trends in Food Science & Technology. 2021; 118:45-56.

8. Henry, Claude J. et al. Rotulagem nutricional e escolha do consumidor: uma revisão de pesquisas recentes. *Public Health Nutrition*, v. 21, n. 4, p. 763-769, 2018. DOI: 10.1017/S1368980017003209.

9. Soares NR, Nunes TP. Avaliação da conformidade dos rótulos de produtos lácteos frente a legislação vigente e a percepção do consumidor sobre rotulagem. *Research, Society and Development*. 2021;10(3):e24110313223. doi:10.33448/rsd-v10i3.13223.

10. Câmara MC et al. A produção acadêmica sobre a rotulagem de alimentos no Brasil: Revista de saúde pública. 2008; 23(1):52-58.

11. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Aprova o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) [Internet]. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 mar 2017 [citado 2025 jul 2]. Disponível em: D9013

12. Lazzari A. Como as cores influenciam na decisão de compra | estudo sobre chocolates trento [Monografia]. Universidade de Caxias do Sul; 2021.

13. Braz K.M. estudo do grau de similaridade entre embalagens de produtos lácteos [Trabalho de Conclusão de Curso]. Universidade Federal De Sergipe Campus Do Sertão; 2022.

14. Oliveira F. Direitos de Propriedade Industrial e Concorrência Desleal A Protecção do Trade dress [Tese - Mestrado em Direito]. Universidade Católica Portuguesa; 2013.

15. Jusbrasil – Direitos do Consumidor. Capítulo III - direitos básicos do consumidor. [Internet]. 2014 [acesso em 26 de Abril 2025]. Disponível em: https://www.jusbrasil.com.br/doutrina/secao/art-6-capitulo-iii-dos-direitos-basicos-do-consumidor

16. Sebrae. A importância da precificação para o sucesso dos negócios. [Internet]. 2023 [acesso em 26 Abril 2025]. Disponível em: https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/a-importancia-da-precificacao-para-o-sucesso-dos-negocios,8eb4f253be2a6810VgnVCM1000001b00320aRCRD

17. Pavan G. Estratégias mercadológicas e trade dress: um estudo no contexto da realidade brasileira [Trabalho de Conclusão de Curso]. Universidade Federal de Santa Catarina; 2020.

APÊNDICE A

Checklist do leite em pó	
AVALIAÇÃO GERAL	
Questão	**Resposta**
LOCAL DE VENDA / BAIRRO / CIDADE	*
MARCA DO PRODUTO	*
CLASSIFICAÇÃO DO LEITE EM PÓ	Integral/ Semi desnatado/ Desnatado
PREÇO	*
PREÇO	Mais caro / Mais barato que o composto lácteo
DISPOSIÇÃO NA PRATELEIRA	*
DISPOSIÇÃO NA PRATELEIRA	Próximo/ Distante do composto lácteo
DESCRIÇÃO DO DISIGNER DA ROTULAGEM	*
RÓTULO É RESISTENTE?	Sim / Não
RÓTULO É RESISTENTE? SE NÃO, DESCREVER AVARIAS	*
QUAL É O TIPO DE SELO?	SIE / SIM / SIF
ADITIVOS PRESENTES	*
AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM CONFORME AS LEGISLAÇÕES DE LEITE EM PÓ E ROTULAGEM (Parcial)	
IN 53 DE 1° 10/2018 - porcentagem de gordura correspondente	Conforme / Parcialmente conforme / Não conforme
IN 53 DE 1° 10/ 2018 - lista de ingredientes: declaração dos produtos lácteos utilizados	Conforme / Parcialmente conforme / Não conforme
IN 53 DE 1° 10/ 2018 - Na lista de ingredientes: ADITIVOS E COADJUVANTES	Conforme / Parcialmente conforme / Não conforme
IN 22 DE 24 11/ 2005 - Informação Obrigatória - identificação da origem; - nome (razão social)	Conforme / Parcialmente conforme / Não conforme
IN 22 DE 24 11/ 2005 - Informações Obrigatórias - LOTE	Conforme / Parcialmente conforme / Não conforme
IN 22 DE 24 DE 11/ 2005 - Informações Obrigatórias - PRAZO DE VALIDADE	Conforme / Parcialmente conforme / Não conforme

Para acessar o *Checklist* completo do leite em pó (https://forms.gle/t9hAh3gPEyidpKKJ9).

APÊNDICE B

Checklist do Composto lácteo	
AVALIAÇÃO GERAL	
Questão	**Resposta**
LOCAL DE VENDA / BAIRRO / CIDADE	*
MARCA DO PRODUTO	*
PREÇO	*
PREÇO	Mais caro / Mais barato que o leite em pó
DISPOSIÇÃO NA PRATELEIRA	*
DISPOSIÇÃO NA PRATELEIRA	Próximo/ Distante do leite em pó
DESCRIÇÃO DO DISIGNER DA ROTULAGEM	Semelhante ao / diferente do leite em pó
FÁCIL DE CONFUNDIR O CONSUMIDOR?	Sim / Não
FÁCIL DE CONFUNDIR O CONSUMIDOR? DESCREVA O QUE CONFUNDE	*
RÓTULO É RESISTENTE?	Sim / Não
RÓTULO É RESISTENTE? SE NÃO, DESCREVER AVARIAS	*
QUAL É O TIPO DE SELO?	SIE / SIM / SIF
ADITIVOS PRESENTES	*
AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM CONFORME AS LEGISLAÇÕES DE COMPOSTO LÁCTEO E ROTULAGEM (Parcial)	
IN Nº 22, DE 24 11/ 2005; IN Nº 28, DE 12 DE JUNHO DE 2007 - Rotulagem Gordura vegetal	Conforme / Parcialmente conforme / Não conforme
IN Nº 28, DE 12 06/ 2007 - Rotulagem - CONTÉM SORO DE LEITE	Conforme / Parcialmente conforme / Não conforme
RDC Nº 727, DE 1° 07/ 2022 - CAP II PRINCÍPIOS GERAIS PARA ROTULAGEM DOS ALIMENTOS EMBALADOS	Conforme / Parcialmente conforme / Não conforme
RDC Nº 727, DE 1° 7/ 2022 - Denominação de venda	Conforme / Parcialmente conforme / Não conforme

Para acessar o *Checklist* do composto lácteo (https://forms.gle/y8UrqaKnCnHv1VbP6)

CLASA

2ª EDIÇÃO

Microbiologia de alimentos e análise sensorial

Patrocinador diamante

TÜVNORD

Patrocinador do E-book

envirolyte® BRASIL

Capítulo 15
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-15

INFLUÊNCIA DA MICROBIOTA NA CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL DE PRODUTOS LÁCTEOS

Gabrielle Venâncio Muniz Souza*; Maria Fernanda Neto Campos; Julio Ribeiro Lopes; Rafaela Assis Machado; Emília Maricato Pedro dos Santos

**Autor correspondente (Corresponding author) – gabrielle.venancio@estudante.ufjf.br*

Resumo: Os produtos lácteos desempenham um papel essencial na alimentação e na economia, sendo a sua qualidade sensorial e segurança impactadas por fatores microbiológicos intrínsecos e extrínsecos. Diante disso, este estudo objetivou analisar a influência da microbiota na qualidade sensorial de produtos lácteos, considerando sua composição, interações microbianas e fatores externos que afetam as características sensoriais do produto. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática da literatura em bases de dados científicas e em legislações brasileiras, selecionando 36 trabalhos que abordam a relação entre microbiota e qualidade sensorial. Os resultados indicaram que bactérias ácido láticas, bolores e leveduras atuam na fermentação, formando compostos voláteis e estruturais que determinam as características finais dos produtos. A maturação de queijos envolve processos metabólicos que influenciam na complexidade sensorial, enquanto culturas starter melhoram a segurança e estabilidade dos lácteos. A incorporação de microrganismos, por sua vez, potencializa a formação de compostos desejáveis, como diacetil e acetoína, responsáveis pelo perfil aromático, além de, em alguns casos, com a adição de culturas específicas, permitir a produção de alimentos funcionais. No entanto, desafios como a presença de bacteriófagos e a formação de *off-flavors* podem comprometer a qualidade sensorial. Além disso, fatores externos, como qualidade da matéria-prima, processamento e armazenamento, desempenham um papel crucial na composição microbiana e no desenvolvimento de perfis sensoriais desejáveis. Assim, conclui-se que o controle da microbiota e o aprimoramento das técnicas de fermentação são fundamentais para a padronização e inovação dos produtos lácteos, garantindo qualidade, segurança e aceitação pelo consumidor.

Palavras–chave: bactérias ácido láticas; fermentação; indústria de laticínios; probióticos; qualidade dos alimentos

Abstract: Dairy products play an essential role in both nutrition and the economy, with their sensory quality and safety being impacted by intrinsic and extrinsic microbiological factors. In this context, this study aimed to analyze the influence of microbiota on the sensory quality of dairy products, considering its composition, microbial interactions, and external factors that affect the sensory characteristics of the product. To achieve this, a

systematic literature review was conducted using scientific databases and Brazilian legislation, selecting 36 studies that address the relationship between microbiota and sensory quality. The results indicated that lactic acid bacteria, molds, and yeasts are involved in fermentation, forming volatile and structural compounds that determine the final characteristics of the products. Cheese ripening involves metabolic processes that influence sensory complexity, while starter cultures improve the safety and stability of dairy products. The incorporation of microorganisms enhances the formation of desirable compounds such as diacetyl and acetoin, which are responsible for the aromatic profile, and, in some cases, with the addition of specific cultures, allows the production of functional foods. However, challenges such as the presence of bacteriophages and the formation of off-flavors can compromise sensory quality. Additionally, external factors such as raw material quality, processing, and storage play a crucial role in microbial composition and the development of desirable sensory profiles. Thus, it is concluded that controlling microbiota and improving fermentation techniques are fundamental for the standardization and innovation of dairy products, ensuring quality, safety, and consumer acceptance.

Keywords: *dairy industry; fermentation; food quality; lactic acid bacteria*; *probiotics*

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a sexta posição entre os maiores produtores de leite do mundo, com uma taxa de crescimento anual de 4 % (1), o que denota a relevância da indústria láctea para a economia nacional, contribuindo para a geração de emprego e renda no campo, bem como agente fortalecedor da segurança alimentar. Aliado a isso, a composição nutricional do leite, rica em proteínas de alta qualidade e nutrientes essenciais, fatores extremamente benéficos para a saúde do consumidor, impulsiona investimentos que envolvem a garantia da qualidade e segurança do produto, além da ampliação do mercado consumidor (2).

De maneira geral, os produtos lácteos contêm diversas culturas microbianas, como bactérias ácido láticas (BAL), fungos e leveduras, que influenciam diretamente no processo de fermentação, segurança e na qualidade sensorial do alimento. Fatores como matéria-prima, processamento e condições ambientais também influenciam na composição microbiana do leite e derivados, podendo favorecer o crescimento e a multiplicação de microrganismos benéficos ou, em casos adversos, causar contaminação com microrganismos indesejáveis, sejam eles deteriorantes ou patogênicos (3).

Nos queijos artesanais, a microbiota regional desempenha um papel essencial na definição de sabor, aroma e textura. Elementos como o clima, a alimentação dos animais

e as práticas de produção locais contribuem para a diversidade microbiana, resultando em alimentos que preservam a identidade regional, formando a característica *terroir* do produto (4).

A qualidade sensorial dos produtos lácteos é definida por uma série de atributos, dentre os quais aparência, aroma, sabor e textura demonstram-se essenciais para a aceitação do consumidor. A preferência do consumidor por produtos lácteos está diretamente ligada à consistência e previsibilidade da experiência sensorial, de modo que, produtos que mantêm um perfil sensorial padronizado, ou seja, independente do lote as características são as mesmas, apresentam melhor aceitação no mercado. Estratégias como a utilização de culturas bacterianas selecionadas, controle de processos fermentativos e inovação em embalagens têm sido fundamentais para garantir a qualidade sensorial e a competitividade dos laticínios no setor alimentar (5, 6).

Enquanto matéria-prima para a fabricação de produtos lácteos, o leite cru apresenta uma microbiota diversificada, sofrendo influência de fatores nutricionais e genéticos dos animais. Já nos produtos lácteos fermentados, a microbiota desempenha um papel crucial na formação do sabor, modulando compostos voláteis, como ácidos, ésteres e outros compostos essenciais para o estabelecimento das características sensoriais dos produtos. No entanto, é durante a fermentação que os microrganismos selecionados realizam a quebra da lactose e a produção de ácido láctico, processos essenciais para o desenvolvimento do perfil sensorial final do produto (7).

Novas tecnologias têm contribuído para tornar os produtos lácteos mais seguros, identificando com mais rapidez os microrganismos que podem causar contaminação ou alterar seu sabor e qualidade. Em contrapartida, os métodos tradicionais nem sempre são capazes de identificar problemas, como a resistência das bactérias aos antimicrobianos ou a capacidade de formar biofilmes, que dificultam a eliminação de microrganismos indesejados. Com ferramentas mais modernas, como avaliação genômica e análises avançadas como reação em cadeia da polimerase digital (PCR digital) e PCR quantitativa em tempo real (qPCR), que oferecem alta precisão na detecção de patógenos e genes de resistência bacteriana aos antimicrobianos, é possível prever riscos e agir antes que eles comprometam a segurança do alimento (8).

Sob essa perspectiva, o objetivo do presente trabalho foi analisar a influência da microbiota na qualidade sensorial de produtos lácteos, considerando tanto a microbiota presente na matéria-prima quanto os microrganismos adicionados intencionalmente durante o processamento. A pesquisa abrange ainda a análise da composição microbiana, suas interações e o impacto de fatores externos no desenvolvimento de características sensoriais como sabor, aroma, textura e aparência.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho configura-se como uma revisão de literatura integrativa que versa sobre a influência da microbiota na característica sensorial dos produtos lácteos.

Para tanto, foi realizada uma busca sistematizada das informações nas bases de dados *National Library of Medicine* (Pubmed), *ScienceDirect* e Portal de Periódicos CAPES/MEC, utilizando-se os descritores *"bacteriophages", "cheese", "composition", "consumer preferences", "dairy products", "fermentation", "flavor", "geographical influence", "lactic acid bacteria", "microbial diversity", "milk", "probiotic", "sensory quality", "spoilage", "starter cultures", "technology", "texture"*. Na busca por publicações foi utilizado o operador lógico *"and"*, de modo a combinar os descritores utilizados e o cruzamento de dados.

As informações foram coletadas em março de 2025 e priorizou-se a seleção de estudos publicados em língua inglesa e em língua portuguesa no período de 2018 a 2025. Os trabalhos passaram por uma análise, na qual foram selecionados aqueles que continham os descritores no título, bem como em suas palavras-chave, excluindo-se, os trabalhos com data de publicação anterior ao período de busca estipulado assim como os duplicados e, ainda, cartas ao editor, monografias, teses e dissertações. Obteve-se, aproximadamente, 30.000 publicações, elegendo-se 36 referências para leitura e discussão do tema. As informações obtidas foram organizadas e sintetizadas na forma deste capítulo de livro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fatores que influenciam a microbiota do leite

A composição microbiana do leite é influenciada por fatores como higiene da ordenha, sazonalidade, qualidade da água, nutrição e saúde do animal. Além disso, processos como pasteurização e fermentação controlada afetam a atividade microbiana da matéria-prima, garantindo estabilidade e segurança ao produto final. O armazenamento adequado também desempenha um papel crucial, pois a continuidade da fermentação pode modificar o sabor e a textura ao longo do tempo (9).

Dada a influência da microbiota sobre a qualidade do leite, torna-se essencial a adoção de procedimentos e parâmetros que assegurem padrões rigorosos de segurança e composição, conforme os estabelecidos pelas Instruções Normativas nº 76 e nº 77 de 2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (10, 11). Nesse contexto, análises como a contagem de células somáticas (CCS) são fundamentais, uma vez que inflamações na glândula mamária podem induzir alterações físico-químicas e sensoriais no leite. Além disso, a contagem padrão em placas (CPP) é um indicador crucial do grau de contaminação microbiológica ao longo da cadeia produtiva, afetando diretamente a estabilidade do produto e a degradação de seus componentes essenciais, como lactose, proteínas e gorduras (12).

Avanços na seleção de microrganismos e inovação no setor

Culturas *starters* (iniciadoras) são utilizadas na indústria de laticínios para fornecer segurança e alta qualidade aos produtos, desempenhando um papel essencial na

fermentação. As BAL, por exemplo, são amplamente empregadas na indústria devido a sua capacidade de fermentar carboidratos e produzir ácido láctico, o que acidifica o meio e inibe a multiplicação de microrganismos patogênicos e deteriorantes. Além disso, também promove aumento do tempo de conservação do alimento e a sua segurança e, ainda, modifica as propriedades sensoriais dos produtos (13).

A acidificação promovida pela fermentação das BAL exerce um impacto significativo na estrutura dos produtos lácteos. O ponto isoelétrico da caseína, que ocorre quando o pH atinge aproximadamente 4,6, é o momento em que as micelas perdem sua carga superficial, promovendo a coagulação proteica, essencial para a formação da textura característica de iogurtes e queijos frescos (14). Caso esse pH não seja atingido, a coagulação será inadequada e, até mesmo, insuficiente, resultando em produtos com baixa viscosidade e ocorrência de separação de fases. Por outro lado, uma acidificação excessiva pode comprometer a textura, tornando-a excessivamente firme ou quebradiça, além de conferir um sabor muito ácido, reduzindo a aceitação sensorial do produto (15).

Os microrganismos para a fermentação, em muitos casos, são de origem nativa, ou seja, são isolados do próprio ambiente de produção ou de produtos fermentados tradicionais. A escolha dos microrganismos está relacionada a sua melhor adaptação às condições ambientais locais, o que favorece o direcionamento eficiente da fermentação e a exclusão da microbiota indesejável. As BAL competem por nutrientes, produzem substâncias inibidoras, como ácidos orgânicos e bacteriocinas, e promovem sinergia entre espécies, resultando em perfis sensoriais distintos e na melhoria das características como viscosidade e capacidade de coagulação (16).

Embora algumas culturas *starters* possam incluir microrganismos com propriedades funcionais, é fundamental diferenciar microrganismos cuja ação ocorre no alimento daqueles cuja funcionalidade está associada ao organismo do consumidor. Os microrganismos adicionados com a finalidade de promover a fermentação são classificados como aditivos alimentares, uma vez que a sua função está restrita ao processamento. Por outro lado, os probióticos são definidos como microrganismos vivos que, quando consumidos em quantidades adequadas, oferecem benefícios à saúde, sendo regulamentados por legislações específicas, como a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 843/2024 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (17).

A incorporação de probióticos em produtos lácteos tem sido estudada como estratégia para agregar valor funcional. Um exemplo disso é a aplicação de *Lactobacillus acidophilus*, *Lacticaseibacillus rhamnosus* e *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* em sorvete de iogurte. Após digestão *in vitro*, estes microrganismos demonstraram potencial para auxiliar na homeostase intestinal e na redução da hiperglicemia pós-prandial, evidenciando a viabilidade de produtos lácteos como veículos para probióticos (18).

Maturação de queijos e desenvolvimento de aromas

Em relação aos queijos, o processo de maturação ocorre em dois estádios, sendo estes o primário e o secundário. No metabolismo primário ocorre as transformações de carboidratos, hidrólise de proteínas e degradação de gordura, enquanto o metabolismo secundário é responsável pela formação de compostos aromáticos específicos que determinam a variedade do queijo e suas características sensoriais. A introdução de leveduras na produção de queijos, como aqueles duros, semi-duro, macios e azuis, (19) pode auxiliar na produção de metabólitos secundários, estando estes diretamente relacionados com as características aromáticas do queijo, variando amplamente as suas características sensoriais, por exemplo, com aromas frutados, picantes e amadeirados (20).

Avaliando de forma prática a influência da microbiota, Tondhoush et al. (21) analisaram como diferentes proporções de bactérias utilizadas no processo fermentativo influenciam a textura e o sabor do queijo branco ultrafiltrado ao longo de 90 dias de maturação. Descobriu-se que a maior quantidade de *Lactobacillus helveticus* intensificou a proteólise e a lipólise, resultando em um queijo mais ácido e com uma maior degradação de proteínas e gorduras, afetando sua estrutura. Estes queijos apresentaram uma textura menos firme e mais macia, além de uma estrutura interna mais aberta, associada a degradação proteica e a menor compactação da matriz de caseína, modificando a retenção de umidade. Do ponto de vista sensorial, os queijos com maior quantidade de *Lactobacillus helveticus* apresentaram sabores e aromas mais intensos, no entanto, ao combinar este microrganismo com bactérias fermentadoras tradicionais em proporções equilibradas, foi possível melhorar tanto a textura quanto o sabor do queijo.

Microbiota e qualidade sensorial dos lácteos fermentados

Nos produtos lácteos fermentados, a microbiota presente desempenha um papel essencial na formação de sabor, aroma e textura. A depender das culturas iniciadoras e do método de fermentação, estes produtos podem ser classificados em quatro categorias: moderadamente ácidos, com aroma agradável associado ao composto diacetil; ácidos; muito ácidos, devido à alta produção de ácido lático; e probióticos quando enriquecidos com microrganismos que promovem algum benefício à saúde (22).

Entre as culturas iniciadoras mais utilizadas, *Lactococcus lactis* subsp*, lactis* destaca-se pelo seu potencial na formação de perfis sensoriais desejáveis. De acordo com Li et al. (23), esta bactéria pode atuar em sinergia com outras BAL, como *Streptococcus thermophilus*, contribuindo significativamente para a melhoria da textura e estabilidade dos produtos fermentados. Além disso, microrganismos, tanto adicionados quanto naturalmente presentes no leite, desempenham papéis distintos na formação das características sensoriais. A exemplo disso, *Lactococcus lactis* e *Streptococcus thermophilus* são amplamente empregados na fermentação, sendo responsáveis pela

produção de ácido lático, o que resulta em maior acidez e favorece a preservação do produto. Por sua vez, *Lactobacillus helveticus* pode intensificar as notas umami em queijos maturados, devido a sua capacidade de liberar aminoácidos durante a fermentação (24).

As interações microbianas exercem uma influência direta e significativa sobre a qualidade sensorial dos produtos lácteos e podem ser classificadas em dois tipos principais, sendo estes a competição e a sinergia. Na interação por competição, a microbiota natural do leite pode competir com as culturas *starters* adicionadas, o que pode afetar a predominância de compostos aromáticos e a eficiência da fermentação. Essa interação pode resultar na formação de compostos indesejáveis ou na necessidade de ajustes no processo para garantir um perfil sensorial estável (25). Em contrapartida, na sinergia, diferentes microrganismos podem atuar em conjunto de maneira complementar, potencializando a produção de compostos que aprimoram sabor, textura e aroma do produto. Um exemplo disso é a sinergia entre *Lactobacillus helveticus* na maturação de queijos, em que a ação proteolítica intensa resulta na liberação de aminoácidos livres, intensificando o sabor do queijo (24).

Assim, entende-se que a qualidade sensorial dos produtos lácteos não é determinada exclusivamente pelas culturas *starters* adicionadas, mas também por fatores externos, como a composição e a qualidade da matéria-prima. A interação entre a microbiota natural do leite e os microrganismos adicionados desempenha um papel fundamental na formação das características finais do produto, que afeta desde o desenvolvimento de aromas e sabores até a textura e estabilidade (26).

Efeitos benéficos e adversos da microbiota na qualidade sensorial dos produtos lácteos

A sinergia observada durante a produção do kefir exerce um impacto substancial para a caracterização sensorial do produto. A interação entre diferentes bactérias e leveduras resulta na formação de uma variedade de compostos aromáticos, contribuindo para a formação de um perfil de sabor complexo e distinto. Algumas dessas bactérias produzem exopolissacarídeos, os quais influenciam na textura, enquanto as leveduras desempenham um papel importante na carbonatação e na sensação do alimento na boca, resultando em uma bebida agradável (27).

Dan et al. (28) investigaram a incorporação de *Lactobacillus plantarum P-8* como bactéria probiótica, observando resultados satisfatórios em relação às características sensoriais dos produtos. Tal microrganismo exerceu influência direta na formação de compostos aromáticos, como ácidos orgânicos, aldeídos e cetonas, os quais contribuíram para um incremento no sabor e aroma ao leite fermentado, além de promover uma maior estabilidade de armazenamento.

Porém, a utilização de culturas iniciadoras em produtos lácteos também pode apresentar desafios significativos. Os bacteriófagos, por exemplo, são vírus que infectam

e se replicam dentro das bactérias, representando uma ameaça à fermentação, pois podem reduzir a viabilidade das culturas iniciadoras, resultando em fermentação lenta e defeitos sensoriais nos produtos lácteos. Tais defeitos incluem a acidificação insuficiente, alterações de textura e desenvolvimento de sabores indesejáveis (29).

Outro desafio recorrente na indústria de laticínios, é o desenvolvimento de *off-flavors*, ou seja, sabores e aromas indesejáveis que comprometem a aceitação do produto. Estes defeitos sensoriais podem ser originados a partir de contaminações bacterianas indesejáveis, degradação excessiva de lipídeos e proteínas, ou pelo crescimento descontrolado de determinadas bactérias lácticas. Como resultado, podem surgir notas sensoriais indesejáveis, como amargor, rancidez ou aromas sulfurosos, os quais afetam negativamente a qualidade bem como a aceitação do produto final. (30).

Aceitabilidade dos produtos lácteos e testes sensoriais

A aceitabilidade dos produtos lácteos depende de características sensoriais específicas de cada tipo de produto. No caso do iogurte, fatores como composição, fonte de proteína, textura, teor de gordura e açúcar influenciam diretamente a percepção do consumidor, que se correlaciona ainda, positivamente, com a viscosidade e maciez (31).

Com o aumento da exigência e atenção dos consumidores em relação à qualidade dos alimentos, torna-se essencial a realização de testes sensoriais, como testes afetivos, descritivos e de aceitação, antes do lançamento de novas formulações ou produtos. Estes testes permitem compreender o comportamento do consumidor e auxiliam a indústria na tomada de decisões estratégicas, garantindo que os produtos atendam às expectativas do mercado e aos critérios individuais de qualidade sensorial dos consumidores (32).

Ademais, as novas tendências do mercado consumidor também podem gerar influências sobre a formulação de produtos, principalmente em relação ao desenvolvimento de produtos mais saudáveis. Este movimento tem incentivado a seleção de culturas microbianas específicas para otimizar características sensoriais e alimentos funcionais. Estes são definidos como aqueles que, além de suas funções nutricionais básicas, oferecem benefícios à saúde, como a modulação da microbiota intestinal, fortalecimento do sistema imunológico e redução do risco de doenças crônicas (33).

Nesse contexto, ingredientes prebióticos, como inulina, frutooligossacarídeos e amidos resistentes, vêm sendo incorporados aos produtos lácteos a fim estimular seletivamente o crescimento de bactérias benéficas no intestino humano, atendendo à crescente demanda por produtos que promovam benefícios à saúde do consumidor (34). Além de influenciarem na textura e no sabor, estes avanços nas formulações de produtos lácteos têm sido impulsionados por estudos sobre culturas *starters*, que unem conhecimento tradicional e ciência para desenvolver produtos mais seguros e funcionais (35).

Novas abordagens na seleção de microrganismos, como a utilização de ferramentas multiômicas (metagenômica, proteômica e metabolômica) buscam

identificar cepas que, além de contribuir para a qualidade sensorial, também possam conferir benefícios à saúde, como a presença de compostos bioativos, por exemplo peptídeos com ação antioxidante, ácidos graxos e probióticos como exopolissacarídeos. Isso abre caminho para a criação de queijos e outros produtos lácteos fermentados com perfis sensoriais aprimorados e com potenciais efeitos positivos para o consumidor, alinhando inovação e qualidade no desenvolvimento de novos alimentos (36).

CONCLUSÕES

A microbiota exerce influência significativa na qualidade sensorial de produtos lácteos, desde a matéria-prima até o processamento. A escolha dos microrganismos a serem empregados na tecnologia de fabricação dos produtos permite, além de otimizar a qualidade sensorial, agregar benefícios à saúde do consumidor. Fatores como seleção de culturas e condições de fermentação devem ser controladas, garantindo produtos seguros, funcionais e alinhados às exigências do mercado.

REFERÊNCIAS

1. Carvalho LA, Novaes LP, Gomes AT, Miranda JEC, Ribeiro ACCL. Sistema de Produção de Leite (Zona da Mata Atlântica) [Internet]. 2023 [acesso em 2025 Mar 07]. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteZonadaMataAtlantica/importancia.html

2. Feng Y, Zhao Y, Liu J, Huang Z, Yang X, Qin P, et al. 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; 13:2165-2179.

3. Ferrocino I, Rantsiou K, Cocolin L. Investigating dairy microbiome: an opportunity to ensure quality, safety and typicity. Curr Opin Biotechnol. 2022;73:164-170.

4. Penna ALB, Gigante ML, Todorov SD. Artisanal brazilian cheeses-history, marketing, technological and microbiological aspects. Foods. 2021;10:1562-1582.

5. Junaid M, Inayat S, Gulzar N, Khalique A, Shahzad F, Irshad I, et al. Physical, chemical, microbial, and sensory evaluation and fatty acid profiling of value-added drinking yogurt (laban) under various storage conditions. J Dairy Sci. 2023;106:39-46.

6. Wang X, Wang L, Wei X, Xu C, Cavender G, Lin W, et al. Invited review: advances in yogurt development-microbiological safety, quality, functionality, sensory evaluation, and consumer perceptions across different dairy and plant-based alternative sources. J Dairy Sci. 2025;108:33-58.

7. McAuliffe O, Kilcawley KN, Stefanovic E. Symposium review: Genomic investigations of flavor formation by dairy microbiota. J Dairy Sci. 2019;102:909-922.

8. Joshi A, Bhardwaj D, Kaushik A, Juneja VK, Taneja P, Thakur S, et al. Advances in multi-omics based quantitative microbial risk assessment in the dairy sector: a semi-systematic review. Food Res Int. 2022;156:111323-111334.

9. Yuan H, Han S, Zhang S, Xue Y, Zhang Y, Lu H, et al. Microbial properties of raw milk throughout the year and their relationships to quality parameters. Foods. 2022; 11:3077-3087.

10. Brasil. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Dispõe sobre os 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. 26 nov 2018; Seção 1:9.

11. Brasil. Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018. Dispõe sobre 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. 26 nov 2018; Seção 1:10.

12. Leite Integral. Práticas essenciais para garantir a qualidade do leite [Internet]. 2024 [acesso em 2025 mar 28]. Disponível em: https://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/praticas-essenciais-para-garantir-qualidade-do-leite.

13. González FG, Delgado S, Ruiz L, Margolles A, Madiedo PR. Functional bacterial cultures for dairy applications: towards improving safety, quality, nutritional and health benefit aspects. J Appl Microbiol. 2022;133:212-229.

14. Hammam ARA, Kapoor R, Metzge LE. Manufacture of a novel cultured micellar casein concentrate ingredient for emulsifying salt-free process cheese products applications. J Dairy Sci. 2023;106:3137-3154.

15. Li H, Gao J, Chen W, Qian C, Wang Y, Wang J, et al. Lactic acid bacteria isolated from Kazakh traditional fermented milk products affect the fermentation characteristics and sensory qualities of yogurt. Food Sci Nutr. 2022;10:1451-1460.

16. Díez J G, Saraiva C. Use of starter cultures in foods from animal origin to improve their safety. Int J Environ Res Public Health. 2022;18:2544-2568.

17. Brasil. Resolução de Diretoria Colegiada RDC n° 843, de 22 de fevereiro de 2024. Dispõe sobre a regularização de alimentos e embalagens sob competência do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) destinados à oferta no território nacional. Diário Oficial da União. 22 fev 2024; Seção 1:109.

18. Talearngkul R, Sae-Tan S, Sirivarasai J. Effect of yogurt ice cream on the viability and antidiabetic potential of the probiotics *Lactobacillus acidophilus*, *Lacticaseibacillus rhamnosus*, and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* after *in vitro* digestion. Foods. 2023;12:4373.

19. Bintsis T. Yeasts in different types of cheese. AIMS Microbiol. 2021;7:447–470.

20. Zheng, X.; Shi, X.; Wang, B. A review on the general cheese processing technology, flavor biochemical pathways and the influence of yeasts in cheese. Frontiers Media. 2021;12:703284-703300.

21. Tondhoush A, Soltani M, Azarikia F, Homayouni-Rad A, Karami M. Fabrication of UF-white cheese: obtaining a different proteolysis rate, texture, and flavor via using combinations of mesophilic starter culture and *Lactobacillus helveticus*. Food Sci Nutr. 2023;12:328-339.

22. Okoniewski A, Dobrzyńska M, Kusyk P, Dziedzic K, Przysławski J, Drzymała-Czyż S. The role of fermented dairy products on gut microbiota composition. Fermentation. 2023;9:231-255.

23. Li W, Ren M, Duo L, Li J, Wang S, Sun Y, et al. Fermentation characteristics of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* isolated from naturally fermented dairy products and screening of potential starter isolates. Front Microbiol. 2020;11:1794-1805.

24. Sıçramaz H, Güven OT, Can A, Ayar A, Gül Y. Impact of different starter cultures and *Lactobacillus helveticus* on volatile components, chemical and sensory properties of pasta filata cheese. Curr Res Food Sci. 2022;5:1009-1016.

25. Montanari C, Barbieri F, Gardini F, Tabanelli G. Competition between starter cultures and wild microbial population in sausage fermentation: a case study regarding a typical italian salami (ventricina). Foods. 2022;10:2138-2151.

26. Zhang Y, Yu P, Tao F. Dynamic interplay between microbiota shifts and differential metabolites during dairy processing and storage. Molecule 2024;29:2745-2764.

27. Farag MA, Jomaa SA, El-Wahed AA, El-Seedi HR. The many faces of kefir fermented dairy products: quality characteristics, flavour chemistry, nutritional value, health benefits, and safety. Nutrients. 2020;12:346-368.

28. Dan T, Chen H, Li T, Tian J, Ren W, Zhang H, et al. Influence of *Lactobacillus plantarum* P-8 on fermented milk flavor and storage stability. Front Microbiol. 2019;9:3133-3146.

29. Połaska M, Sokołowska B. Bacteriophages-a new hope or a huge problem in the food industry. AIMS Microbiol. 2019;5:324-346.

30. Rodrigues RS, Machado SG, Nero LA. Spoilage microbial groups in dairy industry. Adv Food Nutr Res. 2025;113:519-561.

31. Gupta MK, Torrico DD, Ong L, Gras SL, Dunshea FR, Cottrell JJ. Plant and dairy-based yogurts: a comparison of consumer sensory acceptability linked to textural analysis. Foods. 2022;11:463-480.

32. Scherer GCRS, Martinazzo J, Duarte PF, Vanzo JA, Aimi D, Kilian J, et al. Avaliação de características sensoriais de bebidas lácteas sabor morango. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. 2021;76:1-11.

33. Lee SY, Lee DY, Mariano EJ, Yun SH, Lee J, Jinmo P, et.al. Study on the current research trends and future agenda in animal products: an Asian perspective. J Anim Sci. 2023; 65:1124-1150.

34. Rezende ESV, Lima GC, Naves, MMV. Dietary fibers as beneficial microbiota modulators: a proposed classification by prebiotic categories. Nutrition. 2021; 89:111217-111225.

35. Gänzle MG, Monnin L, Zheng J, Zhang L, Coton M, Sicard D, et al. Starter culture development and innovation for novel fermented foods. Annu Rev Food Sci Technol. 2024;15:211-239.

36. Maná M, Han G, Seo JS, Inmyoung P. Evolution of food fermentation processes and the use of multi-omics in deciphering the roles of the microbiota. Foods. 2021;10:286-304.

Capítulo 16
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-16

INTENÇÃO DE COMPRA DE PÃES PROBIÓTICOS ADICIONADOS DE FARINHA DE ORA-PRO-NOBIS: UMA ALTERNATIVA FUNCIONAL E SUSTENTÁVEL

Déborah Tavares Alves[1,2]; Maurílio Lopes Martins[2]; André Narvaes da Rocha Campos[2]; Simone Vilela Talma[3]; Taline Amorim Santos[2]; Eliane Maurício Furtado Martins[2]*

**Eliane Maurício Furtado Martins – Email: eliane.martins@ifsudestemg.edu.br*

[1] Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Instituto de Laticínios Cândido Tostes (EPAMIG ILCT).

[2] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba (IF Sudeste MG).

[3] Instituto Federal de Sergipe - Campus Glória (IFS).

Resumo: O presente estudo teve como objetivo identificar as motivações que impulsionam o consumo de pães funcionais e os benefícios mais valorizados pelos consumidores em relação a pães contendo probióticos e farinha de Ora-pro-nobis. Para isso, um questionário online foi aplicado a 327 consumidores brasileiros. A maioria dos participantes era do gênero feminino e consumia pão diariamente. Entre os principais fatores de escolha dos pães contendo probióticos e farinha de Ora-pro-nobis destacaram-se a saúde, o controle de peso, o apelo sensorial e a preferência por ingredientes naturais. O preço justo também foi identificado como fator decisivo para a compra, apesar do interesse em produtos funcionais. Os dados indicam que consumidores estão dispostos a investir em alimentos com benefícios comprovados à saúde, contanto que mantenham preços acessíveis. O desenvolvimento de pães com farinha de Ora-pro-nobis e probióticos mostrou ser uma alternativa viável, com aceitação potencial entre os consumidores. A combinação desses ingredientes pode proporcionar benefícios nutricionais, como aporte de proteínas, fibras, minerais, vitaminas, além daqueles provenientes dos probióticos, com possíveis impactos positivos na saúde intestinal. Conclui-se que os pães contendo probióticos e farinha de Ora-pro-nobis representam uma opção funcional promissora e sustentável para o mercado de panificação.

Palavras–chave: *Pereskia aculeata* Miller*; Bacillus clausii;* estudo com consumidor; panificação funcional.

Abstract: This study aimed to identify the motivations that promote the consumption of functional breads and the benefits most valued by consumers in relation to breads containing probiotics and Ora-pro-nobis flour. To this end, an online questionnaire was administered to 327 Brazilian consumers. Most of the participants were female and consumed bread daily. Among the main factors for choosing breads containing probiotics

and Ora-pro-nobis flour, health, weight control, sensory appeal and preference for natural ingredients stood out. Fair price was also identified as a decisive factor for purchase, despite the interest in functional products. The data indicate that consumers are willing to invest in foods with proven health benefits, as long as they remain affordable. The development of breads with Ora-pro-nobis flour and probiotics proved to be a viable alternative, with potential acceptance among consumers. The combination of these ingredients can provide nutritional benefits, such as protein, fiber, minerals, vitamins, in addition to those from probiotics, with possible positive impacts on intestinal health. It is concluded that breads containing probiotics and Ora-pro-nobis flour represent a promising and sustainable functional option for the bakery market.

Keywords: *Pereskia aculeata* Miller; *Bacillus clausii*; consumer research; functional baking.

INTRODUÇÃO

É crescente a demanda dos consumidores por alimentos funcionais, que promovam benefícios à saúde, o que tem levado a indústria alimentícia a buscar novas opções que atendam à essa demanda do mercado, combinando, assim, diversos ingredientes e fortificando os alimentos (1). Buscando atender a essa nova demanda, as plantas alimentícias não convencionais (PANCs) ganham cada dia mais destaque e visibilidade por seu potencial suprimento para a cadeia produtiva, estando associadas a melhorias na qualidade da nutrição da população, em especial nos países em desenvolvimento (2). As PANCs podem apresentar propriedades funcionais que variam de acordo com a espécie, bem como os teores de sais minerais, vitaminas, fibras, carboidratos e proteínas (3,4).

O Brasil possui uma extensa biodiversidade de plantas ricas em nutrientes e, entre essas, diversas espécies de PANCs, como Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller), apelidada de “carne dos pobres” devido ao seu elevado teor de proteínas (3), chama atenção. Esta planta pode ser considerada um alimento funcional, uma vez que suas folhas apresentam cerca de 26% p/p de valor proteico (5). Sua composição também apresenta teor significativo de fibra alimentar total e importantes teores de minerais, como cálcio, magnésio, manganês, ferro e zinco, vitaminas A e C e ácido fólico, que podem gerar diversos benefícios à saúde, como efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios (6).

Ainda no contexto de funcionalidade, os probióticos, que são microrganismos vivos que quando administrados em quantidades adequadas conferem benefícios à saúde do hospedeiro, podem apresentar alegações de propriedades funcionais (7). Diversos estudos evidenciam que indivíduos que consomem regularmente probióticos podem ter melhorias na saúde como um todo. Assim, a crescente busca por alimentos funcionais impulsionou pesquisas industriais e o desenvolvimento de novos produtos (8). Usualmente, alimentos probióticos são encontrados na forma de produtos lácteos, no

entanto, há um crescente interesse no desenvolvimento de produtos probióticos advindos de outros grupos alimentares, como os pães, que devido ao seu alto consumo diário em todo o mundo, pode ser considerado um interessante veículo carreador desses microrganismos (9).

Na indústria de alimentos os probióticos pertencentes aos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* são os principais utilizados, entretanto, devido às elevadas temperaturas empregadas na fabricação de pães, os probióticos usuais não são capazes de resistir e, assim, aqueles capazes de formar esporos se mostram como uma alternativa para o desenvolvimento de pães probióticos, por resistirem ao assamento (10), como é o caso de *Bacillus clausii.* Aliado a isso, a adição de vegetais em pães, pode ser uma alternativa para agregar valor nutricional e funcional, aumentando o consumo diário desse grupo de alimentos.

Do ponto de vista do consumidor, a natureza de suas escolhas e a intenção de compra é complexa e multifatorial, envolvendo não só os benefícios de saúde, mas também estilo de vida e aspectos sociais e demográficos. O comportamento do consumidor é um processo contínuo, não se restringindo ao instante em que ele realiza o processo de compra (11,12). Assim, para que um novo produto ou tecnologia seja aceito no mercado, a avaliação comportamental do público-alvo é indispensável (13). É importante conhecer o consumidor, entender o seu comportamento na tomada de decisão sobre a compra de alimentos e os fatores que determinam o que, quando, de quem e onde comprá-los (14). Diante desse cenário, a presente pesquisa teve como objetivo identificar as principais motivações que impulsionam o consumo e os benefícios mais valorizados pelos consumidores em relação a pães contendo probióticos e farinha de Ora-pro-nobis.

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar a percepção do consumidor sobre produtos funcionais e pães probióticos adicionados de farinha de Ora-pro-nobis, que foram elaborados pela equipe em estudo prévio (15), foi aplicado um questionário *online* com 27 questões que abordavam as condições socioeconômicas dos participantes, consumo de pães e produtos "saudáveis", e fatores que influenciam a compra de pães contendo probióticos e farinha de Ora-pro-nobis. O questionário foi aplicado por meio do *Google Forms* e os resultados foram avaliados pela frequência de respostas para as questões de múltipla escolha, utilizando a ferramenta de tabelas dinâmicas do Microsoft Excel – Pacote Office 365 (Professional Plus/2019). As respostas foram desdobradas considerando o gênero dos respondentes a fim de entender se há maior preferência de alimentos funcionais por parte de homens ou mulheres e para qual gênero o fator funcionalidade tem maior impacto no momento de escolha de um alimento.

O questionário *online* foi divulgado nas redes sociais como *Whatsapp, Linkedin, Instagram, Facebook* e e-mail. A aplicação do questionário aconteceu durante o período de 60 dias, onde a principal dificuldade foi obter respondentes que concluíssem todas as

perguntas. Por mais que tenha sido amplamente divulgado nas redes sociais, muitas pessoas não respondiam por falta de tempo ou de interesse pelo assunto.

Antes de responder ao questionário, todos os participantes concordaram em participar da pesquisa e leram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) N° 51421321.5.0000.5588.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 327 participantes responderam ao questionário, sendo 251 do gênero feminino e 76 do gênero masculino. Nota-se que de todos os participantes, a maioria dos respondentes eram do público feminino, sugerindo um maior interesse das mulheres pelo assunto. Do total de respondentes, 40,28% tinha idade acima de 55 anos e a segunda maior faixa de idade foi de 25 a 34 anos (20,98 %) (Figura 1). Foi identificado que, no grupo masculino, quase metade dos participantes (48,68%) tinha idade superior a 55 anos. Em contraste, no grupo feminino, observou-se uma distribuição etária mais diversificada.

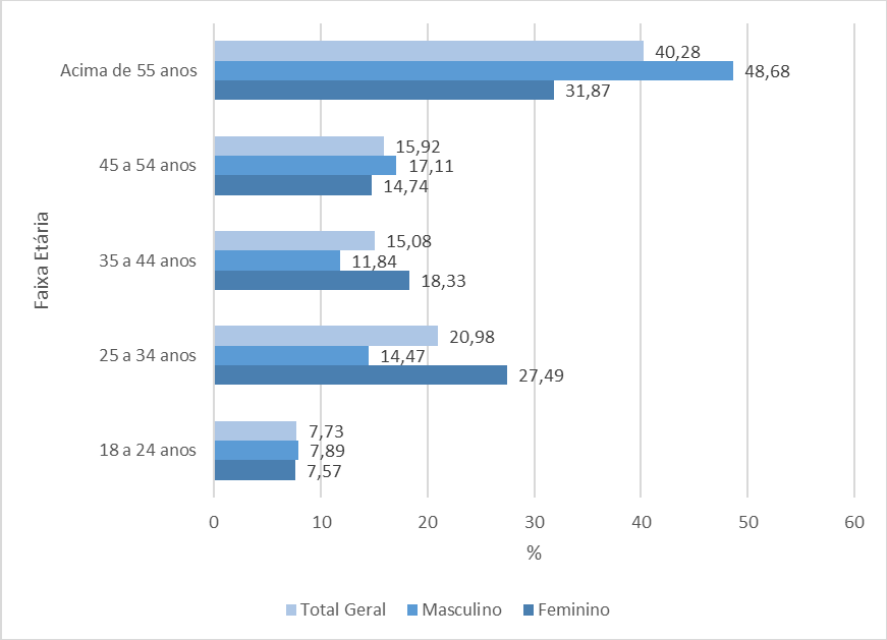


Figura 1. Distribuição etária dos entrevistados.

*Total Geral = Percentual do total de entrevistados.

Ao serem questionados sobre o hábito de consumir pão, 90,8% dos participantes responderam que consomem, sendo que mais da metade deles afirmaram consumir pães todos os dias (Tabela 1).

Tabela 1. Frequência do consumo de pães por parte dos consumidores.

Frequência de consumo	Número de participantes

Todos os dias	193 (59,02%)
Pelo menos 2x na semana	73 (22,32%)
Pelo menos 1x na semana	25 (7,64%)
Pelo menos 1x a cada 15 dias	12 (3,66%)
Pelos menos 1x no mês	3 (0,91%)
Raramente	13 (3,97%)
Não consumo	8 (2,44%)
Total	**327 (100%)**

Em pesquisas anteriores, Alves *et al*., 2024 (15) verificaram que dentre os consumidores de pães, do total de 327 respondentes avaliados, o público feminino consumia mais pães integrais ou com adição de diferentes farinhas e grãos (48%), enquanto o público masculino, tinha maior preferência pelo consumo de pão francês (53,9%). O pão é um alimento presente em quase todos os lares brasileiros e devido a praticidade e versatilidade que oferece ao consumidor, vem ganhando notoriedade nos últimos anos.

Segundo o Relatório de Indicadores de Mercado – Performance da Panificação 2024, realizado pela Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP), o setor de panificação faturou cerda de R$153,36 bilhões, representando R$14,82 bilhões a mais do que em 2023. O estudo também projetou que 47,5 milhões de pessoas visitam padarias brasileiras diariamente, representando 22,1% da população brasileira e que a média do fluxo de clientes aumentou em 4,57% em relação ao ano anterior. O relatório revela que embora o volume vendido de pão francês tenha aumentado, esse aumento foi aquém do esperado e seu consumo vem sendo substituído entre outros fatores, pela imagem de que ele não remete à saudabilidade (16).

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (ABIMAPI), o consumo de pães industrializados no Brasil aumentou em 6,8% no ano de 2024. A alta no consumo abre espaço para inovações no setor, e a ABIMAPI nota uma demanda crescente por pães com apelo mais saudável, como integrais e com ingredientes funcionais (17). Tais constatações estão de acordo com os resultados encontrados nesse estudo, onde quase todos os participantes alegaram ser consumidores de pães, sendo que quase 60% desses consomem pão diariamente, confirmando que a ideia de suplementar pães com probióticos e PANCs, pode atingir um alto número de consumidores.

Além dos hábitos de consumo de pães, foi perguntado aos participantes se eles tinham alguma doença (Figura 2) e qual era a percepção deles sobre a sua própria saúde (Figura 3).

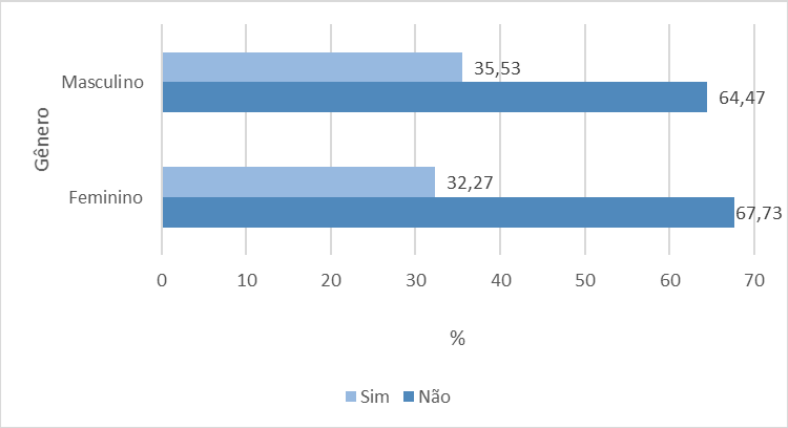


Figura 2. Percentual de entrevistados que indicaram possuir alguma doença.

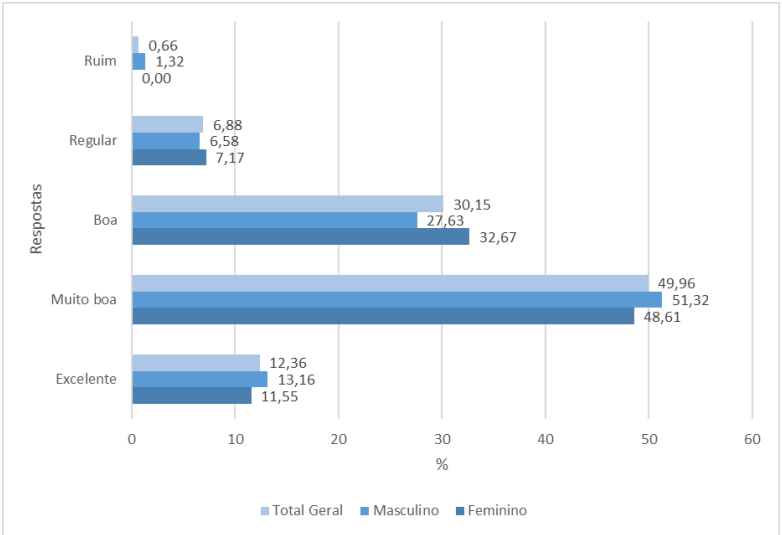
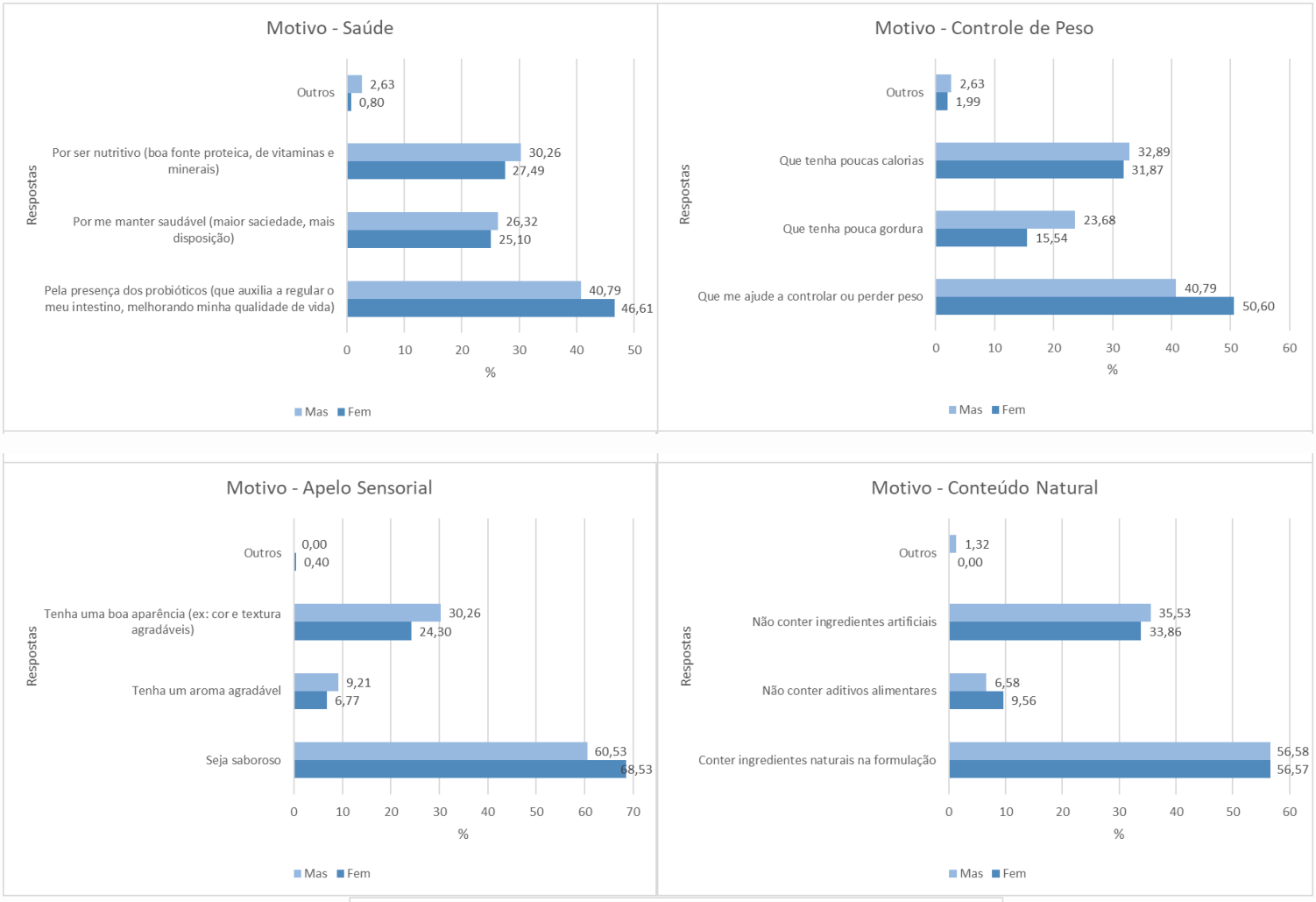


Figura 3. Percepção dos entrevistados sobre a própria saúde.

*Total Geral = Percentual do total de entrevistados.

Nota-se que em relação ao perfil de saúde, homens e mulheres apresentam perfil similar, sendo que a maioria de ambos os gêneros não possuía nenhuma doença (Figura 2). Sobre a percepção da própria saúde, de modo geral, as respostas de homens e mulheres participantes do estudo também foi similar (Figura 3). Quase metade dos respondentes (49,96 %) de ambos os sexos considerou ter uma saúde muito boa e apenas representantes do gênero masculino considerou ter a saúde ruim.

Algumas perguntas buscaram entender quais fatores os respondentes consideravam como motivos que influenciavam na escolha por pães adicionados de farinha de Ora-pro-nobis e probióticos. Os participantes foram convidados a selecionar, entre quatro opções, aquela que julgassem mais decisiva para a escolha por esse tipo de produto, considerando os seguintes fatores: saúde, controle de peso, apelo sensorial, conteúdo natural e preço (Figura 4).



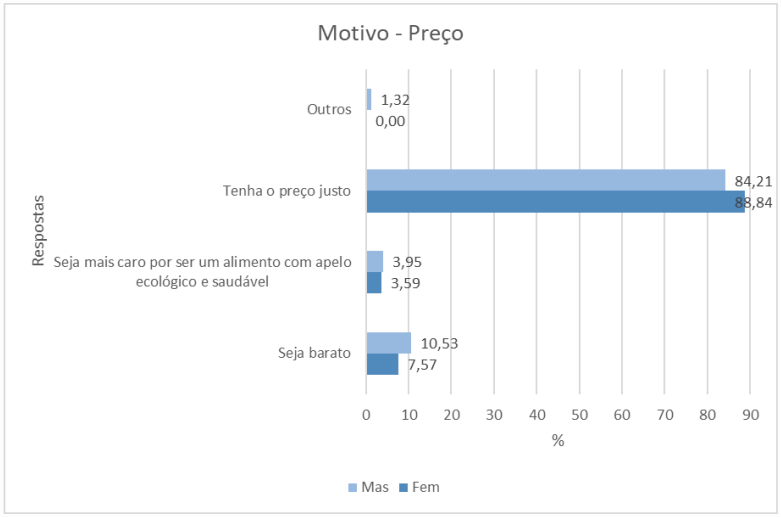


Figura 4. Motivos que influenciaram na escolha por pães adicionados de probióticos e farinha de Ora-pro-nobis.

Ao analisar o fator "saúde", quase metade das mulheres escolheriam o produto pela presença dos probióticos e os benefícios intestinais que eles podem ocasionar. Um percentual elevado de homens também marcou essa opção, porém, mais da metade dos homens se dividiu entre consumir o produto por ser nutritivo (30,26%) e por se manter saudável (26,32%). O microbioma intestinal tem uma relação direta com a saúde mental e o bem-estar e, intervenções com probióticos e prebióticos (como as fibras alimentares), que sejam capazes de modificar esse microbioma, podem melhorar sintomas psiquiátricos, incluindo depressão e ansiedade, redução nos níveis de estresse e melhora do humor em indivíduos saudáveis (18,19).

Com o crescente nível de estresse e/ou problemas de saúde mental na população em geral, alimentos fortificados com probióticos e vegetais, fontes de minerais, vitaminas e fibras, podem demostrar efeitos promissores na saúde mental de indivíduos saudáveis (20). Alves *et al*., 2024 (21), ao elaborarem pães com farinha de Ora-pro-nobis e *Bacillus clausii* verificaram que ao final de 4 dias de vida de prateleira, o produto apresentava 5,84 log UFC/g na fase entérica II simulada *in vitro*, que corresponde ao intestino grosso, e que o consumo de 40 g do pão (peso aproximado de um pão francês), ofereceria 7,44 log UFC ao consumidor, contagem essa dentro do mínimo (7,0 log UFC) para oferecer benefícios ao organismo.

Analisando o motivo "controle de peso", 50,60% das mulheres consumiriam pães contendo probióticos e farinha de Ora-pro-nobis por acreditar que seus benefícios poderiam contribuir na perda de peso. Para as mulheres, também foi importante que o produto apresentasse poucas calorias. Em relação aos homens, mais da metade se dividiu entre o quesito "ter poucas calorias" (31,87%) e "ter pouca gordura" (23,68%), mostrando que o fator controle de peso foi mais atrativo para o público feminino do que para o masculino. Estudos mostram que as mulheres são mais propensas do que os homens a

serem encorajadas a tentar perder peso, aumentar a prática de atividade física, reduzir a ingestão de calorias consumidas diariamente e a receber prescrições de medicamentos antiobesidade (22, 23, 24).

Em relação ao "apelo sensorial", a maior parte do público feminino e masculino achou mais relevante que o produto fosse saboroso, seguido de boa aparência, mostrando que o sabor deve estar aliado à funcionalidade e benefícios do produto para que seja atrativo ao consumidor. Ao elaborarem pães com folhas de Ora-pro-nobis e os submeterem à análise sensorial, Alves *et al,* 2021 (25) observaram que para o atributo sabor, 88% dos provadores classificaram ter gostado do produto e para os atributos aparência e cor, 71% dos provadores classificaram como "gostei muito", provavelmente por remeter um produto mais natural e saudável. Esses resultados corroboram com a ideia de que a adição de Ora-pro-nobis em pães pode ser bem aceita pelos consumidores.

Para o quesito "conteúdo natural" os resultados foram bem parecidos para homens e mulheres, onde mais da metade de ambos os sexos acharam relevante que o produto proposto contivesse em sua formulação ingredientes naturais, seguido de "não conter ingredientes artificiais", corroborando com as evidências já demonstradas nesse estudo de que os consumidores vêm buscando produtos com apelo da saudabilidade e que possuam em sua composição ingredientes naturais em detrimento aos artificiais. Por fim, analisando o motivo "preço", mais de 80% dos respondentes de ambos os sexos acharam mais relevante que o produto tivesse um preço justo.

Também foi solicitado aos respondentes que entre os cinco fatores citados anteriormente, eles enumerassem em ordem crescente de prioridade, os que julgavam mais decisivos para a escolha desse tipo de pão, sendo 1 = fator mais decisivo e 5 = fator menos decisivo. As médias dos resultados para essas perguntas se encontram na Figura 5.

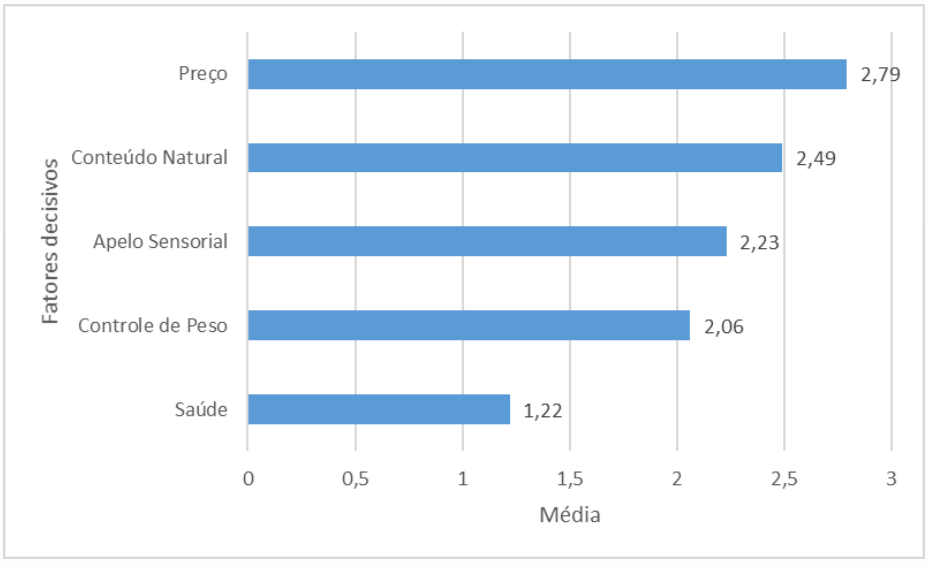


Figura 5. Média das notas atribuídas aos fatores decisivos na escolha de pães contendo probióticos e farinha de Ora-pro-nobis.

O comportamento do consumidor é entendido atualmente como algo que vai além da aquisição, incluindo também o consumo e o descarte do produto, tendo o consumidor poder sobre suas escolhas em relação a poluição ambiental gerada, recursos utilizados, entre outros (26). Analisando as médias dos fatores que os respondentes consideraram como mais decisivo na compra do produto proposto, nota-se que o preço foi o fator que mais impactou na escolha, seguido do conteúdo natural. Por mais que haja a tendência em saudabilidade nos produtos de panificação e por mais que os consumidores busquem cada vez mais produtos que tragam benefícios à saúde, o preço é um fator extremamente decisivo, comprovando que mesmo que o produto tenha benefícios comprovados para a saúde, se ele não apresentar um preço justo e acessível, o consumidor não fará uso dele.

CONCLUSÕES

A aplicação de um questionário para entender a intenção de compra de pães adicionados de farinha de Ora-pro-nobis e probiótico demonstrou ser uma estratégia eficaz para atender à crescente demanda por alimentos funcionais e saudáveis. A análise do perfil de consumo evidenciou que o pão, por sua ampla aceitação e consumo diário, é um veículo apropriado para a incorporação de ingredientes com propriedades nutricionais e funcionais.

Os resultados da pesquisa indicaram que fatores como benefícios à saúde, composição natural e preço justo são decisivos para a aceitação de novos produtos por parte dos consumidores. Além de fornecer aporte proteico, fibras e micronutrientes importantes, a associação de Ora-pro-nobis com probióticos pode potencializar efeitos positivos sobre a saúde intestinal e mental, alinhando-se às tendências de mercado voltadas à promoção da qualidade de vida.

Portanto, pães probióticos adicionados de farinha de Ora-pro-nobis representam uma alternativa viável, sustentável e com potencial de mercado para a indústria de panificação, contribuindo não apenas para diversificação de produtos, mas também para a inovação tecnológica no setor de alimentos funcionais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IF Sudeste MG campus Rio Pomba pela contribuição para a realização do trabalho e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelas bolsas concedidas nos projetos PPE-00066-22 e BIP-00011-23.

REFERÊNCIAS

1. Terefe, N.S. Recent developments in fermentation technology: Toward the next revolution in food production. Food Eng. Inn. Across the Food Sup. Chain. 2022.
2. Leal ML, Alves RP, Hanazaki, N. Knowledge, use, and disuse of unconventional food plants. J. Ethnobiol. Ethnomed. 2018;14:1-9.
3. Kinupp VF, Lorenzi H. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo: Plantarum; 2014.
4. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Hortaliças não-convencionais: (tradicionais). Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília: MAPA/ACS, 2010. Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/857646/1/Cartilha-Hortalicas-nao-convencionais.pdf>. Acesso em 12 abeil 2025.
5. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). RDC Nº 54, de 12 de Novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União. 12 nov 2012.
6. Soares LC, Castro de AB, Martins MV. Potencial antioxidante e valor nutricional das folhas da ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller): um estudo de revisão. Braz J Develop. 2022;8(1):6649-6659.
7. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BR). Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde. 2016. <Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegacoes>. Acesso em 16 de abril 2025.
8. Granato D, Barba FJ, Kovacevic DB, Lorenzo JM, Cruz AG, Putnik P. Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. Annual rev. of food sci. and tech. 2020;11:93–118.
9. Martins EMF, Benevenuto WCAN, Martins ADO, Benevenuto Júnior AA, Queiroz IC, Dias TMC. et al. New and trends in the development of functional foods: Probiotic dairy and non-dairy products. In: Gopi, S., Balakrishnan, P. Advances in Nutrac. and Func. Foods. Boca Raton:CRC press, 2022.
10. Silva N, Junqueira VCA, Silveira NFA, Taniwaki MH, Gomes RAR, Okazaki MM. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 5. ed. São Paulo: Bluncher; 2017.
11. Sorenson D, Bogue J. Concept optimization in innovation through conjoint analysis: A market-oriented approach to designing new functional beverages. J. of Int. Food and Agribusiness Marketing. 2007;19(2/3):53–75.
12. Solomon, M.R. O comportamento do consumidor: comprando, possuindo e sendo. 5. ed. Porto Alegre: Bookman; 2016.
13. Frewer LJ, Bergmann K, Brennan M, Lion R, Meertens R, Rowe G. Consumer response to novel agri-food technologies: Implications for predicting consumer acceptance of emerging food technologies. Trends in Food Sci. & Tech. 2011;22(8):442-456.
14. Bower JA, Saadat MA, Whitten C. Effect of liking, information and consumer characteristics on purchase intention and willingness to pay more for a fat spread with a proven health benefit. Food Quality and Pref. 2003;14:65–74.
15. Alves DT, Narvaes ARC, Martins ML, Talma SV, de Queiroz IC, Junior BR de CL, Martins, EMF. Perfil de Consumidores e Sua Percepção Sobre Pães Contendo Farinha de Ora-Pro-Nobis e Bactéria Probiótica. Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente. 2024;9(3):138–154.
16. Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP). Indicadores de mercado. Performance da panificação 2024. Disponível em

https://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2025/04/IDEAL_20-_20ENCARTE_20INDICADORES_20DE_20PERFORMANCE_202024_20BR.pdf. Acesso em 24 de abril de 2025.

17. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (Abimapi). Anuário 2025, Abimapi Directory, Disponível em: https://abimapi.rds.land/anuario-2025. Acesso em 24 de abril de 2025.
18. Berding K, Cryan JF. Microbiota-targeted interventions for mental health. Cur. opinion in psy. 2022;35(1):3-9.
19. Noonan S, Zaveri M, Macaninch E, Martyn K. Food & mood: a review of supplementary prebiotic and probiotic interventions in the treatment of anxiety and depression in adults. BMJ nut., prev. & health. 2020;3(2):351.
20. Zhang N, Zhang Y, Li M, Wang W, Liu Z, Xi C, et al. Efficacy of probiotics on stress in healthy volunteers: a systematic review and meta-analysis based on randomized controlled trials. Brain and Behavior. 2020;10(9):e01699.
21. Alves DT, Martins ML, de Queiroz IC, Talma SV, Junior BR de CL, Narvaes A. da RC, Martins EMF. Panes con harina de Ora-pro-nobis y *Bacillus clausii*: Caracterización y resistencia al tracto gastrointestinal in vitro. RECyT. 2024; 42(1):72-9.
22. Cooper AJ, Gupta SR, Moustafa AF, Chao AM. Sex/gender differences in obesity prevalence, comorbidities, and treatment. Curr. Obes. 2021;10:458-466.
23. Greaney ML, Cohen SA, Xu F, Ward-Ritacco CL, Riebe D. Healthcare provider counselling for weight management behaviours among adults with overweight or obesity: a cross-sectional analysis of National Health and Nutrition Examination Survey, 2011–2018. BMJ Open. 2020;10(11):e039295.
24. Thomas DD, Waring ME, Ameli O, Reisman JI, Vimalananda VG. Patient characteristics associated with receipt of prescription weight-management medications among veterans participating in MOVE!. Obesity. 2019:27(7):1168-1176.
25. Alves DT, Nascimento MH da S, Martins EMF. Pães enriquecidos com Ora-Pro-Nóbis: elaboração e avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. Braz. J. of Dev. 2021;7:12633-12646.
26. Cleveland M, Kalamas M, Laroche M. “It´s not easy being green”: exploring green creeds, green deeds, and internal environmental locus of control. Psy. & Mark. 2012;29(5):293–305.

Capítulo 17
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-17

ANÁLISE DO CENÁRIO NACIONAL DA SEGURANÇA MICROBIOLÓGICA DE PREPARAÇÕES JAPONESAS À BASE DE PESCADO CRU: REVISÃO DE LITERATURA

Mariana Camille de Melo Moura[1]–*; Juliana Vitória Silva de Araújo[2] ; Hilana Ceotto Vigoder[3]–

[1] Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos – IFRJ.

[2] Estudante do curso Técnico em Alimentos – IFRJ.

[3] Docente/pesquisadora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ.

Autor correspondente (Corresponding author) – E-mail: marianacmmoura@gmail.com

Resumo: O crescimento da popularidade da culinária japonesa no Brasil, especialmente dos pratos à base de peixe cru como *sushi* e sashimi, impulsionou a abertura de milhares de restaurantes especializados. Com isso, surgiram importantes preocupações relacionadas à segurança higiênico-sanitária desses alimentos, que, pela ausência de cocção, tornam-se potenciais veículos de patógenos alimentares. Este capítulo revisa a legislação brasileira vigente - em âmbitos federal e municipal - que regula os padrões microbiológicos e boas práticas para estabelecimentos que comercializam comida japonesa, destacando documentos como a RDC nº 216/2004, RDC nº 724/2022, IN nº 161/2022 e diversas portarias municipais específicas. Além disso, apresenta um panorama de estudos realizados no Brasil entre 2019 e 2024, evidenciando uma elevada frequência de não conformidades microbiológicas em preparações de *sushi* e *sashimi*, incluindo a detecção de micro-organismos como *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* e *Vibrio parahaemolyticus*. Os dados apresentam falhas nas práticas de manipulação, conservação e comercialização desses alimentos, ressaltando a necessidade de um rigoroso controle sanitário e da implementação de programas de capacitação contínua para manipuladores. Evidenciando assim, a importância de estudos contínuos para a avaliação da qualidade microbiológica desses produtos e a atualização constante das políticas públicas de vigilância sanitária, garantindo a proteção da saúde dos consumidores e a manutenção da confiança no mercado de comida japonesa no Brasil.

Palavras-chave: Comida japonesa; Segurança de alimentos; Pescado cru; Contaminação microbiológica; Boas práticas de manipulação

Abstract: The growing popularity of Japanese cuisine in Brazil, especially dishes based on raw fish such as sushi and sashimi, has driven the opening of thousands of specialized restaurants. Consequently, significant concerns have arisen regarding the hygienic-sanitary safety of these foods, which, due to the absence of cooking, can become potential vehicles for foodborne pathogens. The current Brazilian legislation - at both federal and municipal levels - regulating microbiological standards and good practices for establishments that sell Japanese food, highlighting documents such as RDC No. 216/2004, RDC No. 724/2022, IN No. 161/2022, and various specific municipal

ordinances. It also presents an overview of studies conducted in Brazil between 2019 and 2024, revealing a high frequency of microbiological non-conformities in sushi and sashimi preparations, including the detection of microorganisms such as *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Vibrio parahaemolyticus*. The data point to significant failures in handling, conservation, and commercialization practices, emphasizing the need for strict sanitary control and continuous training programs for food handlers. Thus, the importance of ongoing studies evaluating the microbiological quality of these products and the constant updating of public health policies is evident, ensuring consumer protection and maintaining confidence in the Japanese food market in Brazil.

Keywords: Japanese food; Food safety; Raw fish; Microbiological contamination; Good handling practices.

INTRODUÇÃO

O consumo de comida japonesa, especialmente aquela composta por preparações à base de peixe cru como *sushi* e *sashimi*, tem se tornado cada vez mais popular no Brasil. Esse crescimento tem impulsionado a expansão de restaurantes especializados, quiosques em supermercados e serviços do tipo *self-service* em diversas regiões do país. Dados de 2024 apontam a existência de aproximadamente 16,7 mil restaurantes que trabalham com a culinária japonesa no Brasil, representando 2,3% do mercado de restaurantes nacionais e que tem um faturamento de R$12,8 bilhões, com mais representatividade nas regiões Sudeste e Sul do país. Esses números refletem tanto a adaptação do mercado à crescente demanda quanto o interesse dos empreendedores no segmento (1). No entanto, a natureza dos alimentos comercializados, aliada à manipulação intensa e ausência de cocção, impõe desafios significativos no que diz respeito à segurança higiênico-sanitária desses locais.

De acordo com dados recentes de uma plataforma de comida por *delivery*, os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais são os que mais consomem *sushi* e outros pratos japoneses, o estado de São Paulo é responsável por 37% dos pedidos mensais de *sushi*, seguido por 12,7% do Rio de Janeiro e 6% de Minas Gerais. Seguindo pela região Sul, temos: Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Na região Nordeste temos: Pernambuco, Ceará e Bahia (2). O perfil dos consumidores é bastante diverso, com destaque para as faixas etárias entre 25 e 44 anos, que representam mais de 60% dos pedidos de comida japonesa (3). Esses consumidores buscam, além do sabor diferenciado, a experiência gastronômica única proporcionada pelos pratos japoneses. Essa faixa etária também está mais inclinada a gastar mais por refeição, com um gasto médio de R$101,66 entre janeiro e setembro de 2024 (4).

Alimentos de origem animal, quando consumidos crus ou mal-cozidos, representam riscos potenciais à saúde pública. O pescado é altamente perecível e pode servir como veículo para diversos agentes patogênicos, como *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* e *Vibrio parahaemolyticus*. A contaminação pode ocorrer em diversas etapas: durante a pesca, o transporte, o armazenamento, o preparo e a manipulação final nos estabelecimentos. Falhas em qualquer uma dessas fases pode comprometer a qualidade microbiológica do alimento e favorecer surtos de doenças de transmissão hídrica e alimentar (DTHA) (5).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 22 artigos entre os anos de 2019 e 2024 publicados nas bases de dados como Google Acadêmico, Periódicos CAPES, Plataforma SciELO e Science Direct, bem como homepages de revistas científicas, de blogs e dos Governos: Federal, Estadual e Municipal. Como descritores, em conjunto ou isolados, foram utilizados: "comida japonesa", "análise microbiológica", "*sushi* e *sashimi*" e "qualidade microbiológica comida japonesa" nas versões em português e inglês. Além de legislações nacionais que tratam sobre o tema.

1.1 Legislação

A segurança dos alimentos é regida por normativas que estabelecem critérios higiênico-sanitários para a produção e comercialização de alimentos.

- Legislações Federais

- Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 216/2004

A Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), estabelece o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Seu objetivo é garantir as condições higiênico-sanitárias dos alimentos preparados, visando à segurança dos alimentos e a saúde dos consumidores. plica-se a serviços de alimentação que realizam atividades como manipulação, preparação, fracionamento, armazenamento, distribuição, transporte, exposição à venda e entrega de alimentos preparados ao consumo (6).

- RDC nº 724/2022

A Resolução RDC nº 724, de 1º de julho de 2022, da Anvisa, dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação em toda a cadeia produtiva, consolidando e atualizando normas anteriores. Estabelece limites e critérios de conformidade para microrganismos patogênicos e indicadores em alimentos prontos para consumo, incluindo preparações à base de pescado cru (7).

- Instrução Normativa nº 161/2022

A IN nº 161, de 1º de julho de 2022, emitida pela Anvisa, estabelece os padrões microbiológicos para alimentos no Brasil. Essa norma é complementar à RDC nº 724/2022. Define os limites máximos permitidos para diversos micro-organismos patogênicos e indicadores de higiene em alimentos, incluindo os padrões microbiológicos para alimentos prontos para consumo contendo produtos de origem animal elaborados sem emprego de calor, consumidos crus (8).

21. ALIMENTOS PREPARADOS PRONTOS PARA CONSUMO					
Categorias especificas	**Microrganismo**	**n**	**c**	**m**	**M**
b) Alimentos preparados prontos para consumo contendo produtos de origem animal, elaborados sem emprego de calor, consumidos crus	***Salmonella**/25g*	5	0	Ausência	-
	Estafilococos coagulase positiva /g	5	1	10^2	10^3
	Escherichia coli /g	5	2	10	10^2

Figura 1- Padrões microbiológicos para alimentos prontos para consumo contendo produtos de origem animal elaborados sem emprego de calor, consumidos crus.

Fonte: Tópico 21 da IN nº 161/2022

Em 4 de setembro de 2024, foi publicada a IN nº 313/2024, que altera dispositivos da IN nº 161/2022. Destacando a alteração referente a alimentos prontos para oferta ao consumidor que apresentem deterioração alterando suas características físicas, químicas ou organolépticas são considerados de qualidade inaceitável e não estão sujeitos à aplicação dos padrões microbiológicos estabelecidos na IN nº 161/2022 (9).

- Legislações Municipais

- Portaria IVISA-Rio nº 002, de 11 de novembro de 2020

Portaria do Instituto de Vigilância Sanitária, Vigilância de Zoonoses e de Inspeção Agropecuária (IVISA) ligado a Secretaria de Saúde do município do Rio de Janeiro que institui o regulamento técnico de boas práticas para estabelecimentos de alimentos no município do Rio de Janeiro. Ela estabelece parâmetros higiênico-sanitários para inspeção e fiscalização, visando à proteção da saúde da população, nas suas subseções II e III abordam os "autosserviços de alimentação" e "serviços de alimentação especializados em preparações da culinária oriental", respectivamente (10).

- Portaria SMS nº 17754-792, de 15 de março de 2022

A Portaria da Secretaria Municipal da Saúde de Porto Alegre, é uma normativa que trata da vigilância sanitária de estabelecimentos que comercializam e preparam alimentos, com foco específico na regulamentação dos procedimentos e boas práticas de fabricação para estabelecimentos que vendem alimentos como *sushi* e demais itens da culinária japonesa (11).

- Portaria SMS.G nº 2.619/2011

A Portaria emitida pela Secretaria Municipal da Saúde de São Paulo, estabelece o Regulamento de Boas Práticas e de Controle de Condições Sanitárias e Técnicas para atividades relacionadas a alimentos no município. Aplica-se a atividades como importação, exportação, produção, manipulação, beneficiamento, acondicionamento, transporte, armazenamento, distribuição, embalagem, reembalagem, fracionamento, comercialização e uso de alimentos (12). A Portaria SMS.G nº 902/2019 alterou dispositivos da Portaria SMS.G nº 2.619/2011, especialmente no que se refere à capacitação dos manipuladores de alimentos para estabelecimentos dispensados da obrigatoriedade de possuir responsável técnico legalmente habilitado, ampliando as instituições autorizadas a oferecer cursos de boas práticas de manipulação de alimentos (13). A Portaria SMS.G nº 328/2024, alterou e introduziu itens no Anexo da Portaria nº 2.619/2011 SMS.G destacando que estabelecimentos comerciais de alimentos com autosserviço deverão fixar na parte externa dos protetores higiênicos, de forma visível, informativo contendo data de fabricação e de validade dos produtos. Além de disponibilizar pegadores próprios para o manuseio pelos consumidores dos produtos dispostos para aquisição (14).

- Portaria SMS nº 35/2020

A Portaria emitida pela Secretaria Municipal da Saúde de Fortaleza em 05 de dezembro de 2019, estabelece requisitos higiênico-sanitários específicos para o preparo, manipulação, comercialização e distribuição de *sushis* e similares no município. Onde destaca-se que alimentos não consumidos em até 4 horas devem ser descartados (sendo proibida a reutilização de sobras) e a obrigatoriedade de controle microbiológico semestral (15).

- Manual Técnico

- Manual técnico de higiene e qualidade: preparações à base de pescado cru (*sushi* e *sashimi*)

O manual técnico elaborado pela Pesagro-Rio (Empresa de Pesquisa Agropecuária do estado do Rio de Janeiro), foi desenvolvido com o objetivo de oferecer informações técnicas aos profissionais que atuam na manipulação de preparações com pescado cru não possuindo nenhum caráter normativo, visa garantir a segurança do alimento e a qualidade dos produtos comercializados (16).

1.2 Avaliação da qualidade microbiológica de comida japonesa no Brasil entre os anos de 2019 - 2024

Diversos estudos evidenciaram não conformidades em estabelecimentos que comercializavam comida japonesa entre os anos 2019 e 2024.

No estado de Minas Gerais a qualidade microbiológica de comida japonesa foi avaliada em quatro cidades, Belo Horizonte, Governador Valadares, Patos de Minas e Pouso Alegre. Em Belo Horizonte constatou-se que 40% das amostras de *sushi* estavam em desacordo com os padrões microbiológicos para *S. aureus* (17). Em Governador Valadares um estudo realizado com seis amostras revelou a presença de *E. coli* em uma amostra, de *Salmonella* spp. em uma segunda amostra e *S. aureus* não foi detectado em nenhuma das amostras testadas (18). Já em Patos de Minas, foram realizadas 14 análises

de amostras de *sushi* e *sashimi,* sendo sete de cada produto. Todas as amostras de *sushi* testaram positivo para *Staphylococcus* spp. e três para *Salmonella* spp. Já as análises de *sashimi* revelaram que quatro amostras apresentavam *Salmonella* spp. e três *Staphylococcus* spp. (19). Em um estudo realizado em Pouso Alegre, dentre 32 amostras de *sushi*, duas foram positivas para estafilococos coagulase-positivos, entretanto, apenas uma teve valores acima dos padrões estabelecidos pela legislação (20).

Em um supermercado da zona oeste de São Paulo, capital, identificou-se a presença de *Bacillus cereus* e *E. coli* em *sashimis* (21). Em Botucatu, também no estado de São Paulo, São Paulo, de 70 amostras variadas de comida japonesa, cinco foram positivas para *S. aureus* (22).

Seis amostras *sashimis* vendidos em uma cidade do sertão da Bahia tiveram sua qualidade microbiológica testada e o resultou apresentou presença de *E. coli*, *Salmonella* spp. em todas as amostras, em cinco amostras foi encontrado *Vibrio cholearae,* já *S. aureus* e *V. parahaemolyticus* foram encontrados em uma amostra apenas (23). Em Vitória da Conquista/Bahia foram avaliadas a qualidade microbiológica de doze amostras de *sashimi* à base de salmão obtidas de quatro restaurantes, como resultado apresentou crescimento para crescimento de colônias bacterianas de *S. aureus* em duas amostras, porém não apresentou crescimento para colônias de *E. coli*, *Salmonella* spp. (24).

Em Londrina/Paraná, 50% das 30 amostras de *sashimi* de salmão coletadas em triplicata de dez restaurantes especializados em comida japonesa, apresentaram contaminação por *E. coli* (25).

Em Pelotas/Rio Grande do Sul de 44 amostras de *sashimis* de salmão em sete foram confirmadas a presença de *L. monocytogenes* (26). Outro estudo realizado em restaurantes especializados em comidas orientais Pelotas/Rio Grande do Sul onde foram analisadas 20 amostras, sendo 10 de *sushi* de salmão e 10 de *sashimi* de salmão, como resultado apresentaram que uma amostra de sashimi foi positiva para *Salmonella* spp. e três amostras positivas para estafilococos coagulase-positivos, sendo duas delas tanto para *sushi* quanto *sashimi* (27).

Em um estudo realizado em Erichim, RS, foram coletadas seis amostras sendo três em restaurante especializado em comida japonesa e três em restaurante não especializado, encontraram o resultado positivo para *E. coli* em dois estabelecimentos especializados, já o restaurante não especializado apresentou uma amostra positiva para estafilococos coagulase-positivos dentro do limite permitido (28).

Análises microbiológicas de 15 amostras de *sushis* do tipo niguiri, comercializados em Rio Branco/Acre obteve crescimento bacteriano e presença sugestiva de *Salmonella* spp. em todas as amostras (29).

Dentre 54 amostras de *sashimi* e *sushi* (27 de cada) analisadas no Distrito Federal, entre os anos 2018 e 2019, verificou-se que 40,7% das amostras de *sashimi* e 25,9% das amostras de *sushi* encontravam-se impróprias para o consumo. A presença de *Samonella* spp. foi detectada, através de PCR, em sete amostras de *sashimis* e a contagem de *S. aureus* estavam acima dos limites de aceitabilidade em quatro amostras de *sushi* e em sete amostras de *sashimi* (30).

Em 2024, 16 amostras (seis de *sushi* e dez de *sashimi*) foram coletadas de restaurantes especializados e não especializados em comida oriental, na cidade do Rio de Janeiro. A presença de *Salmonella* spp. foi detectada em cinco amostras de *sashimi*, entre restaurantes especializados e não especializados, e em uma amostra de *sushi*, coletada em um restaurante não especializado. Também foi possível se detectar em amostras de sushi a presença de *E. coli*, a partir de um restaurante especializado, *B. cereus* em amostras de em restaurantes especializados e não especializados (31).

Em Garanhuns/Pernambuco, foram analisadas oito amostras de *sushis* de salmão onde uma amostra testou positivo para *Salmonella* e uma positivo para estafilococos coagulase-positivos (32). Outro estudo coletou amostras de *sushi* em um *shopping center* na cidade de Recife/Pernambuco, onde foram coletadas 6 amostras tanto de restaurantes especializados em comida japonesa como em restaurantes não especializados, como resultado todas as amostras apresentaram satisfatório, estando dentro dos padrões exigidos na legislação (33).

Oito amostras de *sashimi* e oito de *sushi* de salmão, obtidas em restaurantes especializados em culinária japonesa localizado em um *shopping center* na cidade de João Pessoa/PB, seis amostras de *sashimi* estavam contaminadas por *Salmonella* spp., enquanto apenas uma amostra de sushi estava contaminada por esse mesmo microrganismo. Duas amostras de *sashimi* e uma amostra de *sushi* indicaram presença de microrganismos do gênero estafilococos coagulase-positivos (34).

Em São Luís/Maranhão, foram coletadas 60 amostras entre doze amostras de *sashimi* analisadas coletadas no município em três foram detectadas a presença de *E. coli*, sendo duas provenientes do mesmo estabelecimento, já a presença de *Salmonella* spp. foi confirmada em três amostras sendo de diferentes estabelecimentos (35).

Em Macapá/Amapá, vinte amostras em duplicatas de *sashimi*, coletadas em dez restaurantes especializados na culinária japonesa, resultaram em ausência de *L. monocytogenes* em todas as 10 amostras separadas para investigação deste microrganismo, já o gênero *Salmonella* apresentou presença em quatro das 10 amostras separadas para essa investigação (36).

CONCLUSÕES

O consumo crescente de comida japonesa no Brasil levou a expansão do comércio desse tipo de alimento. Sua intensa manipulação e a ausência de cocção impõe desafios à sua segurança. A literatura recente revela a incidência de contaminações microbiológicas em preparações à base de pescado cru, demonstrando falhas na adoção de boas práticas higiênico-sanitárias. Apesar dos avanços regulatórios com normativas atualizadas em âmbito federal e municipal, a efetividade dessas medidas ainda depende de uma fiscalização ativa e de uma maior conscientização dos profissionais da área de alimentos. Torna-se fundamental fortalecer programas de capacitação, implementar práticas de autocontrole e estimular a realização de análises microbiológicas periódicas para garantir a segurança dos consumidores e preservar a credibilidade e qualidade do mercado de comida japonesa no país.

REFERÊNCIAS:

1. Rede Food Service. *Sushi*, uma arte gastronômica que transcende fronteiras [Internet]. 2024 [acesso em 2025 abr 26]. Disponível em: https://redefoodservice.com.br/2024/11/sushi-uma-arte-gastronomica-que-transcendem-fronteiras/

2. Cavalcanti AK. *Sushi*, uma arte gastronômica que transcende fronteiras [Internet]. Rede Food Service. 2024 [acesso 2025 abr 26]. Disponível em: https://redefoodservice.com.br/2024/11/sushi-uma-arte-gastronomica-que-transcendem-fronteiras/

3. Foodbiz Brasil. Comida asiática no Brasil: dados foodservice [Internet]. 2024 [acesso em 2025 abr 26]. Disponível em: https://foodbizbrasil.com/dados-ifb/comida-asiatica-brasil-dia-do-sushi/

4. Oliveira PB. Gasto médio com comida japonesa é o mais alto entre as culinárias prediletas dos brasileiros [Internet]. Comida na mesa [acesso em 2025 abr 26]. Disponível em: https://www.comidanamesa.com.br/gasto-medio-com-comida-japonesa-e-o-mais-alto-entre-as-culinarias-prediletas-dos-brasileiros/

5. Gorodicht MAM, Kindlein L. Agentes patogênicos associados ao consumo de pescados: uma revisão [Internet]. 2023 [acesso em 2025 abr 26]. Microbiologia: perspectivas em saúde e alimentação. São Paulo: Mérida Publishers; 2023. p. 9–32. Disponível em: https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-16-9.c1

6. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre regulamento técnico de Boas Práticas para serviços de alimentação. Diário Oficial da União. 16 set 2004; Seção 1:1.

7. Resolução da Diretoria Colegiada n. 724, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre os Padrões Microbiológicos para alimentos e sua aplicação. Diário Oficial da União. 1 julho 2022; Seção 1:1.

8. Instrução Normativa 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União. 1 julho 2022; Seção 1:1.

9. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 313, de 4 de setembro de 2024. Altera a Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022, que dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União. 4 set 2024; Seção 1:1.

10. Instituto Municipal de Vigilância Sanitária, Vigilância de Zoonoses e de Inspeção Agropecuária. Portaria IVISA-RIO nº 2-N, de 11 de novembro de 2020. Diário Oficial do Município. 11 nov 2020.

11. Secretaria Municipal da Saúde. Portaria SMS nº 17754-792, de 15 de março de 2022. Aprova as exigências mínimas para produção, preparo e comercialização de sushis no Município de Porto Alegre. Diário Oficial de Porto Alegre. 16 mar 2022; Parte 1:1.

12. Secretaria Municipal da Saúde. Portaria SMS.G nº 2.619, de 6 de dezembro de 2011. Aprova o Regulamento de Boas Práticas e de Controle de condições sanitárias e técnicas das atividades relacionadas à importação, exportação, extração, produção, manipulação, beneficiamento, acondicionamento, transporte, armazenamento, distribuição, embalagem e reembalagem, fracionamento, comercialização e uso de alimentos – incluindo águas minerais, águas de fontes e bebidas, aditivos e embalagens para alimentos. Diário Oficial da Cidade de São Paulo. 6 dez 6 2011; Seção 1:23.

13. Secretaria Municipal da Saúde. Portaria SMS.G nº 902, de 21 de agosto de 2019. Altera e introduz itens no Anexo da Portaria nº 2.619/11-SMS.G, que aprovou o Regulamento de Boas Práticas e de Controle de condições sanitárias e técnicas das atividades relacionadas a alimentos. Diário Oficial da Cidade de São Paulo. 21 ago 2019; Seção 1:1.

14. Secretaria Municipal da Saúde. Portaria SMS.G nº 328, de 27 de maio de 2024. Altera e introduz itens no Anexo da Portaria nº 2.619/11-SMS.G, que aprovou o Regulamento de Boas Práticas e de Controle de condições sanitárias e técnicas das atividades relacionadas a alimentos. Diário Oficial da Cidade de São Paulo. 27 mai 2024; Seção 1:1.

15. Secretaria Municipal da Saúde. Portaria SMS nº 35, de 15 de janeiro de 2020. Estabelece requisitos higiênico-sanitários para o preparo, manipulação, comercialização e distribuição de sushis e similares no Município de Fortaleza. Diário Oficial de Fortaleza. 15 jan 15 2020; Seção 1: p. 1.

16. Barros LA, Rodrigues E, Mello SCRP. Manual técnico de higiene e qualidade: preparações à base de pescado cru (*sushi* e *sashimi*) [Internet]. Niterói: Pesagro-Rio; 2024.

17. Ferreira MC, et al. Análise da qualidade microbiológica de sushis comercializados em restaurantes japoneses de Belo Horizonte – MG. Revista de Ciências da Saúde. 2020;10 (2):45-51.

18. Souza B, Moreira E, Boaventura H, Morais A, Helena E. Qualidade microbiológica de sashimis à base de salmão comercializados no município de Governador Valadares/MG. Revista Científica FACS. 2025;24: 66-74.

19. Silva JM, Sousa Costa E. Avaliação microbiológica de sushi e sashimi comercializados na cidade de Patos de Minas (MG). Animal em Foco. 2024;4:60-71.

20. Silva BG, Silva GFR, Paiva LF. Avaliação microbiológica de sushis comercializados em dois tipos de restaurantes de Pouso Alegre MG. Hig Aliment (Online). 2022;1072-

1072.

21. Almeida TG, et al. Avaliação microbiológica de sashimis comercializados em supermercados da zona oeste de São Paulo. Revista Higiene Alimentar. 2019; 3 (278):22-28.

22. Silva, G.L.R. Avaliação microbiológica de alimentos da culinária japonesa comercializadas em Botucatu, SP. (Trabalho de Conclusão de Curso). São Paulo. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; 2022.

23. Santos DMS, Francelino EA, Luz de Souza SM, Costa Cunha MC. Avaliação da qualidade microbiológica do *sashimi* comercializado em uma cidade no sertão da Bahia, Brasil. Braz J Dev. 2022;8(1):3234–3245.

24. Matos QA, Patez ZS, Lima CMG. Microbiological quality of raw fish based food products. Braz J Dev. 2020;6(1): 5162–5171.

25. Proença, JM.; Almeida, RP.; Castro, L F.; et al. Ocorrência de *Escherichia coli* em sashimi de salmão comercializado em Londrina, Paraná. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, Curitiba. 2021;57(1):112–118.

26. Carloto AF, Bondan Pacheco DB, Benatto Delgado GB; et al. Ocorrência de *Listeria monocytogenes* em *sashimis* de salmão de estabelecimentos de comida japonesa em Pelotas-RS. Pelotas (RS). XXV ENPÓS (UFPRL), 2023.

27. De Moraes, Thamíris Pereira; Darley, Fernanda Moreira; TIMM, Cláudio Dias. Avaliação microbiológica de sushi e sashimi preparados em restaurantes especializados. Revista de Ciências Agroveterinárias. 2019;18(2): 254-257.

28. Chmiel B, Piccoli, C, Backes, TG, Spinelli, R. Qualidade microbiológica de *sushi* comercializado na cidade de Erechim – Rio Grande do Sul. Revista Perspectiva. 2021;45:165-175.

29. Mustafa TO, Messias CT, Brandão LS, Lima SF, Sousa CAS, Silva TIB. Análise microbiológica de sushi comercializado em Rio Branco, Acre. Arq Ciênc Vet Zootec UNIPAR. 2023;26(1):277–294.

30. Gomes, KO, Bianca, F, Almeida, AC, Silva, CMS, et al. Microbiological Quality Assessment of Sashimi and Sushi Sold in the Federal District, Brazil. Journal of Food and Nutrition Research. 2020;8:687-692.

31. Barros, LA. Alimentos à base de pescado cru (*sushi* e *sahimi*) comercializados no município do Rio de Janeiro: avaliação da qualidade microbiológica e dos riscos sanitários no contexto da segurança alimentar e nutricional. (Dissertação). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro; 2024.

32. Araújo K LD, Carvalho MGJD, Leite AEDLM, Mendonça KS, Mendonça M. Avaliação da qualidade microbiológica de sushis de salmão comercializados na cidade de Garanhuns-PE. Hig. Aliment, 2019;1624-1628.

33. Amara, R.G, Silva VC. Qualidade microbiológica de sushis comercializados em um shopping center na cidade de Recife –PE. Faculdade Pernambucana de Saúde, 2021.

34. Peixoto ARDM. Avaliação da Qualidade microbiológica de *sushi* à base de salmão comercializado em restaurantes de João Pessoa - Paraíba. (Trabalho Conclusão de Curso). Paraíba: Universidade Federal da Paraíba; 2019.

35. Cordeiro KS, Galeno LS, Mendonça CJS, Carvalho IA, Costa, FN. Ocorrência de bactérias patogênicas e deteriorantes em *sashimi* 91 de salmão: avaliação de histamina e de susceptibilidade a antimicrobianos. Braz. J. Food Technol., 2023;23:e2019085.

36. Aires MC. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária de salmão (*sashimi*) comercializado em restaurantes especializados na culinária japonesa da cidade de Macapá, Amapá (dissertação). Amapá: Universidade Federal do Amapá, 2019.

Capítulo 18
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-18

ACEITABILIDADE DE BARRA DE CEREAL ENRIQUECIDA DE PROBIÓTICO E COMPARAÇÃO COM BARRAS COMERCIAIS

Daiana Júnia de Paula Antunes*; Wellingta C. A. do Nascimento ; Maurilio Lopes Martins; Simone Vilela Talma; Nataly de Almeida Costa; Eliane Maurício Furtado Martins;

** Autor correspondente (Corresponding author) – Email: daianajunia@live.com*

Resumo: Os consumidores buscam, cada vez mais, alimentos considerados funcionais, capazes de proporcionar benefícios à saúde, além da nutrição básica. Paralelamente, o mercado de *snacks* e produtos práticos, em pequenas porções, está em alta. Assim, este estudo objetivou desenvolver barras de cereais adicionadas de bactéria probiótica (BAP) e comparar a aceitabilidade do produto elaborado com duas barras comerciais (BC1 e BC2). As barras elaboradas continham castanha do Pará, aveia em flocos, farelo de aveia, flocos de arroz, chia, frutas cristalizadas, uva passas, mel e óleo de coco, sendo o probiótico *Bacillus clausii*, adicionado no processo de fabricação. Inicialmente, foi realizado teste de ordenação por preferência por 62 participantes não-treinados. A aceitação das três amostras (BAP, BC1 e BC2) também foi avaliada pelos participantes que julgaram os atributos (aroma, cor, sabor, doçura, crocância, gomosidade e aparência global) usando escala hedônica de nove pontos, e intenção de compra em escala de cinco pontos. Os participantes eram na maioria jovens, do sexo feminino e com idade entre 18 e 25 anos. No teste de ordenação por preferência não houve diferença entre os produtos ($p>0,05$), indicando que a produção de BAP é promissora. Adicionalmente, também não houve diferença ($p>0,05$) para os atributos analisados no teste de aceitação, indicando que BAP, atendeu, satisfatoriamente o perfil sensorial dos participantes. A intenção de compra da BAP recebe nota 4,0, na escala de 5,0 pontos, similar a nota indicada das barras comerciais. Portanto, o desenvolvimento de BAP é uma alternativa inovadora para a indústria de *snacks* de cereais práticos e saudáveis e apresenta elevado potencial de aceitação e compra pelos consumidores.

Palavras–chave: alimento funcional; barra alimentícia; probiótico; saudabilidade

Abstract: Consumers are increasingly seeking foods that are considered functional, capable of providing health benefits in addition to basic nutrition. At the same time, the market for snacks and practical products in small portions is booming. Thus, this study aimed to develop cereal bars with added probiotic bacteria (BAP) and compare the acceptability of the product with two commercial bars (BC1 and BC2). The bars contained Brazil nuts, rolled oats, oat bran, rice flakes, chia, candied fruits, raisins, honey and coconut oil, with the probiotic *Bacillus clausii* added during the manufacturing process. Initially, a preference ranking test was performed by 62 untrained participants. The acceptance of the three samples (BAP, BC1 and BC2) was also evaluated by the

participants who judged the attributes (aroma, color, flavor, sweetness, crunchiness, gumminess and overall appearance) using a nine-point hedonic scale, and purchase intention on a five-point scale. The participants were mostly young, female and aged between 18 and 25 years. In the preference ordering test, there was no difference between the products ($p>0.05$), indicating that the production of BAP is promising. Additionally, there was also no difference ($p>0.05$) for the attributes analyzed in the acceptance test, indicating that BAP satisfactorily met the sensory profile of the participants. The purchase intention of BAP received a score of 4.0 on a 5.0-point scale, similar to the score indicated for commercial bars. Therefore, the development of BAP is an innovative alternative for the practical and healthy cereal snack industry and has high potential for acceptance and purchase by consumers.

Keywords: functional food; food bar; probiotic; healthiness

INTRODUÇÃO

Em busca de produtos que atendam às suas necessidades e preferências alimentares, as escolhas dos consumidores passam por constante transformação, uma vez que eles buscam produtos funcionais, capazes de proporcionar benefícios à saúde, além da nutrição básica. Neste contexto, o mercado de *snacks* e produtos de consumo rápido e prático tem crescido continuamente nos últimos anos, sendo as barras de cereais o produto mais escolhido entre os consumidores (1).

As barras de cereais são produtos à base de carboidratos, proteínas e fibras, sendo uma opção prática e conveniente de se ingerir nutrientes, de fácil transporte e manuseio (2). De acordo com Favaro et al. (3), a associação entre barras de cereais e alimentos saudáveis é uma tendência no setor alimentício.

Os alimentos à base de cereais são consumidos diariamente e podem ser adicionados de ingredientes funcionais, como os probióticos (4). Ao longo dos anos, o uso de probióticos na indústria de alimentos como suplemento alimentar, tem crescido rapidamente devido aos seus efeitos na homeostase intestinal (5). Os probióticos, segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura e a Organização Mundial da Saúde, são definidos como "microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro" (6, 7). Entretanto é necessário que permaneçam vivos no produto e sobrevivam à passagem pelo trato gastrointestinal para, então, se estabelecer no intestino, proporcionando melhorias ao equilíbrio da microbiota intestinal, se consumidos periodicamente (8).

Há um interesse crescente em alimentos probióticos não lácteos, em função do restrito acesso a produtos lácteos na maioria dos países em desenvolvimento, ao número crescente de consumidores veganos, vegetarianos, intolerantes à lactose, alérgicos a caseína e devido ao teor de colesterol presente nos derivados lácteos (9, 10).

Assim, Lebaka et al. (11), Konurayÿ e Erginkaya (12) e Vasilean et al. (1) destacam que as barras de cereais são produtos não lácteos que podem ser adicionados de probióticos, para produzir um alimento funcional inovador, contribuindo para o aumento do valor nutricional e melhor aceitabilidade dos consumidores que associam as barras a produtos saudáveis. Os pesquisadores ainda ressaltam que, quanto mais próximo um produto estiver das necessidades dos consumidores, maiores as chances de aceitação e inserção no mercado.

No entanto, ainda existe uma grande parcela de consumidores que têm pouco

conhecimento sobre nutrição e alimentos saudáveis e não sabem interpretar as informações fornecidas nas embalagens dos produtos com essas alegações. Diante do mercado promissor para os probióticos, é necessário, portanto, aumentar a compreensão dos consumidores e sua percepção sobre a funcionalidade desses produtos. A análise sensorial, juntamente com o conceito de "branding sensorial", que é a ligação emocional e física entre um produto/marca e o cliente, auxilia na compreensão do comportamento do consumidor e considera aspectos intrínsecos e extrínsecos, como fatores psicológicos, culturais, emocionais, sociais e econômicos (13).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi desenvolver barras de cereais adicionadas de bactéria probiótica e compara-las às barras comerciais por meio de avaliação sensorial.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (DCTA), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba. A barra de cereal contendo bactéria probiótica foi produzida na Unidade de Processamento de Frutas e Hortaliças e as análises sensoriais foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial.

O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, envolvendo seres humanos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, com o número 61279622.7.0000.5588.

Elaboração da barra de cereal enriquecida com *Bacillus clausii*

As matérias primas utilizadas para elaboração das barras foram adquiridas no estabelecimento de produtos naturais "Senhor A Granel", em Juiz de Fora, MG.

As barras de cereais foram elaboradas conforme metodologia de Bchir et al. (14) e Kaur et al. (15) e continham castanha do Pará (5%), aveia em flocos (12%), farelo de aveia (12%), flocos de arroz (12%), chia (2%), mix de frutas cristalizadas (mamão verde, mamão vermelho e laranja) (12%), uva passas (4%), mel (35%) e óleo de coco (6%), sendo a bactéria probiótica *B. clausii*, adicionada no final do processo de fabricação.

Inicialmente, foi realizada a pesagem dos ingredientes secos e úmidos e, os ingredientes que compõem o xarope ligante (mel e óleo de coco), foram aquecidos para total homogeneização. Em seguida, o xarope ligante foi adicionado aos ingredientes secos sobre mistura constante. Um flaconete contendo $4{,}0 \times 10^9$ esporos de *B. clausii* (Enterogermina Plus®) foi adicionado para cada 100 g de mistura.

Após a adição do probiótico, a formulação foi novamente homogeneizada e, em seguida, transferida para fôrmas de aço inox e assada a 200°C por 15 minutos. Após este período, o produto obtido foi mantido a temperatura ambiente por 30 minutos para o resfriamento sendo, então, cortados em tamanho padronizado (7,0 x 3,0 x 1,0 cm [comprimento x altura x largura]), sendo cada unidade acondicionada em papel alumínio estéril.

A contagem de *B. clausii* foi realizada em amostras de 25 g das barras, as quais foram homogeneizadas em 225 mL de solução salina peptonada [0,85% de NaCl (Synth, Diadema, São Paulo, Brasil) e 0,1% de peptona (Acumedia, Michigan, EUA)] obtendo-se a diluição 10^{-1} e as demais diluições seriadas. Utilizou-se o método de plaqueamento em profundidade adicionando-se 1,0 mL das respectivas diluições e derramando Ágar Triptona de Soja (TSA) em placas de Petri (Cial, 36 Paulina, São Paulo, Brasil) que foram mantidas a 37 ºC por 72 horas. Após incubação, as Unidades Formadoras de Colônias (UFC) foram enumeradas e contadas manualmente.

Comparação da barra de cereal enriquecida de probiótico com barras comerciais

Participaram da análise de forma espontânea alunos e servidores do Campus Rio Pomba, com idade acima de 18 anos, de ambos os gêneros, totalizando 62 participantes não treinados. Previamente a análise sensorial, todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A barra de cereal adicionada de bactéria probiótica (BAP) foi comparada com as duas barras de cereais comerciais (BC1 e BC2), sendo selecionadas de acordo com a semelhança de ingredientes utilizados na elaboração (Quadro 1).

Quadro 1. Composição das barras de cereais avaliadas.

Barra de Cereal	**BAP**	**BC1*** **Sabor Banana, Aveia e Mel**	**BC2*** **Sabor Banana, Aveia e Mel**
Ingredientes	Mel, Aveia em Flocos, Farelo de Aveia, Flocos de Arroz, Mix de Frutas Cristalizadas (Mamão Verde, Mamão Vermelho e Laranja), Óleo de Coco, Castanha do Pará, Uva Passas e Chia, *Bacillus clausii.*	Aveia, Flocos de Arroz Integral, Açúcar Mascavo, Banana Desidratada, Farinha de Trigo Integral, Melado, Coco, Mel, Linhaça, Quinoa, Gergelim, Chia, Estabilizante Goma Xantana, Aroma, Regulador de Acidez Bicarbonato de Sódio e Extrato de Alecrim.	Aveia e Flocos de Cereais, Glicose de Milho, Mel, Polpa de Banana, Açúcar Mascavo, Açúcar Invertido, Gordura Vegetal, Corantes Betacaroteno e Caramelo IV, Antioxidante Lecitina de Soja e Aromatizante.

*Amostras comerciais eram do mesmo lote, de acordo com a marca.

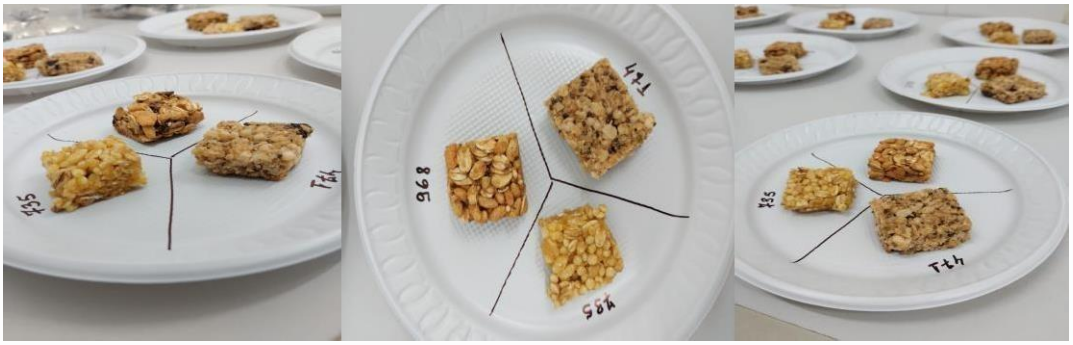
Inicialmente, os participantes foram convidados a realizar um teste de ordenação para os atributos que consideravam mais importantes em uma barra de cereal, segundo a cor, odor, doçura, textura, sabor e gomosidade, sendo enumerados conforme a ordem de importância de 1 (um) a 6 (seis), sendo 1: atributo que consideravam mais importante e 6: menos importante.

Após o teste de ordenação, os participantes foram orientados a avaliar a aceitação da barra de cereal adicionada de bactéria probiótica (BAP) e de duas barras comerciais

(BC1 e BC2), descritas no Quadro 1, para os atributos aparência, aroma, sabor, cor e de impressão global, utilizando escala hedônica de nove pontos, que variou gradativamente de “gostei extremamente” a “desgostei extremamente”. Além da aceitabilidade, os participantes indicaram a intenção de compra, por meio de escala hedônica de cinco pontos, que variou de "certamente compraria" a "certamente não compraria".

As amostras apresentavam, aproximadamente, 7g e foram codificadas em números aleatórios de três dígitos, servidas de forma simultânea em pratos descartáveis brancos (Figura 1). Água foi oferecida para limpar o palato entre uma amostra e outra. As avaliações foram realizadas em cabines apropriadas, individuais, com luz branca e em temperatura ambiente.

Figura 1. Análise sensorial das barras de cereais



Também foi realizado um teste de preferência, em que os particpantes foram instruídos a ordenar as amostras da mais preferida à menos preferida, sendo 1: menos preferida e 3: mais preferida.

Análises estatísticas

A avaliação foi realizada por meio de delineamento em blocos casualizados (DBC) com esquema fatorial, considerando a barra BAP no tempo 0 e as barras BC1 e BC2. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância

As análises foram realizadas utilizando o Pacote ExpDes.pt (16) para o software R (17).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A viabilidade de *B. clausii* na barra BAP foi > 7 log UFC/g. No mercado, as barras de cereais estão disponíveis em unidades de, aproximadamente, 20 g. Assim, o consumo de uma barra contendo *B. clausii* poderá fornecer ao consumidor > 8,0 log UFC, promovendo potenciais benefícios ao organismo.

Com relação ao teste de ordenação dos atributos gomosidade, cor, odor, doçura, textura e sabor da barra de cereal, pela escala de importância (sendo 1 – mais importante e 6 – menos importante), verificou-se que sabor e textura foram os atributos considerados mais importantes pelos participantes. O atributo gomosidade, foi definido como o menos importante (Tabela 1).

Esse resultado reforça que sabor e textura são fortes fatores de influência em barras de cereais. Ribeiro et al. (18) destacam que o sabor dos produtos é um dos fatores mais importantes no momento de os consumidores fazerem suas escolhas alimentares. Contudo, vale ressaltar que no desenvolvimento de novos produtos é essencial otimizar propriedades e atributos do produto, como cor, aparência, sabor e textura. Essa interação promove um equilíbrio que resulta em qualidade excepcional e boa aceitabilidade (19).

Tabela 1. Resultados do teste de ordenação para os atributos que os provadores consideram mais importantes em uma barra de cereal.

Atributos Sensoriais						
	Gomosidade	Cor	Odor	Doçura	Textura	Sabor
Pontuação	234^{a}	201^{ab}	181^{b}	171^{b}	112^{c}	65^{c}

*Letras diferentes indicam diferença significativa a 5% de probabilidade por meio do teste de LSD.

Com relação a aceitação das barras de cereais contendo a bactéria probiótica (BAP) e as comerciais (BC1 e BC2), não se constatou diferença ($p>0,05$) na avaliação sensorial por escala hedônica, para os atributos cor, aroma, sabor, doçura e crocância (Tabela 2), indicando que a barra elaborada, BAP, atendeu, satisfatoriamente, o perfil sensorial dos participantes. Apenas a gomosidade de BC1 se diferiu das demais ($p<0,05$) em função dessa barra possuir maior dureza. BAP e BC2 apresentaram gomosidade semelhante (Tabela 2) por possuírem mais ingredientes com ação ligante em suas formulações. A barra BAP contém mel e óleo de coco, enquanto BC2 contém glicose de milho. A glicose de milho é um ingrediente muito utilizado como edulcorante, mas age principalmente, na textura dos alimentos aumentando a viscosidade, gomosidade e a maciez, ao mesmo tempo em que diminui a formação de cristais de açúcar.

Tabela 2. Médias de aceitação sensorial e de intenção de compra das barras de cereais.

Médias de Aceitação			
	Amostras		
Atributos	**BC1**	**BC2**	**BAP**
Cor	7,7^{a}	7,7^{a}	7,2^{a}
Aroma	7,3^{a}	7,4^{a}	7,0^{a}
Sabor	7,3^{a}	7,5^{a}	7,0^{a}
Doçura	6,9^{a}	7,3^{a}	7,0^{a}
Crocância	7,3^{a}	7,1^{a}	6,9^{a}
Gomosidade	6,2^{b}	7,2^{a}	7,0^{a}
Impressão Global	7,1^{a}	7,5^{b}	7,1^{a}
Intenção de Compra	3,6^{a}	3,9^{a}	3,8^{a}

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente a p > 0,05, segundo o teste de Tukey.

Para impressão global, apesar do maior escore médio de BC2 (p<0,05), todas as amostras estiveram entre os termos hedônicos gostei moderadamente e gostei muito.

Também não houve diferença entre as barras quanto a intenção de compra (p>0,05) e elas apresentaram escores médios entre os termos hedônicos talvez comprasse/talvez não comprasse a possivelmente compraria, indicando a semelhança da intenção dos participantes em adquirir a barra de cereal contendo bactéria probiótica (BAP) comparada as demais. Esse resultado evidencia que BAP está em consonância com a demanda do consumidor e apresenta potencial de mercado e de consumo (Tabela 2).

No teste de ordenação por preferência, a barra BAP obteve um somatório estatisticamente igual (p>0,05) as barras BC1 e BC2 (Tabela 3), não havendo preferência significativa entre elas, indicando que a produção de BAP é promissora.

Tabela 3. Teste de preferência das barras de cereais.

Amostras	Somatório de ordenações
BC1	118[a]
BC2	123[a]
BAP	125[a]

Letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente a p > 0,05, segundo o teste de ordenação. 1: menos preferida; 3: mais preferida.

CONCLUSÕES

Houve expectativa positiva dos participantes sobre o desenvolvimento de um alimento de origem vegetal contendo cereais e enriquecido com microrganismo probiótico.

Na avaliação sensorial, as três amostras de barras de cereais apresentaram médias entre 6 e 7, para todos os atributos avaliados na escala hedônica de 9 pontos, e não houve preferência significativa entre a barra elaborada e as comerciais, indicando o potencial de produção de BAP e que a mesma exerce uma influência positiva na aceitação do consumidor.

Assim, a barra elaborada é uma alternativa inovadora para a indústria de *snacks* de cereais que deseja introduzir ingredientes funcionais, como os probióticos, em suas formulações, para atrair o público cada vez mais exigente, de diferentes faixas etárias e que busca por saudabilidade e praticidade.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG) - Campus Rio Pomba e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA/DCTA).

REFERÊNCIAS

1. Vasilean I, Bănuc1 M, Patrașcu L, Constantin OE. Studies on the use of carob powder and *Bacillus subtilis* for improving functionality of the cereal bars. Food Technology. 2022; 46:125-140.

2. Faber MA, Yuyama LKO. Functional dietary cereal bar based an Amazon Fruits. Journal of Food Science and Nutrition. 2015; 5: 2-6.

3. Favaro LIL, Souza MSM, Rocha LKH, Jardim TO, Cinto, E.C.; Pereira JC, Balcão VM, Vila MMDC. Characterization and sensorial evaluation of cereal bar with anthocyanins extract from the fruit of palmeira jussara (*Euterpe edulis*). Brazilian Journal of Development. 2020;6:75546-75560.

4. Mani-Lópes E, Ramírez-Corona N, Lopez-Malo A. Advances in probiotic incorporation into cereal-based baked foods: Strategies, viability, and effects - A review. Applied Food Research. 2023;3:100330.

5. Ma T, Shen X, Shi X, Sakandar HA, Quan K, Li Y, Jin H, Kwok L, Zhang H, Sun Z. Targeting gut microbiota and metabolism as the major probiotic mechanism - An evidence-based review. Trends in Food Science & Technology. 2023;138:178–198.

6. FAO/WHO Guidelines for the evaluation of probiotics in foods. Report of a joint FAO/WHO. In Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. London, ON, Canada: FAO/WHO; 2002.

7. Konuray G, Erginkaya Z. Quality evaluation of probiotic pasta produced with *Bacillus coagulans* GBI-30. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2020;66:102489.

8. Ávila BP, Rosa PPR, Fernandes TA, Chesini RG, Sedrez PA, Oliveira APTO, Mota GN, Gularte MA, Roll VFB. Analysis of the perception and behaviour of consumers regarding probiotic dairy products. International Dairy Journal. 2020;106:104703.

9. Landry BKU, François ZN, Wang RY, Taicheng Z, Li Y. Viability and stress response of putative probiotic *Lactobacillus plantarum* strains in honey environment. Probiotics and Antimicrobial Proteins. 2018;10:629-637.

10. Min M, Bunt CR, Mason SL, Hussain MA. Non-dairy probiotic food products: An emerging group of functional foods. Critical Reviews in Food Science and Nutrition.2019;59:2626-2641.

11. Lebaka VR, Wee YJ, Narala VR, Joshi VK. Development of New Probiotic Foods - A Case Study on Probiotic Juices. Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods. 2018;4:55-78.

12. Konuray G, Erginkaya Z. Quality evaluation of probiotic pasta produced with *Bacillus coagulans* GBI-30. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2020;66:102489.

13. Hultén B. Sensory marketing: the multi-sensory brand-experience concept. European Business Review. 2011;23:256-273.

14. Bchir B, Jean-François T, Rabetafik HN, Blecker C. Effect of pear apple and date fibres incorporation on the physico-chemical, sensory, nutritional characteristics and the acceptability of cereal bars. Food Science and Technology International. 2017;7:1–11.

15. Kaur R, Ahluwalia P, Sachdev PA, Kaur A. Development of gluten-free cereal bar for gluten intolerant population by using quinoa as major ingredient. Journal Food Sci. Technology. 2018;55:3584-3591.

16. Ferreira EB, Cavalcanti PP, Nogueira DA. ExpDes.pt: Experimental Designs pacakge (Portuguese). R package version. 2013;1:1.2.

17. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. 2021.

18. Ribeiro JC, Santos C, Lima RC, Pintado ME, Cunha LM. Impact of defatting and drying methods on the overall liking and sensory profile of a cereal bar incorporating edible insect species. Future Foods. 2022;6:1-10.

19. Samakradhamrongthai RS, Jannu T, Renald G. Physicochemical properties and sensory evaluation of high energy cereal bar and its consumer acceptability. Heliyon. 2021;7:1-9.

Capítulo 19
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-19

PRODUÇÃO DE LEITE CRU REFRIGERADO, ASPECTOS DE QUALIDADE E APLICAÇÃO DE CULTURAS BIOPROTETORAS: UMA REVISÃO

Gisely Peron Gasparoni; Marissa Justi Cancella; Sarah Bruna E. Gonçalves Ferreira Kprepke; Maurilio Lopes Martins

Resumo: O leite e seus derivados são importantes à saúde humana ao longo da vida por sua composição rica nutricionalmente. A melhoria da qualidade do leite cru é uma estratégia importante no desenvolvimento de políticas públicas em âmbito local e regional, uma vez que a qualidade reflete diretamente o aperfeiçoamento dos processos produtivos, alinhando-se às normas estabelecidas pela legislação vigente. Esta melhoria contribui tanto para a segurança alimentar da população quanto para a rentabilidade da cadeia produtiva do leite. A qualidade do leite depende, principalmente, de fatores relacionados às Boas Práticas Agropecuárias antes, durante e após a ordenha, pela saúde do animal e forma de processamento do leite. No Brasil, a produção de leite é uma das principais atividades econômicas e desempenha papel importante na renda de milhões de famílias e na alimentação de qualidade. Para as indústrias laticinistas também é fundamental garantir a qualidade do leite cru para se manterem competitivas no mercado, considerando que a microbiota contaminante inicial desse alimento pode gerar prejuízos significativos. Uma alternativa promissora seria a utilização de culturas bioprotetoras para reduzir a contagem de microrganismos indesejáveis e, assim, contribuir para a obtenção de leite cru mais estável e de qualidade.

Palavras–chave: granelização; higienização; leite cru; microbiota; nutrição

Abstract: Milk and dairy products are important to human health throughout life due to their nutritionally value. Improving the quality of raw milk is an important strategy for developing for local and regional public policies, since quality directly reflects the improvement of production processes, in line with the standards established by current legislation. This improvement contributes both to the food safety and profitability of the production chain. Milk quality depends mainly on factors related to Good Agricultural Practices before, during and after milking, animal health and the way the milk is processed. In Brazil, milk production is one of the main economic activities and plays an important role in the income of millions of families and in quality food. For the dairy industry, the quality of raw milk is also essential to remain competitive in the market, considering that the initial contaminating microbiota of this food can cause significant losses. A promising alternative would be the use of bioprotective cultures to reduce the count of undesirable microorganisms and, thus, contribute to obtaining more stable and high-quality raw milk.

Keywords: bulking; sanitation; raw milk; microbiota; nutrition

INTRODUÇÃO

O leite e os derivados lácteos são importantes à saúde humana em todos os ciclos da vida, pela sua composição nutricional rica em proteínas e micronutrientes, como cálcio e vitaminas lipossolúveis. Assim, esse grupo de alimentos é de interesse para a adequada promoção da nutrição humana (1).

Em 2023, segundo dados do Serviço Internacional de Agricultura do *United States Department of Agriculture* (2), o Brasil foi classificado como o terceiro maior produtor de leite do mundo, com 27,69 milhões de toneladas, que representam 4% do volume produzido mundialmente.

Apesar de possuir grande área territorial apta e com potencial para a pecuária leiteira, o Brasil ainda tem produção aquém da demanda necessária para atender as orientações adequadas de consumo humano. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (3), somente no primeiro semestre de 2023 o Brasil importou 1 bilhão de litros de leite, 300% a mais que o total importado no mesmo período de 2022.

Assim, o fomento à melhoria da qualidade do leite e derivados pode ser uma estratégia de relevância a fim de incentivar as políticas econômicas locais e regionais, promover a segurança alimentar e nutricional e a soberania alimentar do país, considerando o consumo amplo e crescente desse alimento (4).

A qualidade do leite cru, processado e dos produtos lácteos deve ser foco de preocupação, uma vez que reflete a saúde do animal e a adequação aos processos adotados na obtenção, com ênfase nas boas práticas que devem ser aplicadas por meio das padronizações disponíveis na legislação (1).

O armazenamento a 5,0 °C pós-ordenha, favorece as características microbiológicas do leite bovino cru por inibir ou reduzir o metabolismo de microrganismos mesófilos aeróbios, inibindo a sua acidificação. Entretanto, quando o leite cru é obtido em condições higiênicas insatisfatórias, o mesmo é acessado por diversos microrganismos, incluindo os psicrotróficos deterioradores, que produzem enzimas extracelulares como proteases, lipases e lecitinases que comprometem a integridade do leite por hidrólise de proteína e gordura, respectivamente (5).

Assim, a melhoria na qualidade do leite ofertado pode ser favorecida pela adoção de medidas sanitárias e adequação de processos durante a obtenção, transporte e beneficiamento, bem como o desenvolvimento de programas de assistência aos produtores e estratégias científicas que reduzam a contagem microbiana com perfil deteriorante no leite (4).

A inclusão de culturas bioprotetoras tem sido estudada como alternativa natural para a promoção de melhorias na qualidade do leite. Essas culturas, ao serem adicionadas em alimentos, têm ação antimicrobiana, reduzindo a contagem de microrganismos indesejáveis como deterioradores e patogênicos, o que impacta positivamente a qualidade da matéria-prima. Portanto, o tempo de prateleira do leite e derivados pode ser ampliado por meio da inclusão de bioprotetores resultando em benefícios a toda a cadeia produtiva e de escoamento dos produtos lácteos (6).

Dessa forma, o objetivo desta revisão é discutir a produção de leite cru refrigerado, seus aspectos nutricionais e de qualidade, sobre a microbiota do leite cru e os problemas tecnológicos que desafiam a indústria de laticínios, além da adição de culturas bioprotetoras e sua aplicação em leite e derivados.

1.1 Leite aspectos nutricionais e qualidade

O MAPA descreve leite como sendo o produto procedente da ordenha de vacas, em boas condições de higiene, sadias e bem alimentadas, sendo considerado de boa qualidade aquele com características como valor nutritivo, sabor e odor agradáveis, de aspecto branco amarelada, uniforme sem grumos, com baixa contagem de células somáticas e ausência de microrganismos capazes de causar doenças, ou seja, patogênicos, além de ausência de contaminantes como agrotóxicos e antibióticos (1).

Sendo o primeiro alimento a ser consumido pelos mamíferos, o leite vem ganhando importância no seu consumo por ser de composição complexa (7). Segundo Walstra et al. (8), o leite consiste em uma emulsão líquida, cuja fase contínua é formada por água e substâncias hidrossolúveis, e a descontínua é formada por glóbulos de gordura e micelas de caseína. Estes autores mencionam a composição química média para o leite de 87% de água, 9% de sólidos não gordurosos e 4% de gordura. Ainda segundo os autores, a porção não gordurosa inclui, em média, 3,3% de proteína, 4,6% de lactose e 0,6% de cinzas.

O leite é constituído por diversos elementos sólidos (conhecidos também por sólidos totais ou extrato seco total) e, principalmente, por água. Dentre os sólidos, destacam-se: carboidratos, lipídeos, proteínas, minerais e vitaminas (9;10). Conforme os dados do *Food Data Central do Agriculture Reasearch Service*, na fração mineral, em média, estão presentes: cálcio (0,12%), fósforo (0,09%), potássio (0,14%), sódio (0,04%), magnésio (0,01%) e alguns sais (11). As vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K) e as do complexo B também estão presentes em diferentes quantidades, destacando-se a vitamina A (10). Há também a presença de algumas células (somáticas), que são oriundas da descamação do tecido da glândula mamária e de células do sistema imune, responsáveis pela defesa do organismo (12).

A produção e a qualidade do leite bovino são influenciadas por fatores como saúde do animal, nutrição, raça, idade ao primeiro parto, período de lactação, ordem de parto, ano, estação de parto, duração da lactação, higiene no momento da ordenha e qual o jato

está sendo analisado (13). Além disso, as estações do ano e suas diferenças climáticas, interferem na composição, qualidade, produção e no preço do litro de leite. Os principais fatores responsáveis pela precificação do leite incluem a Contagem de Células Somáticas (CCS), Contagem de Bactérias Totais (CBT), teores de gordura, proteína e lactose (14).

Os aspectos qualitativos do leite são definidos em acordo com as condições microbiológicas, físicas e químicas. Por apresentar alto valor nutricional, alta atividade de água e pH próximo da neutralidade, o leite se configura em uma matriz alimentícia propícia à multiplicação microbiana (15). Sendo assim, a qualidade do leite cru é alterada pelas boas práticas antes, durante e após a ordenha e pela saúde do animal (12).

No que tange a qualidade do leite, há que se atentar ao controle da mastite, uma inflamação da glândula mamária, que acomete a saúde do animal e, por consequência, a qualidade deste alimento. A mastite tem ampla etiologia e pode estar associada à infecção por *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactie*, *Streptococcus uberis*, *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae*, dentre outros microrganismos (16). Um dos indicadores utilizados para monitoramento de mastite é a CCS que registra a descamação epitelial do úbere bovino e a presença de leucócitos, células associadas à resposta imune do animal (9).

O leite de qualidade é resultante da ordenha de vacas saudáveis com adoção das boas práticas higiênico sanitárias. Após a obtenção, o leite deve ser armazenado imediatamente a 5,0 °C, tendo em vista que a diminuição da temperatura exerce ação no metabolismo microbiano, inibindo ou reduzindo a multiplicação celular e a atividade enzimática (17; 18).

O MAPA preconiza, por meio do Programa Nacional de Qualidade do Leite (PNQL), o arcabouço legal constituído pelo Decreto 9.013, de 29 de março de 2017 (4), alterado pelo Decreto 10.468, de 18 de agosto de 2020, referente ao Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), que estabelece a obrigatoriedade da inspeção de leite e derivados desde a sanidade do rebanho, obtenção da matéria-prima, sua análise e seleção até a expedição do produto final (17).

Em relação a segurança e a qualidade do leite bovino, é fundamental salientar que boas práticas antes, durante e após a ordenha do animal fazem-se necessárias e a falta dessas práticas de higiene podem prejudicar e contaminar o produto. Para isso, o MAPA estabelece regulamentações para a produção do leite no Brasil, como as Instruções Normativas (IN) n° 76, de 26 de novembro de 2018, a IN nº 58, de 6 de novembro de 2019, a IN nº 55, de 30 de setembro de 2020, a IN nº 77, de 26 de novembro de 2018, e a IN nº 59, de 6 de novembro de 2019 (5; 19; 20; 21; 22). O órgão federal propõe, por meio das Instruções Normativas, a padronização que aborda características nutricionais, aspectos sensoriais e físico-químicos do leite cru (Tabela 1).

Tabela 1 – Parâmetros nutricionais e de qualidade no leite cru

Parâmetros	Dados esperados no leite cru
Contagem padrão em placas (UFC/ml)	Menor que $3,0 \times 10^5$
Contagem de células somáticas(células/ml)	Menor que $5,0 \times 10^5$
Gordura (g/100 g)	Teor mínimo de 3,0
Proteína total (g/100g)	Teor mínimo de 2,9
Lactose anidra(g/100g)	Teor mínimo de 4,3
Sólidos não gordurosos(g/100g)	Teor mínimo de 8,4
Sólidos totais (g/100 g)	Teor mínimo de 11,4
Acidez titulável (g de ácido lático/100 ml)	Entre 0,14 e 0,18
Estabilidade ao alizarol na conc. Min. 72%	Estável
Densidade relativa a 15ºC	Entre 1,028 e 1,034
Índice crioscópico	Entre – 0,530 ºH e -0,555ºH
Agentes inibidores do crescimento microbiano, neutralizantes da acidez e reconstituintes da densidade ou do índice crioscópico	Não deve apresentar
Resíduos de produtos de uso veterinário e contaminantes acima dos limites previstos em normas	Não deve apresentar

Fonte: Brasil (19;20).

A pecuária leiteira é uma das principais atividades econômicas desenvolvidas no Brasil, desempenhando papel importante na renda de famílias e na alimentação de qualidade. Com o aumento dessa produção, faz-se necessário a avaliação das características físicas, químicas e microbiológicas do leite bovino (13).

Determinados fatores podem contribuir para a perda da qualidade do leite. Entre eles tem destaque a presença de doenças no rebanho (brucelose, tuberculose, mastite), falta de higiene durante a ordenha, limpeza e sanitização inadequadas dos equipamentos e utensílios de ordenha, além da má qualidade da água. Faz-se necessário efetividade nas

boas práticas para assegurar que o leite seja de alta qualidade e que atenda as normativas vigentes.

O processo de melhoria da qualidade do leite cru refrigerado depende da atuação de todos os elos que compõem a sua cadeia produtiva – produtores, indústria e governo. O governo deve regulamentar e fiscalizar, a indústria deve dar suporte aos produtores para que as metas sejam atingidas, e, finalmente, os produtores precisam atuar como parte interessada na melhoria da qualidade do leite (23), que é um dos temas mais discutidos no cenário nacional da atividade leiteira.

No estudo de Rempel e Muller (24), em análise de artigos de revisão integrativa, compreendendo o período de 2012 a 2020, demonstraram que os parâmetros físico-químicos em leite bovino no Brasil não apresentaram alterações significativas na maior parte das amostras analisadas nos estudos em questão. Já em relação aos parâmetros microbiológicos, 93% dos estudos analisados demonstraram alterações microbiológicas no leite, a exemplo da presença de coliformes, *Salmonella* spp. e mastitogênicos como *Staphylococcus* spp., que também podem ser considerados indicadores em biossegurança.

A adoção de Boas Práticas Agropecuárias (BPA) e de Boas Práticas de Fabricação (BPF) é importante para sanar essa contaminação, bem como a instrução dos produtores quanto às questões higiênico-sanitárias envolvidas no processo de ordenha. A forma de armazenamento do leite também é essencial para garantir a sua qualidade, evitando assim perdas na mesma, que acarretam também perdas econômicas ao produtor, além de risco à saúde da população consumidora (4).

Os produtos lácteos apresentam grande importância no suprimento de alimentos e na geração de empregos e renda no Brasil, sendo potencializadores por influenciar substancialmente na composição do Produto Interno Bruto nacional (25). Segundo pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no ano de 2022, a produção de leite nas propriedades atingiu, aproximadamente, R$ 80 bilhões (26).

1.2 Produção de leite e agricultura familiar

O papel do Brasil como produtor de leite em relação ao mundo se impõe à medida que se entende que o espaço territorial é grande e que muitos estados brasileiros são maiores do que muitos países (27).

A bovinocultura leiteira é uma das principais atividades econômicas do Brasil, desempenhando papel importante na renda de milhões de famílias e na alimentação de qualidade (13). Dados do IBGE de 2022 medidos pela Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) informam que 34,6 bilhões de litros correspondem à quantidade de leite produzido no Brasil para o ano mencionado (26). Já no segundo trimestre de 2024, a produção no país aproximou-se de 6 bilhões de litros (28).

No Brasil, o agronegócio do leite registrou um crescimento de 18% entre 2022 e 2023 (29). O país possui um grande rebanho de gado leiteiro e produtores desse alimento.

Entretanto, existe muito a se fazer para melhorar a qualidade e a quantidade de leite produzido (30).

No âmbito global, o ano de 2021 foi desafiador para a cadeia produtiva do leite, motivado pelo cenário de incertezas advindas da pandemia de COVID19. No Brasil, com consumo mais fraco e custos de produção em alta, a rentabilidade da atividade leiteira caiu, e diminuiu a produção. O volume de leite adquirido pelos laticínios fechou o ano de 2021 em 25,079 bilhões de litros, com uma queda de 2,19% em relação a 2020 (31). Segundo dados da pesquisa trimestral do leite do IBGE, os dados de aquisição de leite cru demonstram o valor de 24,4 bilhões de litros de leite cru no ano de 2023 e 12 bilhões de litros no primeiro semestre de 2024.

Nota-se que a disponibilidade atual de leite no Brasil ainda não é suficiente para abastecer o mínimo recomendado pelo Ministério da Saúde, que indica a ingestão em torno de 400 mL de leite por dia para crianças até 10 anos, 700 mL/dia para adolescentes de 10 a 19 anos e para um adulto saudável, 600 mL/dia (32).

Apesar da significativa importância socioeconômica da atividade leiteira, este setor ainda necessita de mudanças para se tornar competitivo e sustentável. Assim, faz-se necessário adotar na propriedade rural procedimentos de manejo adequados para a obtenção de leite cru de alta qualidade, garantir a qualidade do mesmo no processo de estocagem e adequação do seu transporte para a indústria (33).

A qualidade do leite cru é fundamental para as indústrias se manterem competitivas no mercado. Com o consumidor cada vez mais exigente e uma legislação cada vez mais preocupada em garantir a inocuidade do produto final, as indústrias passaram a procurar meios de incentivar seus produtores a investirem em sua produção. Além das indústrias e laticínios, a agricultura familiar desempenha papel importante na economia do país, sendo responsável pela geração de empregos e produção de alimentos focada no autoconsumo, apresentando menor produtividade e menor incorporação tecnológica. A produção familiar também se destaca como fonte de recursos financeiros para famílias de baixa renda, além de reduzir o êxodo rural (34).

Entre os agricultores familiares, a produção de leite é uma das principais atividades desenvolvidas. Assim, estes produtores devem ser constantemente treinados com relação às BPA, conformidade das etapas de armazenamento e transporte, com o intuito de atender às necessidades dos clientes, do mercado e da legislação. A adequação dos procedimentos adotados para a produção leiteira deve ser implementada em todos os elos da cadeia, de forma a garantir a produção de acordo com os padrões legais, tendo como objetivo a melhoria de renda do produtor, melhor desempenho das indústrias e segurança ao consumidor final (33; 35).

1.3 Microbiota contaminante do leite cru e seus problemas tecnológicos

Apesar do Brasil estar entre os maiores produtores de leite no mundo, os problemas relacionados à produtividade e à qualidade do leite cru ainda são frequentes e

graves, sendo esta última associada, principalmente, à excessiva contaminação por microrganismos, levando à rápida deterioração do produto. A vida útil do leite beneficiado está diretamente relacionada à contagem microbiana inicial no leite cru e à composição dessa microbiota constitui-se, principalmente, por deteriorantes produtores de enzimas extracelulares (36).

O aumento da CBT pode proporcionar alterações na composição química do leite, levando a prejuízos econômicos para os produtores. Elevadas contagens de CBT são indicativas de falha de manejo relacionadas aos cuidados de higiene na ordenha e dos demais aspectos da produção. O tempo que leva até o leite ser resfriado é outro ponto crítico para esse dado, já que a temperatura é um fator que influencia diretamente a multiplicação dos microrganismos no leite (13).

A fim de evitar perdas financeiras e tecnológicas, mesmo aplicando a temperatura adequada de refrigeração, há que se estabelecer mecanismos de controle de microrganismos psicrotróficos, que apresentam desenvolvimento e produção de enzimas extracelulares termorresistentes em temperatura abaixo de 7 °C, sendo estas responsáveis pela hidrólise das caseínas e gordura do leite (37; 38; 39; 40). Quando o leite é refrigerado, a maior parte dos microrganismos aeróbios mesófilos é inibida, contudo mesmo após a refrigeração, os psicrotróficos ainda se multiplicam (13; 41).

As bactérias psicrotróficas destacam-se como as principais contaminantes responsáveis pela deterioração do leite (42). O termo psicrotrófico refere-se aos microrganismos capazes de multiplicar em temperaturas de refrigeração (43). Pinto et al. (44) encontraram predominância de *Pseudomonas* dentre os gêneros isolados em leite cru refrigerado, situação confirmada por Araújo et al. (42). A contaminação por bactérias psicrotróficas é um grande problema no leite cru refrigerado, pois elas se desenvolvem em temperaturas baixas (< 7,0 ºC), sendo essa microbiota constituída por espécies de bactérias Gram-negativas: *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Acromobacter*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Chryseobacterium*, *Serratia*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Rahnella*, e bactérias Gram-positivas: *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Microbacterium*, *Lactococcus* e *Lactobacillus* (44; 45; 46; 47; 48).

Essa microbiota possui alto potencial deteriorador sobre o leite quando armazenado por um longo período refrigerado pela ação das enzimas hidrolíticas (48). Essas enzimas causam transtornos na indústria de laticínios pelo fato de muitas serem resistentes aos tratamentos térmicos amplamente usados como pasteurização e esterilização comercial.

Com isto, esse grupo de bactérias representa para a indústria de laticínios um desafio na preservação da matéria-prima devido aos problemas tecnológicos que ocasionam pela ação de suas enzimas como a instabilidade do leite ao calor, gelificação do leite UHT (Ultra Alta Temperatura), sabor, odor e cor alterados no leite e derivados,

perda de rendimento na produção de queijos, alteração na viscosidade em produtos lácteos fermentados, dentre outros (37; 44; 48; 49; 50; 51).

Entretanto, para minimizar os problemas tecnológicos existentes, a indústria de laticínios pode adotar alternativas como termização, microfiltração, entre outros processos. Os tratamentos térmicos e a refrigeração do leite cru contribuem para o aumento da segurança e vida útil do leite e de seus derivados (9).

1.4 Culturas bioprotetores

Uma alternativa para assegurar a qualidade de produtos lácteos são a utilização de culturas bioprotetoras. Esta possibilidade tem respondido a uma tendência de mercado, denominada "*Clean Label*" visando a comercialização de alimentos com o mínimo de conservantes, com vida de prateleira prolongada e, principalmente, para melhorar a segurança dos alimentos (6).

O conceito de biopreservação passou a ser definido a partir de 2015 como o uso de microrganismos antagônicos e/ou seus metabólitos para inibir microrganismos indesejáveis e aumentar a vida útil dos alimentos com o mínimo de modificação de suas características sensoriais (52). Bactérias do ácido lático (BAL) selecionadas têm ganhado atenção como culturas bioprotetoras por serem tradicionalmente usadas na produção de alimentos e por apresentarem atividade antimicrobiana contra deteriorantes e patógenos (53).

As BAL desempenham papel importante na indústria de alimentos funcionais pois produzem antimicrobianos naturais, além de algumas estirpes apresentarem propriedades probióticas. Elas sintetizam vários metabólitos biologicamente ativos e antimicrobianos como ácidos orgânicos (principalmente ácido lático), peróxido de hidrogênio, dióxido de carbono, acetaldeído, diacetil e bacteriocinas, que podem inibir o desenvolvimento da microbiota patogênica e deterioradora, atuando como biocontrole (54; 55).

A incorporação de BAL e dos metabólitos produzidos por esses microrganismos, tais como peptídeos antimicrobianos e antifúngicos, diacetil e ácidos orgânicos, têm sido elencados como estratégias promissoras na biopreservação de alimentos (56). As bacteriocinas são importantes antimicrobianos naturais, produzidos principalmente por BAL, como exemplo a nisina, uma bacteriocina comercializada desde 1953, com status *Generally Recognized as Safe* (GRAS) e aprovada pelos órgãos oficiais competentes de mais de 80 países para a sua utilização em alimentos (6).

Devido ao aumento de patógenos resistentes a antibióticos veiculados por alimentos, a aplicação de bacteriófagos como novos agentes antibacterianos em matrizes alimentares também se tornou uma estratégia emergente. Os fagos são alternativas importantes para combater bactérias deteriorantes na indústria alimentícia e usados com sucesso em muitas aplicações (57).

Tendo em vista a impossibilidade do leite cru conter conservantes, os agentes de biocontrole seriam opção para uso nessa matriz alimentar. Desse modo, a avaliação da bioproteção no leite cru refrigerado granelizado exercido por BAL é relevante a fim de controlar a deterioração desse alimento por enzimas extracelulares termorresistentes produzidas por bactérias psicrotróficas, bem como pela inibição de microrganismos patogênicos veiculados por mastite bovina a exemplo de bactérias do gênero *Staphylococcus*.

A redução do uso de conservantes químicos sintéticos é foco de consumidores exigentes que buscam aliar qualidade e promoção de saúde. Essa demanda leva os pesquisadores a realizarem estudos com bioprotetores, com destaque de BAL e fagos, que possuam potencial antimicrobiano contra deterioradores e patógenos, e que não afetem o microbioma intestinal, sendo então alternativas aos componentes sintéticos (56).

CONCLUSÕES

O treinamento constante em BPA, de ordenha e de fabricação na produção de leite é essencial para garantir a qualidade e segurança deste alimento de grande importância na geração de renda e manutenção do homem no campo. Os treinamentos devem envolver uma abordagem global, transdisciplinar, transcultural, integrada e unificadora que visa equilibrar e otimizar de forma sustentável a saúde de pessoas, animais e ecossistemas, sendo essencial para alcançar o conceito da Saúde Única e, consequentemente, melhorar a qualidade do leite cru produzido no Brasil.

A qualidade do leite cru e sua microbiota contaminante inicial impacta em toda a cadeia de produção de lácteos. A alta contagem de CBT indica falhas de higienização durante o processamento do leite, acarretando prejuízos futuros na indústria laticinista. Uma possibilidade de reduzir os microrganismos indesejáveis no leite cru é através da bioconservação, área da ciência e tecnologia de alimentos que por sua vez substitui a adição de aditivos químicos por compostos de origem natural como as culturas bioprotetoras.

Essa tendência vai ao encontro da demanda do mercado consumidor por alimentos com alegações funcionais, mais naturais e com menor quantidade de adição de ingredientes. Além disso, os agentes de biocontrole podem ser coadjuvantes na qualidade do leite cru refrigerado granelizado, pois eles podem contribuir com a manutenção da qualidade do leite com a inibição da microbiota psicrotrófica deterioradora, além de patógenos.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a FAPEMIG pelo apoio financeiro e a Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba.

REFERÊNCIAS

1. EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. O leite bovino que

produzimos e consumimos. Brasília; 2022 [acesso em 26 Abr 2025]. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1145076/o-leite-bovino-que-produzimos-e-consumimos.

2. SDA United States Department of Agriculture. Serviço Internacional de Agricultura. Dairy and Products Annual, 2023. Brasília, 2024 [acesso em 20 Abr 2025]. Disponível em: https://fas.usda.gov/data/brazil-dairy-and-products-annual-10.

3. MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano mais pecuária, 2023 [acesso em 04 Dez 2024]. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/Publicacao_v2.pdf.

4. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Diário Oficial da União, Brasília, 30 mar 2017. Seção 1:3

5. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 55, de 30 set 2020. Diário Oficial da União. Brasília, 01 out 2020 Seção 1:189:9

6. Cancella MJ, Santos TA, Miguel EM, Moreira GDM, Sobral D, Almeida FA. Bactérias láticas como probióticas, bioconservantes de alimentos e produtoras de bacteriocinas: uma revisão. Rev Inst Latic Cand Tostes. 2024;79(1):37-47.

7. Meiland P, Aljabbari A, Kihara S, Berzins K, Rsen UA, Kirkensgaard JJK, Boyd B. Comparing the lipid self-assembly behaviour and fatty acid composition of plant-based drinks to bovine milk during digestion. Food Chem. 2025;465:Part 1.

8. Walstra P, Wouters JTM, Geurtes TJ. Dairy science and technology. 2nd ed. Boca Raton: Taylor & Francis Group; 2006. 782 p.

9. Pinto CLO, Martins LM, Campos NLF, Martins ADO, Benevenuto WCA, Martins EMF, et al. Microbiologia do leite cru. In: Cruz AG, Zacarchenco PB, Oliveira CAF, Corassim CH, editors. Microbiologia, higiene e controle de qualidade no processamento de leites e derivados. Rio de Janeiro: Elsevier; 2019. cap. 2, p.32-42

10. TBCA Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.2. São Paulo, 2023 [acesso em 20 Dez 2024]. Disponível em: http://www.fcf.usp.br/tbca.

11. USDA United States Department of Agriculture. Serviço de Pesquisa Agrícola. Food Data Central, Estados Unidos, 2019 [acesso em 20 Dez 2024]. Disponível em: https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/173441/nutrients.

12. Beloti V, Junior JCR, Guimarães JT, Levorato J, Cruz AG, Oliveira CAF, et al. Sistema de qualidade no processamento de leite e derivados. In: Cruz AG, Zacarchenco PB, Oliveira CAF, Corassim CH, editors. Microbiologia, higiene e controle de qualidade no processamento de leites e derivados. Rio de Janeiro: Elsevier; 2019. cap. 12, p.229-59.

13. Santos NS, Medeiros CF, Silva JCS, Araújo CA, Sarmento TCF, Fontes CN. Impact of pre-dipping, racial pattern and order of milk jets on the microbiological and physical-chemical activity of raw bovine milk. Divers J. 2021;6(3):3694

14. Frigeri KDM, Santin TP, Agostini A, Nogara KF, Frigeri KDM, Kalles NZ, et al. Longitudinal study on the effect of seasons of the year on production, centesimal composition, microbiological quality and price of milk liter on a dairy farm in Rio Grande do Sul-Brazil. Res Soc Dev. 2020;9(11):1-28

15. Martins LM, Pinto CLO, Martins ADO, Benevenuto WCA, Martins EMF, Silva HLA, et al. Microbiologia do processamento do leite pasteurização. In: Cruz AG, Zacarchenco PB, Oliveira CAF, Corassim CH, editors. Microbiologia, higiene e controle de qualidade no processamento de leites e derivados. Rio de Janeiro: Elsevier; 2019. cap. 3, p.43-70

16. Ubaldo NRP, Carranza BV, Ordoñez VV, Ruiz LD, Bastida AZ. Mastite bovina, uma doença de impacto mundial: prevalência, resistência antimicrobiana e abordagens alternativas viáveis. Vet Anim Sci. 2023;21:1-14

17. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto 10.468, de 18 de agosto de 2020.Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Diário Oficial da União, Brasília, 19 ago 2020; Seção 1:159:5

18. Hwang JH, Jung AH, Yu SS, Park SH. Rapid freshness evaluation of cow milk at different storage temperatures using in situ electrical conductivity measurement. Innov Food Sci Emerg Technol. 2022;81

19. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 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, Brasília, 30 nov 2018. Seção 1:230:9

20. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 77, de 26 de novembro de 2018. 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, Brasília, DF, 30 nov 2018. Seção1:230:10

21. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 58, de 6 nov 2019. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 nov 2019. Seção1:216:18

22. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 59 de 6 Nov 2019. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 nov 2019. Seção1:216:18

23. Lima LP, Braga GB, Perez R, Nero LA, Carvalho AF. Evolution of the legal framework of refrigerated raw milk in Brazil. Rev Inst Latic Cand Tostes. 2020;75(3):190-203.

24. Rempel C, Muller T. Quality of bovine milk produced in Brazil – physical-chemical and microbiological parameters: an integrative review. Vigil Sanit Debate. 2021;9(3):122-9.

25. Alvarenga THP, Gajo AA, Aquino ACMS. Cadeia produtiva agroindustrial do leite: uma revisão no escopo do agronegócio. Rev Agropampa. 2020;1(1):50-62.

26. IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de Leite, 2022. Brasil, 2022 [acesso 18 Dez 2024]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/leite/br.

27. Barros MV, Salvador R, Maciel AL, Ferreira MAB, Paula VR, Francisco AC, Rocha CHB, Piekarsky CM. An analysis of Brazilian raw cow milk production systems and environmental product declarations of whole milk. J Clean Prod. 2022;367:1-12

28. IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de Estatísticas Agropecuárias. Pesquisa Trimestral do Leite, 2024. Brasil, 2024 [acesso em 18 Dez 2024]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21121-primeiros-resultadios-2leite.html.

29. IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Diretoria de Pesquisas. Coordenação de Estatísticas Agropecuárias. Pesquisa Trimestral do Leite, 2023. Brasil, 2023 [acesso em 18 Dez 2024]. Disponível em:

https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21121-primeiros-resultadios-2leite.html.

30. Martins NJ, Mata JF. Gestão de qualidade do leite bovino em propriedades rurais. Rev Liberato. 2020;21(36):159-68.

31. Rocha DT, Carvalho GR. Leite inspecionado: Minas Gerais mantém liderança. Anuário do Leite. 2021;14-24.

32. Brasil Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira. Brasília: Ministério da Saúde; 2014. 2nd ed., 1st reprint.

33. Strassburger AH, Caye VAH, Costella MF, Dalcanto F. Análise da variação da qualidade microbiológica do leite cru refrigerado: uma revisão sistemática de literatura. Rev Inst Latic Cand Tostes. 2019;74(1):60-72.

34. Peres FD, Parreira DP, Valentim JK, Paula KLC, Paciulli SO, Silva DAL. Milk quality evaluation of dairy farmers in the Alto São Francisco Region. Realiz. 2019;6(12):108-20.

35. Silva AF, Valentim JK, Zanella J, Mendes A, Mendes JP. The importance of incentives in dairy farming for small producers. Realiz. 2021;8(15):115-23.

36. Marioto LRM, Daniel GC, Gonzaga N, Mareze J, Tamanini R, Beloti V. Potencial deteriorante da microbiota mesófila, psicrotrófica, termodúrica e esporulada do leite cru. Cienc Anim Bras. 2020;21:1-12.

37. Barbosa JB, Talma SV, Batista CS, Martins ML, Pinto CLO. Avaliação de rendimento da produção dos queijos minas frescal, minas padrão e mussarela fabricados com leite inoculado com Pseudomonas fluorescens. Rev Inst Latic Cand Tostes. 2009;64(371):27-34.

38. Ferreira AA, Marques KA, Barbosa JB, Martins EMF, Pinto CLO, Martins ML. Influence of enzymatic activity of Pseudomonas fluorescens 041 in Labneh. Rev Inst Latic Cand Tostes. 2012;67(385):17-24.

39. Condé PR, Pinto CLO, Gandra SO, Campos RCAB, Silva RR, Costa JF, et al., Temperatura de armazenamento e qualidade microbiológica do leite cru granelizado na região de Rio Pomba, Minas Gerais. Rev Inst Latic Cand Tostes. 2019;73(3):149-61

40. Condé PR, Pinto CLO, Gandra SO, Trevizano LM, Campos ANR, Silva RR, Martins ML. Proteolytic action of psychrotrophic bacteria in bovine milk caseins. Braz J Dev. 2020;6(6):40220-36.

41. Martins LM, Batista CS, Pinto CLO, Campos NLF, Martins ADO, Martins EMF, et al. Microbiologia do processamento do Leite UHT. In: Cruz AG, Zacarchenco PB, Oliveira CAF, Corassim CH, editors. Microbiologia, higiene e controle de qualidade no processamento de leites e derivados. Rio de Janeiro: Elsevier; 2019. cap. 4, p.71-96.

42. Araújo LG, Junior JCR, Alves BK, Cesar KKFA, Lopes JB. Identification of deteriorating activity and the *apr* gene in the microbiota isolated from raw milk in Caxias, MA. Rev Inst Latic Cand Tostes. 2019;74(4):219-30

43. Maziero MT, Viana C, Bersot LDS. Microrganismos psicrotróficos lipolíticos em produtos lácteos durante o prazo comercial. Rev Inst Latic Cand Tostes. 2010;65(372):10-7

44. Pinto CLO, Machado SG, Martins LM, Vanetti MCD. Identification of proteolytic psychrotrophic bacteria isolated from refrigerated raw milk and characterization of its spoilage potential. Rev Inst Latic Cand Tostes. 2015;70(2):105-16.

45. Quigley L, O'Sullivan O, Stanton C, Beresford TP, Ross RP, Fitzgerald GF, et al. The complex microbiota of raw milk. FEMS Microbiol Rev. 2013;37:664-98

46. Oliveira GB, Favarin L, Luchese RH, McIntosh D. Psychrotrophic bacteria in milk: How much do we really know? Braz J Microbiol. 2015;46(2):313-21

47. Vithanage NR, Dissanayake M, Bolge G, Palombo EA, Yeager TR, Datta N. Biodiversity of culturable psychrotrophic microbiota in raw milk attributable to refrigeration conditions, seasonality and their spoilage potential. Int Dairy J. 2016;57:80-90

48. Condé PR, Pinto CLO, Gandra SO, Campos RCAB, Silva RR, Costa JF, et al. Identification of the contaminating psychrotrophic bacteria in refrigerated bulked raw milk and the assessment of their deteriorating potential. Semina: Cienc Agrar. 2022;43(2):739-50.

49. Sorhaug T, Stepaniak L. Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: quality aspects. Trends Food Sci Technol. 1997;8:35-41.

50. Rodrigues RS, Machado SG, Carvalho AF, Nero LA. *Pseudomonas* sp. as the causative agent of anomalous blue discoloration in Brazilian fresh soft cheese (*Minas Frescal*). Int Dairy J. 2021;117.

51. Rodrigues RS, Machado SG, Carvalho AF, Nero LA. Comparative genomic and functional annotation of *Pseudomonas spp.* genomes responsible for blue discoloration of Brazilian fresh soft cheese. Int Dairy J. 2023;140.

52. Vignolo G, Fadda S. Starter cultures: bioprotective cultures. In: Toldrá F, editor. Handbook of fermented meat and poultry. 2nd ed. New Jersey: Wiley-Blackwell; 2015. p.147-57.

53. Souza LV, Martins E, Moreira IMFB, Carvalho AF. Strategies for the development of bioprotective cultures in food preservation. Int J Microbiol. 2022;1-16.

54. Meruvu H, Harsa S. Lactic acid bacteria: isolation–characterization approaches and industrial applications. Crit Rev Food Sci Nutr. 2023;63(26):8337-56.

55. Abedin MM, Chourasia R, Phukon L, Puja S, Ramesh CR, Sudhjir PS, Amit KR. Lactic acid bacteria in the functional food industry: biotechnological properties and potential applications. Crit Rev Food Sci Nutr. 2023;1-15.

56. Kaveh S, Hashemi SMB, Abedi E, Amiri MJ, Conte FL. Bio-preservation of meat and fermented meat products by lactic acid bacteria strains and their antibacterial metabolites. Sustainability. 2023;15(10154):1-17.

57. Tayyarcan EK, Boyaci IH. Isolation, characterization, and application of bacteriophage cocktails for the biocontrol of *Pseudomonas fluorescens* group strains in whole and skimmed milk. Braz J Microbiol. 2023;54(4):3061-71.

Capítulo 20
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-20

DETERIORAÇÃO FÚNGICA DE PÃES INTEGRAIS MULTIGRÃOS

Luiz Felipe Leal da Cunha Souza*; Luciana Marques de Souza; Kailane Lima de Figueiredo; Tassiana Albuquerque Bassin Ucha Campos; Barbara da Silva Soares Telles

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: luizfelipe.souza@univassouras.edu.br*

Resumo: Pelo alto valor de atividade de água, umidade, pH levemente ácido, elevado teor de fibras e carboidratos e por serem comercializados em temperatura ambiente, os pães integrais multigrãos são altamente propensos a deterioração fúngica. Com isso, o presente estudo objetivou verificar por meio da análise sensorial (visão e tato) alterações organolépticas (cor e aspecto) de pães integrais multigrãos ocasionadas por deterioração fúngica em um determinado período de tempo. Foram observadas 3 amostras de cada tipo de pão integral multigrão em diferentes momentos da pesquisa no período de exposição após 14 dias para cada lote. Foi seguido à orientação dos métodos de conservação dos produtos indicados pelos fabricantes e comparados as informações dos ingredientes. Após, houve a abertura das embalagens para análise e classificação das características organolépticas (aparência e textura). Os resultados foram registrados por meio de fotografias para comparação e análise da aparência e textura. Os pães de formas integrais multigrãos: *W1, W2* e *W3 e K1, K2* e *K3,* apresentaram maiores alterações organolépticas ocasionadas por deterioração. Estas amostras foram as que apresentavam maiores quantidades de ingredientes integrais. Cabe advertir a importância do consumo destes tipos de pães em até 14 dias, tempo de vida útil verificado no presente estudo e corroborado pela literatura científica para o inicio das alterações organolépticas por deterioração visíveis nestes produtos alimentícios (8) (9).

Palavras–chave: deterioração fúngica; grãos; pães integrais

Abstract: Due to their high water activity value, moisture, slightly acidic pH, high fiber and carbohydrate content, and because they are sold at room temperature, multigrain whole grain breads are highly prone to fungal spoilage. Therefore, the present study aimed to verify, through sensory analysis (sight and touch), organoleptic changes (color and appearance) of multigrain whole grain breads caused by fungal spoilage in a given period of time. Three samples of each type of multigrain whole grain bread were observed at different times of the research in the exposure period after 14 days for each batch. The guidelines for product preservation methods indicated by the manufacturers were followed and the information on the ingredients was compared. Afterwards, the packages were opened for analysis and classification of the organoleptic characteristics (appearance and texture). The results were recorded through photographs for comparison and analysis

of appearance and texture. The multigrain wholemeal breads, W1, W2, and W3, and K1, K2, and K3, presented greater organoleptic changes due to deterioration. These samples were the ones that presented the largest amounts of wholemeal ingredients. It is essential to note the importance of consuming these types of bread within 14 days, as this is the shelf life observed in this study and corroborated by the scientific literature, which indicates the onset of visible organoleptic changes due to deterioration in these food products (8) (9).

Keywords: Decay fungi; grains; wholegrain breads

INTRODUÇÃO

A Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, define pão como o "*produto obtido da farinha de trigo e/ou outras farinhas, adicionado de líquido, resultante do processo de fermentação ou não e cocção, podendo conter outros ingredientes, desde que não descaracterizem o produto. Pode apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos*" (1).

Estima-se que o consumo *per capita* de pão no país esteja em torno de 34 Kg/ano. Este número representa um valor baixo se comparado à quantidade recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), 60 kg, e ao consumo de outros países da América Latina como Chile (98 kg/ano), Argentina (82,5kg/ano) e Uruguai (55 kg/ano) (2).

A indústria de panificação está entre os maiores segmentos industriais do Brasil. Levantamento realizado pelo Instituto Tecnológico de Panificação e Confeitaria (ITPC) em parceria com a Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP) mostram que desde 2010 houve um crescimento no faturamento neste segmento no mercado brasileiro (3).

No que concerne ao setor de pães industrializados, segundo os últimos dados da *Food Ingredientes* Brasil, a mais influente e tradicional publicação do setor de ingredientes alimentícios no mercado brasileiro, em 2015 ocorreu um faturamento de R$ 6 bilhões neste segmento, número 3,4% superior ao verificado no ano anterior. Do total de venda de pães industrializados, estima-se que 30-40% se referem à venda de produtos com apelo saudável, como os pães enriquecidos com ingredientes naturais, farinhas integrais e/ou especiais, com cereais integrais, entre outros (4).

O apelo mundial para uma dieta mais saudável e para o consumo de produtos com alto teor de fibras tem levado às indústrias de panificação a buscar a diversificação de seus produtos, como a produção de pães contendo farinhas integrais e variedade de grãos de cereais (5). No entanto, estes produtos apresentam uma vida útil muito curta, ocasionando rápida deterioração. Devido ao seu alto valor de atividade de água e umidade, pH levemente ácido, elevado teor de fibras e carboidratos e por serem comercializados e estocados em temperatura ambiente, os pães integrais multigrãos são altamente propensos a deterioração microbiológica, principalmente por fungos (6).

A deterioração de alimentos pela contaminação de fungos e micotoxinas representa uma perda anual de aproximadamente 5-10% em relação ao suprimento mundial. Desta perda, uma parcela de aproximadamente 4-5% se refere aos produtos de panificação (7).

Frente ao exposto, o objetivo do presente estudo foi verificar por meio da análise sensorial (visão e tato) alterações organolépticas (cor e aspecto) de pães do tipo integral

multigrãos (7; 12; 14; 16 e 20 grãos) ocasionadas por deterioração fúngica em um determinado período de tempo.

Devido à deterioração por fungos em cereais e às características intrínsecas e extrínsecas dos pães, é de extrema importância verificar modelos probabilísticos para determinar a probabilidade de crescimento de cepas fúngicas representativas em pães integrais multigrãos em função de parâmetros intrínsecos e extrínsecos.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo descritivo, que verificou por meio de análise sensorial (visão e tato), as características organolépticas (cor e aspecto) de pães do tipo de forma integral multigrãos (amostras) durante o período de exposição para possível proliferação fúngica, prazo este que não é a validade do produto, mas o observado na literatura científica (8) (9).

As amostras foram selecionadas em diferentes estabelecimentos comerciais de gêneros alimentícios (mercados) de acordo com a disponibilidade de venda do produto. As amostras foram selecionadas conforme a classificação pelos grãos. Foram analisadas 3 amostras de cada tipo de pão integral multigrão em diferentes momentos do período do estudo, sendo ao término de 14 dias para cada lote, realizada a análise das características organolépticas. As amostras foram classificadas em: a) 7 grãos da marca *X* (*X1, X2 e X3*); b) 12 grãos da marca *Y* (*Y1, Y2 e Y3*); c) 14 grãos da marca *Z* (*Z1, Z2 e Z3*); d) 16 grãos da marca *W* (*W1, W2 e W3*) e e) 20 grãos da marca *K (K1, K2 e K3*). Antecedente ao período de análise, não houve a abertura da embalagem das amostras.

Foi observado durante o período das análises das amostras (término de 14 dias para cada lote) o possível desenvolvimento de bolores nos diferentes tipos de pães integrais multigrãos. Para análise, foi seguido à orientação dos métodos de conservação dos produtos indicado pelos fabricantes: armazenamento do produto em local fresco, seco e arejado; não exposto à luz solar e não deixar próximo a produtos de limpeza. Não foram considerados os métodos de conservação indicados pelos fabricantes como: colocar o produto na geladeira, para que se possa observar se o período estipulado pela literatura científica ocasione o surgimento de alterações organolépticas ocasionadas por deterioração fúngica (8) (9).

Os seguintes parâmetros foram observados e comparados com cada amostra: ingredientes; emulsificantes; conservantes e edulcorantes; melhorador de farinha; acidulantes e tempo de exposição para a deterioração. Foram excluídas da análise do presente estudo: informações nutricionais contidas nas amostras; prazo de validade; características físico-químicas, como umidade, atividade de água e pH; e alterações nas características sensoriais de sabor e odor dos produtos. Ressalta-se que foi excluída a análise da data de validade, pois foi verificado como norteador o período de término de 14 dias como possível surgimento de ponto deteriorado na amostra conforme a literatura científica norteada (8) (9).

Após o término de 14 dias para cada lote, todas as amostras tiveram suas embalagens abertas para análise e classificação das características organolépticas conforme descrito na Tabela 1. A classificação foi feita pelos autores do presente estudo adaptada conforme parâmetros padronizados em análise sensorial de alimentos, utilizando escala não estruturada para indicar a intensidade da variação na textura (10).

A escolha da escala para caracterização dos dados foi definida pelos autores do presente estudo conforme as características organolépticas da aparência (visão): cor da casca e cor do miolo, classificadas pela variação da cor em "verde claro parcial" ou "total" na amostra; "verde escuro parcial" ou "total" na amostra; e "sem alteração da cor original"; e textura (tato): macio e consistente, classificadas pela variação da maciez e consistência respectivamente, em "muito macio", "pouco macio" e "sem alteração da textura original" e "muito consistente", "pouco consistente" e "sem alteração da consistência original" (10).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 – Análise das características organolépticas das amostras após término de 14 dias

Amostra	Cor da Casca	Cor do Miolo	Maciez	Consistência
X	Verde claro (parcial/total) / Verde escuro / Sem alteração da cor original	Verde claro (parcial/total) / Verde escuro / Sem alteração da cor original	Muito macio / Pouco macio / Sem alteração da textura original	Muito consistente / Pouco consistente / Sem alteração da consistência original
Y	Verde claro (parcial/total) / Verde escuro / Sem alteração da cor original	Verde claro (parcial/total) / Verde escuro / Sem alteração da cor original	Muito macio / Pouco macio / Sem alteração da textura original	Muito consistente / Pouco consistente / Sem alteração da consistência original
Z	Verde claro (parcial/total) / Verde escuro / Sem alteração da cor original	Verde claro (parcial/total) / Verde escuro / Sem alteração da cor original	Muito macio / Pouco macio / Sem alteração da textura original	Muito consistente / Pouco consistente / Sem alteração da consistência original

Amostra	Cor da Casca	Cor do Miolo	Maciez	Consistência
W	Verde claro (parcial/total) / Verde escuro / Sem alteração da cor original	Verde claro (parcial/total) / Verde escuro / Sem alteração da cor original	Muito macio / Pouco macio / Sem alteração da textura original	Muito consistente / Pouco consistente / Sem alteração da consistência original
K	Verde claro (parcial/total) / Verde escuro / Sem alteração da cor original	Verde claro (parcial/total) / Verde escuro / Sem alteração da cor original	Muito macio / Pouco macio / Sem alteração da textura original	Muito consistente / Pouco consistente / Sem alteração da consistência original

As características das amostras adquiridas nos mercados foram anotadas com base nas informações dos rótulos dos produtos, sendo verificadas as informações que apresentam relação com alterações organolépticas, sendo: ingredientes, emulsificantes, conservantes e edulcorantes, melhorador de farinha e acidulantes.

a) Pão de forma integral 07 grãos (400 gramas) - marca: X; ingredientes: farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, farinha de trigo integral, farelo de trigo, fibra alimentar, grãos de soja, grãos de trigo, flocos de aveia e de centeio, glúten de trigo, sal, semente de linhaça, gergelim e girassol; emulsificantes: estearoil-2-lactil-lactato de cálcio e polisorbato 80; conservantes e edulcorantes: propionato de cálcio, ácido sórbico, acessulfame K; melhorador de farinha: fosfato monocálcico, cloreto de amônio e ácido ascórbico; acidulantes: ácido láctico.

b) Pão de forma integral 14 grãos (450 gramas) – marca: Z; ingredientes: farinha de trigo integral, glúten, açúcar mascavo, grão de aveia, farelo de trigo, açúcar; flocos de centeio e de soja, semente de linhaça, farinha de milho, óleo vegetal de soja, flocos de cevada, semente de linhaça dourada, semente de girassol, grão de triticale, vinagre, sal, gergelim, grão de quinoa, farinha de linhaça, grão de milheto, farinha de arroz; emulsificantes: não contém; conservantes e edulcorantes: propionato de cálcio, ácido sórbico, acessulfame K; melhorador de farinha: ácido ascórbico; acidulantes: ácido láctico.

c) Pão de forma integral 12 grãos (350 gramas) – marca: Y; ingredientes: farinha de trigo integral, semente de girassol, grão de trigo, flocos de aveia, farinha de milho e centeio, vinagre, sal, semente de linhaça, grão de quinoa, gritz de soja, gergelim, grão de milheto, cevada e triticale; emulsificantes: goma guar, polisorbato 80, estearoil-2-lactil-

lactato de cálcio; conservantes: propionato de cálcio, ácido sórbico; melhorador de farinha: fosfato monocálcico, cloreto de amônio, ácido ascórbico; acidulantes: ácido láctico.

d) Pão de forma integral 16 grãos (400 gramas) – marca: W; ingredientes farinha de trigo integral, farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, óleo vegetal, açúcar mascavo, sal, farelo de trigo, gergelim, semente de linhaça, gritz de milho, semente de girassol, gritz de soja, semente de linhaça dourada, aveia em flocos, grãos de quinoa, grãos de triticalhe, amaranto, feijão branco, grãos de milheto, flocos de cevada, flocos de centeio, farinha de arroz, glúten, fermento biológico, emulsificantes: mono e diglicerídeos de ácidos graxos, estearoil-2-lactil-lactato de sódio, éster de ácido tartárico diacetilado de mono e diglicerídeos; conservantes: propionato de cálcio, ácido sórbico; melhorador de farinha: ácido ascórbico, azodicarbonamida; acidulantes: não contém.

e) Pão de forma integral 20 grãos (400 gramas) – marca: K; ingredientes: farinha de trigo integral, gordura de palma, açúcar mascavo, gritz de soja, semente de linhaça e de girassol, gritz de milho, sorgo triturado, aveia laminada, gergelim, grãos de quinoa, lentilha, farinha de arroz, flocos de centeio, flocos de cevada, grãos de milheto, feijão branco, amaranto, semente de linhaça dourada, chia, grãos de triticale, gergelim preto, sal, extrato de malte de cevada; emulsificantes: mono e diglicerídeo de ácidos graxos, estearoil-2-lactil lactato de sódio, éster de ácido tartárico diacetilado de mono e diglicerídeo; conservantes: propionato de cálcio, ácido sórbico; melhorador de farinha: ácido ascórbico e azodicarbonamida; acidulantes: não contém.

Ressalta-se que azodicarbonamida, verificadas na marca W e K é uma substância química aprovada pela *Food and Drug Administration* (FDA) para uso como agente clareador em farinha de cereais e como condicionador de massa na panificação. Durante a fabricação do pão, a azodicarbonamida se decompõe completamente para formar outros produtos químicos, como a semicarbazida, um produto químico de decomposição que se forma a partir da azodicarbonamida durante a fabricação do pão (11).

As figuras 1 a 15 abaixo apresentam as alterações nas características organolépticas das amostras analisadas ao término de 14 dias.

Figura 1 – Pão de forma integral 07 grãos *X1* ao término de 14 dias.

Figura 2 – Característica da amostra - pão de forma integral 07 grãos *X2,* ao término de 14 dias.

Figura 3 – Característica da amostra - pão de forma integral 07 grãos *X3,* ao término de 14 dias.

Figura 4 – Característica da amostra - pão de forma integral 12 grãos *Y1,* ao término de 14 dias.

Figura 5 – Característica da amostra - pão de forma integral 12 grãos *Y2,* ao término de 14 dias.

Figura 6 – Característica da amostra - pão de forma integral 12 grãos *Y3,* ao término de 14 dias.

Figura 7 – Característica da amostra - pão de forma integral 14 grãos *Z1,* ao término de 14 dias.

Figura 8 – Característica da amostra - pão de forma integral 14 grãos *Z2,* ao término de 14 dias.

Figura 9 – Característica da amostra - pão de forma integral 14 grãos *Z3,* ao término de 14 dias.

Figura 10 – Característica da amostra - pão de forma integral 16 grãos *W1,* ao término de 14 dias.

Figura 11 – Característica da amostra - pão de forma integral 16 grãos *W2,* ao término de 14 dias.

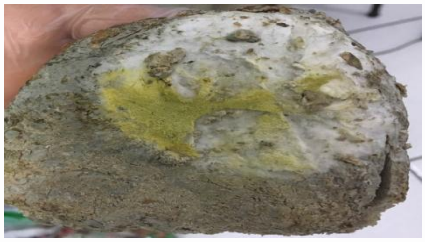


Figura 12 – Característica da amostra - pão de forma integral 16 grãos *W3,* ao término de 14 dias.

Figura 13 – Característica da amostra - pão de forma integral 20 grãos *K1,* ao término de 14 dias.

Figura 14 – Característica da amostra - pão de forma integral 20 grãos *K2,* ao término de 14 dias.

Figura 15 – Característica da amostra - pão de forma integral 20 grãos *K3,* ao término de 14 dias.

A demanda dos consumidores por produtos mais saudáveis e com alto teor de fibras tem levado as indústrias de panificação a oferecer produtos integrais com introdução de grãos e farinhas especiais em suas formulações (5). Entretanto, devido as suas características físico-químicas como, umidade em torno de 40%, atividade de água entre 0,80-0,88, pH levemente ácido (5,0-5,7), presença de conservantes, e elevado teor de carboidratos, os pães são altamente propensos a deterioração por fungos. Além disso, a incorporação de ingredientes integrais contribui para maior introdução de

contaminantes naturalmente presentes nos cereais, o que limita ainda mais a vida de prateleira destes produtos (12) (13).

Das amostras analisadas do presente estudo, observa-se pelas informações da Tabela 2, que os pães de formas integrais multigrãos: *W1, W2, W3 e K1, K2 e K3,* apresentaram maiores alterações organolépticas ocasionadas por deterioração. Estas amostras, conforme informações dos ingredientes no rótulo foram as que apresentavam maiores quantidades de ingredientes integrais (cereais) em sua composição quando comparadas na informação dos ingredientes das outras amostras.

A deterioração por fungos é resultante da contaminação por esporos fúngicos, que, em condições favoráveis, irão germinar e formar micélios visíveis, antes do final da vida de prateleira dos produtos (14).

No prazo estipulado para início das análises das alterações organolépticas das amostras da recente pesquisa (14 dias), somente as amostras Y1, Y2 e Y3 apresentaram poucas variações da sua aparência original de prateleira (Figuras 4., 5. e 6. respectivamente).

Tabela 2 – Alterações organolépticas (aparência e textura) das amostras após tempo de exposição de 14 dias

Amostras	Cor da Casca	Cor do Miolo	Maciez	Consistência
X1	Sem alteração da cor original	Verde claro parcial na amostra	Sem alteração da textura original	Sem alteração da consistência original
X2	Verde claro parcial na amostra	Verde claro parcial na amostra	Sem alteração da textura original	Sem alteração da consistência original
X3	Verde claro parcial na amostra	Verde claro parcial na amostra	Sem alteração da textura original	Sem alteração da consistência original
Y1	Verde claro parcial na amostra	Verde claro parcial na amostra	Sem alteração da textura original	Sem alteração da consistência original
Y2	Verde claro parcial na amostra	Verde claro parcial na amostra	Sem alteração da textura original	Sem alteração da consistência original
Y3	Sem alteração da cor original	Verde claro parcial na amostra	Sem alteração da textura original	Sem alteração da consistência original
Z1	Sem alteração da cor original	Verde claro parcial na amostra	Sem alteração da textura original	Sem alteração da consistência original

Z2	Verde claro parcial na amostra	Verde claro parcial na amostra	Sem alteração da textura original	Sem alteração da consistência original
Z3	Sem alteração da cor original	Verde escuro total na amostra	Sem alteração da textura original	Sem alteração da consistência original
W1	Verde escuro total na amostra	Verde escuro parcial na amostra	Pouco macio	Muito consistente
W2	Sem alteração da cor original	Verde claro parcial na amostra	Pouco macio	Muito consistente
W3	Verde escuro total na amostra	Verde escuro total na amostra	Pouco macio	Muito consistente
K1	Verde claro parcial na amostra	Verde claro parcial na amostra	Pouco macio	Muito consistente
K2	Verde claro parcial na amostra	Verde claro parcial na amostra	Pouco macio	Muito consistente
K3	Verde claro parcial na amostra	Verde claro parcial na amostra	Pouco macio	Muito consistente

Muitos ingredientes oferecem riscos de contaminação aos produtos de panificação, tais como coberturas, especiarias e amêndoas. Entretanto, a farinha de panificação, o trigo e os grãos de cereais estão entre os tipos de ingredientes mais sujeitos à contaminação por fungos, incluindo aqueles produtores de micotoxinas. Ressalta-se que este tipo de contaminação pode ocorrer no armazenamento (15).

Com base em dados de monitoramento, limites máximos de tolerância de micotoxinas vêm sendo estabelecidos e regulados por legislação em princípios normativos, em níveis cada vez mais restritivos, visando a garantir a segurança dos alimentos comercializados (16).

Os alimentos comercializados no Brasil, por exemplo, devem respeitar um limite máximo para a presença de micotoxinas instituídos pela Resolução RDC 07/2011, publicada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que estabelece esses limites em 14 categorias de alimentos, entre ele cereais e seus produtos, como é o caso da farinha de trigo e do pão (17).

Apesar da deterioração das amostras da pesquisa ter sucedido na etapa do armazenamento, não é possível sugerir que a deterioração ocorreu pela presença de micotoxinas, sendo necessárias técnicas específicas para a identificação das mesmas, como por exemplo, ensaios imunoenzimáticos e testes cromatográficos (18).

Em relação à embalagem, os pães integrais multigrãos são comumente embalados em filmes de polietileno de baixa densidade e fechados com fitilhos, que não são barreiras ao ar (19).

Antecedente ao período de análise, conforme informado na metodologia, não houve a abertura da embalagem das amostras, todavia, pode ter ocorrido a passagem de ar para dentro da embalagem, pois as mesmas utilizam para lacre fitilhos.

A deterioração por fungos em pães é retardada pela adição de conservantes, como o propionato de cálcio, ou sua combinação com outros conservantes como sorbatos, conservantes químicos como ácidos propiônicos, sórbicos, acéticos e seus sais, geralmente reconhecidos como seguros (GRAS) (19).

Foi verificado que em todas as amostras, houve a presença do uso dos conservantes propionato de cálcio e ácido sórbico, porém, quando observado o uso de acidulantes, as amostras classificadas como W e K não indicaram o seu uso, sendo estas, as que apresentaram maiores alterações organolépticas entre as amostras do presente estudo.

CONCLUSÕES

Mesmo tendo os cuidados recomendados pelo fabricante na embalagem das amostras, seguindo a recomendação do fabricante de conservação, no que concerne o seu correto armazenamento para o aumento de vida útil dos produtos, ocorreu à deterioração dos pães integrais multigrãos. Todavia, cabe advertir a importância do consumo destes tipos de pães em até 14 dias, tempo de vida útil verificado no presente estudo e corroborado pela literatura científica para o inicio das alterações organolépticas por deteriorações visíveis nestes produtos alimentícios (8) (9).

Para o aumento do consumo e da qualidade microbiológica dos pães integrais multigrãos, deve-se levar em consideração que os pães, além de nutritivos e convenientes, sejam produtos mais estáveis durante a vida útil. Por isso, o presente estudo sugere que a busca pela estabilidade microbiológica de produtos de panificação possa continuar sendo foco de estudos e investigações uma vez que a deterioração desses produtos por fungos possa ser responsável por grandes perdas econômicas (4).

REFERÊNCIAS

1. ANVISA – Agência de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005: Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. 2005 [acesso em 17 Janeiro 2025]. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_263_2005.pdf/e9aa3580-f130-4eb5-91cb-8b8818bcf6b2.

2. ABIP - Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria. Estudo de Tendências: Perspectivas para a Panificação e Confeitaria. 2009 [acesso em 17 Janeiro 2025]. Disponível em: www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2016/01/estudo-tendencias-20jul09.pdf>

3. ITPC – Instituto Tecnológico de Panificação e Confeitaria. Indicadores desempenho de empresas de panificação e confeitaria brasileiras em 2016 [acesso em 23 Janeiro 2025]. Disponível em: www.abip.org.br/site/wp-content/.../INDICADORES-2017-performance-2016.pdf.

4. FIB – *Food Ingredientes* Brasil. Setor de biscoitos e massas – 2015 [acesso em 26 Janeiro 2025]. Disponível em: www.revista-fi.com/edicoes/78/files/basic-html/page12.htm.

5. Belz MCE, Mairinger R, Zannini E, Ryan L, Cashman KD, Arendt EK. 2012. The effect of sourdough and calcium propionate on the microbial shelf-life of salt reduced bread. Applied Microbiology Biotechnology. 2012;96:493–501.

6. Nirmala R, Pathmanathan S, Selvaratnam S. Study on fungi associated with spoilage of bread. International Journal of Advanced Research in Biological Sciences 2016; 3: 165-167.

7. Cook FK, Johnson BL. Microbiological Spoilage of Cereal Products. Compendium of the Food and Beverages. 1. ed. Springer; 2010.

8. Kapetanakou AE, Ampavi A, Yanniotis S, Drosinos EH, Skandamis PN. Development of a model describing the effect of temperature, water activity and (gel) structure on growth and ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* in vitro and evaluation in foods matrices of different viscosity. Food Microbiolgy. 2011;28:727–735.

9. Santos JG. Utilização de bactérias ácido láticas isoladas de resíduo de frutas como cultivo iniciador: viabilidade tecnológica na elaboração de fermentos e pães. [Trabalho de Conclusão de Curso]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba – Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional; 2020.

10. Stone H, Sidel JL. Sensory evaluation practices. 3 ed. New York: Academic; 2004.

11. FDA – *Food Drug Administration*. Perguntas frequentes sobre azodicarbonamida (ADA) [Internet]. US: Food & Drug Administration; 2018 [acesso em 5 Julho 2025]. Disponível em: https://www.fda.gov/food/food-additives-petitions/azodicarbonamide-ada-frequently-asked-questions

12. Asadzadeh J, Teymori R, Ghazanfarirad N, Fakhernia M, Haghighat-Afshar N, Blouki M, Kheiri A, Hassanzadazar H, Bahmani M. Fungal contamination of

produced wheat flour in West Azerbaijan, northwest of Iran. Asian Pacific Journal Tropical Disease. 2014;4:S836–S839.

13. Mikaelly V, Borges R, Beatriz RB. Perfil de Textura de Marcas Comerciais de Pães de Forma Tradicional e Integral [Trabalho de Conclusão de Curso]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás- UFG; 2018.

14. Dagnas S, Onno B, Membré JM. Modeling growth of three bakery product spoilage molds as a function of water activity, temperature and pH. International Journal Food Microbiology. 2014;186:95–104.

15. Alborch J, Bragulat MR, Castellá G, Abarca ML, Cabañes FJ. Mycobiota and mycotoxin contamination of maize flours and popcorn kernels for human consumption commercialized in Spain. Food Microbiology. 2012;32:97–103.

16. Tibola CS, Fernandes JMC, Del-Ponte EM, Spolti P, Pavan W. Micotoxinas em trigo no Brasil: causas, panorama atual e perspectivas para o manejo. Revista Plantio Direto. 2011;20:47–51.

17. ANVISA – Agência de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 07, de 18 de fevereiro de 2011: Limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. 2011 [acesso em 30 Janeiro 2025]. Disponível em: portal.anvisa.gov.br/.../RDC_07_2011.../afe3f054-bc99-4e27-85c4-780b92e2b966.

18. Janik E, Niemcewicz M, Podogrocki M, Ceremuga M, Gorniak L, Stela M, Bijak M. Os métodos existentes e novas abordagens na detecção de micotoxinas. Moléculas. 2021;26(13):3981.

19. Saranhaj P, Geetha M. Microbial Spoilage of Bakery Products and Its Control by Preservatives. International Journal of Pharmaceutical e Biological Archives. 2012;3:38–48.

Capítulo 21
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-21

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE ÓLEOS ESSENCIAIS AMAZÔNICOS: REVISÃO DE LITERATURA

Átila Lucio Sousa *; Eva Lobo e Silva ; Caio Augusto de Almeida Canelas ; Marcele Fonseca Passos ; Luciana Silva Ribeiro Martins

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: atilasousa780@gmail.com*

Resumo: Os óleos essenciais oriundos da região amazônica, conhecida pela sua biodiversidade, têm sido alvo de variados estudos científicos devido ao seu poder bioativo e proporcionando diversos benefícios para fins terapêuticos, além da atividade antimicrobiana frente a determinados microrganismos. Diferentes espécies da Amazônia apresentam potencial bioquímico, por exemplo a copaíba (*Copaifera spp.*), o buriti (*Mauritia flexuosa*) e andiroba (*Carapa guianensis*), devido as propriedades físico-químicas, contribuindo de forma direta para a atividade antimicrobiana dos óleos. A revisão de literatura foi fundamentada com base em estudos previamente selecionados em uma pesquisa bibliográfica de maneira sistematizada em diferentes nas bases de dados Scielo, Google Scholar, utilizando como critério os trabalhos publicados durante o período de 2017 a 2025. Esta revisão de literatura objetiva complementar, interpretar e avaliar diferentes informações e estudos científicos acerca destes elementos naturais em relação a diferentes microbiotas patogênicas, determinando a sua ação antimicrobiana. Esta revisão evidencia a necessidade de ampliar e diversificar os estudos acadêmicos e pesquisas científicas, além de padronizar os métodos de atividade antimicrobiana dos óleos essenciais amazônicos e valorizando os recursos naturais da região.

Palavras–chave: Amazônia; Atividade antimicrobiana; Óleos essenciais.

Abstract: Essential oils from the Amazon region, known for its biodiversity, have been the subject of various scientific studies due to their bioactive power and providing several benefits for therapeutic purposes, in addition to their antimicrobial action against certain microorganisms. Different species from the Amazon have biochemical potential, for example copaiba (*Copaifera spp.*), buriti (*Mauritia flexuosa*) and andiroba (*Carapa guianensis*), due to their physicochemical properties, contributing directly to the antimicrobial activity of the oils. The literature review was based on studies previously selected in a systematic bibliographic search in different databases Scielo and Google Scholar, using as criteria the works published between 2017 and 2025. This literature review aims to complement, interpret and evaluate different information and scientific studies about these natural elements in relation to different pathogenic microbiotas, determining their antimicrobial action. This review highlights the need to expand and diversify academic studies and scientific research, in addition to standardizing the methods of antimicrobial activity of Amazonian essential oils and valuing the region's natural resources.

Patrocinador diamante
TÜVNORD
Patrocinador do E-book
envirolyte BRASIL

Keywords: Amazon; Antimicrobial activity; Essential oils.

INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais podem ser extraídos de parte de plantas como frutas, flores, cascas, ou de plantas inteiras, como especiarias e ervas medicinais. São caracterizados quimicamente como misturas complexas de compostos de baixo peso molecular, sendo alguns altamente voláteis, capazes de gerar sabores ou aromas (1).

A busca por produtos naturais vem crescendo gradativamente, fazendo com que aumente a demanda por estes produtos retirados diretamente das plantas. Com isso, a produção de óleos essenciais amplia oportunidades para quem deseja trabalhar em um setor com forte ligação agroflorestal, especialmente aqueles empreendedores que já trabalham com produção agrícola em região com potencial de exploração de plantas aromáticas e que desejam agregar ou diversificar suas fontes de renda.

A extração dos óleos essenciais torna-se crucial para sua produção já que dependendo da técnica utilizada, a composição do óleo pode variar significativamente. Alguns dos métodos de extração mais utilizados são: hidrodestilação, extração por solventes orgânicos, destilação a vapor, extração por fluido supercrítico, enfloração, prensagem a frio, por exemplo. Os óleos essenciais podem ser extraídos em quantidade suficiente para serem utilizados em sínteses químicas ou como novos materiais, para uso científico ou comercial (2).

As técnicas de extração de óleos essenciais são diversas e devem ser selecionadas de acordo com o composto-alvo desejado. Além disso, tanto as condições operacionais aplicadas quanto os solventes escolhidos exercem influência direta sobre os compostos efetivamente extraídos, bem como sobre o rendimento global do processo de extração, surge a necessidade de estudar cada uma para poder definir qual a que mais traz benefícios tanto para a geração do produto como para o ambiente. Dessa forma, deve-se analisar, além da eficiência, as limitações consequentes, como o impacto ambiental significativo e as demandas de energia, que podem ser excessivas e desvantajosas para o processo de extração (3).

Os óleos essenciais são fontes de substâncias naturais que desempenham um papel importante atuando como antibacterianos, inseticidas, anticancerígenos e antioxidantes (4). Em decorrência de suas propriedades medicinais, tornam-se fortes candidatos para as indústrias alimentícias, farmacêuticas, medicinais, por exemplo, na busca de compostos antimicrobianos ativos (5).

A resistência microbiana aos antibióticos tornou-se um problema de saúde pública mundial, que ocasiona diminuição da eficácia dos antibióticos e, uma vez que os micro-organismos se tornam resistentes aos medicamentos de primeira linha, torna-se necessário o uso de farmacoterapias de custos mais elevados (8,9), sendo que em algumas regiões do mundo, infecções são resistentes a todos antibióticos conhecidos (11).

Esta revisão bibliográfica foi conduzida com o objetivo de analisar e interpretar dados científicos acerca da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de buriti (*Mauritia flexuosa*), andiroba (*Carapa guianensis*) e copaíba (*Copaifera spp.*). A seleção destas oleaginosas baseou-se na variada utilização na medicina tradicional amazônica e no crescente interesse científico pelas suas propriedades, em especial a ação antimicrobiana.

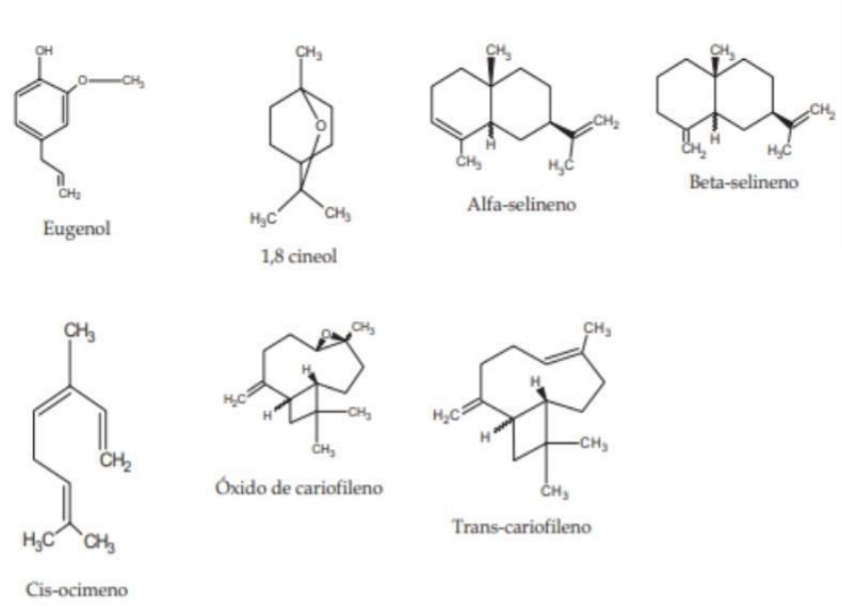
Os critérios de inclusão adotados foram: artigos científicos publicados entre 2017 a 2025, com acesso ao texto completo e que apresentassem resultados experimentais sobre a atividade antimicrobiana dos óleos mencionados. Além disso, foram incluídas teses, dissertações e artigos de revisão, sendo excluídos estudos e artigos com a ausência de metodologia com rigor claro.

ÓLEOS ESSENCIAIS

Acredita-se que os primeiros usos dos óleos essenciais tenham sido através de bálsamos, ervas aromáticas e resinas que eram usadas para embalsamar cadáveres em cerimônias religiosas há milhares de anos. Existem relatos do uso de óleos essenciais pelos chineses, em 2700 a.C, no mais antigo livro de ervas do mundo, Shen Nung, que cita plantas como gengibre e ópio. Outro uso documentado de óleos essenciais se deu em 2000 a.C. em livros escritos em sânscrito, pelos hindus. Nessa época, já havia um conhecimento mais rudimentar de aparatos de destilação e há relatos de outros povos que fizeram uso desses compostos, como persas e egípcios. Muitas das ervas comuns na atualidade já eram conhecidas e utilizadas em cerimônias religiosas ou fins terapêuticos (6).

Os óleos essenciais são compostos derivados do metabolismo especializado das plantas (7). Sua composição é bastante variada podendo apresentar diferentes classes de compostos (Figura 1) como os: álcoois simples e terpenos, hidrocarbonetos terpênicos, aldeídos, fenóis, cetonas, ésteres, óxidos, peróxidos, ácidos orgânicos, lactonas e compostos sulfatados. São solúveis em solventes orgânicos apolares como éter, entretanto, em solução aquosa apresentam limitada solubilidade (9). Estudos relacionam óleos essenciais com propriedades incluindo atividades: antiviral, antimicrobiana, inseticida, antioxidante (9).

Figura 1: Compostos químicos predominantes em óleos essenciais de plantas amazônicas.



Fonte: MORAIS, 2009.

A biodiversidade amazônica representa uma rica fonte de recursos biológicos, com diversas possibilidades de aplicação. O grande desafio encontra-se em acessar essas potencialidades de maneira a transformá-las em produtos ou a compreender os processos funcionais ligados ao crescimento e desenvolvimento das plantas. A importância econômica que as plantas aromáticas representam à Região Amazônica está associada à aplicação de seus óleos essenciais e uso de seus aromas em processos tecnológicos (10).

1.ÓLEO DE BURITI

Atualmente, as partes mais utilizadas e estudadas para a obtenção do óleo do buriti são a polpa, a casca e o endocarpo do fruto. A extração de óleos vegetais do buriti pode ser realizada por diferentes métodos, como o artesanal (fervura), prensagem hidráulica mecânica (hidráulica e contínua), extração por solvente, entre outros. O processo de extração escolhido influencia diretamente as características do óleo final (Figura 2), provocando variações na composição de ácidos graxos e nos componentes bioativos.

Figura 2: Óleo de buriti.

Fonte: Amazon Oil (2025).

Dada a riqueza química e a eficácia terapêutica do óleo de buriti, onde há evidência de suas propriedades antioxidantes e antimicrobianas, houve um aumento significativo na quantidade de pesquisas sobre o tema nos últimos anos.

1.1. ESTUDOS SOBRE A ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO ÓLEO DE BURITI

A quimiodiversidade dos produtos naturais fornece um amplo e complexo campo para a descoberta de novos medicamentos. Tratando-se do óleo de Buriti acredita-se que a sua atividade antimicrobiana está relacionada a sua composição de ácidos graxos, principalmente, a de ácidos graxos insaturados. (12).

Os pesquisadores, Castro et al. (13), avaliaram a atividade antimicrobiana de sua formulação de pesquisa, contendo óleo de Buriti nanoencapsulado, como também, a

atividade do óleo de Buriti bruto; contra os microrganismos: *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* e *Staphylococcus aureus*. Com base nos percentuais de inibição apresentados na Tabela 1, observou-se que todos os microrganismos avaliados apresentaram inibição do crescimento. No entanto, os valores para o óleo bruto são inferiores ao nanoencapsulado, atestando que o processo tecnológico empregado forneceu uma maior atividade ao óleo.

Tabela 1. Percentual de inibição do crescimento microbiano para os microrganismos *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumonia* e *Staphylococcus aureus* por óleo de Buriti bruto e nanoencapsulado (OGS) (*Mauritia flexuosa*).

Microrganismo	Óleo de Buriti bruto Inibição (%) - Média (DP)	OGS Inibição (%) - Média (DP)
Pseudomonas aeruginosa	16.43 (2.8)[a]	62.47 (3.00)[b]
Klebsiella pneumonia	22.51 (2.69)[a]	69.26 (1.79)[b]
Staphylococcus aureus	42.23 (1.30)[a]	66.94 (4.37)[b]

Fonte: Castro et al. (2020)

Ferreira et al. (14) relataram em seu trabalho que as concentrações de óleo de Buriti testadas (1,25–160 mg/mL) não inibiram o crescimento de *Staphylococcus aureus* ou *Klebsiella pneumoniae*, sugerindo que o efeito antimicrobiano obtido por sua formulação era oriundo de outro componente utilizado, nesse caso, o gel de quitosana.

2. ÓLEO DE COPAÍBA

A espécie *Copaifera langsdorffii Desf*. é uma das plantas mais estudadas. O nome "copaíba" vem do tupi kupa iwa que significa "árvore depósito" está referido ao fato de que essas espécies pertencem ao gênero *Copaifera L.*, essa planta é muito valorizada no mercado devido seus múltiplos usos como na indústria farmacêutica, de cosméticos e na de perfumarias (15). O Brasil destaca-se como o maior produtor e exportador de óleo de copaíba, sendo a região amazônica a principal fornecedora da matéria-prima utilizada na sua extração. (16).

2.1. ESTUDOS SOBRE A ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO ÓLEO DE COPAÍBA

Os óleos de copaíba das espécies brasileiras *C. martii*, *C. officinalis* e *C. reticulata* exibiram boa atividade contra bactérias gram-positivas, incluindo a *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (MRSA). Entretanto, os óleos testados foram inativos contra bactérias gram-negativas. Análises de microscopia eletrônica de transmissão de *Staphylococcus aureus*, tratada com óleo de *C. martii* por 3 horas, mostrou a parede celular sendo rompida e danificada, resultando na liberação de conteúdo citoplasmático, perda da parede celular, alterações na morfologia e perda do volume celular (17).

As cepas padrão de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Pseudomonas aeruginosa* 9027 e *Escherichia coli* ATCC 25922 utilizadas nos testes (Tabela 2) apresentaram um excelente desenvolvimento e distribuíram-se uniformemente sobre o meio de cultura, evidenciando assim a adequada execução da metodologia de repicagem e crescimento bacteriano. (18).

Tabela 2. Halos de inibição (mm) apresentados no óleo resina dr copaíba comercial e natural frente as cepas padrão.

Concentração do óleo (%)	*E. coli*[c]	*E. coli*[n]	*P. aeruginosa*[c]	*P. aeruginosa*[n]	*S. aureus*[c]	*S. aureus*[n]
100	17,6	17,8	0	0	11,7	11,5
50	16	16,9	0	0	10	9,8
25	14,4	15,7	0	0	3,7	3,2
12,5	8,6	4,3	0	0	0	0
6,3	3,2	1,5	0	0	0	0
3,1	0,4	1	0	0	0	0
1,6	0	0	0	0	0	0
0,9	0	0	0	0	0	0
0,4	0	0	0	0	0	0

Fonte: Pereira (2018).

O óleo de copaíba também apresenta como ação farmacológica efeito antimicrobiano contra *Staphylococcus mutans*, um dos principais agentes etiológicos da cárie dentária, sendo eficaz em todas as concentrações testadas inclusive a 0,12% de clorexidina contra o mesmo patógeno, contra bactérias Gram-positivas (*Staphylococcus. aureus*, *Staphylococcus. Pyogenes* e *Enterococcus faecalis*) além de um potencial efeito inibidor de crescimento bacteriano sobre as cepas *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Dessa forma, pode ser utilizado como um componente numa formulação no tratamento de feridas infectadas principalmente por cepas Gram-positivas, que são resistentes a antibióticos. (19; 18).

4. ÓLEO DE ANDIROBA

A andirobeira, como é conhecida na região amazônica, é uma grande árvore comum em florestas primárias e antigas florestas secundárias. Por sua, vez o gênero

Carapa, cuja distribuição natural é muito ampla por incluir a floresta da África, constitui um grupo de plantas características das civilizações nativas da América tropical (20).

Embora todas as partes da planta apresentem um sabo amargo, geralmente apenas as sementes e/ou a casca são utilizadas. Dentre os produtos obtidos, o mais elaborado a partir das sementes da andirobeira é o conhecido óleo de andiroba feito à mão pelas comunidades da Amazônia e dos países latino-americanos, como parte da tradição cultural dos índios amazônicos. Também é usado industrialmente na fabricação de sabonetes, cremes, óleos corporais, batons e outros cosméticos (21).

A andiroba é utilizada por populações residentes na região Amazônica para uma grande diversidade de situações (22). O óleo extraído da planta (Figura 4) é usado como anti-inflamatório e antialérgico pela população. Os conhecimentos empíricos demonstrados pelas populações regionais indicam que os produtos fitoquímicos da planta podem ser eficazes quando utilizados como antibacterianos e antiparasitários, inibindo os crescimentos de alguns microrganismos (23). Tem propriedades antimicrobianas, insetífugas, antissépticas, terapêuticas, sendo também utilizado na medicina natural.

Figura 4. Óleo de andiroba

Fonte: Paris Essências (2020).

4.1. ESTUDOS SOBRE A ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO ÓLEO DE ANDIROBA

Estudos científicos têm demonstrado que a *Carapa guianensis*, popularmente conhecida como andiroba, apresenta atividade antimicrobiana (24). Diversos extratos obtidos das sementes e óleo dessa planta têm mostrado eficácia contra bactérias, incluindo *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* (25). As propriedades antimicrobianas da andiroba têm despertado interesse na busca por novos agentes terapêuticos, especialmente como alternativa aos tratamentos convencionais, podendo contribuir para o desenvolvimento de novas formulações de medicamentos com atividade frente a infecções bacterianas têm sido desenvolvidas, visando ampliar esta propriedade (26; 27).

Para comparação entre as diferentes concentrações do óleo e o controle positivo, utilizou-se o Teste de Dunnett, onde cada resultado foi utilizado para esta finalidade. Os dados do teste indicaram que não houve diferença significativa em nenhuma das

concentrações do óleo de andiroba utilizadas na bactéria *Staphylococcus aureus* (Tabela 3).

Tabela 3. Teste de Dunnet para *S. aureus* em andiroba.

Comparações	Resultado	Diferença Significativa
CP X 25 µL.mL^{-1}	-0,05067	Não
CP X 12,5 µL.mL^{-1}	-0,02033	Não
CP X 6,250 µL.mL^{-1}	0,004333	Não
CP X 3,125 µL.mL^{-1}	-0,06633	Não
CP X 1,563 µL.mL^{-1}	-0,02933	Não
CP X 0,781 µL.mL^{-1}	-0,01133	Não

Fonte: Monteiro (2017).

Este estudo apresenta os resultados, comparando diferentes concentrações do óleo de andiroba com o controle positivo, frente à bactéria *Staphylococcus aureus*. O teste estatístico foi utilizado para identificar se alguma das concentrações apresentava diferença significativa em relação ao controle. Os valores numéricos representam a diferença média entre os grupos testados e o controle, e os respectivos testes de significância demonstraram que nenhuma das concentrações testadas resultou em diferença estatisticamente significativa. Ou seja, os efeitos observados do óleo de andiroba foram comparáveis ao controle positivo em todas as concentrações analisadas. Estes dados sugerem que o óleo, apesar de apresentar atividade, não demonstrou superioridade estatística, o que pode indicar necessidade de ajustes na concentração ou formulação para obter melhor desempenho antimicrobiano.

CONCLUSÕES

Por fim, os estudos que compõem a revisão de literatura revelam-se que os óleos essenciais da Amazônia contêm um alto potencial e ação antimicrobiana contra variados microrganismos patógenos, devido a biodiversidade da região, proporcionando uma significativa fonte de recursos com compostos naturais que auxiliam para tal finalidade, além de seu uso terapêutico bastante utilizado. No entanto, faz-se necessário um maior número de estudos a fim de padronizar as metodologias empregadas, objetivando o seu uso em variados setores, alimentício, cosmético e farmacêutico.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar gratidão a a minha orientadora professora Dra. Luciana Silva Ribeiro Martins, pelo seu acompanhamento durante a elaboração do capítulo de livro e constante incentivo, que foram essenciais para a conclusão e enriquecimento deste trabalho e meu crescimento acadêmico.

À professora Dra. Marcele Fonsea Passos, coordenadora do laboratório LABBIO 3D, sou grato pela oportunidade em fazer parte do espaço e contribuições para a condução do trabalho, auxiliando de maneira significativa ao trabalho.

Aos grupos MicroBioMA e GdTecBio, venho a expressar meus agradecimentos por proporcionare um ambiente de troca de ideias.

REFERÊNCIAS

1. FILHO, J.E.G.; PÁDUA, L.E.M.; PESSOA, E.F.; SILVA, P.R.R. Antibiosis and antixenosis of lima bean to Zabrotes subfasciatus (Boh.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). Arquivos do Instituto Biológico, v. 83, p. 1-6, 2016.

2. SILVEIRA, J. C. et al. Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. Enciclopédia Biosfera, v. 8, n. 15, 2012.

3. JADHAV, J. J.; JADEJA, G. C.; DESAI, M. A. Ultrasound-assisted hydrodistillation for extraction of essential oil from clove buds – A step towards process improvement and sustainable outcome. Chemical Engineering and Processing - Process Intensification, v. 189, 1 jul. 2023.

4. SHAABAN, H. A. Essential Oil as Antimicrobial Agents: Efficacy, Stability, and Safety Issues for Food Application. In: Essential Oils - Bioactive Compounds, New Perspectives and Applications, p. 1-33, 2020.

5. ISEPPI, Ramona et al. Phytochemical composition and in vitro antimicrobial activity of essential oils from the lamiaceae family against streptococcus agalactiae and candida albicans biofilms. Antibiotics, v. 9, n. 9, p. 592, 2020.

6. TRANCOSO, M. D. Projeto Óleos Essenciais: extração, importância e aplicações no cotidiano. Revista Práxis, v. 5, n. 9, 2013.

7. JOSEPH, S. M.; DEV, A. R. A.; A, K. Unveiling the volatile chemical variations of Annona essential oils and its associated pharmacological activities. Journal of Molecular Structure, [s. l.], v. 1292, n. June, p. 136082, 2023.

8. SOUZA, Rafaela Vieira et al. Potencial antifúngico de constituintes de óleos essenciais. Research, Society and Development, v. 10, n. 12, p. e457101220537-e457101220537, 2021.

9. KULKARNI, Seema A et al. Avaliação computacional dos principais componentes dos óleos essenciais de plantas como potentes inibidores da proteína spike do SARS-CoV-2. Jornal de Estrutura Molecular, v. 1221, p. 128823, 2020.

10. FIRMINO, F.A.; SILVA, A.V.C.; ARAÚJO, L.M.; SILVA, L.G.M.; SILVA, J.K. Óleos essenciais da Amazônia: potencial e perspectivas futuras para Andiroba, Breu-Branco, Buriti e Copaíba. Studies in Engineering and Exact Sciences, Curitiba, v.6, n.1, p.01-19, 2025.

11. Santos, C.H.S.; Piccoli, R.H.; Tebaldi V.M.R. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais e compostos isolados frente aos agentes patogênicos de origem clínica e alimentar. Rev Inst Adolfo Lutz. 2017, 76:1-8.

12. CASTRO, G., PASSOS, T. S., NASCIMENTO, S., MEDEIROS, I., ARAÚJO, N. K., MACIEL, B., PADILHA, C. E., RAMALHO, A., Sousa Júnior, F. C., & de Assis, C. F. Gelatin nanoparticles enable water dispersibility and potentialize the antimicrobial activity of Buriti (Mauritia flexuosa) oil. BMC biotechnology, 20(1), 55. https://doi.org/10.1186/s12896-020-00649-4, 2020.

13. FERREIRA, M., LIMA, I. S., RIBEIRO, A. B., LOBO, A. O., RIZZO, M. S., OSAJIMA, J. A., ESTEVINHO, L. M., & Silva-Filho, E. C. Biocompatible Gels of Chitosan-Buriti Oil for Potential Wound Healing Applications. Materials (Basel, Switzerland), 13(8), 1977. https://doi-org/10.3390/ma13081977, 2020.

14. MARTINI, A et al. Espécies madeireiras da Amazônia potencialmente ameaçadas. Belém: Imazon, p. 34, 1998.

15. SANTANA, R.S. et al. Uso medicinal do óleo de copaíba (Copaifera sp.) por pessoas da melhor idade no município de Presidente Médici, Rondônia, Brasil. Acta Agron., v63 n4 2014.

16. SANTOS, A. O. et al. Antimicrobial activity of Brazilian copaiba oils obtained

from different species of the Copaifera genus. Mem. Ins. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 103, n. 3, p. 277-281, 2008.

17. PEREIRA, N.C.M., MARISCAL, A.G., NEPOCENO, K.L.P.C., SILVA, V.C.C.R. , FERNANDES, H.M., VIVI, V.K. Atividade antimicrobiana do óleo-resina de copaíba natural/comercial contra cepas padrão. Journal Health NPEPS. http://dx.doi.org/10.30681/252610103189. 2018.

18. MASSON, Atividade antimicrobiana do óleo-resina de copaíba (Copaifera langsdorffii) em bactérias de significância clínica em úlceras cutâneas. Rev. bras. plantas med, vol.15, n.4, p.664-669, 2013.

19. BRITO, A. D., COELHO, R. D. F. R., & ROSAL, L. F. (2020). Os extrativistas de andiroba em projetos de assentamentos agroextrativistas (paex) da várzea de igarapé-miri, pará, brasil. Revista Agroecossistemas, 11(2), 82-101. https://periodi cos.ufpa.br/index.php/agro ecossistemas/article/view/7303.

20. BRITO, A. C. P., SOUSA, A. J. B., da SILVA, R. T. L., BRAGA, N. S., MONFORT, L. E. F., JUNIOR, M. V. R. O., & NETO, C. F. O. (2019). Emergency and growth of andiroba seedlings (Carapa guianensis Aubl.) in function of the seeds. Journal of Agricultural Science(Toronto),11(9),293-298.https://pdfs.semanticscholar.org/a807/676005ea41e8b4c1cef745c2d22bbc82e4a6.pdf.

21. MENDONÇA, A. P.; FERRAZ, I. D. K. Óleo de andiroba: processo tradicional da extração, uso e aspectos sociais no estado do Amazonas, Brasil. Acta Amazônica, v. 37, p. 353-364, 2007.

22. NONATO, O.; DOMINGOS, S.; SOUZA, S.; AMORIM, S. Indicado os usos terapêucos TERAPÊUTICOS Da Carapa guianensis. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA. Centro Científico Conhecer. 15 N. 28; P. 1057. Goiânia, 2018.

23. Soares, A. D. S., Wanzeler, A. M. V., Cavalcante, G. H. S., Barros, E. M. D. S., Carneiro, R. C. M., & Tuji, F. M. (2021). Therapeutic effects of andiroba (Carapa guianensis Aubl) oil, compared to low power laser, on oral mucositis in children underwent chemotherapy: A clinical study. Journal of Ethnopharmacology, 264, 113365. https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113365.

24. Oliveira, I. D. S. D. S., Moragas Tellis, C. J., Chagas, M. D. S. D. S., Behrens, M. D., Calabrese, K. D. S., Abreu-Silva, A. L., & Almeida-Souza, F. (2018). Carapa guianensis Aublet (Andiroba) seed oil: Chemical composition and antileishmanial

activity of limonoid-rich fractions. BioMed Research International, 2018, 5032816. https://doi.org/10.1155/2018/5032816.

25. Jesus, F. L. M., de Almeida, F. B., Duarte, J. L., Oliveira, A. E. M. F. M., Cruz, R. A. S., Souto, R. N. P., Ferreira, R. M. A., Kelmann, R. G., Carvalho, J. C. T., Lira-Guedes, A. C., Guedes, M., Solans, C., & Fernandes, C. P. (2017). Preparation of a nanoemulsion with Carapa guianensis Aublet (Meliaceae) oil by a low-energy/solvent-free method and evaluation of its preliminary residual larvicidal activity. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2017, 6756793. https://doi.org/10.1155/2017/6756793.

26. Nagatomo, A., Ninomiya, K., Marumoto, S., Sakai, C., Watanabe, S., Ishikawa, W., Manse, Y., Kikuchi, T., Yamada, T., Tanaka, R., Muraoka, O., & Morikawa, T. (2022). A gedunin-type limonoid, 7-deacetoxy-7-oxogedunin, from Andiroba (Carapa guianensis Aublet) reduced intracellular triglyceride content and enhanced autophagy in HepG2 cells. International Journal of Molecular Sciences, 23(21), 13141. https://doi.org/10.3390/ijms232113141.

CLASA

2ª EDIÇÃO

Análises físico e/ou químicas dos alimentos

Patrocinador diamante

TÜVNORD

Patrocinador do E-book

envirolyte® BRASIL

Capítulo 22
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-22

IMPLEMENTAÇÃO DE MÉTODOS PARA ANÁLISE DE ALÉRGENOS ALIMENTARES: O CASO DO LACEN-MG

Cláudia Aparecida de Oliveira e Silva[1]*; Liliane Fernandes dos Santos[2]; Sara Araújo Valladão[1]; Jeane Graziele de Carvalho[2]; Glaucia Celeste de Souza Amâncio[1]; Luana de Castro e Silva[1]

[1]Analista e Pesquisadora em Saúde e Tecnologia do Laboratório Central de Saúde Pública de Minas Gerais – LACEN/MG - FUNED. [2]Técnica em Saúde e Tecnologia do Laboratório Central de Saúde Pública de Minas Gerais – LACEN/MG - FUNED.

**Cláudia Aparecida de Oliveira e Silva – Email: claudia.aparecida@funed.mg.gov.br*

Resumo: As alergias alimentares afetam globalmente milhões de pessoas, o que torna indispensável o controle rigoroso de alérgenos em produtos alimentícios. Para garantir a segurança dos consumidores, a ANVISA instituiu a obrigatoriedade da rotulagem de 18 alérgenos alimentares (RDC 26/2015 e RDC 727/2022). A efetividade dessa medida depende da disponibilidade de métodos laboratoriais confiáveis para o monitoramento dos alimentos e avaliação da conformidade. Este estudo relata a experiência do LACEN-MG na implantação de métodos para a análise de alérgenos entre 2015 e 2024, abordando os resultados obtidos, os desafios enfrentados, os avanços alcançados e os impactos na saúde pública. A metodologia incluiu a observação direta e a análise documental. Foram estudados e implementados métodos para análise de 14 dos 18 alérgenos previstos na legislação. Mais de 600 amostras comerciais foram analisadas, resultando na identificação de irregularidades, como a presença de alérgenos não declarados e não conformidades relacionadas às informações de rotulagem. Em 2024, o LACEN-MG foi agraciado com o 'Prêmio ANVISA' em duas categorias, em reconhecimento à qualidade do trabalho desenvolvido, à produção científica e às ações de disseminação do conhecimento.

Palavras–chave: alergênicos; legislação; métodos analíticos; rotulagem; vigilância sanitária

Abstract: Food allergies affect millions of people worldwide, making strict control of allergens in food products essential. To ensure consumer safety, ANVISA has instituted mandatory labeling for 18 food allergens (RDC 26/2015 and RDC 727/2022). The effectiveness of this measure depends on the availability of reliable laboratory methods for food monitoring and compliance assessment. This study reports the experience of the LACEN-MG in implementing methods for allergen analysis between 2015 and 2024, addressing the results obtained, the challenges faced, the advances achieved, and the impacts on public health. The methodology included direct observation and document analysis. Methods for analyzing 14 of the 18 allergens provided for in the legislation were studied and implemented. More than 600 samples were analyzed, resulting in the

identification of irregularities, such as the presence of undeclared allergens and non-conformities related to labeling information. In addition to laboratory work, LACEN-MG stood out in scientific production and knowledge dissemination, being awarded the ANVISA Highlight Award in 2024.

Keywords: allergens; legislation; analytical methods; labeling; health surveillance

INTRODUÇÃO

As alergias alimentares são reações mediadas pelo sistema imunológico, frequentemente associadas à produção de anticorpos IgE, e afetam de 2 a 4% dos adultos e de 6 a 8% das crianças menores de três anos em todo o mundo. São denominados alérgenos alimentares as proteínas, incluindo as modificadas e as frações proteicas, derivadas dos alimentos que causam alergias alimentares. Os alimentos mais comuns responsáveis por essas reações incluem leite, ovo, soja, amendoim e frutos do mar. As reações podem variar de sintomas leves a graves, como o choque anafilático, tornando essencial o controle e a detecção de alérgenos nos alimentos (1).

Com o intuito de regulamentar a rotulagem de alérgenos e assegurar o direito à informação e à alimentação segura, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) publicou, em 2015, a Resolução RDC nº 26, tornando obrigatória a declaração de 18 alimentos alergênicos nos rótulos de produtos industrializados (2). Em 2022 a ANVISA unificou a RDC nº 26 com outras resoluções, resultando na publicação da RDC nº 727/2022, com o objetivo de simplificar e consolidar as normas relacionadas à rotulagem (3).

Essa ação regulatória foi impulsionada pelo movimento "Põe no Rótulo", representado principalmente por familiares de crianças alérgicas, que reivindicavam a declaração da presença dos ingredientes alergênicos nos rótulos dos alimentos. O movimento culminou em uma ação civil pública, ajuizada pelo Ministério Público Federal contra a ANVISA, que resultou na regulamentação do tema, em caráter emergencial.

No entanto, ressalta-se que apenas a legislação não é suficiente para garantir a proteção dos consumidores. A fiscalização contínua e rigorosa dos produtos é fundamental para a segurança dos consumidores alérgicos. A disponibilidade de métodos laboratoriais com a confiabilidade adequada se faz necessária para a avaliação da conformidade das declarações de advertência nos rótulos dos alimentos, possibilitando assim, a tomada das ações sanitárias cabíveis. No momento em que a declaração se tornou obrigatória, a análise dos alérgenos não fazia parte do escopo laboratorial dos LACENs, o que representou um grande desafio para a implantação efetiva da norma.

Este relato tem como objetivo descrever a experiência do LACEN-MG na implementação de métodos analíticos para análise de alérgenos em alimentos. A verificação da efetividade de uma política passa, necessariamente, por seu monitoramento e sua avaliação. Assim, no contexto das políticas públicas, o trabalho desenvolvido desempenha papel essencial para a proteção da saúde da população alérgica.

METODOLOGIA

Este relato de experiência descreve a implementação das análises dos alérgenos alimentares previstos na RDC 727/2022 no LACEN-MG, durante o período de 2015 a 2024. As atividades envolvidas foram realizadas integralmente pelas equipes do Serviço

de Físico-Química de Produtos e do Serviço de Microbiologia e Biologia Molecular de Produtos, responsáveis pela elaboração do presente trabalho.

A abordagem utilizada foi qualitativa, com base em observações diretas e na análise de documentos produzidos ao longo de processo, como relatórios técnicos de planejamento, desenvolvimento, validação e verificação de metodologias, procedimentos analíticos padronizados, laudos analíticos de alérgenos em alimentos e documentos relacionados à produção científica.

A experiência foi relatada em quatro etapas: (1) levantamento e seleção de métodos, (2) implementação de metodologias, (3) análise de alérgenos em amostras comerciais e (4) reconhecimento formal pela ANVISA do trabalho realizado, da produção científica e disseminação do conhecimento. Na descrição de cada etapa foi realizada a análise e a avaliação reflexiva dos resultados, enfatizando os desafios, os avanços e as contribuições no contexto de saúde pública.

As limitações desse relato incluem a ausência do rigor científico, por não seguir uma metodologia científica controlada, a subjetividade do relato e o contexto específico, que não permite generalizações.

RELATO DE EXPERIÊNCIA

Levantamento e seleção de métodos

Para os alérgenos previstos na RDC 727/2022, foi realizado um levantamento bibliográfico dos métodos descritos em compêndios analíticos internacionalmente reconhecidos e literatura científica. O estudo indicou que, embora diferentes métodos fossem relatados, aqueles que utilizavam técnicas ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*) e PCR (*Polymerase Chain Reaction*) se destacavam como mais recomendados e ou utilizados. Por exemplo, o método selecionado para determinação de glúten em alimentos não fermentados utilizando ELISA foi normalizado pela AOAC (*Association of Official Analytical Collaboration*) em 2012 (4). Portanto, decidiu-se priorizar métodos baseados em ELISA para análise de alérgenos de origem animal e de trigo, centeio e cevada. Para os alérgenos de origem vegetal foram identificados como mais relevantes os métodos que utilizavam técnicas de PCR, devido à sua precisão e capacidade de amplificar sequências específicas de DNA.

Para definir a prioridade de implementação das metodologias, os seguintes fatores foram considerados: infraestrutura necessária; disponibilidade de kits comerciais que utilizassem as técnicas selecionadas e os alérgenos de maior relevância, tanto do ponto de vista do consumo como do ponto de vista de incidência de alergias.

Com base nas informações levantadas, os estudos foram iniciados para os alérgenos trigo, centeio e cevada, leite (proteínas totais, betalactoglobulina e caseína) e ovo utilizando metodologias por ELISA e para os alérgenos amendoim, soja, amêndoa, avelã, castanha-de-caju, castanha-do-brasil, macadâmias, nozes, pecã e pistache,

utilizando metodologias por PCR. Em todos os casos foram avaliados kits comerciais da empresa R-Biopharm®. As matrizes estudadas variaram, priorizando a validação ou a verificação dos métodos para aquelas indicadas no escopo do método analítico.

Implementação de metodologias

Entre 2015 e 2024 foram conduzidos cerca de 20 processos de desenvolvimento, validação e/ou verificação de metodologias para análise de alérgenos, resultando na implementação de sete procedimentos analíticos padronizados. Estes procedimentos permitem a análise de 14 dos 18 alérgenos previstos na legislação vigente (Tabela 1). As etapas que precederam a implementação seguiram documentos normativos de validação e verificação de métodos, publicados por órgãos reconhecidos, como INMETRO e AOAC.

Tabela 1 – Resumo das metodologias analíticas para análise de alérgenos em alimentos implementadas no LACEN-MG (2015–2024)

Ano	Procedimento	Escopo
2015	Detecção e/ou determinação de glúten em alimentos não fermentados	Amidos, farinhas, batata palha, bebidas não alcoólicas, café, especiarias, maionese, margarina, massas alimentícias, pasta de amendoim, pós para preparo de alimentos, produtos cárneos, produtos de panificação, produtos de tomate, salgadinhos, temperos prontos, suplementos alimentares
2021	Determinação de beta-lactoglobulina (BLG)	Biscoitos, chocolate, produtos cárneos, sorvete
2021	Determinação de ovo	Produtos de panificação
2021	Detecção e/ou determinação de leite	Fórmulas infantis, produtos de panificação
2022	Detecção de alérgenos alimentares por PCR por tempo real (10 alérgenos)	Aplicável a todas as categorias de alimentos
2024	Determinação de glúten em alimentos fermentados	Cerveja, molho *shoyu*
2025	Detecção e/ou determinação de caseína	Bebidas vegetais, molhos para salada, vinho

Durante a validação e implementação das metodologias, foram identificados os seguintes desafios: necessidade de um controle ambiental rigoroso para evitar contaminação cruzada durante os ensaios; necessidade de fomento para viabilizar a aquisição de equipamentos e insumos específicos, principalmente para as metodologias de PCR; falta de padrões e materiais de referência (MRs), certificados ou não, para validação e verificação dos métodos.

Os desafios identificados foram superados pelo trabalho da equipe, com a adoção de medidas específicas. Foi desenvolvido um protocolo de limpeza para vidrarias, utensílios e ambiente laboratorial, visando evitar contaminação cruzada, além da segregação de vidrarias e utensílios por tipo de alérgeno. Em 2019, o LACEN-MG celebrou com o PROCON-MG o Termo de Descentralização de Recursos (135/2019), que possibilitou a aquisição de equipamentos e insumos, viabilizando o avanço do projeto de

análise de alérgenos. A falta de padrões e materiais de referência (MRs) foi parcialmente superada por projetos de pesquisa paralelos, com o desenvolvimento de beta-lactoglobulina (BLG) e prolaminas hidrolisadas de trigo, centeio e cevada, respectivamente, para validação dos métodos de detecção de BLG e glúten em alimentos fermentados (5, 6).

Entre 2019 e 2022, o projeto de análise de alérgenos do LACEN-MG enfrentou desafios significativos. Houve uma reestruturação interna das equipes, envolvendo fusão e mudanças na dinâmica de trabalho, coincidiu com a pandemia de COVID-19, que reduziu drasticamente as atividades. Além disso, danos estruturais no prédio do SFQP exigiram a urgente transferência da equipe para um novo espaço. Apesar desses obstáculos, o projeto foi mantido, e a equipe adaptou um novo laboratório com ambiente controlado, permitindo a continuidade dos ensaios de ELISA.

Análise de alérgenos em amostras comerciais

Após a implementação dos métodos iniciou-se, de forma gradativa, a análise de alérgenos em amostras de alimentos comerciais, com o apoio dos órgãos de vigilância sanitária de MG, responsáveis pelas coletas das amostras. Ao todo foram avaliadas mais de 600 amostras fiscais e outras quase 200 amostras provenientes de parcerias e projetos. As categorias de alimentos analisadas foram as contempladas na validação dos métodos.

Para os ensaios por PCR, destaca-se a obtenção de mais de 50% de não conformidades para o alérgeno soja, no período de 2015 a 2017. Já em 2022, apenas 11% das amostras foram insatisfatórias, indicando a adequação da declaração de advertência nos rótulos dos produtos para esse alérgeno. Entre 2022 e 2024 foi observado que em 41% das amostras que apresentavam a declaração "*Pode conter*", o alérgeno declarado não foi detectado. Esse resultado evidencia a prática de declarações preventivas, o que limita as opções de consumo da população alérgica. Assim, são necessárias ações de vigilância sanitária para garantir a execução do "Programa de Controle de Alergênicos" pelas empresas, exigido pela legislação vigente (3).

Em relação aos alérgenos analisados por ELISA, o percentual de amostras insatisfatórias manteve-se entre 2% e 4% ao longo dos anos. A ocorrência de não conformidades estava relacionada principalmente a presença de glúten/trigo em amostras de especiarias, temperos prontos e suplementos alimentares, e de leite em pastas de amendoim. Também foi observada a possibilidade da ocorrência de declaração preventiva em algumas categorias de produtos, destacando-se o fubá e o chocolate em barra.

Os laudos analíticos emitidos pelo LACEN-MG subsidiaram ações de vigilância sanitária, resultando em recolhimento e suspensão da distribuição e da comercialização dos produtos irregulares.

Produção científica e divulgação do conhecimento

Diversos projetos de pesquisa foram realizados em paralelo à atividade laboratorial, resultando em cinco dissertações de mestrado, dois trabalhos de conclusão de curso, doze apresentações em eventos científicos, uma mesa redonda organizada e um artigo publicado (5-11). Tais iniciativas contribuíram para o avanço do conhecimento, bem como para a capacitação de profissionais da área.

Em 2024, os serviços prestados pelo LACEN-MG foram reconhecidos com o Prêmio ANVISA. O trabalho *Monitoramento de Alérgenos em Alimentos: Estratégia Laboratorial para Auxílio no Cumprimento da RDC 727/2022*, conquistou o 1º lugar na categoria específica "Destaque do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária" e o 2º lugar na categoria especial "Destaque de iniciativa por escolha do público".

CONCLUSÕES

Ao longo de uma década de trabalho, o laboratório superou desafios estruturais, técnicos e operacionais, ampliou sua capacidade analítica e validou metodologias robustas que possibilitaram o monitoramento efetivo de 14 dos 18 alérgenos previstos na legislação.

O LACEN-MG teve papel relevante na produção e disseminação de conhecimento científico, capacitando profissionais e promovendo o debate sobre rotulagem e segurança alimentar. A continuidade dos esforços para incluir os alérgenos restantes, aprimorar métodos e conscientizar a indústria sobre a responsabilidade na rotulagem é fundamental para proteger a saúde dos consumidores e garantir o direito à informação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Ministério Público do Estado de Minas Gerais, por intermédio da Procuradoria-Geral de Justiça, com interveniência do fundo estadual de proteção e defesa do consumidor, o apoio financeiro recebido por meio do TDCO nº 135/2019 e seu termo aditivo nº 002/2023 (SEI nº 19.16.2003.0011379/2019-85).

REFERÊNCIAS

1. Ramos REM, Lyra NRS, DE Oliveira CM. Alergia alimentar: reações e métodos diagnósticos. J Manag Prim Health Care [Internet]. 29 set 2013 [citado em 11 abr 2025];4(2):54-63. Disponível em: https://www.jmphc.com.br/jmphc/article/view/170
2. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada nº 26, de 2 de julho de 2015. Dispõe sobre os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 jul 2015; 125 Seção 1:52-53.
3. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada nº 727, de 1 de julho de 2022. Dispõe sobre a rotulagem dos alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 jul 2022; 126 Seção 1:213-216.
4. Immer U, Hass-Lauterbach S. Gliadin as a Measure of Gluten in Foods Containing Wheat, Rye, and Barley—Enzyme Immunoassay Method Based on a Specific Monoclonal Antibody to the Potentially Celiac Toxic Amino Acid Prolamin Sequences:

Collaborative Study. J AOAC Int. julho-agosto 2012 [citado em 28 abr 2025]; 95(4): 1118-24. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22970580/
5. Santos LF. Obtenção e caracterização de glúten para produção de material de referência em alimentos fermentados [dissertação]. Belo Horizonte: Fundação Ezequiel Dias; 2023.
6. Júnior RS. Processo de produção in house de material de referência para análise de β-lactoglobulina em alimentos industrializados: desenvolvimento e aplicação prática [dissertação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2023.
7. Goddard CL. Glúten: ocorrência em alimentos industrializados e monitoramento da aplicação da Lei 10.674 de 2003 [dissertação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Farmácia; 2016.
8. Santos ALS. β-lactoglobulina em biscoitos semidoce: estudo de degradação no processamento e potencial antigênico, validação de método e avaliação da rotulagem [dissertação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Farmácia; 2016.
9. Santos PPB. Estudo da degradação e potencial antigênico de proteínas do ovo no processamento de biscoitos semidoces e validação de método imunoenzimático [dissertação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Farmácia; 2017.
10. Barbosa AG. Validação de kit imunoenzimático para detecção de proteínas do leite em misturas para bolos [TCC]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2021.
11. Martins MLC. Rotulagem de biscoitos: veracidade das informações sobre alergênicos com enfoque na detecção de proteínas do ovo [TCC]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2022.

Capítulo 23
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-23

ANÁLISE COMPARATIVA DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE LENTILHAS (*LENS CULINARIS*) NACIONAL E IMPORTADA ANTES E APÓS A DIGESTÃO *IN VITRO*

Maria do Socorro Mônica Pinheiro de Almeida*; Gabriela Barbosa Rossi Marques ;Maria Deyonara Lima da Silva; Carolina Soares Correa; Ana Carolina Maisonnave Arisi; Isabela Maia Toaldo Fedrigo*;

**Prof.ª Dr.ª Isabela Maia Toaldo Fedrigo – E-mail: isabela.toaldo@ufsc.br*

Resumo: A lentilha (*Lens culinaris*) é uma importante fonte de proteínas e compostos fenólicos, associados à atividade antioxidante e à promoção da saúde. Este estudo teve como objetivo avaliar e comparar a atividade antioxidante e a capacidade redutora de lentilhas nacionais (Minas Gerais, Brasil) e importadas (País de origem: Canadá), antes e após a digestão *in vitro*. Os grãos de lentilha foram cozidos, triturados e submetidos a uma digestão simulada em três fases (oral, gástrica e intestinal), com ajuste de pH e adição controlada de enzimas específicas. Após a digestão, os extratos foram centrifugados e analisados pelos métodos ABTS (atividade antioxidante) e Folin-Ciocalteu (capacidade redutora). Os resultados mostraram que ambas as amostras apresentaram aumento de compostos bioativos após a digestão, com destaque para a lentilha importada, que exibiu maior atividade antioxidante (189,9 ± 0,4 µmol TEAC/100g), enquanto a lentilha nacional apresentou capacidade redutora superior (519,5 ± 12,6 mg GAE/100g). Os resultados indicam que o processo de digestão aumenta a disponibilidade de compostos antioxidantes. O consumo de lentilhas pode ser uma opção relevante para a ingestão de antioxidantes, reforçando seu potencial como alimento funcional.

Palavras–chave: Compostos bioativos; conteúdo fenólico; frações bioacessíveis; leguminosas.

Abstract: Lentils (*Lens culinaris*) are an important source of proteins and phenolic compounds, associated with antioxidant activity and health promotion. This study aimed to evaluate the antioxidant activity and the reducing capacity of national (Minas Gerais, Brazil) and imported (Country of origin: Canada) lentils, before and after the *in vitro* digestion. Lentil grains were cooked, crushed and subjected to simulated digestion in three phases (oral, gastric and intestinal), with pH adjustment and controlled addition of specific enzymes. After digestion, the extracts were centrifuged and analyzed by the ABTS (antioxidant activity) and the Folin-Ciocalteu (reducing capacity) methods. The results showed that both samples showed an increase in bioactive compounds after the digestion, with emphasis on the imported lentil, which exhibited greater antioxidant activity (189.9 ± 0.4 µmol TEAC/100g), while the national lentil showed a higher reducing capacity (519.5 ± 12.6 mg GAE/100g). The results indicate that the digestion process increases the availability of antioxidant compounds. The consumption of lentils

may be a relevant option for the ingestion of antioxidants, reinforcing its potential as a functional food.

Keywords: Bioactive compounds; phenolic content; bioaccessible fractions; legumes.

INTRODUÇÃO

A lentilha (*Lens culinaris*) é uma leguminosa da família Fabaceae originária do sudoeste da Ásia (1,2) e é considerado um dos grãos mais antigos do mundo. Nos últimos anos, foram produzidas 5.610.104 toneladas, sendo o Canadá o maior produtor, seguido pela Índia e Austrália. Juntos esses três países representem 70,4% da produção mundial (3), contudo, a lentilha é uma leguminosa cultivada em mais de 70 países e consumida globalmente em diferentes formas, sendo uma ótima fonte de proteína e outros nutrientes importantes na dieta (4,5).

A produção de lentilha tem grande importância socioeconômica, por trazer nutrição e segurança alimentar a milhões de pessoas, principalmente em países em desenvolvimento (6).

O Brasil tem uma produção incipiente de lentilhas até o momento, visto que a cultura de consumo ainda não está amplamente consolidada no país. No entanto, o Brasil é considerado um grande produtor de grãos e com potencial para aumentar o cultivo dessa leguminosa, atendendo assim à crescente demanda global por proteínas alternativas (7).

Segundo o IBGE (8), os estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul são os maiores produtores de lentilha do país com produção de cerca de 8 toneladas em 2017. Desde então, o Brasil não apresenta dados atualizados sobre produtividade deste grão.

Os compostos bioativos presentes na lentilha como os compostos fenólicos ácido gálico e catequina têm sido associados a diversos benefícios à saúde, incluindo atividades antioxidantes e anti-inflamatórias, contribuindo para a saúde cardiovascular, a modulação da microbiota intestinal e a prevenção de doenças degenerativas. Estes compostos têm sido associados à redução da pressão arterial, ao combate ao estresse oxidativo e à prevenção de doenças como diabetes tipo 2 e câncer (9,10,11).

A digestão *in vitro* é uma metodologia útil para simular o processo digestivo no trato gastrointestinal humano e avaliar a bioacessibilidade de compostos bioativos. A fração bioacessível pode ser definida como a porção do nutriente ou composto bioativo que é liberada da matriz alimentar durante a digestão gastrointestinal e que se torna disponível para absorção no intestino (12,13). Nesse contexto, métodos de determinação da capacidade antioxidante, como os métodos de Folin-Ciocalteu e ABTS, podem ser utilizados para estimar a capacidade redutora e a atividade antioxidante das amostras tanto antes quanto após a digestão gastrointestinal *in vitro*. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi analisar e comparar a capacidade redutora por Folin-Ciocalteu e a atividade antioxidante pelo método ABTS de grãos de lentilha nacionais e importados antes e após a digestão *in vitro*.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras e reagentes

Foram utilizadas duas amostras de lentilha (*Lens culinaris*) de diferentes origens. A primeira, de origem nacional, foi adquirida em um supermercado da cidade de Florianópolis (SC), sendo os grãos provenientes do Estado de Minas Gerais. A segunda amostra foi adquirida no Centro de Abastecimento do Estado de Santa Catarina (CEASA), localizado em São José-SC, e sua embalagem indicava como país de origem o Canadá. Os grãos foram adquiridos em embalagens de polietileno de 1 kg, e transportados ao Laboratório de Biologia Molecular da Universidade Federal de Santa Catarina, onde foram armazenados a 4°C para manter sua integridade até o processamento.

Padrões analíticos e reagentes como α-amilase (30 U/mg), pepsina (400 U/mg), pancreatina (8XUSP), ácido gálico, ABTS (ácido 2,2′-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6 sulfônico), Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetra-metilcromano-2-carboxílico), Folin-Ciocalteu e metanol foram adquiridos da Sigma-Aldrich (St.Louis, Missouri, EUA). Etanol foi adquirido da Neon (Suzano, São Paulo, Brasil). Todos os reagentes utilizados possuem grau analítico.

Preparo de amostras

Os grãos de lentilha (500g) foram previamente deixados de molho em água destilada por 1 h antes do cozimento, sendo em seguida drenados e cozidos em 1,5 L de água por 5 min em panela de pressão, contados a partir do início de ebulição.

Após o cozimento, as amostras foram transferidas para tubos tipo falcon e armazenadas a -20°C até o momento das análises.

Extração Metanólica

Os grãos de lentilha cozidos (1g), em triplicata, foram submetidos a um processo de extração com 5 mL de metanol acidificado (HCl 1,0 M, 85:15, v/v) seguindo a metodologia de Laparra, Glahn e Miller (14).

Digestão *in vitro*

A simulação gastrointestinal foi conduzida somente para as amostras de lentilha cozidas, mimetizando-se a forma de consumo alimentar e foi conduzida de acordo com Minekus et al. (15), com modificações, que simula as condições do trato digestivo humano em três etapas sequenciais: oral, gástrica e intestinal.

Na fase oral, 5g de grãos cozidos, em triplicata, foram suspensos em 5mL de solução aquosa (0,75 mM de $CaCl_2$ e 75 U/mL de α-amilase). O pH foi ajustado para 7,0 (NaOH 1 M) e as amostras foram maceradas em almofariz por 2 min a 37 °C para simular a mastigação. Na etapa gástrica, 10 mL de solução aquosa (0,075 mM de $CaCl_2$ e 2000 U/mL de pepsina) foram adicionadas a fase anterior, o pH foi ajustado para 3,0 (HCl 1 M) e as amostras foram incubadas a 37 °C por 2 h em banho termostatizado Dubnoff NT233 com agitação automática (Tecnal Piracicaba- SP).

Na etapa intestinal, adicionou-se a fase gástrica uma solução de 20 mL (0,3 mM de $CaCl_2$ e 800 U/mL de pancreatina), novamente o pH foi ajustado para 7,0 e as amostras foram incubadas por 2 h a 37ºC conforme descrito anteriormente. Ao final de cada etapa (oral, gástrica e intestinal) as amostras foram centrifugadas à 10.000 x g por 15 min e os sobrenadantes coletados e armazenados a -80 °C para as análises espectrofotométricas.

Capacidade antioxidante pelo método ABTS

Para determinação da atividade antioxidante pelo método do radical ABTS, foi utilizada a metodologia descrita por Re et al. (16). O decaimento da absorbância foi medida em espectrofotômetro Hitachi U2910 (Hitachi High-Technologies Corporation, Tóquio, Japão) a 734 nm. Foi construída uma curva padrão com Trolox e os resultados foram expressos em µmol de equivalente de Trolox por 100 gramas de amostra.

Capacidade redutora pelo método de Folin-Ciocalteu

A capacidade redutora, como estimativa do conteúdo fenólico total, foi determinada seguindo a metodologia de Singleton & Rossi. (17). Ácido gálico foi utilizado como padrão e a leitura de absorbância em espectrofotômetro digital U2910 (Hitachi High-Technologies Corporation, Tóquio, Japão) foi realizada em 760 nm. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 gramas de amostra.

Índice de Bioacessibilidade

O efeito da digestão *in vitro* na composição bioativa dos grãos de lentilha cozidos foi avaliado por meio do índice de bioacessibilidade (IB), calculada conforme a Equação 1 de Ortega et al.(18):

$$IB = A / B \times 100 \quad (1)$$

Onde A corresponde à concentração dos compostos bioativos ao término da fase intestinal, enquanto B é a concentração dos mesmos compostos antes do processo de digestão *in vitro*, a partir do extrato metanólico (18).

Análise Estatística

Para avaliar as diferenças entre as amostras antes e após a digestão enzimática *in vitro* os resultados da análise de capacidade redutora e antioxidante foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) e ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$) utilizando o software R CORE TEAM, 2024 (19). Os resultados foram expressos como média das triplicatas ± desvio padrão (DP).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados da atividade antioxidante (AA) e da capacidade redutora de Folin-Ciocalteu (CRF) obtidas nas fases oral, gástrica e intestinal e do extrato metanólico dos grãos de lentilha cozidos antes e após a digestão *in vitro*.

Tabela1 - Atividade antioxidante (AA) pelo método ABTS, capacidade redutora do Folin-Ciocalteu (CRF), e índice de bioacessibilidade (IB) de grãos de lentilha cozidos, antes (extrato metanólico) e após cada fase da digestão *in vitro*.

Amostras	Fases da Digestão	AA (µmol TEAC/100g)	IB (%)	CRF (mg GAE/ 100g)	IB (%)
Lentilha importada	Oral	$27,8^{cA}$±5,57		$119,3^{dA}$±4,51	
	Gástrica	$34,9^{cA}$±9,81	144,8	$245,7^{bA}$±20,03	245,0
	Intestinal	$189,9^{aA}$±4,34		$470,0^{aA}$±10,00	

	Extrato Metanólico	131,2^{bA}±15,47		191,8^{cA}±3,75	
Lentilha nacional	Oral	29,9^{dA}±3,49	62,7	121,6^{cA}±18,82	229,1
	Gástrica	50,1^{cA}±7,28		275,2^{bA}±24,52	
	Intestinal	89,9^{bB}±3,44		519,5^{aA}±19,73	
	Extrato Metanólico	143,5^{aA}±7,60		226,7^{bA}±26,25	

Os valores são a média das triplicatas ± desvio padrão. As diferentes letras minúsculas representam a diferença entre as diferentes fases (extrato metanólico, fase oral, fase gástrica e fase intestinal) para cada amostra. Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa para as diferentes fases (extrato metanólico, fase oral, fase gástrica e fase intestinal) entre as amostras (teste de Tukey p≤0,05).

Previamente à digestão *in vitro*, a atividade antioxidante das lentilhas cozidas variou de 131,2 a 143,5 µmol TEAC/100g para as lentilhas importada e nacional, respectivamente. A capacidade redutora variou de 191,8 a 226,7 mg GAE/100g para estas mesmas amostras.

Na fase oral, não foram observadas diferenças significativas entre as amostras. A lentilha importada apresentou atividade antioxidante (AA) de 27,8 µmol TEAC/100 g, enquanto a nacional foi de 29,9 µmol TEAC/100 g. Da mesma forma, os valores da capacidade redutora foram de 119,3 mg GAE/100 g para a importada e 121,6 mg GAE/100 g para a nacional.

Durante a fase gástrica, observou-se um aumento da AA em ambas as amostras em comparação à fase oral. No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre as amostras, com a lentilha importada apresentando 34,9 µmol TEAC/100 g e a nacional 50,1 µmol TEAC/100 g. O mesmo ocorreu para a CRF, com valores de 245,7 mg GAE/100 g na importada e 275,2 mg GAE/100 g na nacional, sem diferença significativa entre elas.

A fase intestinal apresentou os maiores valores de AA e CRF para ambas as amostras, houve diferença estatística significativa apenas para a AA, com a lentilha importada apresentando valor superior 189,9 µmol TEAC/100 g em comparação à nacional 89,9 µmol TEAC/100 g. Para a CRF, apesar dos valores elevados, 470,0 mg GAE/100 g na amostra importada e 519,5 mg GAE/100 g para amostra nacional, não houve diferença estatística significativa entre as amostras.

Embora a lentilha nacional tenha atingido maior valor final de CRF (519,5 mg GAE/100g) que a importada (470,0 mg GAE/100g), as diferenças não foram estatisticamente significativas. Esses resultados reafirmam que o método de Folin-Ciocalteu, além de fenólicos totais, também detecta outros compostos redutores liberados durante a digestão (20).

A comparação dos resultados prévios do extrato metanólico com os obtidos após a digestão mostra que a digestão gastrointestinal simulada permite um aproveitamento dos compostos bioativos presentes na matriz, estimando sua bioacessibilidade. Enquanto os extratos metanólicos apresentaram valores mais baixos de atividade antioxidante e capacidade redutora, os resultados das amostras digeridas foram significativamente superiores, sugerindo que parte dos compostos fenólicos permanece retida na matriz e só é acessada durante a digestão.

Resultados semelhantes foram reportados por Ji et al. (21), que ao analisarem oito tipos de leguminosas, observaram que lentilhas, grão-de-bico e diferentes variedades de

feijão apresentaram aumentos de compostos fenólicos após a digestão intestinal, com variações de magnitude atribuídas à diversidade de matrizes.

O aumento de AA da fase oral (27,8 µmol TEAC/100g) para a intestinal (189,9 µmol TEAC/100g) na amostra importada indica uma liberação de antioxidantes, possivelmente associada à composição fenólica e à estrutura da matriz. Resultado semelhante foi descrito por Sánchez-García et al. (22), que observaram elevação do conteúdo fenólico total de 5,05 para 10,5 mg GAE/g em lentilhas fermentadas e secas.

O índice de bioacessibilidade da AA foi de 144,8% para a lentilha importada e 62,7% para a nacional. Para CRF, os índices foram de 245,0% para a importada e 229,1% para a nacional, destacando a importância da digestão intestinal na liberação de fenólicos. A lentilha importada apresentou maior bioacessibilidade de AA (IB% = 144,8%) e CRF (IB% = 245,0%) em comparação à nacional (62,7% e 229,1%, respectivamente), comportamento semelhante ao observado por Miyahira et al. (23), em lentilhas germinadas.

A melhora na bioacessibilidade durante a fase intestinal é semelhante a resultados com outras leguminosas, como diferentes feijões do gênero *Vigna*, onde a fermentação e digestão promoveram maior liberação de fenólicos (24).

A composição química e a bioacessibilidade de compostos bioativos em vegetais são influenciadas por fatores intrínsecos, como variabilidade genética, perfil fenólico e microestrutura da matriz, além de fatores extrínsecos, como tipo de solo, práticas agrícolas, condições climáticas, estágio de maturação e origem geográfica, todos esses aspectos podem interferir nos processos metabólicos da planta e, consequentemente, na quantidade e qualidade dos metabólitos secundários produzidos nos alimentos (25,26,278,28).

A digestão *in vitro* promoveu mudanças na atividade antioxidante (AA) e na capacidade redutora de Folin (CRF) das amostras de lentilha analisadas, promovendo aumentos em comparação às fases oral e gástrica. Para ambas as amostras, a fase intestinal apresentou valores superiores ($p < 0,05$), resultados consistentes com a literatura que associa a liberação de compostos bioativos à ação enzimática e à desestruturação da matriz alimentar (29,30).

CONCLUSÕES

A digestão *in vitro* demonstrou o potencial bioacessível e o aumento da atividade antioxidante e da capacidade redutora das lentilhas, especialmente na fase intestinal. A lentilha importada apresentou maior atividade antioxidante, enquanto a nacional destacou-se pela maior capacidade redutora. Essas diferenças mostram a influência da composição química da matriz alimentar (e sua origem) na bioacessibilidade dos compostos antioxidantes, evidenciando a importância de considerar as transformações digestivas na avaliação do potencial funcional das lentilhas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), Edital 18/2024, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Joshi KD, Mpunami AA, Fraser J. Developing lentil cultivars with improved adaptation and nutritional quality. Front Plant Sci. 2017;8:1–7.

2. Kaale LD, Kiravu S, Nkinda MJ, Kasoga P. Lentil (Lens culinaris): An overview of its production, nutritional profile, and potential for food security. Heliyon. 2022;8(2):e08949.

3. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). Crops and livestock products: Lentils, production quantity. 2023. Available from: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

4. Khazaei H, Subedi M, Nickerson M, Martínez-Villaluenga C, Frias J, Vandenberg A. Lentil: A promising sustainable crop. Legume Science. 2019;1(1):e10.

5. Shrestha A. Lentil (Lens culinaris Medik.): Production, processing and future opportunities. J Agric Food Res. 2023;11:100487.

6. Rawal V, Bansal V. The impact of pulses on nutrition, livelihoods and sustainability: A global perspective. FAO. 2019.

7. Caldeira CM, Silva DJ, Borges L, Ribeiro SMR, Vieira RP, Martino HSD. Lentilha: potencial para suprir a demanda por fontes alternativas de proteína no Brasil. Rev Bras Agropec Sustentável. 2024;14(1):77–89.

8. IBGE. Censo Agropecuário 2017: características gerais da produção agrícola. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2017.

9. Ganesan K, Xu B. Polyphenol-rich lentils and their health promoting effects. Int J Mol Sci. 2017;18(11):2390.

10. Iqbal A, Ateeq N, Khalil IA, Sayyar Khan M, Hussain I. Nutritional quality of important food legumes. Food Chem. 2023;422:136295.

11. Mustafa R, Arshad MS, Saeed F, Afzaal M, Javed A, Niaz B, et al. Lentil: A functional food source. Int J Food Prop. 2022;25(1):1607-22.

12. 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. 2014;13(2):155–71.

13. Parada J, Aguilera JM. Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. J Food Sci. 2007;72(2):R21–32.

14. Laparra JM, Glahn RP, Miller DD. Bioaccessibility of phenolic compounds from fruits and vegetables studied using a Caco-2 cell culture model. J Agric Food Chem. 2008;56(19):9383–90.

15. Minekus M, Alminger M, Alvito P, Ballance S, Bohn T, Bourlieu C, et al. A standardised static in vitro digestion method suitable for food – an international consensus. Food Funct. 2014;5(6):1113–24.

16. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med. 1999;26(9-10):1231–7.

17. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am J Enol Vitic. 1965;16(3):144–58.

18. Ortega N, Reguant J, Romero MP, Macià A, Motilva MJ. Effect of solid/liquid ratio and solvent concentration on the phenolic content and antioxidant capacity of fresh olive fruits (Olea europaea L.). Food Chem. 2011;123(1):117–22.

19. Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2024. Available from: https://www.R-project.org/

20. Everette JD, Diwan A, Zhang L, et al. A comparison of the antioxidant properties of phenolic compounds using a Folin-Ciocalteu method. Food Chem. 2010;120(4):1235-1243.
21. Ji H, Zhang Y, Liu Y, et al. Bioaccessibility and release of phenolic compounds from legumes during in vitro digestion. Food Chem. 2024;363:130242.

22. Sanches García L, Martínez Y, Pérez A, et al. Effects of fermentation and drying processes on phenolic content and antioxidant activity of lentils. J Food Sci. 2023;88(3):1287-1295.

23. Miyahira A, Yamamoto S, Kubo T, et al. Effect of germination on antioxidant capacity and phenolic content in lentils. J Agric Food Chem. 2022;70(19):5889-5897.

24. Li X, Wang M, Wu Z, et al. Bioavailability of phenolic compounds in Vigna legumes after in vitro digestion. Food Chem. 2022;374:131541.

25. Carvalho NM, Vieira RD, Lima JPS, et al. Estudo da variabilidade genética em espécies de interesse agrícola. Rev Bras Genet. 2003;26(2):142-149.

26. Chitarra MIF, Chitarra AB. Pós-colheita de frutas e hortaliças: Manuseio e armazenagem. 2nd ed. São Paulo: Editora UFMG; 2005.

27. Freitas LG, Almeida RMS, Silva TF, et al. Efeitos de fatores climáticos e geográficos na composição nutricional de frutas tropicais. Acta Sci Agron. 2021;43(1):123-135.

28. Qamar S, Ali I, Mehmood A, et al. Fatores ambientais e geográficos que influenciam o conteúdo de compostos bioativos em leguminosas. J Agric Food Chem. 2021;69(6):1807-1818.

29. Fernández-Ochoa A, Molina A, Garcia-Ochoa F. In vitro digestion of foods: Effects on bioactive compounds. Food Res Int. 2020;130:108845.

30. Rodríguez-Roque M, Fuentes S, Carvajal M, et al. The role of in vitro digestion in the bioaccessibility of phenolic compounds in vegetables. Food Chem. 2018;246:367-374.

Capítulo 24
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-24

AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE RESÍDUOS DE DITIOCARBAMATOS EM ALIMENTOS INFANTIS À BASE DE CEREAIS

Nathália Ferreira Soares[1]; Angélica Castanheira de Oliveira[1]*; Lucia Helena Pinto Bastos[1]; Thomas Manfred Krauss[1]; Maria Helena Wohlers Morelli Cardoso[1]; Silvana do Couto Jacob[1]

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:* angelica.castanheira@fiocruz.br *ou* angelica.oliveira@ifrj.edu.br

[1]Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS) da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) – Departamento de Química – Laboratório de Resíduos de Agrotóxicos, Av. Brasil, 4365 – Manguinhos, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

Resumo: A alimentação pode ser uma fonte de exposição à resíduos e contaminantes químicos. Segundo o *Codex Alimentarius* os resíduos não devem permanecer em produtos acabados destinados ao consumo infantil ou devem ser reduzidos à menor concentração possível. A Comunidade Europeia (CE) preconiza 0,01 mg kg^{-1} como o limite máximo de resíduos para vários agrotóxicos, inclusive os ditiocarbamatos (DTCs). Entretanto, o Brasil não possui uma regulamentação específica para alimentos infantis, não realiza o seu monitoramento e desconhece-se a ocorrência de resíduos de DTCs nesses produtos alimentícios. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a ocorrência de resíduos de DTCs em cereais infantis utilizando cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM). O método de análise usado no estudo foi validado segundo os critérios de organismos acreditadores. Das 24 amostras analisadas, em onze foram detectados dissulfeto de carbono e destas, quatro apresentaram concentração insatisfatória segundo o *Codex Alimentarius* e a CE. Os dados fornecidos pelo presente estudo, inéditos no país, ressaltam a importância do monitoramento desses produtos, visando minimizar os riscos à saúde da população infantil.

Palavras–chave: agrotóxicos; cereal infantil; CG-EM

Abstract: Food can be a source of exposure to chemical residues and contaminants. According to the Codex Alimentarius, residues should not remain in finished products intended for infant consumption or should be reduced to the lowest possible concentration. The European Community (EC) recommends 0.01 mg kg^{-1} as the maximum residue limit for several pesticides, including dithiocarbamates (DTCs). However, Brazil does not have specific regulations for infant food, does not monitor such products, and the occurrence of DTC residues in these food items remains unknown. Therefore, the aim of this study was to assess the occurrence of DTC residues in infant cereals using gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS). The

analytical method applied in the study was validated according to the criteria of accrediting bodies. Of the 24 samples analyzed, carbon disulfide was detected in eleven; among these, four showed unsatisfactory concentrations according to the Codex Alimentarius and EC standards. The findings of this study, which are unprecedented in Brazil, underscore the importance of monitoring such products to minimize health risks to the infant population.

Keywords: pesticides; infant cereal; GC-MS

INTRODUÇÃO

Nos primeiros seis meses de vida, considera-se como prática ideal o aleitamento materno exclusivo e à livre demanda (1), a partir dessa idade recomenda-se a adição gradual de alimentos complementares na forma processada, não excluindo entretanto o leite materno. É recomendável que estejam presentes os seguintes grupos alimentares: cereais ou tubérculos, leguminosas, proteína animal e hortaliças (2). Embora sejam ricos em nutrientes essenciais, o consumo desses alimentos pode representar uma preocupante fonte de exposição a resíduos e contaminantes químicos.

Os agrotóxicos são largamente utilizados com a finalidade de evitar ou minimizar os danos às lavouras causados por pragas e, consequentemente, melhorar a produtividade. Sua aplicação não se restringe ao período de cultivo, mas também no pós colheita para prevenir a deterioração dos produtos durante a estocagem e transporte (3).

No ano de 2023, a comercialização de agrotóxicos e afins no Brasil foi de 755.489 toneladas. Entre os dez ingredientes ativos (IA) mais vendidos no mesmo ano, o mancozebe, da classe dos ditiocarbamatos (DTCs), figurou em segundo lugar respondendo por 40.550 toneladas (4).

Os DTCs são fungicidas amplamente utilizados nacionalmente por agir contra um extenso espectro de doenças causadas por fungos com aplicação em diversas culturas agrícolas, de frutas e hortaliças a cereais (5). A classe é subdividida em dimetilditiocarbamatos (DMDC) e os etilenobisditiocarbamatos (EBDC) (6). Os EBDCs são instáveis tanto em meio ácido como em meio alcalino e decompõem-se em dissulfeto de carbono (CS_2) (7), assim a legislação europeia e a nacional determinam que o Limite Máximo de Resíduos (LMR) para DTCs em alimentos deve ser expresso em função do CS_2 produzido durante decomposição (8) (9).

A degradação dos EBDCs pode ocorrer em várias etapas da produção dos alimentos, sendo no período de cultivo, logo após a aplicação do agrotóxico, no armazenamento do produto ou durante o processamento do alimento (6). Os parâmetros que mais influenciam na reação de formação do composto de decomposição, etilenotiouréia (ETU), são tempo, umidade e temperatura, ressaltando o risco da estocagem sob condições inadequadas (7).

Estudos sugerem que a exposição a agrotóxicos durante os primeiros anos de vida pode estar relacionada ao desenvolvimento de tumores, como leucemia, linfoma não-Hodgkin e doença de Hodgkin, bem como câncer cerebral e de tecidos moles (10). Klaassen (11) relatou que a exposição a doses tóxicas de DTCs e seu metabólito etilenotiouréia resultaram em problemas no desenvolvimento fetal e teratogenicidade principalmente devido ao efeito do ETU na tireoide. Esse fato é de grande importância visto que os hormônios tireoidianos têm papel essencial no desenvolvimento do cérebro, de modo que esta classe de agrotóxicos pode estar envolvida no surgimento de efeitos neurotóxicos em neonatos.

O Comitê *Codex Alimentarius* referente a resíduos de agrotóxicos, recomenda que produtos para consumo infantil devem ser elaborados considerando as boas práticas de fabricação, de modo que os resíduos não permaneçam no produto acabado ou sejam reduzidos a menor concentração possível (12). O Regulamento CE nº 125/2006 define que resíduos de agrotóxicos não podem estar presentes no alimento de forma a representar um risco inaceitável para a saúde do consumidor. Assim, o LMR deve ser fixado a fim de proteger grupos vulneráveis, como de crianças. Desta forma, para produtos destinados ao uso infantil o LMR permitido é de 0,01 mg kg^{-1} para grande número de agrotóxicos aprovados em produtos agrícolas destinados à produção de alimentos à base de cereais ou alimentos para bebês, entre eles os DTCs. A legislação da comunidade europeia também estabelece que algumas substâncias não podem ser utilizadas em produtos agrícolas destinados à produção de alimentos à base de cereais ou alimentos para bebês (13).

A legislação brasileira não estabelece o LMR para resíduos de agrotóxicos em produtos agrícolas destinados a alimentação infantil, mas determina que os níveis de resíduos de agrotóxicos em alimentos processados para crianças na primeira infância devem estar em conformidade com o LMR estabelecido para a matéria prima que lhe deu origem (14). Além disso, não foram encontrados no Brasil estudos avaliando a ocorrência de resíduos de DTCs na maioria dos alimentos consumidos por crianças, nem a inclusão dos cereais e produtos infantis contendo esses cereais.

Para garantir a confiabilidade de uma análise o método analítico utilizado deve ser validado visando assegurar que o mesmo seja exato, reprodutível e flexível respeitando um intervalo específico no qual a substância será avaliada (15). Assim, a validação do método de análise das amostras de cereal infantil baseou-se nos critérios especificados pela União Europeia no documento de controle de qualidade analítica e validação de métodos para análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos e ração, e também no *Codex Alimentarius* (16) (17).

Considerando a toxicidade e os possíveis efeitos adversos do consumo infantil desses resíduos, o objetivo do trabalho foi avaliar a ocorrência de resíduos de agrotóxicos da classe dos DTCs em alimentos infantis à base de cereais utilizando método analítico validado para determinação dos resíduos por cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas (CG-EM).

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo e extração da amostra

Os cereais infantis avaliados foram coletados em diferentes estados do Brasil e obtidos por meio de um projeto de pesquisa. As amostras foram homogeneizadas em liquidificador industrial por cinco minutos e posteriormente pesadas em balança analítica. Para a validação utilizou-se cereal infantil do tipo multicereais (composto por arroz, milho, trigo e aveia).

Para a digestão da amostra adicionou-se 100 mL de solução ácida digestiva a 20 g da amostra de cereais livre de DTCs e posteriormente, adicionou-se 25 mL de isooctano. A reação ocorreu em banho a 80°C (± 5ºC) por 1 hora e 30 minutos, sob agitação. Os frascos foram então retirados e após a mistura alcançar temperatura ambiente, uma alíquota de 1,5 mL da fase orgânica foi utilizada para injeção em CG-EM (5).

Condições operacionais do equipamento

Nas análises foi empregado o cromatógrafo a gás com espectrômetro de massas (CG-EM) modelo 6890N, detector modelo 5973N da marca *Agilent Technologies*. Foi utilizado um volume de injeção de 4 µL do extrato, com injetor no modo *Pulsed Split* com pressão de 10 psi por 0,02 min, temperatura de 220 °C e fluxo constante de 1,5 mL por minuto. A temperatura inicial foi de 60 °C por 5 minutos, após esse tempo houve um aumento de 50 °C por minuto até alcançar 200 °C, mantidos por 2 minutos. Utilizou-se o espectrômetro de massas em modo de Monitoramento Seletivo de Íons (SIM), ionização por impacto de elétrons com energia de 70 elétron-volts e monitorou-se duas transições: *m/z* 76 e *m/z* 78.

Determinação quantitativa da concentração de ditiocarbamatos

A concentração de DTCs foi calculada em função do CS_2 particionado na fase orgânica da mistura reacional após a digestão ácida do alimento. Considerando que essa é uma característica comum de todos os ingredientes ativos desta classe de agrotóxicos, não é possível, utilizando esta metodologia, identificar qual o DTC específico que estava presente na amostra contaminada.

Para a validação, foi utilizado um DTC (tiram) que se decompõe em CS_2. A partir de uma solução de tiram, uma amostra controle foi previamente fortificada para o cálculo da recuperação de CS_2. Para a determinação quantitativa deste, foi preparada uma curva analítica a partir da solução de CS_2 (5 µg mL^{-1}) com as concentrações 0,01; 0,05; 0,10; 0,25; 0,5 e 1,0 µg mL^{-1}. A regressão linear obtida pela curva permitiu determinar a concentração de CS_2 na amostra e, posteriormente, a concentração do DTC tiram utilizando a equação apresentada na Figura 1 e o fator de conversão do tiram de CS_2 para DTCs (1,578).

$$\text{mg kg}^{-1}\text{ de DTC} = \frac{\mu\text{g mL}^{-1}\text{ de } CS_2 \text{ x Volume do balão de diluição (mL) x f}}{\text{Massa da amostra (g)}}$$

Onde:
- μg mL^{-1} de CS_2 = μg mL^{-1} de CS_2 calculada através da curva de calibração.
- Volume do balão de diluição (mL) = utilizar normalmente balão de 25 mL.
- f (fator do DTC) = fator do ditiocarbamato específico. Este fator é utilizado quando se deseja expressar o resultado como um ditiocarbamato.
- Massa da amostra (g) = Quantidade pesada de amostra.

Fonte: Adaptado de (18).

Figura 1 - Equação para determinação da concentração de ditiocarbamatos (DTCs) a partir do CS_2 liberado pela hidrólise ácida da amostra.

Validação do método analítico

A validação do método analítico foi realizada observando os seguintes parâmetros: seletividade, linearidade, faixa de trabalho, limites de detecção e quantificação do método, precisão como repetibilidade e exatidão como recuperação, avaliando os resultados obtidos pela comparação com os critérios de aceitação definidos no *Codex Alimentarius* e no SANTE (16) (17) (19).

Critérios para análise dos resultados das amostras

Foram analisadas 24 amostras de diferentes produtos infantis à base de cereais e os resultados avaliados de acordo com os seguintes critérios: 1) variação do tempo de retenção da amostra comparado à substância padrão de interesse de ± 0,1 minuto, 2) íons utilizados na identificação suficientemente seletivos para o analito a ser analisado e na faixa de concentração relevante, 3) os cromatogramas derivados de extratos de amostras com tempo de retenção, forma do pico e razão de resposta semelhante aos obtidos na solução padrão em concentrações comparáveis e 4) a razão entre os íons menor que 30 % (17).

Além disso, para garantir a confiabilidade do resultado obtido foi feita uma amostra controle, que consiste em uma amostra branco fortificada com uma concentração conhecida de agrotóxico, que deveria apresentar recuperação entre 70-120 % (17) indicando que o processo de extração ocorreu adequadamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método foi validado de forma satisfatória segundo os compêndios oficiais utilizados como referência, levando em conta os parâmetros: linearidade, seletividade, limites de detecção e quantificação do método, precisão (repetibilidade) e exatidão (recuperação) para a determinação de DTCs em cereais infantis (19).

Visto que nos alimentos infantis há preocupação de que os resíduos de agrotóxicos sejam reduzidos ao mínimo possível ou mesmo não estejam presentes (13) (16), quanto menores forem os limites de detecção e quantificação do método melhor também será a

capacidade de monitorar a presença dessas substâncias potencialmente tóxicas ao indivíduo em desenvolvimento, minimizando os riscos associados. O limite de quantificação obtido na validação foi de 0,01 µg mL^{-1}.

As amostras de produtos alimentícios infantis à base de cereais foram analisadas e os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Relação das amostras de cereais infantis analisadas e informações referentes as concentrações de ditiocarbamatos, expressos como CS_2.

Produto	Cereais presentes	Estado da coleta	Concentração média CS_2 (mg kg^{-1})
Cereal infantil multicereais	Arroz, milho, aveia, trigo	PE	-
Cereal infantil arroz e aveia	Arroz e aveia	PE	< 0,01
Cereal infantil milho	Milho	PE	-
Cereal infantil multicereais	Arroz, milho, aveia, trigo	PE	-
Cereal infantil arroz e aveia	Arroz e aveia	PE	0,019
Cereal infantil arroz e aveia	Arroz e aveia	PE	< 0,01
Cereal infantil milho	Milho	PE	-
Cereal infantil arroz	Arroz	PE	-
Cereal infantil multicereais	Arroz, milho, aveia, trigo	PE	-
Cereal infantil milho	Milho	PE	< 0,01
Flocos de cereais	Trigo, cevada e aveia	RJ	-
Cereal à base de milho para alimentação infantil	Milho	RJ	0,033
Cereal à base de aveia para alimentação infantil	Aveia	RJ	-
Cereal para alimentação infantil com probiótico - Multicereais	Arroz, milho, trigo	RJ	< 0,01
Cereal infantil Multicereais	Arroz, milho, aveia, trigo	RS	-
Cereal infantil arroz e aveia	Arroz e aveia	RS	0,018
Cereal infantil Multicereais	Arroz, milho, aveia, trigo	RS	0,027
Cereal infantil 5 cereais com quinoa	Arroz, milho, cevada, aveia e quinoa	RS	-

Cereal para alimentação infantil banana e maçã - arroz, milho e cevada	Arroz, milho e cevada	RJ	-
Cereal para alimentação infantil arroz e aveia	Arroz e aveia	RJ	< 0,01
Cereal para alimentação infantil com probiótico - arroz e aveia	Arroz e aveia	RJ	< 0,01
Pó para preparo de bebida à base de arroz e aveia - sabor baunilha	Arroz e aveia	RJ	-
Farinha láctea com farinha de cereais	Trigo, cevada e centeio	RJ	< 0,01
Pó para preparo de bebida a base de arroz	Arroz	RJ	-

A Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023 (3), que dispõe sobre agrotóxicos no Brasil, não contempla limites máximos de resíduos específicos para produtos infantis e tão pouco para produtos industrializados, assim ao analisar tais produtos utiliza-se como base apenas o LMR estabelecido para o alimento *in natura* que lhe deu origem (14) e não é possível avaliar se as amostras em estudo foram satisfatórias ou não. Diante disso, utilizou-se os parâmetros de documentos internacionais para análise dos resultados.

De acordo com o Comitê *Codex Alimentarius* as onze amostras que apresentaram resíduos de DTCs, conforme a Tabela 1, seriam consideradas insatisfatórias, já que resíduos de agrotóxicos não devem ser detectados em alimentos para consumo infantil ou devem ser reduzidos ao menor limite possível (12).

A Comunidade Europeia também possui uma norma direcionada a alimentos destinados a lactentes e bebês, a Diretiva 2006/125/CE de 5 de Dezembro de 2006 (13), que estipula que “os alimentos à base de cereais e os alimentos para bebês não podem conter resíduos de pesticidas específicos em teores superiores a 0,01 mg/kg”. Assim, quatro amostras do estudo seriam consideradas insatisfatórias (Tabela 1).

Além disso, ressalta-se que o trigo, o arroz e a aveia possuem casca e para a elaboração da farinha, a qual posteriormente será incorporada ao cereal infantil, é necessário um processo inicial de descascamento para remoção das porções externas do grão (20), onde estão localizados os IAs de ação por contato. Entretanto, mesmo depois de todo o processamento resíduos podem ser encontrados, visto que os IAs que agem por contato podem penetrar no tecido através de porosidades e ainda assim ser detectado após o descascamento (21) conforme foi observado nas amostras analisadas para os DTCs.

Entre os anos de 2004 e 2011 foi realizado um monitoramento na Dinamarca com 17.309 amostras de origem animal e vegetal, entre elas cereais, alimentos processados e alguns destinados a alimentação infantil. A escolha baseou-se nos produtos mais consumidos no país, tanto produzido localmente quando importados. Frutas e vegetais foram analisados por até cinco diferentes métodos analíticos cobrindo um número crescente de agrotóxicos ao longo dos anos, de 149 para 238 IAs. Os cereais foram analisados por três métodos diferentes investigando 105 a 166 IAs. Os DTCs e o carbendazim foram os que mais excederam os LMRs e com mais frequência, 0,54 % e 0,46 % das amostras, respectivamente. No geral, frutas e vegetais apresentaram mais resíduos do que os outros grupos de *commodities* (22).

O programa de monitoramento do Reino Unido (RU) avaliou, no ano de 2019, os cereais aveia e arroz, que são os mais frequentemente consumidos no país, compreendendo produção no RU, na União Europeia e em países fora da Europa. Para a aveia, 24 amostras foram avaliadas, sendo 20 produzidas dentro do RU e 4 em países da União Europeia. Dentre os 370 IAs estudados estavam os DTCs e apenas uma amostra foi insatisfatória pelo uso de agrotóxico não permitido na cultura, porém 21 amostras satisfatórias apresentavam resíduos de dois ou mais agrotóxicos. Quanto ao arroz, 362 IAs foram analisados em 18 amostras, sendo três dessas amostras consideradas insatisfatórias por apresentarem resíduos de agrotóxicos em concentrações superiores ao LMR de tais substâncias. O estudo analisou também 36 amostras de alimentos infantis salgados quanto a 366 agrotóxicos, resultando em apenas duas amostras insatisfatórias e nenhuma delas com múltiplos resíduos (23).

Blasco *et al*. (24) realizou um estudo com alimentos de origem vegetal entre elas aveia e arroz avaliando a presença de DTCs (tiram) e os metabólitos ETU e propilenotiouréia (PTU) por cromatografia líquida acoplada a espectrômetro de massas e detectou ETU e PTU em duas amostras de arroz e tiram em uma amostra de tomate e uma de pêssego. Ressaltando ainda a preocupação internacional com os alimentos que serão destinados ao público infantil, um estudo da Espanha analisou resíduos de fungicidas em 25 amostras de comidas para bebês a base de frutas utilizando cromatografia líquida acoplada a espectrômetro de massas sequencial (LC-MS/MS). Foram detectados os IAs imazalil, tiabendazol e carbendazim porém nenhum deles em concentração superior a preconizada para esse tipo de alimento (25). Na Nova Zelândia pesquisadores analisaram 25 fórmulas infantis e 30 alimentos de desmame (“papinha”) contendo cereais avaliando a possível presença de DTCs e não foram encontrados resíduos dentro do limite de detecção do método utilizado que era de 0,1 mg kg^{-1} (26). Por fim, um estudo do Reino Unido validou dois métodos para determinação do DTC propinebe e seu metabólito PTU em fórmulas infantis a base de leite, ingredientes relacionados e alimentos para bebês tanto à base de frutas quanto de cereais por cromatografia líquida acoplada a espectrômetro de massas sequencial, capaz de quantificar resíduos em concentrações menores que o limite permitido pela EU (27).

No Brasil atualmente existem dois programas de monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos: o programa PARA (Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos) da ANVISA que tem como objetivo conhecer o potencial de exposição da população aos contaminantes nocivos à saúde e garantir a segurança do consumidor (28) e o PNCRC (Programa Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes) do MAPA com enfoque principal no monitoramento da qualidade dos produtos vegetais de origem nacional tanto os destinados ao mercado interno quanto à importação (29).

Desde a criação do PARA, em 2001, já foram analisadas cerca de 40 mil amostras referentes a 36 tipos de alimentos de origem vegetal, incluindo alguns cereais, como arroz, milho (fubá) e trigo (farinha). Os DTCs sempre estão presentes no ranking dos resíduos de agrotóxicos com maior número de detecções nos alimentos monitorados (28).

Já o PNCRC vegetal, executado pelo MAPA desde 2008, publica os resultados do programa em Diário Oficial, mas não especifica quais IAs são avaliados, definindo apenas que a quantidade de resíduos de agrotóxicos monitorados depende do escopo do laboratório responsável por cada cultura analisada. Assim, não foi possível afirmar se os DTCs foram avaliados nas amostras de cereais contempladas (29).

A grande importância do monitoramento de resíduos de agrotóxicos é subsidiar a tomada de decisão quanto a possível necessidade de alterações ou inclusões na legislação. Um exemplo disso é o que aconteceu na Europa. Em 1995 o relatório da *Working Party on Pesticide Residues* (WPPR) do Reino Unido determinou que 6 % das amostras de alimento de desmame à base de cereais continham pirimifós-metílico. Em 1999 foi adotada a Diretiva 99/39/1 EC que estabeleceu parâmetros específico para alimentos infantis. Esta foi posteriormente substituída pela Diretiva 2006/125/CE de 5 de dezembro de 2006, atualmente em vigor. No ano de 2000, a WPPR publicou um novo relatório analisando 72 novas amostras de cereal infantil e em nenhuma delas foi detectada resíduos (26).

Embora o Brasil possua dois programas de monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos, observa-se que esses dados não têm impactado a regulamentação vigente. Além disso, a regulação de agrotóxicos está vinculada aos interesses do mercado agronômico e ao impacto a saúde pública e ao meio ambiente. Sendo assim, o aumento das restrições resultará em benefício para a saúde do consumidor, porém significará maiores custos para produtores agrícolas e menor produtividade. Conclui-se, então, que a regulação será mais ou menos rígida em função da influência que as partes interessadas tem no cenário político do país (30).

CONCLUSÕES

A análise de DTCs por cromatografia gasosa não é capaz de identificar todos os diferentes IAs da classe, uma vez que todos os resultados são expressos em função do

CS_2 produzido. Entretanto, o método está de acordo com a legislação do Brasil e outras importantes agências regulatórias, como a Comunidade Europeia e FDA.

Os resultados das análises de resíduos das amostras comerciais foram avaliados segundo os LMRs de documentos internacionais específicos para esse tipo de alimento, visto que o Brasil não possui legislação para alimentos infantis. Observou-se que em onze amostras foram detectados dissulfeto de carbono em concentrações quantificáveis e, dentre estas amostras, quatro apresentaram concentração insatisfatória segundo o *Codex Alimentarius* e CE.

Esses resultados são os primeiros relatados no país para determinação de DTCs em alimentos processados e eles alertam para a necessidade de uma legislação sobre agrotóxicos direcionada para alimentos infantis e, também, de um maior monitoramento daqueles consumidos durante a primeira infância visando à oferta de alimentos mais seguros para bebês e crianças.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization (WHO). Implementation guidance: protecting, promoting and supporting breastfeeding in facilities providing maternity and newborn services – the revised Baby-friendly Hospital Initiative. Geneva: 2018. [Acesso em 26 abr. 2025]. Disponível em: https://www.unicef.org/media/95191/file/Baby-friendly-hospital-initiative-implementation-guidance-2018.pdf

2. Sociedade Brasileira de Pediatria. Manual de Orientação para Alimentação do Lactente do pré-escolar, do escolar, do adolescente e na escola. São Paulo: Departamento de Nutrologia; 2006 [Acesso em 22 abr. 2025]. Disponível em : http://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/img/manuais/manual_alim_dc_nutrologia.pdf.

3. Brasil. Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem, a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e das embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, de produtos de controle ambiental, de seus produtos técnicos e afins; revoga as Leis nºs 7.802, de 11 de julho de 1989, e 9.974, de 6 de junho de 2000, e partes de anexos das Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 9.782, de 26 de janeiro de 1999. Brasília: Diário Oficial da União; 2023.

4. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) [Internet]. Boletins anuais de produção, importação, exportação e venda de agrotóxicos no Brasil [Acesso em 29 abr 2025]. Disponível em: https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos.

5. Silva RCd. Comparação entre métodos cromatográficos, empregando GC-ECD, GC-FPD e GC-MS, e espectrofotométrico para determinação de ditiocarbamatos em alface [Mestrado em Química]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2005.

6. Lemes VRR. Avaliação de resíduos de etilenotiouréia (ETU) em frutas comercializadas na cidade de São Paulo [Doutorado em Saúde Ambiental]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2007.

7. World Health Organization (WHO). Dithiocarbamate pesticides, ethylenethiourea, and propylenethiourea : a general introduction / published under the joint sponsorship of the United Nations Environment Programme, the International Labour Organisation, and the World Health Organization. Geneva: World Health Organization; 1988 [Acesso em 20 abr 2025]. Disponível em: https://apps.who.int/iris/handle/10665/39117.

8. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) [internet]. Monografia do Mancozebe 2025 [Acesso em 22 abr 2025]. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas/m-n-o/4419json-file-1

9. União Europeia. Regulation (EC). Regulation nº 396/2005 of the European parliament and of the council as regards maximum residue levels for aminopyralid, azoxystrobin, cyantraniliprole, cyflufenamid, cyproconazole, diethofencarb, dithiocarbamates, fluazifop-P, fluopyram, haloxyfop, isofetamid, metalaxyl, prohexadione, propaquizafop, pyrimethanil, Trichoderma atroviride strain SC1 and zoxamide in or on certain products. Official Journal of the European Union. 2017 jan 30; Seção *3.2.2017, p. 45–111.*

10. Mills PK, Zahm SH. Organophosphate pesticide residues in urine of farmworkers and their children in Fresno County, California. Am J Ind Med. 2001;40(5):571-7.
11. Klaassen CD. Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons. 9. ed, Kansas: McGraw-Hill Education; 2018.

12. Codex Alimentarius. Guidelines on Formulated Complementary Foods for Older Infants and Young Children- CAC/GL 8-1991. FAO/WHO. 2013:686-7.

13. União Europeia. Diretiva 2006/125/CE DA COMISSÃO de 5 de Dezembro de 2006 relativa aos alimentos à base de cereais e aos alimentos para bebés destinados a lactentes e crianças jovens. Official Journal of the European Union. 2006 dez 05; Seção *17.12.2008, p. 766–794.*

14. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 34, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos de Transição para Lactentes e Crianças de Primeira Infância. Diário Oficial da União. 1998 jan. 13.

15. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). DOQ-CGCRE-008: Orientação sobre validação de métodos analíticos. Rio de Janeiro: INMETRO; 2020.

16. Codex Alimentarius. Guidelines on performance criteria for methods of analysis for the determination of pesticide residues. Rome: FAO/WHO; 2017.

17. European Commission. Document nº SANTE/11312/2021: Analytical Quality Control and Method Validation for Pesticide Residues Analysis in Food and Feed. Europe: European Commission; 2021.

18. Caldas ED, Conceição MH, Miranda MCC, de Souza LCKR, Lima JF. Determination of Dithiocarbamate Fungicide Residues in Food by a Spectrophotometric Method Using a Vertical Disulfide Reaction System. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2001;49(10):4521-5.

19. Soares NF. Avaliação da ocorrência de resíduos de ditiocarbamatos em alimentos infantis à base de cereais [Dissertação]. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS/Fiocruz); 2020.

20. Klajn VM. Efeitos do processamento hidrotérmico em escala industrial sobre parâmetros de composição química, estabilidade conservativa e atividade antioxidante em aveia [Tese]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2011.

21. BRASIL. Perguntas Frequentes sobre Alimentos [internet]. ANVISA; 2020 set 29 [Acesso em 24 abr 2025]. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/acessoainformacao/perguntasfrequentes/agrotoxicos/agrotoxicos-em-alimentos.

22. Poulsen ME, Andersen JH, Petersen A, Jensen BH. Results from the Danish monitoring programme for pesticide residues from the period 2004–2011. Food Control. 2017;74:25-33.

23. Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). Pesticide residues in food: results of monitoring programme. United Kingdom; 2019.

24. Blasco C, Font G, Picó Y. Determination of dithiocarbamates and metabolites in plants by liquid chromatography-mass spectrometry. J Chromatogr A. 2004;1028(2):267-76.

25. Gilbert-López B, García-Reyes JF, Molina-Díaz A. Determination of fungicide residues in baby food by liquid chromatography–ion trap tandem mass spectrometry. Food Chemistry. 2012;135(2):780-6.

26. Cressey PJ, Vannoort RW. Pesticide content of infant formulae and weaning foods available in New Zealand. Food Addit Contam. 2003;20(1):57-64.

27. Vaclavik L, Shippar JJ, Koesukwiwat U, Mastovska K. Method development and validation for low-level propineb and propylenethiourea analysis in baby food, infant formula and related matrices using liquid chromatography-tandem mass spectrometry. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 2018;35(12):2387-99.

28. ANVISA. Programa de Análise de Resíduo de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). Brasília; 2025. [Acesso em 24 abr 2025]. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos

29. MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária. Programa Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Vegetal – PNCRC/Vegetal. Brasília: 2025. [Acesso em 24 abr 2025]. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pncrcvegetal

30. de Moraes RF. TD 2506 - Agrotóxicos no Brasil: Padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [Internet]. 2019 [Acesso em 29 abr.2025]. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2506.pdf

Capítulo 25
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-25

Do campo à indústria: Como a Tecnologia Melhora a Qualidade da Carne Bovina

Ana Clara de Andrade Ferreira[1]ID; Natália Rubia de Souza Lima[2]ID;Gabriela Rodrigues Alves Silva[3]ID

1. *acaferreira21@gmail.com*
2. *natalialima@s2gestao.com.br*
3. *grodriguesas@gmail.com*

Resumo:

Nos últimos 50 anos o consumo de carne bovina praticamente duplicou (1). Com isso, cresceu também, o uso de inovações tecnológicas para auxiliar na fabricação de bens cárneos com características organolépticas desejáveis, tais como: maciez, suculência, sabor, textura e teor de gordura. O estudo teve como foco reunir inovações presentes no mercado para aprimorar a qualidade sensorial de produtos cárneos e reunir tecnologias que promovam maior produtividade, lucratividade e segurança dos alimentos. De forma prática, a qualidade da carne depende de fatores que antecedem o abate, e de fatores pós-abate (2). Para isso, como exemplo de inovações *ante-mortem*, o uso de seleção genética, rastreabilidade dos animais, assim como, uso de aplicativos para gerenciamento na bovinocultura, são ferramentas que permitem diversas vantagens aos produtores de gado de corte. Além disso, tecnologias utilizadas no *post-mortem*, também desempenham papel crucial na produtividade e qualidade dos insumos produzidos, sendo estas: o uso de automatização na indústria, e também desenvolvimento de embalagens ativas e inteligentes. Assim, a aplicação de tecnologias demonstrou ser altamente eficaz no auxílio aos produtores no manejo adequado da engorda, bem como à indústria, possibilitando a execução de procedimentos que impulsionam o avanço da cadeia produtiva e permitem a preservação das características da carne.

Palavras-chave: carne bovina; inovações; qualidade da carne; rastreabilidade; tecnologia

Abstract:

In the last 50 years, meat consumption has nearly doubled (1). As a result, the usage of technological innovations to assist in the production of meat products with desirable organoleptic characteristics, such as tenderness, juiciness, flavor, texture, and fat content, has also grown. This study focused on gathering innovations that exist in the market to enhance the sensory quality of meat products. Practically, the quality of meat depends on factors that precede slaughter, as well as post-slaughter factors (2). To this end, as an example of ante-mortem innovations, the use of genetic selection, animal traceability, and the use of apps for livestock management are tools that provide various advantages to meat cattle producers. In addition, technologies used post-mortem also play a crucial role in the productivity and quality of the produced inputs, such as: electrical stimulation, the

use of automation in the industry, and the development of smart packaging. Thus, the application of technologies has proven to be highly effective in assisting producers in the proper management of fattening, as well as the industry, enabling the implementation of procedures that drive the advancement of the production chain and preserve the characteristics of the meat.

Keywords: beef; innovations; meat quality; traceability; technology

Introdução:

Em 2019, as exportações brasileiras de carne bovina obtiveram recordes, alcançando volumes exportados de 1,847 milhão de toneladas e faturamento de US$7,59 bilhões, esses valores representam, respectivamente, um aumento de 12,4% e 15,5% em relação ao ano de 2018. (3).

No que se refere ao consumo *per capita,* conforme dados divulgados pela Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes Bovinas (3), o Brasil é o quinto país no ranking em 2022, com um consumo de 36,7 kg/hab/ano.

Em vista dessa crescente demanda de carne bovina, a urgência pelo aumento da produtividade alcança até mesmo o setor pecuário, onde cada etapa influencia na competitividade de mercado. Nesse sentido, nutrição, reprodução e genética são prioridades, como também a profissionalização e qualificação da mão de obra, objetivando garantir o fortalecimento de cada elo da cadeia produtiva (4).

Diante desse cenário, tornou-se essencial o uso de ferramentas tecnológicas para gestão rural ou automatização nas indústrias, contribuindo consideravelmente no mercado (5).

Uma evidência da implementação de tecnologia nos setores agropecuários foi a saída de mais de 1,6 milhões de trabalhadores do campo e redução de mais de 100 mil propriedades agropecuárias entre 2006 e 2017 (6). Em seguida, a pandemia da COVID-19, um momento de vulnerabilidade sanitária e estado de confinamento dos trabalhadores, fez com que a indústria de carnes considerasse o aumento do investimento em automatização (7).

O objetivo do uso dessas tecnologias é, além de aumentar a produção, melhorar a qualidade da carne, garantindo a presença de características sensoriais apreciadas pelos consumidores. Dentre diversas características, para os consumidores brasileiros, a percepção de maciez da carne é um fator primário para caracterização da qualidade do produto (8). Portanto, o centro de estudo deste trabalho será o uso de ferramentas tecnológicas como suporte à qualidade da carne bovina.

Métodos e Metodologia:

Este trabalho trata-se de uma revisão narrativa da literatura com enfoque nas inovações tecnológicas aplicadas à cadeia produtiva da carne bovina, com ênfase na

melhoria da qualidade sensorial do produto final. A pesquisa foi conduzida entre os meses de janeiro e março de 2025, por meio de levantamento bibliográfico em bases eletrônicas nacionais e internacionais.

As fontes consultadas incluíram as plataformas SciELO, Google Acadêmico, Pubvet, além de sites institucionais de órgãos como a Embrapa e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A busca foi realizada utilizando combinações de palavras-chave nos idiomas português e inglês, tais como: “qualidade da carne bovina”, “tecnologia na pecuária”, “rastreabilidade animal”, “automação na indústria de alimentos”, “pecuária de precisão”, “embalagens ativas” e “embalagens inteligentes”.

Foram incluídos na análise artigos científicos, dissertações, teses, livros, monografias e relatórios técnicos publicados entre os anos de 1996 e 2025. Os critérios de inclusão adotados envolveram a seleção de estudos que abordassem, direta ou indiretamente, o uso de ferramentas tecnológicas em qualquer etapa da cadeia produtiva da carne bovina, desde o manejo pré-abate até o processamento e conservação do produto final. Trabalhos com foco exclusivo em outras espécies animais, textos com acesso restrito ou sem relevância para os objetivos propostos foram excluídos.

Os dados obtidos foram organizados de forma temática, permitindo a discussão dos principais avanços científicos e tecnológicos em quatro grandes eixos: (i) genética e qualidade da carne; (ii) rastreabilidade e gestão zootécnica; (iii) automação industrial e segurança alimentar; e (iv) tecnologias de embalagem aplicadas à conservação da carne. Essa estruturação visa proporcionar uma análise crítica e integrada das contribuições recentes da ciência e tecnologia para a valorização da carne bovina no mercado nacional e internacional

Resultados e Discussão:

Os efeitos do genótipo têm grande destaque para a produção de uma carne altamente palatável. Isso porque carnes de animais taurinos apresentam maior maciez do que as de animais zebuínos (9). Essa diferença está associada a diversos fatores que distinguem as linhagens, como grau de deposição de gordura intramuscular, parcela de tecido conjuntivo, diferenças de concentração de enzimas que estimulam a proteólise e seus inibidores (calpaína e calpastatina). No entanto, grande parte dos consumidores brasileiros consome carnes de bovinos zebuínos, principal genética do rebanho nacional (8).

A manipulação genética, por meio do cruzamento entre *Bos indicus* e *Bos taurus*, tem se mostrado uma alternativa eficiente para equilibrar características desejáveis, como precocidade, rendimento de carcaça, resistência a parasitas e adaptabilidade ao ambiente (10). Assim, a seleção genética visa obter animais com bom desempenho reprodutivo, resistência ambiental e qualidade de carcaça superior. Ou seja, ao realizar um cruzamento de *Bos indicus* (zebuínos) com *Bos taurus* (taurinos), os taurinos carregam em sua genética vantagens como maior precocidade, maior potencial de crescimento e melhor

acabamento de carcaça; e os zebuínos, maior adaptabilidade, boa habilidade materna e maior resistência a parasitos (10). Portanto, com o uso da manipulação genética, podemos gerar animais com boa eficiência reprodutiva, resistência ambiental, desempenho até o abate e boas características de carcaça.

O uso do sistema de rastreamento, outra alternativa para auxiliar o manejo dos produtores, foi motivado por exigências da Comunidade Europeia. Essas medidas foram adotadas com o objetivo de restaurar a confiança dos consumidores após a disseminação da Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEB) ou "doença da vaca louca" (11). A rastreabilidade permite acompanhar o histórico do animal desde o nascimento até a comercialização, aumentando a transparência e segurança da cadeia produtiva (12).

Com isso, o Brasil, sendo um país de grande rebanho extensivo, passou a implementar tecnologias de rastreabilidade, com o desenvolvimento do Sistema Brasileiro de Identificação e Certificação de Origem Bovina e Bubalina (SISBOV), indicado pela Instrução Normativa n°51, de 1 de outubro de 2018, publicada no Diário Oficial da União. Diante disso, o uso deste sistema, além de auxiliar os produtores quanto ao controle do rebanho, também possibilita ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) obter informações mais detalhadas sobre o rebanho nacional, garantindo segurança aos consumidores (13).

Além do uso de seleção genética e rastreabilidade do rebanho, o uso de aplicativos de gerenciamento também é uma ferramenta útil para auxiliar a produção e o manejo pré-abate. Essas plataformas digitais possibilitam a gestão dos dados coletados, otimização do tempo de trabalho e maior controle sobre o rebanho.

Devido à necessidade crescente do controle dos índices zootécnicos em fichas para identificação, registros e monitoramento, o uso de materiais físicos tornou-se obsoleto, sendo facilmente perdido, deteriorado e de difícil acesso. Diante disso, com o avanço das inovações tecnológicas, o desenvolvimento de aplicativos para *smartphones* passou a auxiliar o produtor no manejo diário.

Adicionalmente, aplicativos de gerenciamento têm sido desenvolvidos para auxiliar na rotina dos pecuaristas, substituindo fichas físicas por plataformas digitais de controle zootécnico. Esses aplicativos permitem melhor organização dos dados, economia de tempo e maior acessibilidade às informações (14). Dispositivos móveis, como smartphones, tornam-se ferramentas estratégicas especialmente em países em desenvolvimento, por serem mais acessíveis do que computadores (14).

Nesse contexto, a pecuária de precisão surge como auxílio gerencial para explorar os processos produtivos, minimizar impactos ambientais, e também, gerar retorno econômico para os produtores (15). Atualmente, diversas plataformas estão disponíveis, algumas contam com planilhas, como o aplicativo desenvolvido pela Embrapa, outras possuem diagramas, mas no geral, o uso do dispositivo móvel tornou-se um facilitador para o setor agropecuário. Nesse cenário, fica evidente a importância de explorar esses

recursos, aplicando a disseminação de conhecimentos tecnológicos e da assistência rural (16).

Em sinergia com a aplicação de inovações na pecuária de corte, o uso de facilitadores *post mortem* também é responsável pelo aumento da produtividade e segurança dos alimentos no ambiente industrial. Diante disso, além de cuidados com estresse animal, a mecanização reduz riscos de contaminação, melhora a ergonomia dos trabalhadores e confere maior precisão à cadeia produtiva (17). Os benefícios incluem ganhos em produtividade, rendimento e lucratividade (18,19).

O crescimento da automatização em indústrias de alimentos se justifica devido à natureza fisicamente exaustante do trabalho, em que o funcionário é designado a ambientes frios e úmidos com grande poluição sonora. Ademais, a automatização também permite a diminuição do risco de contaminação dos alimentos e disseminação de infecções, assim como permite maior precisão na cadeia produtiva (17). Os benefícios da automação podem levar ao aumento da eficiência, produtividade, rendimentos e lucratividade. (18)

O uso da automatização na indústria de carnes oferece inúmeras vantagens, entre elas: qualidade e constância da produção, funcionalidades adicionais às quais seres humanos não são capazes de executar, como também segurança dos trabalhadores ao evitar acidentes e, ainda, maior controle de contaminantes biológicos (19).

Segundo dados da Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (ANPEI), as empresas brasileiras estão se concentrando em duas formas distintas de obter tecnologias: na compra de tecnologia ou no esforço por desenvolver inovação internamente (20).

Além de todos os benefícios citados, o uso de inovações nas indústrias se tornou um diferencial competitivo de mercado, visto que grandes destaques como as empresas JBS e Brasil Foods passaram a competir com concorrentes mundiais por meio de implementações tecnológicas (21). Ou seja, empresas inovadoras têm maiores chances de inserção no mercado internacional do que as não inovadoras. Portanto, é evidente que apesar da robotização industrial ser um processo longo e custoso, seus benefícios indicam grandes retornos.

Outra inovação facilitadora é o uso de embalagens ativas e inteligentes. A perda da qualidade dos produtos alimentícios até as mãos dos consumidores é o maior desafio atual da indústria, isso porque alterações físico-químicas, biológicas e sensoriais estimulam o aumento do desperdício (22). As embalagens ativas são aquelas que objetivam garantir a qualidade e prolongar a vida útil dos produtos, enquanto as embalagens inteligentes foram desenvolvidas com o propósito de monitorar a condição dos alimentos e fornecer informações sobre o transporte e armazenamento do produto (22).

Em vista disso, enquanto as embalagens ativas geralmente são produzidas com revestimentos antimicrobianos e antioxidantes, as embalagens inteligentes monitoram as condições ambientais, promovendo a análise de tempo-temperatura e frescor da carne. No contexto de segurança dos alimentos, a deterioração dos produtos de origem animal possui grande notoriedade, considerando que as características desses produtos contribuem para uma degradação mais acelerada em relação a outros alimentos (23). Por isso, para a indústria cárnea, os sistemas mais importantes são as embalagens antimicrobianas, antioxidantes e emissoras de dióxido de carbono (24).

As embalagens ativas representam uma inovação estratégica na conservação de alimentos, pois interagem com o produto e o ambiente interno da embalagem, visando prolongar sua vida útil e garantir a qualidade sensorial (24) . Dentre elas, destacam-se as embalagens antimicrobianas, que contêm substâncias capazes de inibir ou retardar o crescimento microbiano. Esses compostos podem ser incorporados em sachês, inseridos no filme por meio de polímeros, ou aplicados diretamente no revestimento interno, sendo liberados de forma gradual no interior da embalagem (25).

As embalagens antioxidantes, por sua vez, atuam no controle da oxidação lipídica, um dos principais fatores responsáveis pela deterioração de carnes. Elas funcionam como barreiras ao oxigênio ou liberam agentes antioxidantes diretamente sobre o alimento, retardando reações indesejadas e mantendo as características físico-químicas do produto. Esses aditivos podem ser incorporados ao material de embalagem ou aplicados como camadas protetoras, absorvendo compostos indesejáveis enquanto liberam antioxidantes (26,27).

Outro recurso importante são as embalagens emissores de dióxido de carbono (CO_2), que liberam esse gás no ambiente interno com o objetivo de inibir o desenvolvimento microbiano. Essa tecnologia pode ser utilizada isoladamente ou em conjunto com o empacotamento a vácuo, que reduz a concentração de oxigênio residual. A associação entre vácuo e emissão controlada de CO_2 contribui para a preservação microbiológica e também otimiza o espaço de armazenamento (28).

Considerando a variedade de modelos disponíveis, a escolha da embalagem ideal deve considerar as características do produto, o tempo de prateleira desejado e as condições logísticas. O uso dessas tecnologias permite maior controle sobre a qualidade, a segurança alimentar e a rastreabilidade dos produtos cárneos, além de fortalecer a confiança do consumidor e a competitividade no mercado (24).

Conclusão

Há diversas inovações no mercado que contribuem para o comércio de produtos cárneos, ferramentas essas que auxiliam desde o manejo na pecuária de corte até o acondicionamento final do produto. O uso dessas tecnologias deve ser feito de acordo com a produção, os consumidores e as necessidades de cada estabelecimento, sendo

assim, os benefícios e retornos dependerão de uma análise profunda da sua implementação.

O uso de tecnologias no cenário atual vai além de ferramentas facilitadoras em indústrias e agropecuária, essas inovações permitem maior segurança de alimentos e gestão nacional de controle de microrganismos patogênicos. Conclui-se, então, que a adoção de inovações tecnológicas fortalece todos os elos da cadeia produtiva, aumentando a confiança dos consumidores e das nações importadoras.

Referências:

1. Malafaia GC, Biscola PHN. Anuário CiCarne da cadeia produtiva da carne bovina - 2023. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte; 2023. 30 p. (Documentos, 314).

2. Guerrero A, Velandia Valero M, Campo MM, Sañudo C. Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. Acta Sci Anim Sci. 2013;35:335–47.

3. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne – ABIEC. Beef report: perfil da pecuária no Brasil [Internet]. 2020 [acesso em 2025 fev 10]. Disponível em: https://abiec.com.br/wp-content/uploads/RELEASE_EXPORTACOES-BRASILEIRAS-DE-CARNE-BOVINA_CONSOLIDADO2020_ABIEC.pdf

4. Oliveira RL, Barbosa MAAF, Ladeira MM, Silva MP, Ziviani AC, Bagalando AR. Nutrição e manejo de bovinos de corte na fase de cria. Rev Bras Saúde Prod Anim. 2006;7.

5. Rotta PP, Prado IN, Prado RM. Desempenho, qualidade da carcaça e da carne em bovinos. In: Prado IN, editor. Produção de bovinos de corte e qualidade da carne. Maringá: Eduem; 2010. p. 191–242.

6. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo Agropecuário 2017: tabela 6910 [Internet]. 2017 [acesso em 2025 mar 19]. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6910

7. Anderson JD, Mitchell JL, Maples JG. Lessons from the COVID-19 pandemic for food supply chains. Appl Anim Sci. 2021;37(6):738–47.

8. Delgado EF, Aguiar AP, Ortega EMM, Spoto MHF, Castillo CJC. Brazilian consumers' perception of tenderness of beef steaks classified by shear force and

taste. Sci Agric. 2006;63(3):229–36.

9. Bonfim L. Comparação da qualidade das carcaças entre zebuínos e taurinos [Internet]. [acesso em 2025 fev 19]. Disponível em: https://simentalsimbrasil.org.br/biblioteca/comparacao_da_qualidade_das_carcacas_entre_zebuinos_e_taurinos.pdf

10. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Cruzamento em gado de corte [Internet]. Brasília: EMBRAPA; 1996 [acesso em 2025 mar 19]. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/100653/1/Cruzamentoemgadodecorte.pdf

11. Mota EG. A rastreabilidade bovina no Brasil: histórico, evolução e perspectiva de futuro [dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília; 2011.

12. Resende EHS, Lopes MA. Identificação, certificação e rastreabilidade na cadeia da carne bovina e bubalina no Brasil. Lavras: UFLA; 2004. (Boletim Agropecuário; 58).

13. Martins FM, Lopes MA. Rastreabilidade bovina no Brasil. Lavras: UFLA; 2001. (Boletim Técnico; 55).

14. Bambini MD, Luchiari-Júnior A, Romani LAS. Mercado de aplicativos móveis (Apps) para uso na agricultura. In: Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária; 2014; São Carlos, Brasil.

15. Pretto A, et al. A novel low-cost visual ear tag based identification system for precision beef cattle livestock farming. Inf Process Agric. 2022.

16. Fontes A, et al. Futuro da pecuária de corte: desafios e oportunidades. Rev Bras Zootec. 2021;50:e20200617.

17. Ross S, Korostynska O, Cordova-Lopez LE, Mason A. A review of unilateral grippers for meat industry automation. Trends Food Sci Technol. 2022;119:309–19.

18. Blanes C, Mellado M, Ortiz C, Valera A. Technologies for robot grippers in pick and place operations for fresh fruits and vegetables. Span J Agric Res. 2011;9(4):1139–50.

19. Purnell G, Gifhe GIFHE. Robotics and automation in meat processing. In: Robotics and automation in the food industry. 1st ed. Cambridge: Woodhead

Publishing; 2013. p. 304–28.

20. Andreassi T. Gestão da inovação tecnológica. São Paulo: Thomson Learning; 2007.

21. Stal E, Sereia VJ, Silva RS. Estratégias de internacionalização do setor agroindustrial brasileiro de carnes: exportação ou investimento direto no exterior? Future Stud Res J. 2010;2(2):132–61.

22. Bolumar T, Andersen ML, Orlien V. Mechanisms of radical formation in beef and chicken meat during high pressure processing evaluated by electron spin resonance detection and the addition of antioxidants. Food Chem. 2014;150:422–8.

23. Zhang C, Yin AX, Jiang R, Rong R, Zhao T, et al. Time–temperature indicator for perishable products based on kinetically programmable Ag overgrowth on Au nanorods. ACS Nano. 2013;7(5):4561–8.

24. Fang Z, Zhao Y, Warner R, Johnson S. Active and intelligent packaging in meat industry. Trends Food Sci Technol. 2017;61:60–71.

25. Otoni CG, Espitia PJP, Avena-Bustillos RJ, McHugh TH. Trends in antimicrobial food packaging systems: emitting sachets and absorbent pads. Food Res Int. 2016;83:60–73.

26. Benites G. Pesquisadora cria embalagem de alimentos com antioxidante derivado de cascas e sementes de uva [Internet]. UFRGS; 2023 [acesso em 2025 mar 20]. Disponível em: https://www.ufrgs.br/ciencia/pesquisadora-cria-embalagem-de-alimentos-com-antioxidante-derivado-de-cascas-e-sementes-de-uva/

27. Rizzolo A, Bianchi G, Povolo M, Migliori CA, Contarini G, Pelizzola V, et al. Volatile compound composition and antioxidant activity of cooked ham slices packed in propolis-based active packaging. Food Packag Shelf Life. 2016;8:41–9.

28. Realini CE, Marcos B. Active and intelligent packaging systems for a modern society. Meat Sci. 2014;98(3):404–19.

Capítulo 26
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-26

MICROSCOPIA ÓPTICA NA DETECÇÃO PRELIMINAR DE MICROPLÁSTICOS E FIBRAS SINTÉTICAS EM ALIMENTOS

Elisa Sonza*; Crivian Pelisser ;Deisy Maria Memlak; Débora Cristina França; Jaqueline Biesdorf; Sarita Aparecida Cararo;

**Elisa Sonza – elisasonza@edu.sc.senai.br*

Resumo: A presença de contaminantes físicos em alimentos, como microplásticos e fibras sintéticas, têm gerado crescente preocupação quanto à segurança de alimentos e à conformidade regulatória. Este estudo teve como objetivo avaliar o uso da microscopia óptica como ferramenta preliminar de triagem para identificação de microplásticos e fibras sintéticas em alimentos industrializados, em consonância com a RDC nº 623/2022 da ANVISA. A pesquisa foi conduzida entre junho de 2023 e abril de 2025 no Laboratório Físico-Químico do Instituto SENAI de Tecnologia em Alimentos e Bebidas de Chapecó, com base na triagem microscópica de 140 amostras de diferentes matrizes alimentares, foram adotados métodos oficiais da AOAC complementados por procedimentos internos validados. As amostras foram examinadas por estereoscopia e microscopia óptica convencional, permitindo a visualização, registro e categorização morfológica de partículas suspeitas. Como resultado, foram detectados fragmentos com características compatíveis com microplásticos em 8 amostras (6%) e fibras sintéticas em 17 amostras (12%), com maior incidência em alimentos secos e ultraprocessados. As partículas identificadas apresentaram propriedades visuais típicas de materiais poliméricos, como brilho superficial, coloração não natural, morfologia irregular e alongada, com resistência quando puxada, sugerindo origem sintética. Apesar de não permitir a identificação química, a microscopia óptica demonstrou-se eficaz como etapa preliminar de inspeção, contribuindo para a triagem preliminar oferecendo uma base relevante para ações corretivas e para o desenvolvimento de investigações analíticas mais aprofundadas. Conclui-se que sua aplicação pode fortalecer os sistemas de controle de qualidade e vigilância sanitária na indústria de alimentos.

Palavras-chave: microplásticos; microscopia óptica; segurança de alimentos

Abstract: The presence of physical contaminants in food, as microplastics and synthetic fibers, has raised increasing concerns regarding food safety and regulatory compliance. This study aimed to assess the use of optical microscopy as a preliminary screening tool for identifying microplastics and synthetic fibers in processed foods, in accordance with ANVISA's Resolution RDC Nº 623/2022. The research was conducted between June 2023 and April 2025 at the Physical-Chemical Laboratory of the SENAI Institute of Technology in Food and Beverages in Chapecó. Based on the microscopic screening of 140 samples from various food matrices, official AOAC methods were applied, supplemented by validated internal procedures. The samples were examined using stereomicroscopy and conventional optical microscopy, allowing for visualization, documentation, and morphological categorization of suspect particles. As a result,

fragments with characteristics consistent with microplastics were detected in 8 samples (6%), and synthetic fibers in 17 samples (12%), with a higher incidence in dry and ultra-processed foods. The identified particles exhibited typical visual features of polymeric materials, such as surface sheen, unnatural coloration, irregular and elongated morphology, and resistance when pulled, suggesting a synthetic origin. Although it does not allow for chemical identification, optical microscopy proved effective as an initial inspection method, contributing to preliminary screening and providing a relevant basis for corrective actions and further analytical investigations. It is concluded that its application can strengthen quality control systems and sanitary surveillance in the food industry.

Keywords: microplastics; optical microscopy; food safety.

1. INTRODUÇÃO

A crescente complexidade das cadeias produtivas na indústria de alimentos tem elevado a preocupação com contaminantes físicos, tais como fragmentos plásticos, fibras sintéticas e outras matérias estranhas que podem comprometer a qualidade higiênico-sanitária dos alimentos e a segurança do consumidor. Para atender a essa demanda, a microscopia óptica tem se consolidado como uma ferramenta acessível e eficiente para a triagem preliminar de partículas indesejadas em matrizes alimentares, especialmente quando há necessidade de uma inspeção visual rápida e de baixo custo (1).

A microscopia óptica consiste no uso de luz visível para ampliar imagens de amostras com resolução suficiente para detectar partículas com diâmetro da ordem de micrômetros. É amplamente empregada na indústria de alimentos para a detecção de sujidades, fibras, fragmentos de vidro, madeira, pelos, insetos, plásticos**,** entre outros corpos estranhos (2). Suas principais vantagens incluem o baixo custo operacional, a pouca necessidade de reagentes químicos, a rapidez na obtenção dos resultados e a possibilidade de ser aplicada diretamente em amostras preparadas com técnicas simples de filtração ou sedimentação (3).

Contudo, a técnica possui limitações importantes, especialmente no que se refere à identificação química das partículas observadas. A microscopia óptica não permite confirmar a composição exata dos materiais, sendo indicada, portanto, como etapa preliminar de investigação, frequentemente complementada por análises espectroscópicas, como Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) ou Raman (4). Ainda assim, a morfologia, coloração e textura das partículas observadas podem oferecer indícios suficientes para classificar fragmentos como presuntivamente plásticos ou sintéticos, o que é relevante do ponto de vista regulatório e de vigilância sanitária.

No Brasil, a Resolução RDC nº 623/2022 da ANVISA (5) estabelece os critérios para controle de matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, estipulando limites de aceitação e diretrizes para a avaliação de riscos e não conformidades. A microscopia óptica, nesse contexto, apresenta-se como uma ferramenta estratégica para triagens sistemáticas no controle de qualidade da indústria de alimentos, contribuindo para a detecção precoce de falhas de processo, contaminações cruzadas ou deficiências no manuseio e armazenamento (5).

A detecção de microplásticos em alimentos tem sido objeto de crescente atenção científica nas últimas décadas. Segundo a definição amplamente aceita, microplásticos

são partículas plásticas com tamanho inferior a 5 milímetros, podendo ser classificados em primários, quando fabricados intencionalmente em pequenas dimensões (como microesferas de cosméticos), ou secundários, quando resultam da fragmentação de plásticos maiores devido à degradação física, química ou biológica (6,7). As principais fontes de microplásticos incluem resíduos plásticos descartados no meio ambiente, liberação de fibras sintéticas durante a lavagem de roupas, desgaste de pneus, embalagens alimentícias, utensílios de preparo e até o processamento industrial dos alimentos (8). Estes contaminantes já foram detectados em diversos produtos, como água engarrafada, sal, mel, frutos do mar e alimentos processados (9,10). Além de potenciais riscos toxicológicos devido à sua capacidade de adsorver contaminantes ambientais e penetrar em tecidos biológicos, os microplásticos representam um problema emergente de segurança de alimentos, cuja investigação requer métodos acessíveis e aplicáveis em larga escala, como a microscopia óptica para monitoramento inicial e controle preventivo (1).

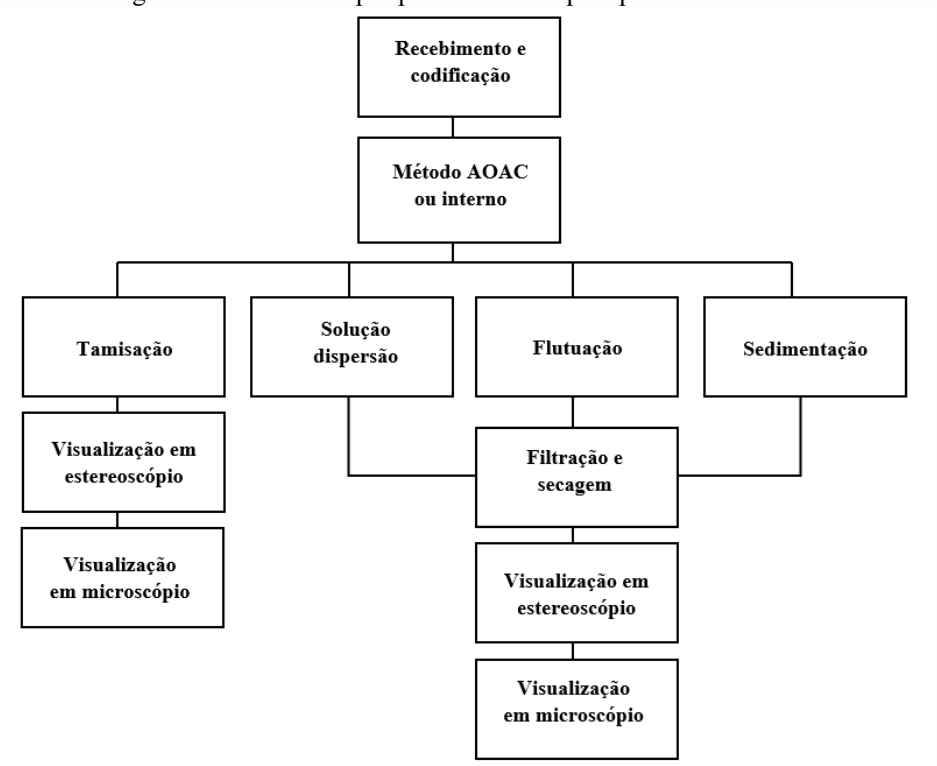
A crescente preocupação com a presença de contaminantes físicos em alimentos tem impulsionado o desenvolvimento e a aplicação de métodos analíticos capazes de identificar partículas estranhas, como fragmentos plásticos e fibras sintéticas, que podem comprometer a qualidade e a segurança dos alimentos. Entre estes contaminantes, os microplásticos (partículas plásticas com menos de 5 mm) vêm ganhando destaque na literatura científica devido à sua ampla distribuição no ambiente e possível presença em cadeias de produção de alimentos (11,12). A microscopia óptica tem se mostrado uma ferramenta útil para a triagem visual preliminar de matérias estranhas em alimentos, especialmente em contextos onde a confirmação química imediata não está disponível. Esta técnica permite observar a morfologia, cor e padrão de fibras ou fragmentos, sendo empregada como etapa inicial de análise exploratória (13).

A RDC nº 623/2022 (5), reforça a importância da implementação de metodologias capazes de detectar e registrar contaminantes físicos durante as etapas de produção, comercialização e fiscalização de alimentos. Neste contexto, este estudo propõe a utilização da microscopia óptica como técnica de detecção preliminar de microplásticos e fibras sintéticas em alimentos industrializados. Embora os resultados obtidos não permitam, nesta fase, a confirmação definitiva da composição química das partículas observadas, eles oferecem uma base relevante para ações corretivas e para o desenvolvimento de investigações analíticas mais aprofundadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa descritiva e exploratória, de natureza qualitativa e quantitativa, com base em análise física utilizando a microscopia óptica, ocorreu entre os meses de junho de 2023 a abril de 2025, com amostras adquiridas no comércio local, conforme sua embalagem de venda ao consumidor e analisadas no Laboratório Físico-Químico do Instituto SENAI de Tecnologia em Alimentos e Bebidas de Chapecó/SC. Todas as amostras obedeceram aos critérios de integridade das embalagens e validade dos produtos. A Figura 1 mostra o fluxo das etapas desde o recebimento até a visualização com microscopia óptica em amostras de alimentos.

Figura 1: Fluxo das etapas para a microscopia óptica em alimentos.



Fonte: Dos autores, 2025.

2.1 Preparo das amostras

As amostras foram codificadas conforme protocolos internos do laboratório, onde são asseguradas a confidencialidade da origem das amostras e a imparcialidade dos analistas, conforme preconiza os requisitos da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 (14). Após, as amostras foram submetidas às metodologias conforme a característica dos produtos, seguindo métodos oficiais AOAC (15) para diferentes matrizes e outros quando não descritos internacionalmente, seguem métodos internos de dissolução dispersão em água ou tamisação e filtragem em papel filtro de 25 µm. Após os filtros foram então secos em estufa a 30 ºC, aproximadamente por 15 minutos e observados em estereoscópio e microscópio óptico. Os analistas adotaram cuidados rigorosos conforme os requisitos da norma de acreditação e das Boas Práticas de Laboratório (BPL), atuando em ambiente controlado, com ar monitorado, uso de materiais estéreis e procedimentos padronizados para evitar contaminações cruzadas. Todas as etapas foram conduzidas com disciplina técnico-operacional e controle da manipulação, garantindo a integridade das amostras e a confiabilidade dos resultados.

2.2 Análise microscópica

Inicialmente todos os papeis filtro das amostras foram visualizadas em Microscópio Estereoscópio Trinocular com Zoom aumento 50 X modelo L-60T da Bioptika, para separação preliminar das matérias estranhas encontradas. Após as partículas encontradas foram separadas para a montagem de lâminas temporárias, onde utilizou-se 1 gota de água destilada, sobre a lâmina de microscopia e sobreposta a lamínula para análise em Microscópio Biológico Binocular Ótica infinita Planacromático

Modelo: NO226B da Global Optics. A observação em microscópio óptico foi realizada com aumento de 40x a 400x, com luz transmitida.

Como critério de inclusão para este trabalho, foram considerados todos os resultados das amostras que apresentaram matérias estranhas com diferentes dimensões, visto o laboratório não disponibilizar de instrumento que permita a medida do microplástico e fios sintéticos. Para a análise dos resultados, foram realizados agrupamentos por tipo de alimentos: produtos secos (pó), flocos e alimentos sólidos com uma estrutura consistente e alimentos líquidos, os quais foram tabulados em planilhas descritivas. As partículas encontradas foram fotografadas, e classificadas quanto a alguns dos critérios pré-estabelecidos: forma, cor, textura superficial, brilho, transparência ou opacidade e reação ao toque.

Tabela 1: Critérios para triagem visual de microplásticos e fios sintéticos.

Critério Visual	Descrição	Indicação Potencial
Forma	Fibras: finas, alongadas, retilíneas ou levemente curvas Fragmentos: angulosos, quebradiços Esferas: redondas e regulares	Sugerem plásticos processados ou sintéticos
Cor	Cores vivas ou incomuns (azul, vermelho, verde) Intensas ou homogêneas Corante aderido à superfície ou impregnado	Indício de pigmentação artificial Evidência de cor sintética
Textura superficial	Lisa, polida, com brilho intenso Ausência de estrutura celular ou fibrosa natural	Associada a materiais plásticos
Brilho	Brilho metálico, plástico ou cintilante	Sugestivo de polímero sintético
Transparência/Opacidade	Translúcido, leitoso ou opaco com aparência artificial	Potencial fragmento de plástico
Reação ao toque (em lupa)	Não desfia ao puxar, elástico, não quebra com facilidade	Compatível com fibra sintética

Fonte: Adaptado de Cowger et al., 2021; Ng et al., 2020.

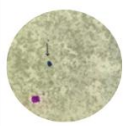
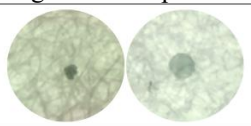
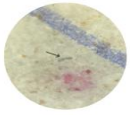
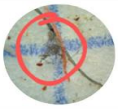
Considerou-se suspeitos de microplásticos ou fibras sintéticas os materiais que apresentaram características visuais semelhantes às descritas na literatura. Os autores enfatizam a importância de registrar detalhadamente os atributos para aumentar a reprodutibilidade e comparabilidade entre estudos sobre microplásticos (7, 4).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de 2023 a 2025 foram realizadas análises microscópicas em 140 amostras com diferentes composições e estruturas complexas de alimentos. Para o presente trabalho evidenciou-se apenas 25 amostras com fragmentos ou partículas características de microplásticos e fibras sintéticas, ou seja, aproximadamente 18% das amostras estavam possivelmente contaminadas. As amostras analisadas através da microscopia óptica revelaram a presença de um número variável de partículas com morfologia compatível com microplásticos ou fibras sintéticas em amostras de alimentos processados, categorizados em produtos secos, produtos sólidos e produtos líquidos. Observa-se no Quadro 1, oito diferentes tipos de alimentos com potencial de fragmentos

de microplásticos encontrados, apresentando um percentual de 6% do total de amostras analisadas no período.

Quadro 1: Triagem de potencial microplásticos identificados por tipo de alimentos.

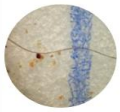
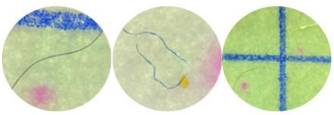
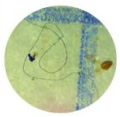
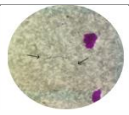
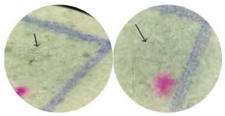
Grupo de alimentos	Alimentos	Metodologia analítica	Características Visuais	Fotomicrografias
Produtos secos	Fubá pré-cozido	AOAC 965.39 A ou B (16.05.15)	Fragmento pigmentado e irregular. Cor intensa.	 2 fragmentos ou partículas
	Achocolatado	AOAC 965.38 b (16.02.01)	Partículas esféricas e fibrosas. Cor opaca com características artificiais.	 2 fragmentos ou partículas
	Refresco em pó sabor laranja	Metodologia interna	Fragmento branco e brilhantes.	 1 fragmento ou partícula
Produtos sólidos	Biscoito Wafer sabor limão	AOAC 970.70 (16.6.04)	Fragmentos irregulares, coloridos e opacos com aparência artificial.	3 fragmentos ou partículas
	Biscoito Wafer sabor morango	AOAC 970.70 (16.6.04)	Fragmento anguloso, cor incomum (azul), aparência intensa e artificial.	1 fragmento ou partícula
	Salgadinho de milho	AOAC 984.28 (16.11.04)	Partículas esféricas, pigmentadas. Partículas incomuns, fortemente coloridas e brilhosos.	3 fragmentos ou partículas
	Queijo	Metodologia interna + AOAC 994.05	Fragmento fortemente colorido, irregular e característico de plástico.	1 fragmento ou partícula
	Batata chips ondulada	Metodologia interna	Fragmento colorido, retilíneo, aparência fibrosa.	 1 fragmento ou partícula

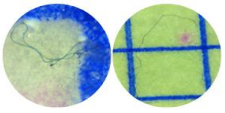
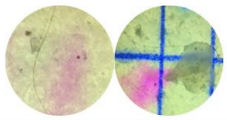
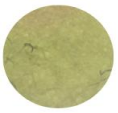
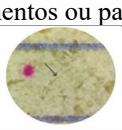
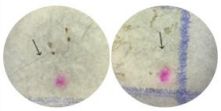
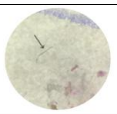
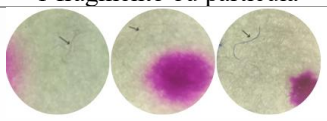
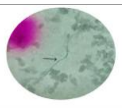
Fonte: Dos autores, 2025

Os contaminantes de microplásticos presentes em alimentos podem ter três origens principais, como: oriundas das matérias-primas dos alimentos, processos de produção ou a migração a partir de embalagens (16, 17). A contaminação direta ocorre quando as matérias-primas de alimentos entram em contato com plásticos degradados do

ambiente, como no caso de água poluída por resíduos plásticos. As falhas durante o processamento de alimentos, apontando falha de Boas Práticas de Fabricação, como também a introdução de microplásticos pode acontecer pelo contato com tecidos, maquinários ou mesmo pela atmosfera dos locais de trabalho. Enquanto a contaminação por embalagens resulta da migração de microplásticos dos materiais de acondicionamento para os alimentos ou bebidas. Esses materiais de embalagem incluem uma variedade de formatos, como garrafas, recipientes para viagem, copos descartáveis, sachês de chá e mamadeiras (18). Além disso, fatores como o aumento da temperatura, seja durante o cozimento convencional ou em fornos de micro-ondas, e o uso de recipientes inadequados podem intensificar a liberação de microplásticos nos alimentos (19, 20). Observou-se que no produto salgadinho de milho os fragmentos de microplásticos foram os mais visíveis e potencialmente foram classificados conforme a RDC Nº 623/2022 (5) como: "matérias estranhas indicativas de risco à saúde", visto que na letra f, da norma cita como: "objetos rígidos, pontiagudos e ou cortantes, iguais ou maiores que 7 mm na sua maior dimensão, que podem causar lesões ao consumidor, como fragmentos de osso ou de metal, lasca de madeira e plástico rígido", confirmando um eminente risco à saúde do consumidor. O Quadro 2 apresenta os resultados encontrados para fibras sintéticas nas amostras analisadas.

Quadro 2: Triagem de potencial fibras sintéticas identificadas por tipo de alimento

Grupo de alimentos	Alimentos	Metodologia analítica	Características Visuais	Fotomicrografias
Produtos secos	Farinha de trigo	AOAC 972.32 (16.05.11)	Fio não desfia ao puxar, elástico, não quebra com facilidade.	2 fragmentos ou partículas
	Farinha de milho	AOAC 965.39 A ou B (16.05.15)	Fio elástico, não quebra com facilidade, colorido fortemente	 1 fragmento ou partícula
	Páprica	AOAC 977.25 (16.14.22)	Fios que não desfiam ao puxar, elásticos, não quebram com facilidade.	 3 fragmentos ou partículas
	Cebolinha desidratada	AOAC 975.49 (16.14.05)	Fibra fina, alongada, elásticos, não quebram com facilidade.	 1 fragmento ou partícula
	Fubá Pré cozido	AOAC 965.39 A ou B (16.05.15)	Fios não quebram e cor incomum. Não característica do produto	 2 fragmentos ou partículas
	Polvilho doce	Metodologia interna	Fibra fina e alongada, translúcida. Não característica do produto	 2 fragmentos ou partículas

	Fermento	Metodologia interna	Fibra fina e alongada e colorida. Não característico do produto	1 fragmento ou partícula
	Café	AOAC 988.16 b (16.02.02)	Fibra fina e alongada, não desfia ao puxar. Não característica do produto	1 fragmento ou partícula
Produtos sólidos	Nata	Metodologia interna	Fibra fina e irregular, colorida e não desfia ao puxar. Não característica do produto	 2 fragmentos ou partículas
	Queijo	Metodologia interna + AOAC 994.05	Fibra fina e translúcida. Não característica do produto	 2 fragmentos ou partículas
	Geleia	AOAC 950.89 b (16.10.06)	Fibras pequenas e finas. Não característica do produto	 3 fragmentos ou partículas
	Salgadinho de milho	AOAC 984.28 (16.11.04)	Fibras finas e pequenas. Não característico do produto.	 2 fragmentos ou partículas
	Amendoim doce	AOAC 950.86 (16.5.01)	Fibra fina, não quebra ao puxar. Não característico do produto.	1 fragmento ou partícula
	Broa doce	Metodologia interna	Fios finos e irregulares, não quebram ao puxar. Não característico do produto.	 2 fragmentos ou partículas
	Batata chips ondulada	AOAC 955.44 (16.11.03)	Fibras curtas e finas. Não característico do produto.	 1 fragmento ou partícula
Produtos líquidos	Soro de leite	Metodologia Interna	Fibras finas e curtas, não características do produto. Superficialmente coloridas	 3 fragmentos ou partículas
	Leite UHT	Metodologia Interna	Fibra fina, alongada, não quebra. Cor incomum: azul.	 1 fragmentos ou partículas

Fonte: Dos autores, 2025.

A análise das diferentes amostras de alimentos detectou presença de fibras sintéticas demonstrando a importância da análise de microscopia em alimentos. Observou-se que em 17 amostras de diferentes tipos de alimentos, diversos fragmentos

ou partículas de fibras sintéticas foram identificadas, apresentando 12% do total de amostras analisadas no período. Estudos recentes destacam a eficiência da microscopia óptica como ferramenta inicial na identificação de microplásticos e fios sintéticos. Por exemplo, (21) ressaltam que essa técnica é útil para a triagem de partículas antes da aplicação de métodos analíticos mais específicos, como espectroscopia FTIR e Raman, que confirmam a composição polimérica das amostras. Além disso, a microscopia óptica tem sido empregada com sucesso na análise de fibras sintéticas em alimentos, permitindo a avaliação de sua presença e características físicas (21). Esses resultados destacam o uso da microscopia óptica como instrumento de triagem preliminar de microplásticos e fibras sintéticas em alimentos, contribuindo para a identificação e monitoramento na cadeia alimentar, com potencial para integrar rotinas de controle de qualidade e inspeção sanitária na indústria alimentícia.

Ainda que o método não permita a identificação definitiva da composição química, a triagem visual pode ser suficiente para sinalizar não conformidades e iniciar ações corretivas ou investigações complementares. Também pode auxiliar no desenvolvimento de estratégias para mitigar sua presença em produtos alimentícios que são entregues ao consumidor final.

CONCLUSÕES

Os resultados sugerem que a microscopia óptica pode ser uma ferramenta eficiente para triagem inicial de matérias estranhas**,** principalmente quando integrada a protocolos de preparo físico-químico adequados. A presença significativa de partículas com morfologia compatível com microplásticos e fibras sintéticas em produtos alimentícios comuns, levanta preocupações importantes para a qualidade, segurança de alimentos e conformidade com a RDC Nº 623/2022 (5). Através dos resultados obtidos, é possível destacar a importância de se haver regulação em relação à presença de microplásticos e fibras sintéticas em alimentos, e mecanismos mais eficientes para prevenção de contaminação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Físico-Química do Instituto SENAI de Tecnologia em Alimentos e Bebidas, pela infraestrutura laboratorial e suporte técnico para a realização das análises, ao Centro Universitário SENAI/SC – UniSENAI Campus Chapecó e ao Grupo de Pesquisa Foodtec.

REFERÊNCIAS

1. Costa MF, et al. Microplastic pollution in the marine environment: Current trends and future perspectives. Environ Pollut. 2020;264:114600. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114600

2. Gomide AA, Gonçalves MC. Análise microscópica como ferramenta no controle de qualidade de alimentos industrializados. Rev Bras Cienc Tecnol Alim. 2022;6(1):44–58.

3. Silva DM, Almeida LC, Rios AF. Triagem de microplásticos em alimentos processados: aplicação de técnicas ópticas acessíveis. Rev Cienc Ambient. 2023;17(2):50–60.

4. Ng E-L, et al. An overview of microplastic and nanoplastic pollution in agroecosystems. Sci Total Environ. 2020;701:134442. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134442

5. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 623, de 9 de março de 2022. Dispõe sobre matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos. 2022. Available from: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-623-de-9-de-marco-de-2022-387044601

6. Hartmann NB, Hüffer T, Thompson RC, Hassellöv M, Verschoor A, Daugaard AE, et al. Are we speaking the same language? Recommendations for a definition and categorization framework for plastic debris. Environ Sci Technol. 2019;53(3):1039–47. https://doi.org/10.1021/acs.est.8b05297

7. Cowger W, et al. Critical review of processing and classification techniques for images and spectra in microplastic research. Appl Spectrosc. 2021;75(9):975–1010. https://doi.org/10.1177/0003702821998963

8. Zhou Q, Zhang H, Fu C, Zhou Y, Dai Z, Li Y, et al. The distribution and morphology of microplastics in commercial seafood in China. Environ Pollut. 2021;277:116728. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116728

9. Abbasi S, Keshavarzi B, Moore F, Delshab H, Soltani N, Sorooshian A, et al. Occurrence of microplastics in edible salt: A systematic review and meta-analysis. Mar Pollut Bull. 2020;160:111561. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111561

10. Oliveri Conti G, Ferrante M, Banni M, Favara C, Nicolosi I, Cristaldi A, et al. Micro- and nano-plastics in edible fruit and vegetables: The first diet risks assessment for the general population. Environ Res. 2020;187:109677. https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109677

11. Prata JC, da Costa JP, Lopes I, Duarte AC, Rocha-Santos T. Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. Sci Total Environ. 2020;702:134455. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134455

12. Smith M, Love DC, Rochman CM, Neff RA. Microplastics in seafood and the implications for human health. Curr Environ Health Rep. 2018;5(3):375–86. https://doi.org/10.1007/s40572-018-0206-z

13. Wright SL, Kelly FJ. Plastic and human health: A micro issue? Environ Sci Technol. 2017;51(12):6634–43. https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00423

14. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR ISO/IEC 17025:2017 – Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro: ABNT; 2017.

15. Association of Official Analytical Chemists – AOAC. Métodos oficiais de análise da AOAC. 22nd ed. Gaithersburg: AOAC International; 2023. Cap. 16: Microscopia de alimentos.

16. Canga EM, Gowen A, Xu J-L. Avaliação da inconsistência das medições de microplásticos em alimentos e bebidas. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2024;23:e13315. https://doi.org/10.1111/1541-4337.13315. Accessed 27 Apr 2025.

17. Sewwandi M, Wijesekara H, Rajapaksha AU, Soysa S, Vithanage M. Microplastics and plastics-associated contaminants in food and beverages: Global trends, concentrations, and human exposure. Environ Pollut. 2023;317:120747. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120747. Accessed 27 Apr 2025.

18. Jadhav EB, Sankhla MS, Bhat RA, Bhagat DS. Microplastics from food packaging: An overview of human consumption, health threats, and alternative solutions. Environ Nanotechnol Monit Manag. 2021;16:100608. https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100608

19. Hernandez LM, Xu EG, Larsson HCE, Tahara R, Maisuria VB, Tufenkji N. Plastic teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea. Environ Sci Technol. 2019;53:12300–10. https://doi.org/10.1021/acs.est.9b02540. Accessed 27 Apr 2025.

20. Hussain KA, et al. Assessing the release of microplastics and nanoplastics from plastic containers and reusable food pouches: Implications for human health. Environ Sci Technol. 2023;57:9782–92. https://doi.org/10.1021/acs.est.3c01942. Accessed 27 Apr 2025.

21. Bhavsar PS, Dongare PR, Shimada Y, Gore AH. Uma revisão crítica sobre os desafios atuais na análise de microplásticos em amostras de alimentos. ACS Food Sci Technol. 2023;3(12):2001–17. https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.3c00285. Accessed 27 Apr 2025.

Capítulo 27
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-27

GELEIA DE MARACUJÁ COM LARANJA LIMA ENRIQUECIDA COM BACTÉRIA PROBIÓTICA: CARACTERIZAÇÃO, POTENCIAL FUNCIONAL E SENSORIAL

Hellen Carla Ribeiro Alcantra; Taiane Cristina de Assis Oliveira; Ana Carolina Luz Braz da Cunha*; Nataly de Almeida Costa; Vanessa Riani Olmi Silva; Eliane Maurício Furtado Martins;

** Ana Carolina Luz Braz da Cunha – Email:a.carolinaluz.bdc@gmail.com*

Resumo: Características físico-químicas (pH, acidez e cor), microbiológicas, viabilidade do probiótico e a aceitabilidade sensorial de geleia de maracujá com laranja Lima enriquecida com *Bacillus coagulans* BC30, foram avaliadas durante 50 dias de estocagem. Para elaboração da geleia, utilizou-se 25% de maracujá, 15% de laranja Lima, 40% de açúcar e 20% de água. Houve aumento do pH da geleia enriquecida com *B. coagulans* BC30 ($p<0,05$) ao final da estocagem. Não foram evidenciadas diferenças em relação a acidez e cor (L*, a*, b*) ($p>0,05$), indicando que a adição do probiótico não alterou essas características. Durante os 50 dias de estocagem, a geleia apresentou-se segura para consumo por atender aos limites estabelecidos pela legislação brasileira. As contagens de *B. coagulans* BC30 variaram entre 10^5 UFC/g a 10^7 UFC/g ao longo da estocagem, sem influência significativa do tempo. A taxa de sobrevivência foi de 132% no 15° dia, 136% no 25° dia e 117% no 50° dia, sugerindo a promoção de um ambiente propício para a viabilidade do probiótico. A análise sensorial revelou elevado índice de aceitabilidade da geleia (93%). A intenção de compra variou entre 4,0 e 5,0, evidenciando o potencial de mercado. Diante dos resultados obtidos, a geleia de maracujá com laranja Lima enriquecida com *B. coagulans* BC30 representa uma alternativa para carrear probióticos e mostrou ser um novo produto seguro para consumo, com boa aceitabilidade e elevado potencial de mercado.

Palavras–chave: albedo; *Bacillus coagulans;* desenvolvimento de produto; geleia

Abstract: Physicochemical (pH, acidity and color), microbiological characteristics, probiotic viability and sensory acceptability of passion fruit jelly with lime orange enriched with *Bacillus coagulans* BC30 were evaluated during 50 days of storage. To prepare the jelly, 25% passion fruit, 15% lime orange, 40% sugar and 20% water were used. There was an increase in the pH of the jelly enriched with *B. coagulans* BC30 ($p<0.05$) at the end of storage. No differences were evidenced in relation to acidity and color (L*, a*, b*) ($p>0.05$), indicating that the addition of the probiotic did not alter these characteristics. During the 50 days of storage, the jelly was safe for consumption because it met the limits established by Brazilian legislation. The *B. coagulans* BC30 counts ranged from 10^5 CFU/g to 10^7 CFU/g throughout storage, with no significant influence of time. The survival rate was 132% on the 15th day, 136% on the 25th day and 117% on the 50th day, suggesting the promotion of an environment conducive to the viability of the probiotic. The sensory analysis revealed a high acceptability index of the jelly (93%). The purchase intention ranged from 4.0 to 5.0, evidencing the market

potential. Given the results obtained, the passion fruit jelly with Lima orange enriched with *B. coagulans* BC30 represents an alternative for carrying probiotics and proved to be a new product that is safe for consumption, with good acceptability and high market potential.

Keywords: albedo; *Bacillus coagulans*; jelly; product development

INTRODUÇÃO

O processo de produção de geleias envolve a combinação de polpa de frutas, açúcar, água, pectina e ácido, sendo esse último adicionado ao final do processamento. Esses ingredientes são concentrados até que a mistura atinja a consistência gelatinosa desejada (1). De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), o consumo de geleias pelos brasileiros é de cerca de 300 gramas por pessoa ao ano e no que se refere à compra de mercadorias agroindustrializadas, considera-se elevado o número de compradores, correspondendo a 80% (2).

Muitas frutas podem ser utilizadas na elaboração de geleias e, entre elas, se destaca o maracujá, fruta tropical importante para a economia brasileira. Com base nos dados do IBGE e divulgados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, o Brasil ocupa o primeiro lugar na produção mundial de maracujá, com 690.364 toneladas produzidas em 2020 (3).

O maracujá (*Passiflora edulis*) é uma fruta ácida, com características desejáveis para a elaboração de geleias. Possui diversos nutrientes, como vitamina C, do complexo B e sais minerais, fibras e propriedades calmantes devido aos alcaloides e flavonoides, que agem no sistema nervoso (4). O potencial nutricional de sua casca é reconhecido, podendo ser aproveitada em função do elevado teor de fibras, com atenção às fibras insolúveis, além do albedo, que corresponde à camada interna branca da casca, rica em fibras solúveis, especialmente a pectina. A pectina apresenta diversos benefícios para o organismo humano e é utilizada pela indústria de alimentos como agente estabilizante ou gelificante (5).

No entanto, nem sempre as cascas das frutas são utilizadas, sendo descartadas gerando uma grande quantidade de resíduos, que poderiam ser usados pela indústria alimentícia, como por exemplo na elaboração de geleias, chás, farinhas, sucos, entre outros (6).

Além do maracujá, laranja Lima (*Citrus limetta*) é outra fruta tropical adocicada e que apresenta pH de, aproximadamente, 5,57. É rica em vitamina C e, devido ao seu conteúdo de fibras, há promoção da sensação de saciedade. Mantém os níveis de glicose no sangue, diminuem a absorção da gordura dos alimentos, previne o câncer, melhoram a imunidade, controlam o colesterol e a pressão arterial e diminuem o risco de doenças cardíacas (7).

O interesse dos consumidores por alimentos funcionais vem crescendo, paralelamente ao aumento do número de indivíduos vegetarianos ou que possuam restrições alimentares. Dessa forma, avaliar a adição de albedo de maracujá e a adição de microrganismos probióticos em geleias pode ser uma alternativa promissora para esse nicho de produtos, a fim de oferecer bactérias probióticas em matriz não láctea, ampliando as possibilidades do consumo desses microrganismos pela população e elaborar geleias mais saudáveis.

Os probióticos, oferecem benefícios à saúde e são utilizados em alimentos devido às suas várias vantagens, como o estímulo ao sistema imunológico e o auxílio na absorção

de micronutrientes (8). *Bacillus* é um gênero de bactérias formadoras de esporos encontradas no ar, na água, nos alimentos, no solo e no intestino humano e algumas espécies como *Bacillus clausii* e *Bacillus coagulans* vem sendo amplamente utilizados como probióticos em alimentos devido a sua resistência a tratamentos térmicos. Dias *et al*. (9) elaboraram geleia de ameixa seca com a adição de *Bacillus clausii* e constataram que este produto serviu como uma excelente matriz para o probiótico, mantendo uma alta taxa de sobrevivência do microrganismo.

Portanto, este trabalho objetivou desenvolver geleia mista de maracujá com laranja Lima, com o reaproveitamento parcial do albedo do maracujá e com adição de *Bacillus coagulans* BC30 e avaliar suas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

MATERIAL E MÉTODOS

Desenvolvimento de geleia

Os maracujás e as laranjas Limas foram adquiridos no comércio local de Rio Pomba, MG e encaminhados para a Unidade de Processamento e Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG, campus Rio Pomba.

As frutas foram lavadas e sanitizadas em solução clorada 100 mg/L por 10 minutos e, posteriormente, drenadas . Para obtenção da geleia, foram usados 25% do maracujá (15% da polpa e 10% do albedo), 15% de laranja Lima (fatiada, sem adição da casca), 40 % de açúcar e 20% de água. A polpa do maracujá foi retirada e a casca foi colocada em recipiente de aço inox com água na quantidade de 1:1 sendo mantida sob fervura por, aproximadamente, 20 minutos. Após esse período, o albedo foi removido com o auxílio de uma colher, fatiado e transferido novamente para recipiente de aço inox junto com as polpas das frutas, água e açúcar. A mistura foi aquecida e concentrada até atingir 60 °Brix. Após a concentração e resfriamento a 40 °C, ocorreu a adição de uma cápsula de *B. coagulans* BC30 contendo 10^9 UFC/g (Culturelle®) em 80 g de geleia. Emseguida, a geleia foi envasada em frascos estéreis e estocada (Figura 1) a 25 ± 2 °C por até 50 dias. O experimento foi realizado em 3 repetições.

Avaliação físico-química das geleias

Com exceção dos sólidos solúveis totais, que foram avaliados somente no tempo 0 de fabricação, as análises de pH e acidez total titulável foram realizadas em triplicata após a fabricação e nos tempos 15, 25 e 50 dias de estocagem das geleias a 25 ± 2 °C. Os sólidos solúveis totais (°Brix) foram analisados por refratometria em refratômetro digital

(Atago®, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil), seguindo as instruções do fabricante e de acordo com a metodologia descrita por Godshall (10).

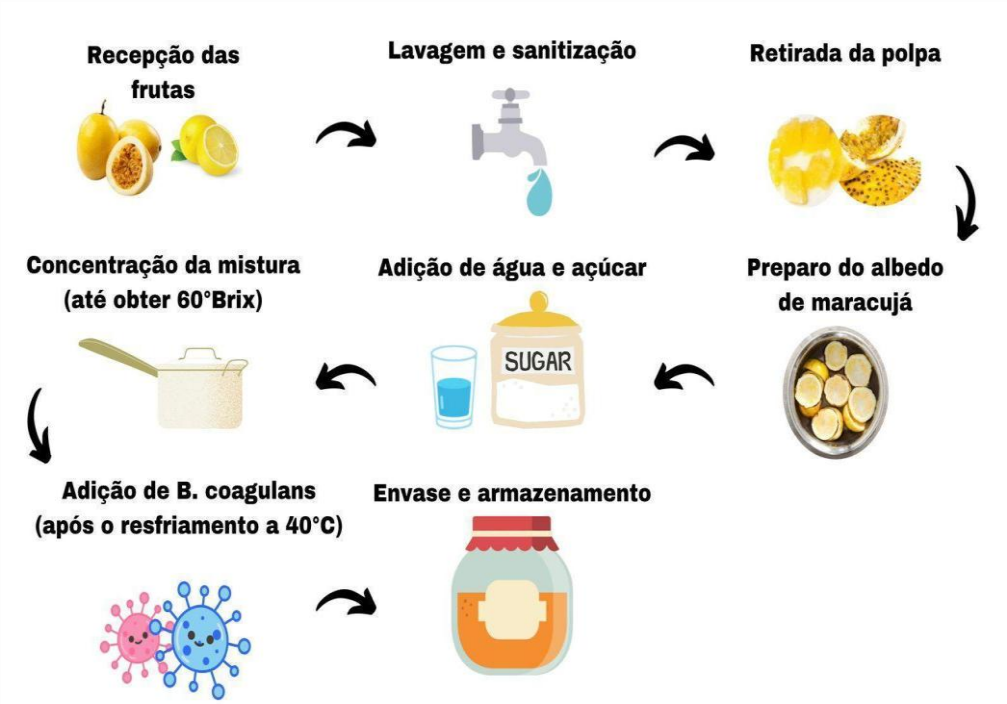


Figura 1: Fluxograma de processamento da geleia de maracujá com laranja Lima.

Para análise de pH, 10 g de geleia foram diluídos em 100 mL de água destilada e o pH foi medido em um pHmetro digital calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0.

Para análise da acidez, 10 g do produto foram homogeneizados em 100 mL de água destilada, e adicionado de 3 (três) gotas do indicador fenolftaleína (11). Realizou-se a titulação com uma solução padrão de NaOH 0,1 mol/L e a acidez foi medida em percentual de ácido cítrico/g.

A análise de cor foi realizada no tempo 0 e nos tempos 15, 25 e 50 dias de estocagem das geleias, por leitura direta de reflectância das coordenadas L*, a* e b* utilizando a escala CIELAB L*, com o emprego de colorímetro Konica Minolta. Amostras foram colocadas em placas de vidro de borosilicato e realizou-se 3 (três) leituras em diferentes pontos do produto. O valor de L*, a* e b* foi fornecido através da média desses valores. Os valores de L* variam do claro ao escuro, sendo o valor 100 correspondente à cor branca e o valor 0 à cor preta. Os valores de a* e b* representam os níveis de tonalidade e saturação, com + a (indicando vermelho), - a (indicando verde), + b (indicando amarelo) e - b (indicando azul).

Análises microbiológicas da geleia

A determinação de Enterobacteriaceae foi realizada de acordo com a metodologia descrita Kornacki et al. (12)e a presença de bolores e leveduras foi avaliada por contagem no meio Ágar Dicloran Rosa de Bengala com Cloranfenicol (DRBC), após o processamento das geleias (tempo 0) e após 50 dias de estocagem, com a intenção de determinar as condições higiênico-sanitárias do produto. Para análise de bolores e leveduras, conforme Beuchat e Cousin (13), as amostras foram incubadas a 25 ºC por 5 dias.

A presença ou ausência de *Salmonella* spp. nas geleias foi avaliada por meio de

etapas sequenciais que visam favorecer o crescimento do microrganismo e permitir sua identificação. Inicialmente, 25 g da amostra foram homogeneizados em 225 mL de caldo de pré-enriquecimento e incubados a 35 ± 2 °C por 24 ± 2 horas. Em seguida, procedeu-se ao enriquecimento seletivo em dois caldos: Rappaport-Vassiliadis (RV), incubado a 42 °C por 24 horas, e Tetrationato (TT), incubado na mesma temperatura e tempo. Após o enriquecimento, alíquotas foram semeadas em meios seletivos sólidos, como XLD e HE, e incubadas a 35-37 °C por 24-48 horas. Colônias suspeitas foram submetidas a testes bioquímicos e sorológicos para confirmação, conforme Andrews et al. (14).

As análises de viabilidade de *B. coagulans* BC30 foram realizadas após a fabricação (tempo 0) e após 15, 25 e 50 dias de estocagem das geleias a 25 ± 2 °C. Amostras de 10g da geleia foram diluídas em 90 mL de solução salina peptonada (0,85% de NaCl e 0,1% de peptona) em um saco plástico devidamente esterilizado e homogeneizadas em *stomacher*, obtendo a diluição 10^{-1}. Após este procedimento foram realizadas diluições seriadas, que foram plaqueadas pela técnica *pour plate*, sendo adicionados 1 mL de cada diluição e cerca de 20 mL de Ágar Triptona de Soja (TSA) em placas de Petri. As placas foram incubadas invertidas a 37 °C por 72 horas (15). Após o período de incubação foi realizada a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC) de forma a se determinar a contagem da bactéria probiótica no produto e os resultados foram expressos em Log UFC/g.

Análise sensorial

Para avaliação sensorial, o projeto foi aprovado pelo Comitê de ética em pesquisa com Certificado de Apresentação para Apreciação Ética, CAAE número 78237324.5.0000.8042. Foram servidos 25 g da geleia contendo *B. coagulans* BC30 logo após o processamento (T0), em prato descartável, identificado com três dígitos.

A análise foi realizada por 80 participantes não treinados, compreendendo estudantes e funcionários do IF Sudeste MG, Campus Rio Pomba, maiores de 18 anos. A escala hedônica de nove pontos (16) que varia de “gostei extremamente” (9) a “desgostei extremamente” (1) foi usada para avaliação dos atributos de aparência, sabor, cor, textura, doçura, aroma e impressão global da geleia. Também foi avaliada a intenção de compra, através da escala de cinco pontos, variando de “certamente compraria” (5) a “certamente não compraria” (1).

Análise estatística

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) para comparar as médias dos parâmetros físico-químicos e instrumentais das geleias entre os diferentes tempos de armazenamento (0, 15, 25 e 50 dias), que foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas no ambiente “R” e "RStudio" versão 1.4.1717 (17).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características físico-químicas da geleia

Observou-se aumento significativo no pH da geleia enriquecida com *B. coagulans* BC30 ($p<0,05$) no final da vida de prateleira. Entretanto, não foi evidenciada diferença na acidez e nos parâmetros de cor da geleia ao longo do tempo ($p>0,05$), o que é desejável. A geleia se manteve estável durante o tempo de armazenamento, com a acidez e cor inalteradas até os 50 dias de estocagem (Tabela 1).

Tabela 1- Resultados médios de pH, acidez e cor (L*, a*, b*) da geleia contendo *Bacillus coagulans* BC30 ao longo do período de estocagem.

Tempo (dias)	pH	Acidez	L*	a*	b*
0	3,49 ± 0,04[b]	1,13 ± 0,22[a]	25,10 ± 5,16[a]	5,50 ± 1,04[a]	17,27 ± 2,86[a]
15	3,48 ± 0,03[b]	1,15 ± 0,26[a]	23,49 ± 2,78[a]	4,60 ± 1,06[a]	12,03 ± 0,75[a]
25	3,50 ± 0,11[b]	1,18 ± 0,28[a]	20,63 ± 5,71[a]	3,53 ± 1,32[a]	12,87 ± 1,97[a]
50	3,65 ± 0,08[a]	1,13 ± 0,23[a]	19,47 ± 5,14[a]	4,17 ± 1,85[a]	11,80 ± 2,54[a]

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si (p>0,05), pelo teste Tukey.

De acordo com Jackix (18), o pH das geleias deve ser de aproximadamente 3,4, sendo que, abaixo de 3,0, ocorre uma tendência à sinérese, ou seja, exsudação do líquido (19).

Dessa forma, o pH encontrado é semelhante ao recomendado pela literatura. Além disso, é importante ressaltar que esses valores de pH contribuem para manter a segurança microbiológica da geleia.

A acidez total da geleia deve estar ao redor de 0,5-0,8, pois, acima de 1%, ocorre sinérese. Entretanto, apesar da acidez encontrada estar acima deste valor, a geleia ainda apresentou boas características, o que pode ser explicado pelo equilíbrio entre o pH, a quantidade de açúcar e a presença de pectina proveniente do albedo do maracujá. Esses fatores atuam em conjunto para evitar a exsudação excessiva e garantir a textura adequada do produto. Além disso, o processamento e o armazenamento corretos contribuíram para a estabilidade da geleia, evitando a sinérese até os 50 dias de estocagem, mesmo com acidez ligeiramente superior à faixa recomendada.

Quanto a cor, predominou-se na geleia o amarelo escuro, característico da geleia de maracujá com laranja, o que justifica os valores positivos das coordenadas a* e b* e menores valores de L*, luminosidade.

Qualidade microbiológica da geleia

Durante os 50 dias de estocagem a 25 ± 2 °C, a geleia contendo *B. coagulans* BC30 apresentou resultados satisfatórios, sendo confirmada a ausência de *Salmonella spp* em 25 gramas e <1,0 UFC/g para Enterobacteriaceae, atendendo aos critérios estabelecidos por Brasil (20).

A contagem de bolores e leveduras foi $<1{,}0\times10^{1}$ UFC/g e esteve conforme os limites permitidos pela RDC n°161 (20), que preconiza até 10^{4} UFC/g. Esses resultados refletem a adoção de boas práticas higiênicas durante o processamento da geleia mista de maracujá com laranja Lima e a qualidade da matéria-prima utilizada.

Quanto a viabilidade de *B. coagulans* BC30, verificou-se contagens da ordem de 10^{5} UFC/g a, aproximadamente, 10^{7} UFC/g durante os 50 dias de estocagem da geleia e não houve influência significativa do tempo sobre a viabilidade do probiótico (Figura 2).

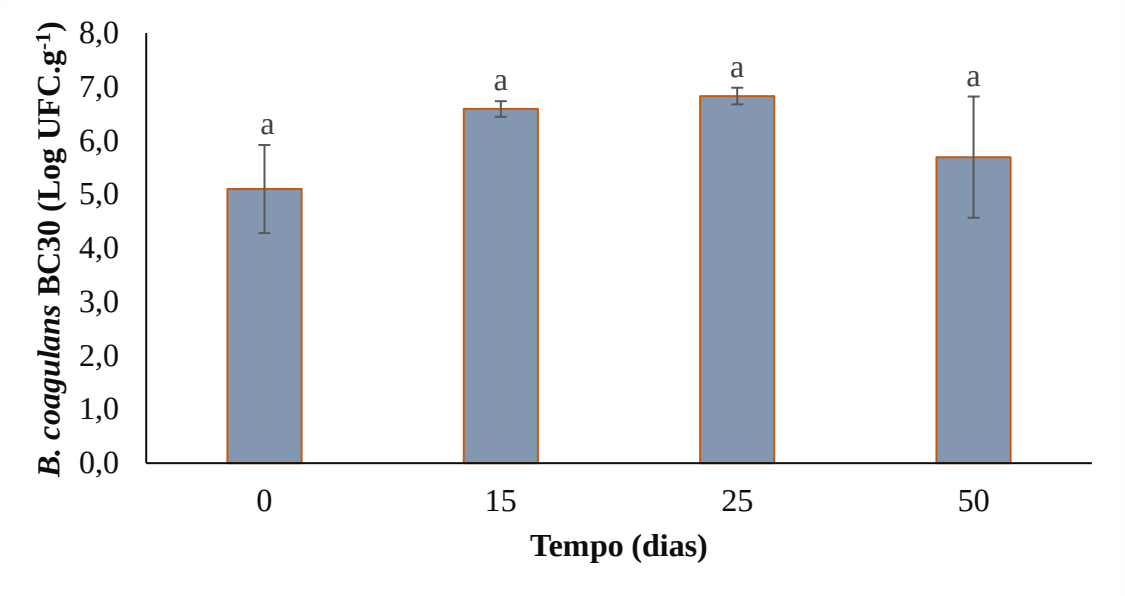


Figura 2 – Viabilidade média de *B. coagulans* BC30 na geleia de maracujá com laranja Lima ao longo do tempo.

Quanto à taxa de sobrevivência, que corresponde ao percentual de células viáveis comparado ao tempo 0, constatou-se 132 %, 136% e 117% nos tempos 15, 25 e 50 dias, respectivamente, sugerindo que geleia de maracujá com laranja Lima é uma ótima carreadora de *B. coagulans* BC30. A combinação das frutas com o albedo de maracujá contribuiu para manter a sobrevivência do probiótico, que chegou ao final da vida de prateleira com aproximadamente 10^6 UFC/g. Assim, a combinação de probióticos com os prebióticas como as fibras na formulação torna a geleia um produto potencialmente simbiótico, promovendo benefícios à saúde intestinal ao unir probióticos e substratos que favorecem o crescimento microbiano.

Aceitabilidade da geleia contendo *B. coagulans* BC30

A geleia contendo a bactéria probiótica apresentou média geral positiva, uma vez que a maioria dos atributos avaliados estavam próximos de 8,0 na escala hedônica de nove pontos (Figura 3).

A maioria dos participantes considerou a geleia atrativa, sugerindo que a cor satisfatória e a textura consistente, são aspectos importantes, que chamam a atenção dos consumidores. A cor da geleia apresentou escore médio de 8,4 que corresponde entre "gostei muito" e "gostei extremamente" e a textura recebeu escore média de 8,0, que corresponde a "gostei muito" (Figura 3), evidenciando a elevada aceitabilidade. Acredita-se que os pedaços das frutas e a presença de sementes de maracujá promoveram um aspecto mais natural ao produto e, provavelmente, contribuíram para uma experiência sensorial positiva.

O sabor obteve nota média de 8,0 que corresponde a "gostei muito" (Figura 3), indicando que a combinação de maracujá com laranja Lima foi agradável ao paladar dos participantes, atendendo seus anseios. Além disso, a adição do albedo do maracujá é promissora, não havendo influência negativa nas características sensoriais do produto.

A doçura apresentou-se satisfatória, com nota 7,6 que corresponde entre "gostei moderadamente" e "gostei muito" (Figura 3). Isso pode refletir as preferências individuais

dos participantes quanto ao nível de doçura, visto que a geleia elaborada apresenta teor de açúcar menor que as comerciais.

O aroma e a impressão global apresentaram média de 8,2 que corresponde entre "gostei muito" e "gostei extremamente" indicando uma experiência geral muito positiva dos participantes para com a geleia (Figura 3).

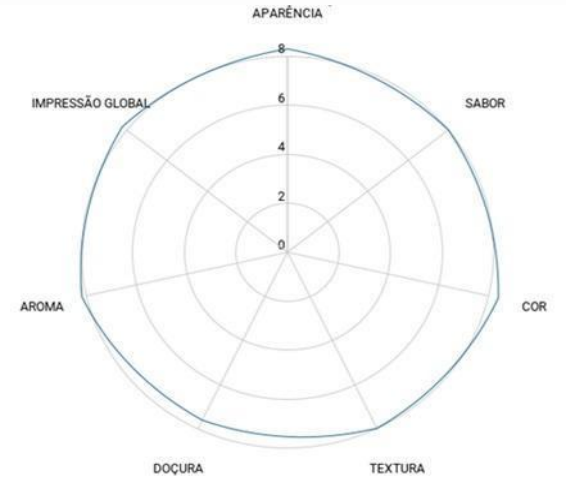


Figura 3: Análise sensorial da geleia de maracujá com laranja Lima adicionada de *Bacillus coagulans* BC30. A linha azul no gráfico representa a média de aceitação para cada uma das características relacionadas aos atributos aparência, sabor, cor, textura, doçura, aroma e impressão global.

O índice de aceitabilidade da geleia de maracujá com laranja Lima, baseado na avaliação sensorial dos 80 provadores, foi de aproximadamente 93,26%. Isso indica uma alta aceitação do produto. Em relação à intenção de compra, as notas variaram entre 4,0 e 5,0, ou seja, entre "provavelmente compraria" e "decididamente compraria", evidenciando sua elevada aceitabilidade.

CONCLUSÕES

A elaboração de geleia de maracujá com laranja Lima, enriquecida com *B. coagulans* BC30, mostrou-se viável e uma alternativa eficaz ao processamento de geleias. Apesar do aumento significativo no pH, não foram observadas alterações na acidez e cor do produto. A qualidade microbiológica foi garantida, estando a geleia dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira. A viabilidade de *B. coagulans* BC30 se manteve satisfatória durante o período de armazenamento, indicando que a geleia é uma matriz promissora para o probiótico. Além disso, a análise sensorial revelou elevada aceitabilidade do produto pelos consumidores, com média superior a 93%. A adição de albedo de maracujá não comprometeu a aceitação sensorial da geleia, destacando-se como uma alternativa de baixo custo, alta disponibilidade e potencial para o reaproveitamento de resíduos agroindustriais. Esses resultados confirmam que a geleia de maracujá com laranja Lima enriquecida com *B. coagulans* BC30, combina prebióticos e probióticos em um único produto, o que pode oferecer benefícios adicionais para a saúde intestinal dos consumidores.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG) - Campus Rio Pomba pela realização desse trabalho e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Edital Conjunto N° 3/2024, Programa de Extensão da Educação Superior na Pós-Graduação, PROEXT-PG.

REFERÊNCIAS

1. Oliveira AS, Souza BR. Processos de fabricação de geleias: técnicas e avanços. RBTA. 2023;15(2):123-134.

2. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar no Brasil. 2018. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 26 ago. 2024.
3. EMBRAPA. Maracujá: o Brasil na liderança da produção mundial. 2020. Disponível em: https://www.embrapa.br. Acesso em: 26 ago. 2024.

4. Moura HV, Silva ETV, Figueirêdo RMF, Moreira IS, Queiroz AJM. Produção e caracterização de geleias de maracujá com sementes de linhaça marrom. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal: RBHSA. 2019;13(2):218-229.
5. Freitas CMP. Pectina da casca do maracujá (*Passiflora edulis* flavicarpa): otimização da extração e análise da viabilidade técnico-econômica do processo. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2020.

6. Randolpho GA, Amaral LA, Arelhano LE, Santos EF. Resíduos de frutas transformados em novos produtos alimentícios: uma revisão sistemática. Multitemas, Campo Grande, MS. 2020;25(61):297-311.

7. Zanin FA. Composição nutricional e benefícios da laranja Lima. São Paulo: Editora Saúde; 2020.

8. Pereira J. Microbiota intestinal e suas aplicações. Revista de Saúde Intestinal. 2011;10(2):123-134.

9. Dias TMC, Campos RCAB, Martins ML, Queiroz IC, Martins FO, Lima DCN, Silva RR, Martins EMF. Desenvolvimento de geleia de ameixa seca contendo *Bacillus clausii*. Research, Society and Development. 2023;12(1):e5412139143-e5412139143.

10. Godshall MA. Sugars and Sugar Products. *In*: JATIMER JR GW. (Ed.). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists international. 20. ed. Rockville, USA: AOAC International; 2016.
11. Clark JH. Métodos analíticos para determinação de acidez em alimentos. Food Chemistry Review. 2016;12(4):65-80.

12. Kornacki JL, Johnson JL, Gurtler JB, Stawick BA. Enterobacteriaceae, Coliforms and *Escherichia coli* as Quality and Safety Indicators. *In:* Downes FP, Ito K. (Ed.).

Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 4 ed. Washington DC: American Public Health Association - APHA; 2001.

13. Beuchat LR, Cousin MA. Yeasts and Molds. *In*: Downes FP, Ito K. (eds.). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4th ed. Washington, D. C: American Public Health Association; 2001.

14. Andrews WH, Flower RS, Silliker J, Bailey J. S. *Salmonella*. *In*: Downes FP, Ito K.. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 4. ed. Washington, DC: American Public Health Association – APHA; 2001.

15. Richer RL, Vedamuthu ER. Milk and milk products. In: Downes FP, Ito K. (ed.). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 4. ed., Washington, DC: American Public Health Association – APHA; 2001.

16. Zenebon O, Pascuet NS, Tiglea P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008.
17. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. 2021. Disponível em: https://www.R-project.org/.

18. Jackix MH. Doces, Geléias e Frutas em Caldas: Teórico e Prático. Campinas: Editora da UNICAMP; 1988.

19. Torrezan R. Processamento de frutas e hortaliças: teoria e prática. Campinas: ITAL; 1998.

20. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC n° 161, de 01 de julho de 2022. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União. 01 de julho de 2022.

Capítulo 28
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-28

ASPECTOS LEGISLATIVOS E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE MEL DE ABELHAS SEM FERRÃO: UMA REVISÃO

Ricardo Martins de Miranda ;Beatriz Bárbara Aparecida Pinto *; Ana Carolina Luz Braz da Cunha; Vanessa Riani Olmi Silva; Janaína Maria Batista de Sousa; Eliane Maurício Furtado Martins

**Beatriz Barbara Aparecida Pinto – Email: beatrizbarbaratecagropecuaria@gmail.com*

Resumo A meliponicultura é considerada uma prática tradicional de criação racional de abelhas sem ferrão que vem ganhando destaque nos últimos anos por apresentar benefícios ecológicos, econômicos e sociais. Essa atividade contribui com serviços ecossistêmicos essenciais, como a polinização de café, frutas tropicais, plantas nativas, colaborando para a produtividade e conservação da biodiversidade. Além disso, os produtos gerados pelas abelhas sem ferrão estão sendo mais valorizados comercialmente devido às suas propriedades nutricionais, bioativas e medicinais, contribuindo para um valor cerca de cinco vezes superior ao de abelha com ferrão. Essa prática de criação de abelhas sem ferrão é regulamentada por Resoluções CONAMA nº 346/2004 e nº 496/2020, além de normas que conciliam a preservação ambiental com a geração de renda para pequenos produtores. No entanto, há heterogeneidade quanto aos critérios legais estabelecidos pelos estados, o que demonstra a necessidade de maior harmonização normativa. Quanto às características físico-químicas, é observada uma singularidade, os méis de abelha sem ferrão apresentam elevada acidez, alta umidade, processo de cristalização lento e uma diversidade de coloração. A sua composição é rica em açúcares redutores, ácidos orgânicos, antioxidantes e minerais. Entretanto, esses parâmetros variam de acordo com a espécie de abelha, origem floral e as condições ambientais. Dentre as análises realizadas para verificar a qualidade do mel, o teor de hidroximetilfurfural e a umidade devem ter uma atenção especial, visto que afetam diretamente a qualidade do produto, o que reforça a demanda por regulamentações adequadas e específicas para méis de abelha sem ferrão.

Palavras–chave: Caracterização físico-química; Hidroximetilfurfural (HMF); Meliponicultura

Abstract: Meliponiculture is considered a traditional practice of rational stingless beekeeping that has been gaining prominence in recent years due to its ecological, economic, and social benefits. This activity contributes to essential ecosystem services, such as the pollination of coffee, tropical fruits, and native plants, contributing to productivity and biodiversity conservation. In addition, the products generated by stingless bees are being commercially valued more due to their nutritional, bioactive, and medicinal properties, contributing to a value approximately five times higher than that of stinging bees. This practice of stingless beekeeping is regulated by CONAMA Resolutions No. 346/2004 and No. 496/2020, in addition to standards that reconcile environmental preservation with income generation for small producers. However, there

is heterogeneity regarding the legal criteria established by the states, which demonstrates the need for greater regulatory harmonization. Regarding the physical and chemical characteristics, a unique feature is observed: stingless bee honey has high acidity, high humidity, a slow crystallization process and a variety of colors. Its composition is rich in reducing sugars, organic acids, antioxidants and minerals. However, these parameters vary according to the bee species, floral origin and environmental conditions. Among the analyses performed to verify the quality of the honey, the hydroxymethylfurfural content and humidity should be given special attention, since they directly affect the quality of the product, which reinforces the demand for appropriate and specific regulations for stingless bee honey.

Keywords: Hydroxymethylfurfural (HMF); Meliponiculture; Physicochemical characterization

INTRODUÇÃO

As abelhas sem ferrão pertencem à família *Apidae* e subfamília Meliponinae (*Hymenoptera, Apinae*) e são agrupadas em duas tribos: *Meliponini* (formada por mais de 50 espécies) e *Trigonini* (formada por aproximadamente 300 espécies) (1). Dentre estas abelhas, as dos gêneros *Melípona*, *Trigona*, *Scaptotrigona* e *Tetragonisca* são as mais populosas e manejadas racionalmente para produção de mel nas suas regiões de abrangência, em especial na América do Sul (2).

É possível considerar que as abelhas sem ferrão são mais fáceis e seguras de manejar do que as com ferrão. Segundo Silva (3), a presença destas abelhas em todas as regiões tropicais do mundo sugere que se desenvolveram antes da separação dos continentes. A FAO (4) estima a existência de 600 espécies de abelhas sem ferrão em todo o mundo. No Brasil, estima-se aproximadamente 300 a 400 espécies distribuídas em todas as regiões do país e seus domínios fitogeográficos (5,6).

As abelhas sem ferrão e as com ferrão (*Apis*), são produtoras de mel, porém as abelhas sem ferrão têm baixa produtividade, em baixas quantidades e com padrões de identidade e qualidade não definidos nacionalmente. Estes fatores têm limitado a expansão de sua comercialização e produção industrial (7). De acordo com a literatura, estes méis apresentam características físico-químicas diferenciadas, com destaque para o elevado teor de umidade e acidez, que consequentemente, confere a estes méis maior vulnerabilidade à deterioração e propriedades sensoriais ácidas, sabor menos doce e textura mais fluída (8,9).

Ainda de acordo com os estudos, os percentuais dos constituintes físico-químicos dos méis de abelhas sem ferrão são bastante heterogêneos em relação principalmente a espécies de abelhas sem ferrão produtoras, origem botânica e geográfica de modo a apresentar características singulares (7,10,9). De modo geral, a matriz físico-química destes méis é complexa e composta majoritariamente por açúcares, água, proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerais, ácidos orgânicos, enzimas e compostos fenológicos (11,12). Em decorrência da boa fonte de nutrientes essenciais, os méis de abelhas sem ferrão possuem propriedades terapêuticas e antioxidantes (8,2,13,14), que agregam valores econômicos de até cinco vezes ao mel de Apis (15,16).

Contudo, somado às crescentes evidências científicas de suas propriedades medicinais e funcionais para saúde humana e a colaboração voluntária à preservação da biodiversidade através da polinização, algumas políticas públicas de legalização que viabilizam o manejo e comercialização de serviços e produtos da prática da meliponicultura, vem surgindo em vários estados brasileiros a exemplo de Minas Gerais

por meio do projeto de lei PL nº 2.477/2021 (17). Entretanto, o desenvolvimento da cadeia da meliponicultura ainda é carente de informações científicas que descreva o perfil das espécies de abelhas sem ferrão e das propriedades químicas e físicas de seus méis em regiões específicas. A realização de pesquisas que possibilite a identificação das espécies de abelhas sem ferrão habitantes em cada estado brasileiro e caracterização de seus méis, poderá viabilizar a elaboração de documentos legais voltados para determinação de parâmetros de identidade e qualidade deste produto, consequentemente, fortalecer a atividade da meliponicultura no estado.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo qualitativo de caráter exploratório, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre aspectos legislativos e características físico-químicas de mel de abelhas sem ferrão. Para fundamentar a revisão, foram utilizados para a pesquisa de conteúdo bases de dados online, assim como consulta virtual a periódicos acadêmicos, artigos, capítulos e livros e os descritores utilizados foram: meliponicultura, abelha sem ferrão, legislação de abelhas sem ferrão, característica físico-química de mel de abelha sem ferrão. O período para a realização dos estudos apresentados nessa pesquisa foi de 2022 a 2024.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Meliponicultura e aspectos legislativos

Meliponicultura é a palavra usada para definir a prática da criação racional de abelhas sem ferrão. Esta prática secular, vem sendo realizada por civilizações tradicionais ao longo dos anos, cujo objetivo principal sempre foi a obtenção de mel. O termo racional na criação de abelhas sem ferrão foi desenvolvido há poucas décadas, quando se iniciou o uso da técnica de ninho-isca para a captura de enxames no período de cópula e dispersão da abelha rainha recém-fecundada e de algumas operárias (18). Os ninhos-isca são cavidades artificiais elaboradas geralmente a partir de caixas de madeira e garrafas PET usadas para atrair as abelhas para nidificação, por sua vez, permite o forrageamento livre das operárias. A partir desse processo, o ninho-isca é transferido para colmeia racional que permite um manejo para produção de mel e multiplicação artificial do enxame sem a necessidade da captura predatória de novas colônias da natureza (19).

Dentre as alternativas de viabilidade econômica da meliponicultura a comercialização de colônias e o aluguel de enxames de abelhas para polinização de lavouras vem se destacando cada vez mais pela demanda. A partir do reconhecimento dos seus serviços ecossistêmicos a partir do trabalho eficaz de polinização em várias culturas, as abelhas têm sido uma ferramenta cada vez mais adotada por agricultores para elevar a produtividade da lavoura e equilibrar o ecossistema local (20). Ecologicamente, esses polinizadores são considerados essenciais para a biodiversidade global (21; 22), sendo um fator importante no aumento da produtividade e da qualidade de diversos produtos, devendo ser valorizada e protegida (23). Este grupo contribui com a polinização de muitas espécies de culturas como: café, plantas nativas, plantas ornamentais, frutas tropicais como: abacaxi, maracujá, manga e caju, entre inúmeras outras espécies (24).

Simultaneamente ao serviço de polinização e às preferências botânicas das variadas espécies de abelhas sem ferrão, ocorre a produção de mel, pólen e geoprópolis com características distintas e propriedades funcionais de caráter medicinal, nutricional e bioativo (8;16; 13). Estas propriedades têm agregado valor comercial dos produtos citados, em especial ao mel, que somado a sua baixa oferta no mercado tem alcançado

valor de venda de até cinco vezes maior em relação ao valor do mel de abelhas com ferrão (15; 16), favorecendo de maneira significativa a renda do meliponicultor.

A criação e comercialização de colônias de abelhas nativas estão sujeitas a regras judiciais por meio de leis federais e estaduais que visam conservar o estado natural desses insetos. Atualmente, existem dois tipos de normas relevantes para a meliponicultura: as relativas à criação das abelhas e as relativas à cadeia dos produtos das abelhas sem ferrão, como mel, pólen e própolis.

No caso de normas relativas à criação das abelhas sem ferrão, a Resolução n° 496 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (25) é a legislação vigente. A RDC 496 criou norma para a criação de abelhas sem ferrão, que são animais silvestres e a sua criação se categoriza como animal silvestre em cativeiro. O conselho também veta a venda de matrizes para fins de novos plantéis e para servirem de animais de estimação, práticas contrárias às tradicionais na meliponicultura e aos esforços para fortalecer a atividade.

Em 2004, por meio da Resolução n° 346, do CONAMA (26), o Brasil foi pioneiro a disciplinar a utilização das abelhas sem ferrão, regular a implantação de meliponários e a captura de novas colônias por meio de ninhos-isca, na tentativa de compatibilizar a criação de abelhas sem ferrão para pequenos produtores que criam estas abelhas para o consumo do mel. A citada resolução impõe a necessidade de autorização para a manutenção de abelhas sem ferrão para plantéis formados por um número superior a 49 colônias, cujo a prática seja para meliponicultura artesanal de espécies de ocorrência geográfica natural na área de instalação de meliponários. A CONAMA ainda regulamenta os ninhos-isca e a obrigatoriedade de que as colônias das abelhas mantidas e comercializadas sejam provenientes de métodos de multiplicação artificial (25).

Já a Portaria n° 444 de 2014 do MMA (27), proíbe a captura, transporte, armazenamento, guarda, manejo, beneficiamento e comércio de espécies de abelhas ameaçadas de extinção, exceto para o objetivo exclusivo de pesquisa e conservação. Essa portaria, específica as seguintes abelhas sem ferrão em extinção no Brasil: *Melipona* capixaba (uruçu-negra e uruçu-capixaba); *Melipona rufiventris* (tujuba, uruçu-amarela-do-cerrado); *Melipona scutellaris* (uruçu nordestina) e *Partamona littoralis* (boca-de-sapo-da-paraíba).

Para tanto, o reconhecimento da meliponicultura como prática econômica sustentável, apenas veio a partir do entendimento ao art. 8º da Lei Complementar nº 140 de 2011 (28), que estabelece aos estados a responsabilidade de aprovar por meio de leis específicas regras voltadas para o funcionamento dos criadouros da fauna silvestre. Assim, novas leis, normativas e portarias vem surgindo nos estados brasileiros. A maioria aborda definições aplicadas à meliponicultura, método de captura de colônias por ninhos-isca e os métodos de divisão das colônias existentes.

Alguns estados elaboraram regulamentos legais próprios que autorizam a nível estadual a criação, comercialização de colônias e do mel de abelhas sem ferrão, dentre outras regulamentações a respeito deste produto (Quadro 1).

Quadro 1 – Legislações estaduais relacionadas com abelhas sem ferrão e seus produtos

(continua)

Estado	Legislação	Título	Ano
Amazonas	Resolução CEMAAM nº 43	Altera a Resolução CEMAAM Nº 34, de 27 de dezembro de 2021, que estabelece normas para a criação, manejo, transporte e comercialização de abelhas sem ferrão (meliponíneos) e seus produtos e subprodutos no Estado do Amazonas e dá outras providências	2023
Bahia	Lei nº 13.905	Dispõe sobre a criação, o comércio, a conservação e o transporte de Abelhas Nativas sem Ferrão (meliponíneos), no Estado da Bahia.	2018
Bahia	Portaria Adab nº 207	Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha social sem ferrão, gênero Melipona, conforme anexo a esta Portaria, com aplicação em todos os estabelecimentos de produtos das abelhas e derivados registrados sob a égide do Serviço de Inspeção Estadual.	2014
Maranhão	Portaria SEMA nº 81	Dispõe sobre a criação, manejo e conservação de meliponíneos e abelhas do gênero "Apis", bem como o licenciamento de meliponários e apiários.	2017
Minas Gerais	Projeto lei nº2.477	Dispõe sobre a cadeia produtiva das abelhas nativas sem ferrão e dos produtos e serviços oriundos da prática da meliponicultura no Estado.	2021
Rio Grande do Sul	Lei nº 14.763	Dispõe sobre a criação, o comércio e o transporte de abelhas sem ferrão - meliponíneos - no Estado do Rio Grande do Sul.	2015
Rio Grande do Sul	Decreto nº 57372	Regulamenta a Lei nº 14.763, de 23 de novembro de 2015, que dispõe sobre a criação, o comércio e o transporte de abelhas sem ferrão - meliponíneos - no Estado do Rio Grande do Sul.	2023
Santa Catarina	Lei nº 16.171	Dispõe sobre a criação, o comércio e o transporte de abelhas-sem-ferrão (meliponíneas) no Estado de Santa Catarina.	2013
Santa Catarina	Decreto nº178	Regulamenta a Lei nº 16.171, de 2013, que dispõe sobre a criação, o comércio e o transporte de abelhas-sem-ferrão (meliponíneas) no Estado de Santa Catarina.	2021

Fonte: Elaborado pelo autor.

A produção brasileira de mel de abelhas com e sem ferrão no ano de 2013 foi de 35.635 toneladas, apresentando aumento de 4,2% em relação ao ano anterior (29). Já em 2018 foram 42,3 mil toneladas (30) e em 2019, 45.981 toneladas (31), apresentando um aumento de 8,5% em comparação ao ano anterior (32). A criação de abelhas com e sem ferrão, regulamentada pela Resolução nº 346, de 16 de agosto de 2004, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (26), é uma atividade que contribui para a geração de renda para pequenos e médios produtores, dando a oportunidade de geração de empregos e ajudando no fluxo econômico melhorando, com isso, a qualidade de vida das populações tradicionais (33).

Possivelmente, em função das características edafoclimáticas, prioridades e objetivos incomuns entre os estados, as leis elaboradas pelos estados brasileiros são

bastantes heterogêneas entre si e sua grande maioria compõe de requisitos que discordam aos da Resolução n° 346 do Conama. Para tanto, estas leis têm sido uma das alternativas mais eficazes no que concerne ao fortalecimento e incentivo à meliponicultura dentro de cada estado.

Características físico-químicas de mel de abelhas sem ferrão

Sem especificar o tipo de abelha, define-se o mel como alimento de sabor doce produzido exclusivamente por abelhas a partir do néctar das flores (mel de néctar), de secreções ou excreções de insetos sugadores de partes vivas das plantas (mel de melato) (34). Este pode ser classificado em função da matéria prima utilizada para a sua elaboração em: mel floral ou de flores, quando obtido dos néctares das flores; em mel de melato quando formado a partir de secreções de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas. Ainda pode ser classificado também de acordo com o procedimento de extração do favo de: mel escorrido, mel prensado ou mel centrifugado e quanto a sua apresentação comercial, em: mel líquido, cristalizado ou semi-cristalizado, mel em favos, mel com pedaços de favo e mel filtrado (*35*; 34).

Quanto à sua composição, a literatura caracteriza o mel como um alimento de matriz complexa composta por mais de 200 substâncias, com destaque para os altos percentuais de açúcares e de água, e para os compostos funcionais presentes em menores quantidade, a exemplo das proteínas, minerais, vitaminas, aminoácidos, ácidos orgânicos e antioxidantes, os quais variam quantitativamente a depender da origem do néctar, espécie de abelha produtora, condições climáticas e processamento (36; 37;38).

Os méis produzidos por abelhas sem ferrão apresentam composições com perfis similares aos méis produzidos por abelhas do gênero *Apis spp*, porém, suas características físico-químicas são peculiares às suas espécies (39). Segundo Sousa *et al*. (8) e Ávila *et al*. (16) os méis das abelhas sem ferrão possuem doçura suave, sabor e acidez acentuada, textura fluída, cristalização lenta e cor variável do âmbar extra claro ao âmbar.

Os açúcares são as substâncias mais abundantes do mel, responsáveis pelo seu valor energético e características determinantes a sua vida de prateleira, a exemplo da higroscopicidade, granulação e osmolaridade, respectivamente (38). Especificamente, os açúcares redutores glicose e frutose representam a maioria dos açúcares no mel em proporções variadas em função da espécie de abelha e região geográfica (39).

Os percentuais destes açúcares impactam na velocidade do processo de cristalização do mel. Devido a característica de baixa solubilidade em água da glicose (G) em relação à frutose (F), em uma proporção de F/G inferior a 1,11 ocorre o processo de cristalização a temperatura ambiente (40). A relação F/G também influencia no grau de doçura do mel. Como a frutose apresenta-se mais doce em relação a glicose e a sacarose, os méis com maior relação F/G possuem doçura mais pronunciada (8).

Já a quantidade de sacarose do mel, segundo Agussalim *et al.* (41) pode indicar o índice de maturidade dos méis, bem como a sua autenticidade, uma vez que altos teores de sacarose podem indicar uma possível fraude pela adição de açúcar comercial. Também sugere que a sacarose possa ainda não tenha sido convertida em glicose e frutose, ou seja, o mel tenha sido colhido antes de sua total maturação.

O teor de umidade é considerado um dos critérios de qualidade mais importantes do mel, uma vez que pode indicar seu potencial de vida útil (38), pois, quanto maior a umidade no mel, maior a probabilidade do desencadeamento de degradação pelo processo de fermentação (7). A umidade também contribui para as características de textura e velocidade de cristalização do mel (16). Estudos indicam que o teor de umidade do mel é

influenciado pelo clima úmido do habitat, além da origem floral, índice de maturação e condições de processamento e armazenamento do mel (7).

A partir da compilação de estudos, Nordin *et al.* (7) observaram uma ampla variação no teor de umidade de méis de diferentes espécies de abelhas sem ferrão, cujos valores foram entre 13,26 e 45,8 g/100 g, com média de 28,6 g/100 g. Já pesquisas realizadas com méis brasileiros, cubanos e tailandeses identificaram teores de umidade de até 47 g/100 g, respectivamente (2; 42; 43). Esses resultados revelam a necessidade de uma norma legislativa de nível internacional, harmonizada, que atenda a ampla heterogeneidade dos índices de umidade de méis produzidos por espécies de abelhas sem ferrão.

Naturalmente, o mel possui pH ácido em torno de 3,20 a 4,50 e o valor do pH complementa o índice de acidez (37). Segundo Nordin *et al*. (7), elevados níveis de acidez livre no mel podem indicar uma alta ocorrência de ácidos orgânicos produzidos a partir do processo de fermentação dos açúcares. Porém, a literatura considera os elevados índices de acidez e pH dos méis de abelhas sem ferrão como características intrínsecas destes méis (37). Em decorrência, agregam a esses méis propriedades antimicrobianas importantes, o que concerne no favorecimento da conservação, estabilidade e textura dos mesmos (44; 7). Os índices de acidez e pH também são responsáveis pelo sabor característico dos méis de abelhas sem ferrão (8; 16). De acordo com Nordin *et al*. (7), os índices de acidez livre são altamente variáveis entre méis produzidas por distintas espécies de abelhas sem ferrão alcançando valores entre 5,9 e 592 meq/kg.

O valor do hidroximetilfurfural (HMF) é um parâmetro utilizado para mensurar o frescor do mel. Geralmente, encontra-se ausente em méis recém-colhidos e tende a surgir e aumentar ao longo do tempo armazenamento (45). Precisamente, o HMF decorre da degradação química dos açúcares redutores especialmente a frutose, desencadeada pelo aquecimento, condição de armazenamento, pH do mel e/ou possível adulteração do mel com açúcares de fonte externa e ácidos que ocorrem no mel devido ao seu longo armazenamento ou envelhecimento em seu ninho natural (45; 37), a origem floral do mel também contribui para produção do HMF (7).

As legislações vigentes internacional International Honey Commission (IHC) (46) e nacional IN MAPA 11/2000 (34), determinam o máximo de 60 mg/kg de HMF no mel de Apis mellifera de boa qualidade e o mesmo valor foi proposto para o mel de abelhas sem ferrão da Malásia pelo Departmnent Malaysian Standards (47). Estes valores diferem do limite máximo determinado pela Codex Alimentarius Commission (35) de 40 mg/kg para o mel de *Apis mellífera* e de 80 mg/kg para mel e misturas de méis de procedência declarada de países ou regiões com temperaturas ambientes tropicais. Contudo, o limite máximo de 80 mg/kg para mel de regiões de temperaturas tropicais atenderia o aspecto de qualidade dos méis de abelhas sem ferrão quanto ao índice de HMF de acordo com o conjunto de dados compilados por Nordin *et al*. (7).

O conteúdo mineral, ou cinzas totais, é encontrado nos méis geralmente em pequenas quantidades, com variação entre 0,04% em méis claros e 0,2% em méis escuros. A quantidade de cinzas pode estar relacionada ao método de extração, origem geográfica, botânica e espécie de abelha produtora (8). O teor pode ser um critério de qualidade e está relacionado à origem botânica e geográfica do mel, sendo permitido pela legislação brasileira, uma variação de 0,02% a 1% (34). Valores elevados poderão desencadear suspeitas de possíveis contaminações do solo com substâncias inorgânicas, uma vez que as plantas são capazes de absorver essas substâncias e carreá-las para o néctar de suas flores (48).

Quanto à condutividade elétrica do mel, esta tem uma correlação diretamente proporcional aos conteúdos cinzas e ácidos totais, revelando a presença de íons, ácidos orgânicos e proteínas (39). Com isso, tem sido usada como parâmetro indicador da qualidade de méis, além de apresentar-se como ferramenta satisfatória na identificação e distinção de méis florais de mel de melato (49). Para tanto, em estudo recente Mduda *et al.* (39) verificaram forte correlação da condutividade elétrica tanto com percentual de acidez livre quanto ao percentual de umidade do mel. Segundo Nordin *et al*. (7), o índice médio da condutividade elétrica nos méis produzidos por abelhas sem ferrão é 1,16 ms/cm. A condutividade elétrica não foi citada em sugestão como parâmetro indicador de qualidade para os méis de abelhas sem ferrão de regiões tropicais, apesar de ser usada para mensurar a qualidade de méis florais produzidos por *Apis melífera*. A Codex (35) determina um limite não superior a 0,8 mS/cm para mel e de castanha e misturas destes, e não inferior para méis de medronheiro (*Arbutus unedo*), urze (*Erica*), eucalipto, lima (*Tilia* spp), urze (*Calluna vulgaris*), manuka ou arbusto gelatinoso (*Leptospermum*) e árvore do chá (*Melaleuca* spp) produzidos por abelhas sem ferrão.

Outros compostos químicos dos méis a exemplo das proteínas, aminoácidos, vitaminas e compostos fenólicos, apesar de estarem presentes em baixas quantidades, são responsáveis pela valorização dos méis, uma vez que são capazes de promover benefícios de saúde para o homem (36).

Com relação à cor do mel, esta varia numa escala do branco pálido ao âmbar escuro a depender da espécie de abelha e origem floral (8). Entretanto, sua intensidade pode estar relacionada à presença de pigmentos a exemplo dos carotenoides e flavonoides, bem como ao conteúdo mineral e grau de maturação Habib *et al.* (49). A cor dos méis determina seu valor comercial e destino comercial, uma vez que os méis de cor escura são destinados a elaboração de produtos industrializados, enquanto os méis de cor clara são mais aceitos para o consumo direto (50).

CONCLUSÕES

A meliponicultura auxilia na preservação de espécies nativas, bem como na manutenção da biodiversidade, contribuindo para um sistema produtivo sustentável. Simultaneamente, a qualidade físico-química do mel aliada às boas práticas de manejo e fabricação, assegura um produto seguro para consumo. Sendo assim, a produção sustentável aliada ao controle de qualidade, pode proporcionar maior fortalecimento do produto no mercado.

No entanto, a diversidade de espécies de abelhas sem ferrão juntamente com as variações das condições climáticas influenciam nas propriedades físico-químicas. Além disso, o mel produzido por abelhas sem ferrão tem características distintas dos méis produzidos por abelhas com ferrão (*Apis mellifera*), que podem torná-lo mais suscetível à fermentação. Essas características justificam a necessidade de regulamentações específicas sobre esses produtos para garantir a sua qualidade, segurança e a valorização comercial, contribuindo para o fortalecimento da meliponicultura no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG) - Campus Rio Pomba pela realização desse trabalho e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Programa de Extensão da Educação Superior na Pós-Graduação, PROEXT-PG.

REFERÊNCIAS

1. De Paula GT, Menezes C, Pupo MT, Rosa CA. Abelhas sem ferrão e interações microbianas. Current Opinion in Insect Science. 2021;44:41-47.
2. Biluca FC, da Silva B, Caon T, Mohr ETB, Vieira GN, Gonzaga LV, Vitali L, Micke G, Fett R, Dalmarco EM, Costa AC. O. Investigação de compostos fenólicos, atividades antioxidante e anti-inflamatória em mel de abelha sem ferrão (*Meliponinae*). Food Research International. 2020;129.
3. Silva J. Criação de abelhas sem ferrão contribui para aumento da renda de pequenos produtores [internet]. Jornal da USP: São Paulo, 17-07-2024. [Acesso em 13 de agosto de 2024]. Disponível em: https://jornal.usp.br/radio-usp/criacao-de-abelhas-sem-ferrao-contribui-para-aumento-da-renda-de-pequenos produtores.
4. FAO. Food and Agriculture Organization. Peoples and the Vital Role of Wild and Stingless Bees in Preserving Biodiversity [Internet]. 2024. [Acesso em 03 de abril de 2024]. Disponível em: https://www.fao.org/indigenous-peoples/news-article.
5. Laurino MC, Neto PN. Abelhas sem ferrão do Brasil. 1. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016.
6. Do Nascimento TF, Souza BO, Belo MRC, Mangas T. Identificação de abelhas sem ferrão no município de Breves, PA. Acta Biologica Brasiliensia. 2024;7(1):157-167.
7. Nordin A, Sainik NQAV, Chowdhury SR, Saim AB, Idrus RBH. Physicochemical properties of stingless bee honey from around the globe: A comprehensive review. Journal of Food Composition and Analysis. 2018;73:91-102.
8. Sousa JMB, Souza EL, Marques G, Toledo Benassi M, Gullon B, Pintado MM, Magnani M. Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. LWT-Food Science and Technology. 2016;65:645-651.
9. Da Silva PM, Gauche C, Gonzaga LV, Costa AC, Fett R. Honey: chemical composition, stability and authenticity. Food Chemistry. 2016;196:309-323.
10. Santos AC, Biluca CF, Braghini F, Gonzaca VL, Costa OCA, Fett R. Phenolic composition and biological activities of stingless bee honey: Na overview based on its aglycone and glycoside compounds. Food Research International. 2021;110553:147.
11. Ávila S, Beux MR, Ribani RH, Zambiazi RC. Stingless bee honey: Quality parameters, bioactive compounds, health- promotion properties and modification detection strategies. Trends in Food Science & Technology. 2018;81:37 – 50.
12. Nešović M, Gašić U, Tosti T, Trifković J, Baošić R, Blagojević S, Ignjatović L, Tešić Ž. Physicochemical analysis and phenolic profile of polyfloral and honeydew honey from Montenegro. RSC Advances. 2020;10(5):2462-2471.
13. Melo FHC, Menezes FNDD, Sousa JMB, Santos LM, Borges GDSC, Souza EL, Magnani M. Prebiotic activity of monofloral honeys produced by stingless bees in the semi-arid region of Brazilian Northeastern toward *Lactobacillus acidophilus* LA-05 and *Bifidobacterium lactis* BB-12. Food Research International. 2020;128:108809.
14. Sahlan M, Rahmawati O, Pratami DK, Raffiudin R, Mukti RR, Hermasyah H. The effects of stingless bee (*Tetragonula biroi*) honey on streptozotocin-induced diabetes mellitus in rats. Saudi Journal of Biological Sciences. 2020;27(8):2025–2030.

15. Camargo RCR, Oliveira KL, Berto MI. Mel de abelhas sem ferrão: proposta de regulamentação. Brazilian Journal of Food Technology. 2017;20:50-59.
16. Ávila S, Hornung PS, Teixeira GL, Malunga LN, Apea-Bah FB, Beux MR, Beta T, Ribani RH. Bioactive compounds and biological properties of Brazilian stingless bee honey have a strong relationship with the pollen floral origin. Food Research International. 2019;123:1-10.
17. Minas Gerais. Assembleia Legislativa. Projeto de lei nº 2.477 de 12 de fevereiro 2021. Cadeia produtiva das abelhas nativas sem ferrão e dos produtos e serviços oriundos da prática da meliponicultura no território do Estado de Minas Gerais; 2021.
18. Koser JR, Barbiéri C, Francoy TM. Legislation on meliponiculture in Brazil: social and environmental demand. Sustainability in Debate. 2020;11(1):164-194.
19. Velthuis HHW, Koedam D, Imperatriz-Fonseca VL. The males of Melipona and other stingless bees, and their mothers. Apidologie. 2005;36(2):169–185.
20. Jokura T. Aluguel de abelhas: Startup do interior paulista conecta produtores rurais e apicultores com o objetivo de aumentar a produtividade no campo de forma sustentável. 2021. Revista Pesquisa FAPESP. 308 ed., Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/aluguel-de-abelhas/ acessado em: 07 junho de 2024.
21. Giannini TC, Acosta AL, Garófalo CA, Saraiva AM, Alves Dos Santos I, Imperatriz-Fonseca VL. Pollination services at risk: Bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. Ecological Modelling. 2012;244(3):127-131.
22. Montoya D, Haegeman B, Gaba S, Mazancourt C, Loreau M. Habitat fragmentation and food security in crop pollination systems. Journal of Ecology. 2021;8(109):2991-3006.
23. Wolowski M, Agostini K, Arech A, Varassin I. Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil. São Carlos: Editora Cubo; 2019. SPISBN: 978-85-60064-83-0. Disponível em: https://www.bpbes.net.br/wp-content/uploads/2019/03/BPBES_CompletoPolinizacao-2.pdf.
24. Giannini TC, Cordeiro GD, Freitas BM, Saraiva AM, Imperatriz-Fonseca LV. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. Journal of Economic Entomology. 2015;108:849–857.
25. Brasil, Conama. Resolução no 496, de 19 de agosto de 2020. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 160, p. 91, 20 de agosto de 2020.
26. Brasil, Conama. Resolução n° 346, de 16 de agosto de 2004. Disciplina a utilização das abelhas silvestres nativas, bem como a implantação de meliponários. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 158, p. 70, 17 agosto 2018.
27. Brasil, Ministério do Meio Ambiente – MMA. Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 de dezembro de 2014.
28. Brasil, Ministério do Meio Ambiente. Lei Complementar nº 140/2011. Normas sobre a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 09 de dezembro de 2011.

29. Ribeiro R, Starikoff KR. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de mel comercializado. Revista de Ciências Agroveterinárias. 2019;18(1):111-118.
30. Vidal MF. Evolução da produção de mel na área de atuação do BNB. Caderno Setorial ETENE. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasi. 2020;5(112).
31. Pinto RQ. Identificação do destino da produção de mel dos criadores de abelhas *Apis Meliffera* de Parauapebas/PA. Pará: Universidade Federal Rural da Amazônia – Parauapebas, PA; 2020.
32. IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção de mel de abelha [internet]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/b. acessado em: 13 de junho de 2024.
33. Pereira JR, Campos ANR, Oliveira FC, Silva VRO, David GF, Silva JG, Nascimento WWG, Silva MHL, Denadai AML. Physical-chemical characterization of commercial honeys from Minas Gerais, Brazil. Food Bioscience. 2020; 36:100644.
34. Brasil, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 de outubro de 2000.
35. Codex alimentarius. Standard for honey. Revised codex standard for honey codex stan 12-1981. 2001. Disponível em: http://www.ipfsaph.org/id/codexCodexstan12. Acesso em: 05 de agosto de 2024.
36. Pimentel TC, Rosset M, Sousa JMB, Oliveira LIG, Mafaldo IM, Pintado MME, Souza EL, Magnani M. Stingless bee honey: An overview of health benefits and main market challenges. Journal of Food Biochemistry, 2021;46(3):e13883.
37. Gela A, Hora ZA, Kebebe D, Gebresilassie A. Physicochemical characteristics of honey produced by stingless bees (*Meliponula beccarii*) from West Showa zone of Oromia Region, Ethiopia. Heliyon. 2021;7:1.
38. Mduda CA, Muruke MH, Hussein JM. The effects of bee species and vegetation on the antioxidant properties of honeys produced by Afrotropical stingless bees (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Journal of Agriculture and Food Research. 2023;14:100736.
39. Mduda CA, Muruke MH, Joseph CO, Hussein JM. Propriedades antioxidantes e antibacterianas do mel de abelha sem ferrão (*Meliponula* spp.) das terras altas do norte da Tanzânia, em comparação com o mel de *Apis mellifera*. Food and Humanity. 2024;(2):100310.
40. Escuredo O, Dobre I, Fernández-González M, Seijo MC. Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. Food Chemistry. 2014;149:84-90.
41. Agussalim A, Agus A, Nurliyani N, Umami N. Perfil do teor de açúcar do mel produzido pela abelha sem ferrão da Indonésia, Tetragonula laeviceps, em diferentes regiões. 2019.
42. Chuttong B, Chanbang Y, Sringarm K, Burgett M. Physicochemical profiles of stingless bee (Apidae: Meliponini) honey from South east Asia (Thailand). Food chemistry.2016;192:149-155.
43. Alvarez-Suarez JM, Giampieri F, Brenciani A, Mazzoni L, Gasparrini M, González-Paramás AM, Santos-Buelga C, Morroni G, Simoni S, Forbes-Hernández TY, Afrin S, Giovanetti E, Battino M. Apis mellifera vs Melipona beecheii Cuban polifloral honeys: A comparison based on their physicochemical

parameters, chemical composition and biological properties. LWT - Food Science and Technology. 2018;87:272-279.
44. Naila A, Flint HS, Sulaiman AZ, Ajit A, Weeds Z. Classical and novel approaches to the analysis of honey and detection of adulterants. Food Control. 2018;90:152-165.
45. Pasias IN, Kiriakou IK, Proestos C. HMF and diastase activity in honeys: A fully validated approach and a chemometric analysis for identification of honey freshness and adulteration. Food Chemistry. 2017; 229:425-431.
46. IHC. International Honey Commission. Harmonised Methods of the International Honey Commission. Bern: Swiss Bee Research Centre; 2009.
47. Malaysian Standards. Kelulut *(stingless bee)* honey-specification: MS 2683: 2017. Department of Standard Malaysia.
48. Moniruzzaman M, Yung An C, Rao PV, Hawlader MNI, Azlan SABM, Sulaiman SA, Gan SH. Identification of phenolic acids and flavonoids in monofloral honey from Bangladesh by high performance liquid chromatography: Determination of antioxidant capacity. BioMed Research International. 2014;737490
49. Habib HM, Al Meqbali FT, Kamal H, Souka UD, Ibrahim WH. Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions. Food Chemistry. 2014;153:35-43.
50. Belay A, Solomon WK, Bultossa G, Adgab N, Melaku M. Botanical origin, colour, granulation, and sensory properties of the Harenna forest honey, Bale. Food Chemistry. 2015;167:213-219.

CLASA

2ª EDIÇÃO

Bioquímica e biotecnologia de alimentos

Patrocinador diamante

TÜVNORD

Patrocinador do E-book

envirolyte® BRASIL

Capítulo 29
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-29

APLICAÇÃO DE BIOCATALISADORES ENZIMÁTICOS PARA A MELHORIA DA QUALIDADE DE PRODUTOS CÁRNEOS: INOVAÇÕES E IMPLICAÇÕES NA INDÚSTRIA DE CARNES

Maria Fernanda Neto Campos*; Julio Ribeiro Lopes; Gabrielle Venâncio Muniz Souza; Rafaela Assis Machado; Emília Maricato Pedro dos Santos

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: maria.fernanda@estudante.ufjf.br*

Resumo: A crescente demanda por maior eficiência operacional aliada à mitigação dos impactos ambientais apresentam-se como grandes desafios para a indústria de alimentos. Assim, esse trabalho objetivou explorar o potencial da aplicação de biocatalisadores enzimáticos como inovação tecnológica voltada à melhoria da qualidade de produtos cárneos. Para tanto, realizou-se uma revisão sistemática da literatura em bases de dados científicas, selecionando 30 publicações para análise e síntese das informações. A aplicação de biocatalisadores enzimáticos tem promovido melhorias significativas na qualidade da carne e nos atributos sensoriais fundamentais para a aceitação do consumidor, como maciez, aroma, sabor, coloração e capacidade de retenção de água, por meio de processos como proteólise, lipólise e modulação da estabilidade de proteínas pigmentares. No âmbito zootécnico, a modulação enzimática *in vivo*, por meio da suplementação de enzimas exógenas via alimentação, tem mostrado impactos positivos na digestibilidade de nutrientes, desempenho produtivo e saúde intestinal dos animais, otimizando a utilização de ingredientes nas rações, promovendo maior eficiência alimentar e modulação da imunidade. No entanto, a estabilidade enzimática frente às condições de processamento, bem como os limites de aplicação industrial e as exigências regulatórias, ainda representam desafios significativos, embora a aplicação de biocatalisadores continue sendo uma frente promissora para a inovação no processamento da carne. Portanto, embora seja considerada uma abordagem sustentável, com impacto positivo nos aspectos sensoriais, nutricionais e econômicos dos produtos, sua implementação exige criteriosa seleção enzimática, padronização de parâmetros operacionais e adequação às normas regulatórias vigentes, a fim de viabilizar sua aplicação segura e eficaz.

Palavras-chave: bioconversão; biotecnologia; enzima; estabilidade; metabolismo.

Abstract: The growing demand for greater operational efficiency combined with the mitigation of environmental impacts presents major challenges for the food industry. Thus, this work aimed to explore the potential of applying enzymatic biocatalysts as a technological innovation aimed at improving the quality of meat products. To this end, a systematic literature review was carried out in scientific databases, selecting 30 publications for information analysis and synthesis. The application of enzymatic biocatalysts has promoted significant improvements in meat quality and in the sensory attributes fundamental to consumer acceptance, such as tenderness, aroma, flavor, color, and water-holding capacity, through processes such as proteolysis, lipolysis, and

modulation of pigment protein stability. In the zootechnical field, in vivo enzymatic modulation, through the supplementation of exogenous enzymes via feed, has shown positive impacts on nutrient digestibility, productive performance, and intestinal health of animals, optimizing the use of feed ingredients, promoting greater feed efficiency, and modulating immunity. However, enzymatic stability under processing conditions, as well as industrial application limits and regulatory requirements, still represent significant challenges, although the application of biocatalysts continues to be a promising front for innovation in meat processing. Therefore, although it is considered a sustainable approach with a positive impact on the sensory, nutritional, and economic aspects of products, its implementation requires careful enzymatic selection, standardization of operational parameters, and compliance with current regulatory standards, in order to enable its safe and effective application.

Keywords: bioconversion; biotechnology; enzyme; metabolism; stability.

INTRODUÇÃO

A indústria de produtos cárneos desempenha um papel essencial no setor alimentício, sendo uma fonte significativa de proteína e demais nutrientes fundamentais para a saúde humana. No entanto, garantir a segurança e a qualidade destes produtos é um desafio contínuo, exigindo a adoção de medidas rigorosas de controle para mitigar os riscos de contaminações e assegurar a conformidade com os padrões sanitários e tecnológicos exigidos. A segurança dos alimentos tornou-se uma preocupação crescente, especialmente devido aos riscos associados à ingestão de carnes impróprias para consumo. Nesse sentido, a implementação de boas práticas ao longo da cadeia produtiva, desde a produção animal, o beneficiamento, armazenamento, transporte e comercialização é fundamental para a manutenção da segurança dos alimentos e promoção da saúde pública, garantindo a confiança dos consumidores e fortalecendo a sustentabilidade da indústria cárnea (1, 2, 3).

Diante da crescente demanda por maior eficiência operacional aliada à mitigação dos impactos ambientais, a aplicação de enzimas biocatalisadoras desponta como uma abordagem inovadora e sustentável, capaz de aprimorar os processos da indústria alimentícia. As enzimas atuam como catalisadores biológicos acelerando reações químicas e, de forma consequente, reduzindo a energia necessária para a ativação de tais reações. Por este motivo, têm ganhado crescente atenção considerando sua ampla aplicabilidade, o que a torna fundamental em diversas indústrias, como químicas, farmacêuticas e alimentícias (4).

Tal interesse deve-se, em grande parte, à elevada especificidade catalítica das enzimas, que possibilita a conversão eficiente de substratos em produtos desejados, como é o caso da glicose oxidase, enzima capaz de catalisar a oxidação de compostos orgânicos presentes nos alimentos, promovendo sua degradação ou transformação em substâncias menos reativas e potencialmente inócuas, contribuindo assim para a segurança e qualidade dos produtos (5). Nesse contexto, a substituição de catalisadores químicos convencionais por enzimas biocatalisadoras configura-se como uma alternativa promissora alinhada aos princípios da química verde, com menores impactos no meio ambiente, maior rendimento e valorização do produto (6).

A crescente aplicação de enzimas biocatalisadoras é respaldada por projeções de mercado, que indicam uma expansão significativa da sua utilização no setor alimentício nos próximos anos, impulsionada tanto pelas exigências regulatórias mais rigorosas

quanto pela demanda dos consumidores por processos produtivos mais sustentáveis e tecnologicamente avançados. Estima-se que a taxa de crescimento anual global para a utilização de enzimas na fabricação de alimentos entre 2024 e 2030 se expanda em até 4,9 %. Este crescimento está relacionado com a crescente demanda por alternativas mais sustentáveis e a forma com que isso têm impulsionado a busca por soluções que atendam tanto às exigências ambientais quanto à segurança dos alimentos. As enzimas não só melhoram a eficiência energética, operando em condições mais brandas de temperatura e pH, como também contribuem para a sustentabilidade dos processos industriais, proporcionando benefícios econômicos e o desenvolvimento de produtos de maior qualidade (7, 8).

Contudo, a estabilidade enzimática é um desafio para a aplicação de biocatalisadores na indústria de carnes, sendo influenciada, principalmente, pelo pH e temperatura, uma vez que, variações discretas nestes parâmetros já são suficientes para comprometer a atividade enzimática, levando à perda de eficiência ou sua desnaturação. Assim, a escolha das enzimas deve priorizar sua resistência a estas condições para assegurar estabilidade durante o processo, levando em conta também as restrições das normas regulatórias relacionadas à utilização de aditivos em alimentos, a fim de garantir o cumprimento das exigências sanitárias vigentes. Portanto, é essencial equilibrar a escolha das enzimas, o controle do processamento e o cumprimento das exigências regulatórias para viabilizar sua aplicação em larga escala (9).

Com base nisso, o presente trabalho objetivou explorar o potencial de aplicação de biocatalisadores enzimáticos na melhoria da qualidade de produtos cárneos enquanto inovação tecnológica e suas implicações na indústria de carnes.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo consiste em uma revisão de literatura integrativa acerca da utilização de biocatalisadores enzimáticos, como inovação tecnológica, para a melhoria da qualidade de produtos cárneos. Dessa forma, foi realizada uma busca sistemática nas bases de dados científicas *ScienceDirect, National Medicine Library* (*Pubmed*) *e Scielo,* de março a abril de 2025, para a obtenção de informações relevantes acerca do tema, utilizando-se os descritores "Benefícios", "*Benefits*", "*Biocatalysts*", "*Biotechnology*", "Carne", "*Classification*", "Enzimas", "*Enzymes*", "*Food*", "*Industry*", "*Meat*", "*Quality*", "*Security*", "*Sensory effects*" *"Cross-reactive"*. Na busca das publicações foram utilizados os operadores lógicos ";" e "*and*", de modo a combinar os descritores utilizados e o cruzamento de dados. Os critérios de inclusão para a pesquisa bibliográfica consistiram de estudos publicados em língua inglesa e portuguesa, no período de 2019 a 2025. As publicações passaram por uma análise, na qual foram selecionadas aquelas que continham os descritores no título, bem como em suas palavras-chave. Foram obtidos aproximadamente 39.294 trabalhos, sendo excluídos cartas ao editor, dissertações, monografias e demais trabalhos que não continham a temática central proposta. Assim, elegeu-se 30 publicações para leitura, síntese e discussão do tema de modo que as informações foram organizadas na forma desta revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Fundamentos das enzimas e sua ação catalítica

As enzimas são macromoléculas de natureza proteica em que a sua estrutura funcional é composta por duas partes: uma fração proteica denominada apoenzima e uma fração não proteica denominada cofator ou coenzima. A associação entre estas duas partes origina a holoenzima, forma cataliticamente ativa responsável por acelerar reações químicas específicas, diminuindo a energia de ativação necessária para a sua ocorrência. Quando aplicadas aos alimentos, as enzimas podem ser classificadas como endógenas (naturalmente presentes na matriz alimentar e capazes de modificar suas propriedades físico-químicas e sensoriais) ou exógenas (adicionadas intencionalmente durante o processamento industrial com o objetivo de promover alterações tecnológicas desejadas). Ambas são classificadas em seis grupos principais, de acordo com o tipo de reação química catalisada, sendo estes: oxirredutases, transferases, hidrolases, liases, isomerases e ligases (10).

A cinética enzimática, por sua vez, estuda como a velocidade das reações das enzimas é influenciada por fatores, como concentração de substrato, enzima, inibidores, ativadores, pH, força iônica e temperatura. Entender a dinâmica deste mecanismo é fundamental para identificar as melhores condições para a atuação da enzima, otimizar processos e controlar reações. De modo geral, as enzimas são capazes de reconhecer substratos específicos devido à sua estrutura tridimensional, ligando-se a estes em seu sítio ativo e formando o complexo enzima-substrato, o qual permanece inalterado após a reação (11).

Biotecnologia enzimática aplica à indústria de carnes

Considerando um mercado cada vez mais exigente em relação às características sensoriais dos alimentos, o amaciamento da carne é um dos processos indispensáveis e que envolve mecanismos bioquímicos para melhorar a textura e palatabilidade deste produto de origem animal. O processo de amaciamento é complexo e abrange múltiplos mecanismos interconectados, como a degradação do colágeno, a separação dos feixes de fibras musculares, a ruptura dos sarcômeros e as alterações na atividade das proteases e no metabolismo energético (12). Como exemplo, há a ação a Adenosina 5′-monofosfato (AMF), enzima capaz de dar início a atividade da quinase AMF (AMFQ) e da caspase-3 ao se ligar à subunidade γ específica da AMFQ, aumentando assim a apoptose e consequente degradação das proteínas musculares. Ao mesmo tempo, a AMF melhora a dissociação da actomiosina, a desestruturação das miofibrilas e a liberação de actina das proteínas miofibrilares (PM), os quais contribuem para a maturação *post mortem* da carne (13).

Nesse sentido, as enzimas endógenas e a degradação das proteínas miofibrilares induzida por apoptose são consideradas as vias mais eficazes para melhorar a maciez da carne. Além disso, a atividade enzimática oferece informações valiosas sobre seu potencial como um aditivo inovador para a melhoria da qualidade da carne. Futuros estudos devem se concentrar na otimização dos parâmetros destes tratamentos e na exploração de sua eficácia, abrindo caminho para avanços na tecnologia de processamento da carne, sobretudo acerca da utilização de enzimas e suas interações entre a maciez, valores lipídicos e ligações hidrofóbicas das moléculas (14).

Sob esta mesma perspectiva, o aroma e gosto, que juntos compõem o sabor da carne, influenciam diretamente na aceitação e na preferência do consumidor pelo produto. A formação destes atributos ocorre principalmente pela ação de enzimas durante a maturação, que provocam proteólise e lipólise, gerando a formação de compostos voláteis que contribuem para as características sensoriais da carne. A degradação das proteínas,

facilitada principalmente por enzimas nos tecidos musculares, resulta na formação de Ácidos Aminados Livres (AAL), que são precursores essenciais para os principais componentes de sabor, incluindo aldeídos, álcoois, ácidos, ésteres e compostos sulfurados. Ademais, as lipases geram precursores, como glicerídeos e ácidos graxos livres, que, posteriormente, passam por reações oxidativas para produzir vários componentes de sabor (15).

Outro parâmetro de extrema relevância na avaliação da qualidade da carne é a sua coloração, especialmente a intensidade da pigmentação avermelhada, uma vez que carnes com coloração pálida ou desvitalizada são frequentemente rejeitadas pelos consumidores. Além disso, tais características podem estar associadas à redução do prazo de validade, em virtude de alterações que possam ter ocorrido durante o transporte, armazenamento e comercialização (16). Como estratégia de mitigar perdas, estas carnes com alterações sensoriais são muitas vezes convertidas em produtos cárneos processados de menor valor agregado, o que embora represente uma alternativa viável de aproveitamento, ainda acarreta em prejuízos financeiros para a cadeia produtiva (17).

A coloração da carne, por sua vez, está intimamente relacionada à estabilidade das proteínas globulares, em especial a mioglobina, cuja integridade é determinante para a manutenção do aspecto visual desejado pelo consumidor. Nesse contexto, a acetilação de proteínas, ou seja, modificação química que adiciona um grupo acetil à cadeia polipeptídica, desempenha um papel importante sobre a estrutura e funcionalidade destas biomoléculas. Tal modificação química pode afetar diretamente as propriedades sensoriais da carne, como textura, sabor, e a estabilidade destas proteínas (18).

A acetilação também atua na regulação de enzimas envolvidas em processos metabólicos que afetam o pH, o estresse oxidativo e a proteólise. Dentre estas enzimas, destacam-se as calpaínas, cuja atividade proteolítica pode ser modulada por mecanismos de acetilação, favorecendo a preservação da mioglobina e, consequentemente, a manutenção da coloração avermelhada da carne. Assim, a aplicação estratégica de enzimas que promovam ou modulam a acetilação proteica configura-se como uma abordagem promissora para a melhoria da aparência e da estabilidade da cor da carne, reduzindo perdas financeiras devido à depreciação visual (19).

Inovações e estudos sobre biocatalisadores enzimáticos

Para a escolha da enzima ideal, deve-se levar em consideração a matéria-prima em questão, o objetivo e o público-alvo. Estudos realizados em carne cultivada demonstraram que a escolha das enzimas deve considerar a complexidade da matriz cárnea e a possibilidade de reações cruzadas com outros ingredientes presentes na formulação. Por exemplo, proteases específicas podem ser selecionadas para degradar alérgenos introduzidos por materiais de origem vegetal utilizados como componentes do meio de cultura, reduzindo a antigenicidade e melhorando a segurança do produto final. Portanto, uma seleção criteriosa das enzimas, levando em conta a origem, especificidade e possíveis interações com outros componentes, é essencial para otimizar a produção de carne cultivada de alta qualidade (20).

No contexto das reações alérgicas alimentares, um dos alérgenos mais relevantes presentes em carnes de mamíferos, como a carne bovina, é o epítopo galactose-α-1,3-galactose (α-Gal), conhecido por estar associado à tireoglobulina bovina. Este carboidrato é o principal agente desencadeador da reação alérgica conhecida como síndrome de carne vermelha, caracterizada por uma resposta imunológica mediada por anticorpos imunoglobulina E (IgE) específicos, resultando em reações alérgicas em indivíduos

sensíveis. Diante disso, pesquisas recentes têm investigado a aplicação da enzima anti-α-Gal e o seu desempenho, com o objetivo de degradar este epítopo e, assim, reduzir sua afinidade de ligação aos anticorpos IgE e, consequentemente, minimizando as reações alérgicas. Apesar dos resultados promissores *in vitro* e em sistemas controlados, como é o caso de carnes cultivadas em laboratório, a eficácia e a segurança desta enzima ainda não foram plenamente validadas para aplicação em escala industrial, ressaltando a importância de novos estudos na área para ampliação dos resultados da anti-α-Gal (21).

A utilização de biocatalisadores enzimáticos na indústria de produtos cárneos foi avaliada com o objetivo de melhorar atributos sensoriais destes alimentos, como textura e maciez. Nesse sentido, amostras de carne foram tratadas com papaína, enzima proteolítica que atua na quebra de proteínas miofibrilares, como miosina e actina, ou colágeno. Os efeitos foram analisados por meio de testes físico-químicos e sensoriais, incluindo ensaios de textura e retenção de água. A partir disso, os resultados mostraram que a enzima promoveu melhorias significativas na suculência e maciez da carne. Também foi observada uma redução na oxidação lipídica. A estrutura muscular foi positivamente afetada, contribuindo para maior retenção de água. Estes resultados destacam o potencial das enzimas como ferramentas tecnológicas e, conclui-se que os biocatalisadores são eficazes na preservação e na qualidade de produtos cárneos (22)

Outro exemplo de utilização da papaína, reduzindo a dureza e melhorando a retenção de água, resultou em uma textura mais macia e atrativa para os consumidores, o que implica diretamente em um potencial aumento de ganho de mercado para os produtos cárneos. No entanto, o estudo também ressaltou que o uso excessivo da papaína compromete a integridade estrutural do tecido muscular, levando à textura indesejável, caracterizada por consistência excessivamente mole ou pastosa, destacando a importância do controle na aplicação desta enzima durante o processamento (23).

Assim como a maciez, a retenção de água em um produto cárneo é de extrema importância, impactando diretamente na suculência e textura do alimento. Trabalhos relatam o uso do suco de papaia concentrado de enzima papaína a fim de estudar o efeito da proteólise causada por este composto. A papaína é capaz de aumentar a retenção de água de forma indireta por meio da proteólise, o que também auxilia no processo de amaciamento. A ação da papaína é baseada na quebra do complexo actomiosina (complexo formado pelas proteínas actina e miosina), alterando a estrutura da carne e causando uma mudança na força de cisalhamento. Além disso, esta enzima é utilizada no processo de marinação industrial, sendo mais eficaz em concentrações de 50 % da solução total (24).

Modulação enzimática *in vivo*: efeitos no desempenho zootécnico e nas características da carne

No que diz respeito à melhoria da qualidade do produto cárneo e à eficiência econômica, a utilização de enzimas durante a criação dos animais também tem mostrado efeitos promissores. Estudos, em frangos de corte, indicam que a suplementação de protease exógena em dietas deficientes em proteína e aminoácidos melhora significativamente a digestibilidade de nutrientes e a utilização de aminoácidos pelos animais, resultando em um melhor desempenho no crescimento e na saúde intestinal. Além disso, a protease influencia positivamente em parâmetros, como o aumento do pH e a redução da perda por gotejamento no músculo, de modo a melhorar a textura e a aparência do produto final. Do ponto de vista econômico, a suplementação de protease

exógena também pode reduzir custos com ingredientes da ração, corroborando com o aumento da margem de lucro dos produtores (25).

De forma análoga, no contexto da alimentação de ruminantes, a utilização de proteínas exógenas também é relevante. Dada a complexidade do metabolismo fermentativo do rúmen, investigou-se o efeito do uso de enzimas amilolíticas (degradam amido) e proteolíticas (degradam proteínas) em dietas contendo concentrados associados à matéria seca, objetivando avaliar a influência destas enzimas sobre a eficiência da digestão, aproveitamento dos nutrientes e desempenho produtivo dos animais. A partir dos dados obtidos, observou-se que a digestibilidade das fibras foi superior nos animais suplementados com enzima amilolítica na concentração de 0,5 g/kg de matéria seca (MS) da dieta, bem como com enzima proteolítica na dosagem de 0,4 g/kg de MS da dieta. A digestibilidade do amido atingiu 87,3 % no grupo de animais que recebeu suplementação enzimática, em contraste com 84,1 % observados no grupo controle. Adicionalmente, os animais suplementados exclusivamente com amilolítico apresentaram maior porcentagem molecular de propionato, que é convertido em glicose auxiliando na maior produção de leite ou no ganho de peso do animal (26).

No caso de suínos, com o objetivo de melhorar a qualidade da farinha de coco, foram utilizadas enzimas comerciais de microrganismos como *Bacillus* spp., *Clostridium* spp., *Chaetomium* spp. e *Aspergillus* spp., que demonstraram potencial em elevar o valor nutricional da farinha de coco, com enfoque para o *Bacillus circulans*, produtor de mananase, responsável pela hidrólise do manano em mananoligossacarídeo, presente na torta de copra desengordurada. Estes oligossacarídeos atuam de forma funcional no canal alimentar dos suínos, inibindo o crescimento de patógenos enquanto promovem a proliferação de microrganismos com características probióticas, contribuindo para um maior ganho de peso do animal. Entretanto, a aplicação de mananase apresenta limite de 14 % de concentração de substrato, em função da elevada capacidade de absorção de água pelo produto. Desta forma, é necessário o desenvolvimento de estratégias que potencializem sua eficiência sob condições industriais, com vistas à viabilidade tecnológica e econômica deste aditivo enzimático (27).

Aspectos regulamentares e inovação

A regulamentação e as normas de segurança para a aplicação de enzimas na indústria de carnes são essenciais para garantir que o processo seja seguro, eficaz e atenda aos requisitos de saúde pública. Nesse sentido, a utilização de enzimas em produtos cárneos deve seguir diretrizes específicas estabelecidas por autoridades reguladoras. No Brasil, a Resolução RDC n. 54, de 07 de outubro de 2014, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estabelece os requisitos técnicos e regulatórios para a utilização de enzimas em alimentos no país, bem como define as condições para a aprovação do seu uso, sendo preciso, por exemplo, atender aos requisitos de identidade e pureza e às demais especificações constantes em pelo menos um destes comitês: *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA), ou *Food Chemicals Codex* (FCC), ou *Food and Drug Administration* (FDA - U.S) (28).

A resolução especifica ainda que as enzimas devem ser submetidas a avaliações de segurança e exige que os fabricantes forneçam informações detalhadas sobre sua utilização. Aliado a isso, a rotulagem dos produtos contendo enzimas como aditivos alimentares deve garantir transparência para os consumidores, em conformidade com a Resolução RDC n. 728, 1º de novembro de 2022, do mesmo órgão, que dispõe sobre as

enzimas e as preparações enzimáticas para utilização como coadjuvantes de tecnologia na produção de alimentos destinados ao consumo humano, incluindo carnes (29).

Cada vez mais as inovações no ramo da biotecnologia têm se aprimorado, focando na busca por produtos de origem animal de melhor qualidade. A utilização de organismos geneticamente modificados (OGM) transformou a indústria alimentícia, especialmente no desenvolvimento de proteínas e na engenharia metabólica. Microrganismos modificados, como leveduras e bactérias, vêm sendo amplamente empregados na produção de proteínas alternativas, enzimas e compostos bioativos, contribuindo para a melhoria do valor nutricional e das características sensoriais dos alimentos. Embora estes avanços sejam promissores, os atuais marcos regulatórios representam desafios consideráveis para assegurar a segurança e a eficácia dos produtos derivados de OGM. O progresso acelerado da biotecnologia frequentemente ultrapassa a capacidade dos processos regulatórios e este descompasso pode retardar a introdução de produtos inovadores no mercado, impactando startups do setor e restringindo o acesso dos consumidores a novas opções alimentares (30).

CONCLUSÃO

A aplicação de biocatalisadores enzimáticos tem se mostrado como uma solução inovadora e promissora para a melhoria da qualidade dos produtos cárneos, com um impacto significativo nos aspectos sensoriais, nutricionais e econômicos destes produtos. A atuação de enzimas sobretudo sobre a modulação das características sensoriais dos alimentos apresenta-se como uma vertente promissora. Além disso, sua contribuição para processamentos mais sustentáveis alinha-se com as demandas por práticas industriais mais ecológicas. No entanto, desafios, como a necessidade de conformidade com regulamentações de segurança dos alimentos, devem ser cuidadosamente abordados para garantir a viabilidade e eficácia desta tecnologia na indústria alimentícia.

REFERÊNCIAS

1. Food and Agriculture Organization. Food Safety and Quality. Roma; 2025.

2. Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Decreto n.12.126, de 31 de julho de 2024. Regulamenta os programas de autocontrole dos agentes privados regulados pela defesa agropecuária e o Programa de Incentivo à Conformidade em Defesa Agropecuária para os setores de produtos de origem animal, comestíveis e não comestíveis, e de produtos destinados à alimentação animal, e dispõe sobre os procedimentos de inspeção e fiscalização da defesa agropecuária baseadas em risco. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 1 ago. 2024; Seção 1:8.

3. World Health Organization (WHO). Food safety. Fact Sheets. Genebra; 2024

4. Ashkan Z, Hemmati R, Homaei A, Dinari A, Jamlioost M, Tashajor A. Immobilization of enzymes on nanoinorganic support materials: an update. Int J Biol Macromol. 2021;168:708-721.

5. Morshed NM, Behary N, Bouazizi N, Guan J, Nierstrasz AV. An overview on biocatalysts immobilization on textiles: preparation, progress and application in wastewater treatment. Chemosphere. 2021;279:130481-503.

6. Santos MBC, Golias HC, Polonio JC. Microrganismos: uma porta para a química verde através da produção de flavours naturais. Contemp J. 2024;4(7):1-25.

7. Denti FA. Tecnologia enzimática: classificação, imobilização, suportes e aplicações. Revista Perspectiva. 2021;45(171):97-110.

8. Luo W, Zhang J, Ahmed KM, Sakai K, Shahidi F, Zhi Z, Wu H. Valorization of animal by-product enzymes: advancing sustainable food processing through innovative extraction, purification, and application strategies. Trends Food Sci Technol. 2025;156:104870-104888.

9. Nawaz AM, Pervez S, Jamal M, Jan T, Khan W, Raul A, Aman A, Qader AS. Maltose deterioration approach: catalytic behavior optimization and stability profile of maltase from *Bacillus licheniformis* KIBGE-IB4. Biotechnol Rep. 2019;24:e00400-00406.

10. Motta GFJ, Freitas BCB, Almeida F, Martins SAG, Borges VS. Use of enzymes in the food industry: a review. Food Sci. 2023;433:e106222-106235.

11. Gomes KD, Polizelli MA. Determination of kinetic parameters of beta-galactosidase enzyme. Braz J Dev. 2020;6(5):28194–28208.

12. Ji J, Yang H, Xu M, Zhang Y, Zhao X, Li Z, Zhang B, Luo H. DIA-based quantitative proteomic insight of lamb meat quality: tenderness and amino acid profile under different grazing intensities. *LWT*. 2024;199:117285-117296.

13. Yu X, Feng Y, Ma W, & Liu H. Ultrasound combined with adenosine 5′-monophosphate treatment: a strategic approach for enhancing the tenderness of chicken wooden breast meat. Ultrason Sonochem. 2025;114:107284-107292.

14. Kim T-K, Yun H-J, Kim Y-J, Cha JY, Choi Y-S. Allomyrina dichotoma larvae extract as a novel tenderizer on brined pork loin and changes in quality based on extraction methods. Appl Food Res. 2025;5(1):100650-100655.

15. Chen L, Liu R, Wu M, Ge Q, Yu H. A review on aroma-active compounds derived from branched-chain amino acid in fermented meat products: Flavor contribution, formation pathways, and enhancement strategies. Trends Food Sci Technol. 2024;145:104371-104386.

16. Shu Y, Lv J, Lou A, Quan W, Shen W Q. Protein lysine acetylation regulates beef color stability during storage. LWT. 2025;220:117468-117479.

17. Suman PS, Wang Y, Gagaoua M, Kiyimba F, Ramanathan R. Proteomic approaches to characterize biochemistry of fresh beef color. J Proteomics. 2023;281:104893-104902.

18. Zhou B, Shen Z, Liu Y, Wang C, Shen Q W. Proteomic analysis reveals that lysine acetylation mediates the effect of antemortem stress on postmortem meat quality development. *Food Chem.* 2019 Sep 30;293:396–407.

19. Jiang S, Liu Y, Shen Z, Zhou B, Shen QW. Acetylome profiling reveals extensive involvement of lysine acetylation in the conversion of muscle to meat. J Proteomics. 2019;205:103412-103423.

20. Flaibam B, Alves GS, Vejar EIS, Nery TBR, Damasio A, Goldbeck R. Applications of recombinant proteins in cultured meat production. Future Foods. 2025;11:100582-10595.

21. Lis K, Ukleja-Sokołowska N, Karwowska K, Wernik J, Pawłowska M, Bartuzi Z. The two-sided experimental model of immunocap inhibition test as a useful tool for the examination of allergens cross-reactivity on the example of α-gal and mammalian meat sensitization—a preliminary study. Curr Issues Mol Biol. 2023;45(2):1168-1182.

22. Marino R, Malva A, Caroprese M, De Pilli T, Alessandrino O, Picariello G, Sevi A, Albenzio M. Proteomics in bovine semitendinosus muscle to assess emerging strategies based on papain injection and ultrasounds on meat tenderization process. *Meat Sci.* 2023 Jun;200:109147.

23. Shang S, Bingcun W, Baoshang F, Pengfei J, Ying L, Libo Q, Ming D, Xiuping D. Enzyme treatment-induced tenderization of puffer fish meat and its relation to physicochemical changes of myofibril protein. LWT. 2022;155:112891-112899.

24. Zhang Z, Wu Y, Zhang C, Huang F. Exploring how papaya juice improves meat tenderness and digestive characteristics in Wenchang chickens. Poult Sci. 2025;104(1):104621-104629.

25. Lee J, Oh H, Kim Y, Song D, An J, Chang S, Go Y, Cho H, Lee B, Kim WK, Cho J. Effects of exogenous protease on performance, economic evaluation, nutrient digestibility, fecal score, intestinal morphology, blood profile, carcass trait, and meat quality in broilers fed normal diets and diets considered with matrix value. Poult Sci. 2023;102:102565-102575.

26. Bugoni M, Takiya CS, Grigoletto NTS, Vittorazzi PCJ, Nunes AT, Chesini RG, da Silva GG, Durman T, Pettigrew JE, Rennó FP. Feeding amylolytic and proteolytic exogenous enzymes: effects on nutrient digestibility, ruminal fermentation, and performance in dairy cows. J Dairy Sci. 2023;106(5):3192-3202.

27. Rungruangsaphakun J, Nakphaichit M, Keawsompong S. Nutritional improvement of copra meal for swine feed. Biocatal Agric Biotechnol. 2022;39:102273-102283.

28. Brasil. Resolução de Diretoria Colegiada RDC n° 54, de 7 de outubro de 2014. Dispõe sobre os requisitos de boas práticas de fabricação para alimentos que utilizam enzimas alimentícias. Diário Oficial da União. 10 out 2014; Seção 1:48.

29. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada RDC n. 728, de 01 de julho de 2022. Dispõe sobre os requisitos para a produção, o comércio e a utilização de enzimas alimentares. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 04 jul 2022. Seção 1:129.

30. Mirsalami SM, Mirsalami M. Advances in genetically engineered microorganisms: transforming food production through precision fermentation and synthetic biology. Future Foods. 2025;11:100601-100612.

Capítulo 30
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-30

SÍNTESE DE GALACTO-OLIGOSSACARÍDEOS POR β-GALACTOSIDASE: AVANÇOS E APLICAÇÕES

Mylla Farias Cardoso de Moura*; Mariana Veríssimo Passos ; Bruna Meira Araújo Victorino; Adejanildo da Silva Pereira; Melissa Limoeiro Estrada Gutarra; Priscilla Filomena Fonseca Amaral

**myllafcadoso@gmail.com*

Durante muito tempo, a pesquisa sobre galacto-oligossacarídeos (GOS) concentrou-se em explorar suas propriedades prebióticas e aplicações funcionais em alimentos. Contudo, apesar do crescente interesse, ainda existem barreiras técnicas relacionadas à produção eficiente e em larga escala de GOS. Para explorar essa lacuna, o presente estudo revisa a literatura científica dos últimos 10 anos com o objetivo de identificar avanços tecnológicos voltados à síntese de GOS. Assim, foi realizada uma pesquisa bibliográfica nas bases Scopus e Web of Science, utilizando as palavras-chave ("β-galactosidase") AND ("galacto-oligosaccharides" OR "GOS"), com recorte temporal de 2015 a 2025. Os resultados indicam que a síntese enzimática mediada por β-galactosidases de microrganismos probióticos, aliada a estratégias como o reaproveitamento de subprodutos da indústria alimentícia e a imobilização da β-galactosidase, tem sido muito estudada. Esta revisão ressalta ainda a necessidade de avanços adicionais na otimização dos processos e no aumento de escala para consolidar a aplicação dos GOS em alimentos funcionais, bem como expandir seu uso em formulações destinadas a indivíduos do espectro autista e no desenvolvimento de ingredientes para dermocosméticos.

Palavras–chave: enzima; lactase; microrganismos; prebiótico; probiótico

Abstract: For a long time, research into galacto-oligosaccharides (GOS) has focused on exploring their prebiotic properties and functional applications in food. However, despite the growing interest, there are still technical barriers related to the efficient and large-scale production of GOS. To explore this gap, this study reviews the scientific literature from the last 10 years with the aim of identifying technological advances in GOS synthesis. A bibliographic search was carried out on the Scopus and Web of Science databases, using the keywords ("β-galactosidase") AND ("galacto-oligosaccharides" OR "GOS"), from 2015 to 2025. The results indicate that the enzymatic synthesis mediated by β-galactosidases from probiotic microorganisms, combined with strategies such as the reuse of by-products from the food industry and the immobilization of β-galactosidase, has been widely studied. This review also highlights the need for further advances in process optimization and scale-up to consolidate the application of GOS in functional foods, as well as expanding their use in formulations aimed at individuals on the autistic spectrum and in the development of ingredients for dermo-cosmetics.

Keywords: enzyme; lactase; microorganisms; prebiotic; probiotic

INTRODUÇÃO

A β-galactosidase (EC 3.2.1.23), também conhecida como lactase, é amplamente utilizada na hidrólise da lactose, promovendo sua conversão em glicose e galactose. Essa enzima é frequentemente ingerida por pessoas intolerantes à lactose ou aplicada em alimentos desenvolvidos para essa população (1). Nos últimos anos, no entanto, as glicosidases, incluindo a β-galactosidase, têm despertado crescente interesse também por seu potencial em reações de síntese. Ela vem sendo explorada na produção de oligossacarídeos, polissacarídeos e glicoconjugados a partir de substratos simples e de baixo custo, em processos enzimáticos de etapa única (2,3).

Dessa maneira, a β-galactosidase tem sido estudada como uma ferramenta biotecnológica promissora na síntese de galacto-oligossacarídeos (GOS), devido à sua capacidade de catalisar reações de transgalactosilação (4). A utilização da via enzimática tem sido preferida frente aos desafios da síntese química convencional, que geralmente requer etapas mais complexas para alcançar a especificidade desejada na formação de oligossacarídeos(5). Durante a transgalactosilação, pela via enzimática, a lactose liga-se inicialmente ao sítio ativo da β-galactosidase, liberando glicose e formando um intermediário galactosilado. A galactose desse complexo é então transferida para outra molécula aceitadora, que pode ser lactose, glicose, galactose ou outros açúcares adicionados, como sacarose ou frutose (Figura 1). Assim, produtos galactosilados são formados progressivamente, resultando em galacto-oligossacarídeos (GOS) quando estruturas do tipo Gal_n–Glu são formadas, onde *n* representa o grau de polimerização, geralmente entre 1 e 5 unidades (1).

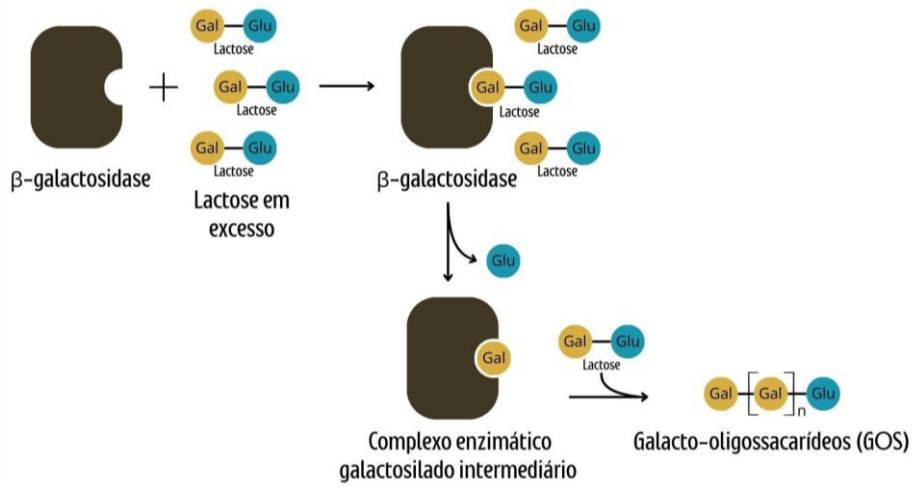


Figura 1 – Esquema da reação de transgalactosilação.
Gal: galactose, **Glu**: glicose, **n**: número de unidades de galactose.
Fonte: adaptado de Ruiz-Ramírez e Jiménez-Flores (6)

Na União Europeia, Estados Unidos e Brasil, os GOS são classificados como fibras alimentares, por serem carboidratos não digeríveis (7,8). Seus efeitos prebióticos já foram relatados (9,10), e há crescente interesse em suas aplicações em alimentos e suplementos. De acordo com estimativas de mercado, espera-se que o setor de GOS atinja US$ 1,33 bilhão até 2029, com uma taxa composta de crescimento anual (CAGR) de 9,3% (11). No entanto, sua ampla utilização ainda enfrenta desafios relacionados à produção em maior escala. Portanto, este capítulo propõe revisar a literatura científica

dos últimos 10 anos, com foco nos avanços tecnológicos voltados à produção de GOS, visando identificar oportunidades que favoreçam sua produção em maior quantidade e ampliem o acesso dos consumidores aos seus benefícios.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se uma revisão da literatura nas bases de dados Scopus e Web of Science, utilizando as seguintes palavras-chave: ("β-galactosidase") AND ("galacto-oligosaccharides" OR "GOS"). Aplicou-se o filtro de data de publicação entre 2015 e 2025. Na base Scopus, foram obtidos 137 artigos, aplicando o filtro "article title, abstract, keywords", enquanto na Web of Science foram encontrados 148 artigos, com o filtro "Topic", que inclui "searches title, abstract, keyword plus, and author keywords". Diante dos artigos disponíveis foram utilizados 42 artigos para elaboração da revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os galacto-oligossacarídeos (GOS) vêm despertando crescente interesse da indústria alimentícia, principalmente devido à sua estabilidade térmica, ampla solubilidade em água e sabor agradável. Eles são reconhecidos por seus efeitos prebióticos, estimulando o crescimento da microbiota intestinal benéfica, promovendo a síntese de vitaminas e contribuindo para a redução dos níveis de colesterol e triglicerídeos em humanos e animais (12). Seu baixo valor calórico (1,73 kcal/g), em comparação aos carboidratos tradicionais (4 kcal/g), favorece sua aplicação no desenvolvimento de alimentos mais saudáveis, como pães, bolos e chocolates, inclusive como substitutos parciais ou totais da sacarose (2,5). Em alimentos fermentados, como iogurtes e queijos, os GOS também têm sido adicionados para potencializar a fermentação e alterar o perfil de compostos voláteis (13).

Porém, além do setor alimentício, os GOS têm demonstrado resultados interessantes em outras áreas. Estudos clínicos demonstraram que o consumo oral de compostos contendo GOS promove a redução significativa da profundidade e do comprimento de rugas, sugerindo seu potencial para a melhora da hidratação e saúde da pele (14). Além disso, a suplementação com GOS tem sido avaliada para a regulação do metabolismo intestinal, inclusive em populações específicas como crianças com transtorno do espectro autista. Grimaldi et al. (15) observaram melhoras no comportamento antissocial e alterações positivas nos perfis metabólicos fecais e urinários após a administração de B-GOS® por seis semanas. Esses resultados reforçam o amplo potencial dos GOS como ingredientes funcionais não apenas em alimentos, mas também em estratégias de promoção de bem-estar e saúde. A Figura 2 apresenta um resumo das aplicações ressaltadas pelos artigos científicos durante a última década.

Figura 2 – Diversas aplicações dos galacto-oligossacarídeos (GOS).

O GOS pode ser sintetizado por métodos químicos e enzimáticos. No entanto, os métodos químicos apresentam maior complexidade, pois exigem várias etapas de proteção e desproteção para sintetizar as ligações glicosídicas de interesse (16). Esses processos, além de serem operacionalmente mais difíceis, geralmente envolvem o uso de reagentes tóxicos para o meio ambiente. Em contraste, a síntese enzimática tem sido preferida nos últimos anos devido à sua seletividade e à possibilidade de obtenção do GOS em uma única etapa, sem necessidade de reagentes nocivos (13).

A β-galactosidase apresenta tanto atividade de hidrólise quanto de transgalactosilação. A primeira é usualmente empregada para produção de derivados lácteos ditos "zero lactose", enquanto a segunda tem sido cada vez mais estudada para a síntese de oligossacarídeos derivados da lactose (1). Já foi descoberto que uma ampla diversidade de microrganismos — incluindo fungos, leveduras, bactérias e arqueas — produzem β-galactosidases com atividades de transgalactosilação para a síntese de GOS (5).

Historicamente, microrganismos como *Bacillus circulans*, *Kluyveromyces lactis* e *Aspergillus oryzae* foram amplamente utilizados (17). Entretanto, na última década, observa-se um maior número de pesquisas utilizando β-galactosidases derivadas de cepas probióticas, como *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium pseudolongum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus leichmanni*, *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus acidilactici*, conforme detalhado na Tabela 1. Esse movimento se deve, em grande parte, ao status GRAS (*Generally Recognized as Safe*) atribuído pela *Food and Drug Administration* (FDA) às bactérias ácido-láticas (6,13) e ao fato de que os perfis de GOS sintetizados por essas enzimas parecem ser mais adequados para exercer efeitos prebióticos desejáveis (5).

Tabela 1 – Rendimentos dos galacto-oligossacarídeos (GOS) obtidos com bactérias reconhecidas como *Generally Recognized as Safe* (GRAS).

Fonte enzimática	Condições	Rendimento GOS (%m/m)	Referência
Bifidobacterium bifidum	Leite desnatado, 5°C, pH 5,0-6,5	55,8	(18)

Bifidobacterium bifidum (Saphera)	Lactose: 400g/L, 40°C, pH 6,0	27	(19)
Lactiplantibacillus plantarum	Lactose: 300g/L, 50°C, pH 7,0	31,71	(13)
Lactobacillus acidophilus ATCC 4356	Lactose:450g/L, 50°C, pH 7,0	25,56	(20)
Lactobacillus bulgaricus L3	Soro Leite: 200g/L (~160g/L de lactose), 45°C, pH 7,0	44,7	(21)
Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus* CRL450	Lactose: 300g/L, 45°C, pH 6,5	41,3	(22)
Lactobacillus leichmannii	Lactose:170g/L, 37°C, pH 5,5	62	(23)
Lactobacillus plantarum	Permeado de soro de leite: 315g/L (~ 205g/L de lactose), 50°C, pH 6,5	50	(24)
Lactobacillus plantarum	Lactose: 400g/L, 50°C, pH 7,0	38	(25)
Pediococcus acidilactici	Lactose: 300g/L, 47,5°C, pH 7,0	-	(26)

Além da escolha da fonte enzimática, o equilíbrio entre as atividades catalíticas de hidrólise e transgalactosilação da β-galactosidase também depende das condições reacionais, como temperatura, pH, concentração de substrato e concentração de enzima (16,27). Entre esses fatores, Duan et al. (21)destacam a concentração de lactose crítica para o rendimento de GOS, sendo demonstrado que concentrações mais elevadas de substrato normalmente resultam em maiores rendimentos. Concomitantemente, alguns estudos têm buscado substituir a lactose pura por subprodutos da indústria de alimentos, como soro de leite e permeado de soro de leite, com o objetivo de agregar valor ao que poderia não ser aproveitado pela indústria (18,21,24).

Dentre as pesquisas analisadas, destaca-se o estudo de Ji et al. (23), que relatou o maior rendimento de GOS (62% m/m) utilizando β-galactosidase proveniente de *Lactobacillus leichmannii*, um microrganismo ainda pouco explorado para essa finalidade. Esse microrganismo, já empregado na indústria de alimentos para a produção de pães de fermentação natural (*sourdough bread*), queijos duros e leites fermentados, apresentou alta eficiência na conversão de lactose sob condições favoráveis à fermentação, temperatura (37°C) e pH (5,5) (23,28). Ressalta-se, entretanto, a necessidade de considerar a produtividade, em função do tempo de reação, ao comparar diferentes microrganismos utilizados na síntese de GOS.

Adicionalmente, alguns trabalhos relatam a importância da imobilização da β-galactosidase para aumentar a eficiência da reação de formação de GOS, aumentando a estabilidade da enzima frente a variações de temperatura e pH, além de favorecer a reação de transgalactosilação (29,30). A escolha do método de imobilização, contudo, deve ser criteriosa, pois apresenta vantagens e limitações específicas que variam conforme o tipo de suporte.

Entre os principais métodos de imobilização, destacam-se a adsorção física, o aprisionamento, a ligação em suporte covalente e as ligações cruzadas. A adsorção é um método de imobilização em que a enzima se liga fisicamente à superfície do suporte por interações fracas, como forças de Van der Waals, hidrofóbicas ou eletrostáticas. Embora essa técnica preserve a atividade da enzima, a ligação fraca pode causar perdas por lixiviação ao longo do tempo (31). O aprisionamento (ou *entrapment*), por sua vez,

consiste na encapsulação da enzima dentro de uma matriz polimérica, como géis de alginato ou quitosana, conferindo proteção, mas podendo limitar a difusão do substrato (32). A ligação covalente promove a fixação da enzima por meio de ligações químicas com grupos funcionais do suporte; essa é uma das formas mais estáveis de imobilização, embora possa reduzir a atividade catalítica se o sítio ativo da enzima for afetado (33). Alternativamente, também há a imobilização por ligações iônicas e por reticulação (ou cross-linking), sendo essa última baseada na formação de agregados insolúveis de enzimas (ou CLEA's) utilizando agentes como o glutaraldeído (34,35). A Figura 3 ilustra os principais métodos de imobilização aplicados à β-galactosidase.

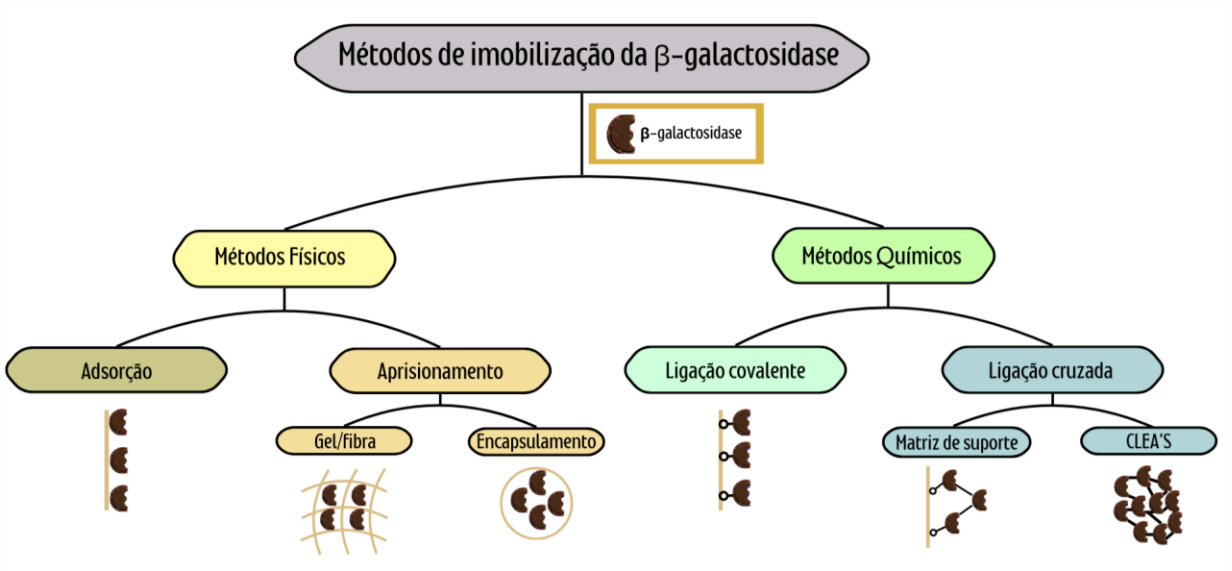


Figura 3 – Principais métodos utilizados na imobilização de β-galactosidase.
Fonte: adaptado de Liu et al. (35)

Diversos tipos de suportes têm sido utilizados para a imobilização da β-galactosidase, variando entre materiais naturais, sintéticos e híbridos. Entre os naturais, destacam-se o alginato, a quitosana e a gelatina, que oferecem biocompatibilidade e facilidade de manipulação (36). Suportes sintéticos, como resinas, sílica modificada e fibras de poliestireno, são valorizados por conferirem maior resistência mecânica e estabilidade térmica (37,38). Além disso, suportes inorgânicos, como vidro poroso (29), monólitos (30,39) e nanopartículas magnéticas (40), têm ganhado destaque por permitir a recuperação magnética da enzima e a miniaturização de processos. A Tabela 2 apresenta um resumo dos principais métodos e suportes utilizados para imobilização da β-galactosidase aplicada à produção de GOS nos últimos anos.

Tabela 2 – Suportes e métodos utilizados para imobilização da β-galactosidase visando a síntese do GOS.

Método de imobilização e tipos de suportes	Referência
Adsorção	
Duolite A-580	(41)
Esferas superparamagnéticas de óxido de ferro	(40)
Nanofibras de poliestireno eletrofiadas quimicamente	(38)
Aprisionamento	
Microesferas amino-modificadas	(42)
Polivinilálcool (PVA)	(43)
Cross-linking	
Pérolas de vidro modificadas	(29)

Precipitação com glutaraldeído	(34)
Ligação covalente	
Nanofibras de gelatina	(36)
Polímero metacrílico	(20,44)
Monólitos	(30)
Monólitos metacrilatos	(39)
Nanofibra de poliestireno	(45)
Nanopartículas de sílica	(46)
Sílica modificada com glioxil	(37)

Um dos maiores atrativos da imobilização da β-galactosidase é a possibilidade de sua reutilização em múltiplos ciclos reacionais, o que contribui significativamente para a viabilidade econômica do processo. Estudos demonstram que β-galactosidases imobilizadas de forma eficiente podem ser reutilizadas por vários ciclos sem perda significativa de atividade (40, 43, 29, 34, 20, 30, 39, 45, 46, 37).

CONCLUSÕES

Esta revisão demonstrou que a produção de GOS foi alterada na última década, destacando-se a síntese enzimática mediada por β-galactosidases de microrganismos probióticos, impulsionada pela alta seletividade do processo e pela busca por alternativas mais sustentáveis. Fatores como a concentração de substrato, a escolha da fonte enzimática e as condições reacionais foram identificados como determinantes para o aumento dos rendimentos de GOS, enquanto a imobilização enzimática em diferentes suportes mostrou-se uma estratégia promissora para a viabilização do processo. Além disso, a utilização de subprodutos lácteos como fonte de lactose e o status GRAS de bactérias produtoras de β-galactosidase ampliam ainda mais o potencial de aplicação industrial dos GOS e seu uso vem se consolidando em alimentos e bebidas voltados à saúde intestinal. O GOS também tem sido aplicado a fórmulas nutricionais para crianças, inclusive com potencial benefício para indivíduos do espectro autista, e em dermocosméticos, voltados à melhoria da saúde da pele. Diante desse cenário, os avanços tecnológicos revisados neste capítulo reforçam a importância da continuidade dos estudos científicos e a aplicação e o acesso dos consumidores aos benefícios funcionais dos galacto-oligossacarídeos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (PPGAL/UFRJ) e a Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte institucional e financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Lu L, Guo L, Wang K, Liu Y, Xiao M. β-Galactosidases: A great tool for synthesizing galactose-containing carbohydrates. Vol. 39, Biotechnology Advances. Elsevier Inc.; 2020.

2. Faijes M, Castejón-Vilatersana M, Val-Cid C, Planas A. Enzymatic and cell factory approaches to the production of human milk oligosaccharides. Vol. 37, Biotechnology Advances. Elsevier Inc.; 2019. p. 667–97.
3. Silvério SC, Macedo EA, Teixeira JA, Rodrigues LR. New B-galactosidase producers with potential for prebiotic synthesis. Bioresour Technol. 2018 Feb 1;250:131–9.
4. Crittenden RG, Playne MJ. Production, properties and applications of food-grade oligosaccharides. Trends Food Sci Technol. 1996 Nov;(96):353–61.
5. Illanes A, Vera C, Wilson L. Enzymatic production of galacto-oligosaccharides. In: Lactose-Derived Prebiotics: A Process Perspective. Elsevier Inc.; 2016. p. 111–89.
6. Ruiz-Ramírez S, Jiménez-Flores R. Invited review: Properties of β-galactosidases derived from Lactobacillaceae species and their capacity for galacto-oligosaccharide production. J Dairy Sci. 2023 Dec 1;106(12):8193–206.
7. FDA. The Declaration of Certain Isolated or Synthetic Non-Digestible Carbohydrates as Dietary Fiber on Nutrition and Supplement Facts Labels: Guidance for Industry. 2018;
8. Agostoni C, Bresson JL, Fairweather-Tait S, Flynn A, Golly I, Korhonen H, et al. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre; Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. EFSA Journal [Internet]. 2010;8(3):1462. Available from: https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2010.1462
9. Vera C, Guerrero C, Aburto C, Cordova A, Illanes A. Conventional and non-conventional applications of β-galactosidases. Vol. 1868, Biochimica et Biophysica Acta - Proteins and Proteomics. Elsevier B.V.; 2020.
10. Vénica CI, Bergamini C V., Rebechi SR, Perotti MC. Galacto-oligosaccharides formation during manufacture of different varieties of yogurt. Stability through storage. LWT. 2015 Sep 1;63(1):198–205.
11. Galacto-oligossacharide Global Market Report 2025 [Internet]. 2025 [cited 2025 Apr 29]. Available from: https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/galacto-oligosaccharide-global-market-report
12. Vera C, Córdova A, Aburto C, Guerrero C, Suárez S, Illanes A. Synthesis and purification of galacto-oligosaccharides: state of the art. Vol. 32, World Journal of Microbiology and Biotechnology. Springer Netherlands; 2016.
13. Liu Y, Chen Z, Jiang Z, Yan Q, Yang S. Biochemical characterization of a novel β-galactosidase from Paenibacillus barengoltzii suitable for lactose hydrolysis and galactooligosaccharides synthesis. Int J Biol Macromol. 2017 Nov 1;104:1055–63.
14. Jung EY, Kwon J Il, Hong YH, Suh HJ. Evaluation of Anti-Wrinkle Effects of DuOligo, Composed of Lactulose and Galactooligosaccharides. Prev Nutr Food Sci. 2017 Dec 1;22(4):381–4.
15. Grimaldi R, Gibson GR, Vulevic J, Giallourou N, Castro-Mejía JL, Hansen LH, et al. A prebiotic intervention study in children with autism spectrum disorders (ASDs). Microbiome. 2018 Aug 2;6(1).
16. Wang K, Duan F, Sun T, Zhang Y, Lu L. Galactooligosaccharides: Synthesis, metabolism, bioactivities and food applications. Vol. 64, Critical Reviews in Food Science and Nutrition. Taylor and Francis Ltd.; 2024. p. 6160–76.

17. Mano MCR, Paulino BN, Pastore GM. Whey permeate as the raw material in galacto-oligosaccharide synthesis using commercial enzymes. Food Research International. 2019 Oct 1;124:78–85.
18. Liu P, Chen Y, Ma C, Ouyang J, Zheng Z. β-Galactosidase: a traditional enzyme given multiple roles through protein engineering. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. Taylor and Francis Ltd.; 2023.
19. Füreder V, Rodriguez-Colinas B, Cervantes F V., Fernandez-Arrojo L, Poveda A, Jimenez-Barbero J, et al. Selective Synthesis of Galactooligosaccharides Containing β(1→3) Linkages with β-Galactosidase from Bifidobacterium bifidum (Saphera). J Agric Food Chem. 2020 Apr 29;68(17):4930–8.
20. Carević M, Vukašinović-Sekulić M, Ćorović M, Rogniaux H, Ropartz D, Veličković D, et al. Evaluation of β-galactosidase from Lactobacillus acidophilus as biocatalyst for galacto-oligosaccharides synthesis: Product structural characterization and enzyme immobilization. J Biosci Bioeng. 2018 Dec 1;126(6):697–704.
21. Zhao R, Duan F, Yang J, Xiao M, Lu L. Integrated utilization of dairy whey in probiotic β-galactosidase production and enzymatic synthesis of galacto-oligosaccharides. Catalysts. 2021 Jun 1;11(6).
22. Fara A, Sabater C, Palacios J, Requena T, Montilla A, Zárate G. Prebiotic galactooligosaccharides production from lactose and lactulose by: Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus CRL450. Food Funct. 2020 Jul 1;11(7):5875–86.
23. Ji D, Sims I, Xu M, Stewart I, Agyei D. Production and identification of galacto-oligosaccharides from lactose using β-D-galactosidases from Lactobacillus leichmannii 313. Carbohydrate Polymer Technologies and Applications. 2021 Dec 25;2.
24. Geiger B, Nguyen HM, Wenig S, Nguyen HA, Lorenz C, Kittl R, et al. From by-product to valuable components: Efficient enzymatic conversion of lactose in whey using β-galactosidase from Streptococcus thermophilus. Biochem Eng J. 2016 Dec 15;116:45–53.
25. Gobinath D, Prapulla SG. Transgalactosylating β-galactosidase from probiotic Lactobacillus plantarum MCC2156: production and permeabilization for use as whole cell biocatalyst. J Food Sci Technol. 2015 Sep 28;52(9):6003–9.
26. Chanalia P, Gandhi D, Attri P, Dhanda S. Purification and characterization of β-galactosidase from probiotic Pediococcus acidilactici and its use in milk lactose hydrolysis and galactooligosaccharide synthesis. Bioorg Chem. 2018 Apr 1;77:176–89.
27. Guerrero C, Vera C, Conejeros R, Illanes A. Transgalactosylation and hydrolytic activities of commercial preparations of β-galactosidase for the synthesis of prebiotic carbohydrates. Enzyme Microb Technol. 2015 Mar 1;70:9–17.
28. Ji D, Oey I, Agyei D. Purification, characterization and thermal inactivation kinetics of β-galactosidase from Lactobacillus leichmannii 313. LWT. 2019 Dec 1;116.
29. Eskandarloo H, Abbaspourrad A. Production of galacto-oligosaccharides from whey permeate using β-galactosidase immobilized on functionalized glass beads. Food Chem. 2018 Jun 15;251:115–24.
30. Pottratz I, Schmidt C, Müller I, Hamel C. Immobilization of β-Galactosidase on Monolithic Discs for the Production of Prebiotics Galacto-oligosaccharides. Chem Ing Tech. 2021 May 1;93(5):838–43.

31. Sheldon RA, van Pelt S. Enzyme immobilisation in biocatalysis: Why, what and how. Chem Soc Rev. 2013 Jul 8;42(15):6223–35.
32. Datta S, Christena LR, Rajaram YRS. Enzyme immobilization: An overview on techniques and support materials. Vol. 3, 3 Biotech. Springer Verlag; 2013. p. 1–9.
33. Barbosa O, Ortiz C, Berenguer-Murcia Á, Torres R, Rodrigues RC, Fernandez-Lafuente R. Strategies for the one-step immobilization-purification of enzymes as industrial biocatalysts. Vol. 33, Biotechnology Advances. Elsevier Inc.; 2015. p. 435–56.
34. Li L, Li G, Cao LC, Ren GH, Kong W, Wang S Di, et al. Characterization of the cross-linked enzyme aggregates of a novel β-galactosidase, a potential catalyst for the synthesis of galacto-oligosaccharides. J Agric Food Chem. 2015 Jan 28;63(3):894–901.
35. Liu DM, Chen J, Shi YP. Advances on methods and easy separated support materials for enzymes immobilization. Vol. 102, TrAC - Trends in Analytical Chemistry. Elsevier B.V.; 2018. p. 332–42.
36. Sass AC, Jördening HJ. Immobilization of β-Galactosidase From Aspergillus oryzae on Electrospun Gelatin Nanofiber Mats for the Production of Galactooligosaccharides. Appl Biochem Biotechnol. 2020 Jul 1;191(3):1155–70.
37. González-Delgado I, Segura Y, Martín A, López-Muñoz MJ, Morales G. β-galactosidase covalent immobilization over large-pore mesoporous silica supports for the production of high galacto-oligosaccharides (GOS). Microporous and Mesoporous Materials. 2018 Feb 1;257:51–61.
38. Misson M, Jin B, Dai S, Zhang H. Interfacial biocatalytic performance of nanofiber-supported β-galactosidase for production of galacto-oligosaccharides. Catalysts. 2020 Jan 1;10(1).
39. Pottratz I, Müller I, Hamel C. Potential and scale-up of pore-through-flow membrane reactors for the production of prebiotic galacto- oligosaccharides with immobilized β-galactosidase. Catalysts. 2022 Jan 1;12(1).
40. Córdova A, Aburto C, Carrasco V, Guerrero C, Henriquez P, Astudillo-Castro C, et al. Development of a magnetic responsive biocatalalytic membrane reactor (MR-BMR) to produce galacto-oligosaccharides (GOS) using saturated lactose concentrations. Process Safety and Environmental Protection. 2024 Aug 1;188:1081–92.
41. Maugard T, Gaunt D, Legoy MD, Besson T. Microwave-assisted synthesis of galacto-oligosaccharides from lactose with immobilized β-galactosidase from Kluyveromyces lactis. Vol. 25, Biotechnology Letters. 2003.
42. Bebić J, Banjanac K, Rusmirović J, Ćorović M, Milivojević A, Simović M, et al. Amino-modified kraft lignin microspheres as a support for enzyme immobilization. RSC Adv. 2020 Jun 4;10(36):21495–508.
43. Tokošová S, Hronská H, Rosenberg M. Production of high-content galacto-oligosaccharides mixture using β-galactosidase and Kluyveromyces marxianus entrapped in polyvinylalcohol gel. Chemical Papers. 2016 Nov 1;70(11):1445–51.
44. Simović M, Milivojević A, Ćorović M, Banjanac K, Bezbradica D. Whey valorization using transgalactosylation activity of immobilized β-galactosidase. Int J Food Sci Technol. 2019 Nov 1;54(11):3074–82.

45. Misson M, Jin B, Chen B, Zhang H. Enhancing enzyme stability and metabolic functional ability of β-galactosidase through functionalized polymer nanofiber immobilization. Bioprocess Biosyst Eng. 2015 Jun 24;38(10).
46. Misson M, Du X, Jin B, Zhang H. Dendrimer-like nanoparticles based β-galactosidase assembly for enhancing its selectivity toward transgalactosylation. Enzyme Microb Technol. 2016 Mar 1;84:68–77.

Capítulo 31
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-31

EFEITOS DO PLASMA FRIO SOBRE PIGMENTOS NATURAIS DE FRUTAS E HORTALIÇAS: REVISÃO DE LITERATURA

Matheus de Souza Cruz*; Gabriela Fonsêca Leal; Hermanny Matos Silva Sousa; Jhenifer Cristina Carvalho Santos; Leandro Levate Macedo; Jefferson Luiz Gomes Corrêa

**Matheus de Souza Cruz (Corresponding author) – email:matheusnetsouza15@gmail.com*

Resumo: Pigmentos naturais como antocianinas, betalaínas, carotenoides e clorofilas são compostos bioativos presentes em frutas e hortaliças com alto valor funcional, sensorial e comercial, mas sua instabilidade frente a calor, luz, oxigênio e pH limita sua aplicação industrial. Este capítulo teve como objetivo apresentar, por meio de uma revisão de literatura, o uso do plasma frio como tecnologia emergente não térmica para preservar e intensificar esses pigmentos, reunindo evidências sobre seus princípios físico-químicos, os tipos de equipamentos utilizados, os efeitos sobre diferentes pigmentos e os principais desafios para sua aplicação. O plasma frio é gerado por descargas elétricas em gases como ar, oxigênio ou argônio, resultando na formação de espécies reativas (ROS e RNS) que interagem com as estruturas moleculares dos pigmentos. Quando aplicado sob condições controladas, o plasma promove ruptura celular, favorece a liberação e pode preservar ou modificar a estabilidade dos corantes naturais. Foram discutidos os mecanismos de interação com cada classe de pigmento, bem como os efeitos desejáveis e deletérios observados. Apesar do potencial demonstrado em estudos laboratoriais, ainda existem obstáculos à sua escalabilidade, padronização operacional e regulamentação. Evidencia-se que o plasma frio tem alto potencial para aplicação em alimentos naturais e funcionais, mas requer investimentos em pesquisa aplicada e toxicologia, além do desenvolvimento de sistemas contínuos e seguros.

Palavras–chave: antocianinas; betalaínas; carotenoides; clorofilas; tecnologia emergente

Abstract: Natural pigments such as anthocyanins, betalains, carotenoids, and chlorophylls are bioactive compounds found in fruits and vegetables with high functional, sensory, and commercial value; however, their instability when exposed to heat, light, oxygen, and pH limits their industrial application. This chapter aimed to present, through a literature review, the use of cold plasma as an emerging non-thermal technology to preserve and enhance these pigments, gathering evidence on its physicochemical principles, the types of equipment used, the effects on different pigments, and the main challenges for its application. Cold plasma is generated by electrical discharges in gases such as air, oxygen, or argon, resulting in the formation of reactive species (ROS and RNS) that interact with the molecular structures of pigments. When applied under controlled conditions, plasma promotes cell disruption, facilitates pigment release, and can preserve or alter the stability of natural colorants. The interaction mechanisms with each pigment class were discussed, as well as the beneficial and adverse effects observed. Despite the potential demonstrated in laboratory studies, challenges remain regarding its scalability, operational standardization, and regulatory approval. It is evident that cold

plasma holds great potential for application in natural and functional foods, but it requires investments in applied research and toxicology, as well as the development of continuous and safe processing systems.

Keywords: anthocyanins; betalains; carotenoids; chlorophylls; emerging technology

INTRODUÇÃO

Frutas e hortaliças são fontes ricas e diversificadas de pigmentos naturais com ampla aplicação na indústria de alimentos. Compostos como antocianinas, betalaínas, carotenoides e clorofilas não apenas conferem coloração vibrante aos produtos, mas também desempenham papel funcional importante devido às suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e cardioprotetoras (1). O apelo por ingredientes naturais, aliados à tendência global por alimentos com rótulo limpo (*clean label)*, tem impulsionado a substituição de corantes artificiais por pigmentos de origem vegetal. Esses pigmentos não só elevam o valor nutricional e estético dos alimentos, como também atendem à crescente demanda do consumidor por produtos mais saudáveis e sustentáveis (2,3).

Entretanto, os pigmentos naturais de frutas e hortaliças apresentam alta instabilidade frente a fatores extrínsecos como luz, calor, pH e oxigênio. Processos térmicos comumente empregados na indústria, como a pasteurização, branqueamento, desidratação por ar quente, esterilização e extração por aquecimento, podem comprometer significativamente a integridade desses compostos (2,4). A degradação térmica leva à perda de coloração, diminuição da bioatividade e formação de subprodutos com características sensoriais indesejáveis. Essa sensibilidade representa um desafio técnico para o uso eficaz de corantes naturais, principalmente em produtos que requerem processamento intensivo ou longa vida útil (5).

Nesse cenário, o plasma frio tem se destacado como uma tecnologia emergente de processamento não térmica promissora para extração e estabilização de pigmentos naturais em matrizes vegetais. Produzido a partir de gases ionizados sob descarga elétrica em temperatura ambiente, o plasma gera espécies reativas de oxigênio e nitrogênio (ROS e RNS) capazes de romper as barreiras celulares sem necessidade de aquecimento. Isso favorece a liberação de pigmentos intracelulares, como antocianinas (em frutas vermelhas), betalaínas (em pitaya e beterraba), carotenoides (em manga, cenoura, acerola) e clorofilas (em folhas verdes), preservando sua estrutura química e bioatividade. Além disso, o plasma frio apresenta ação antimicrobiana, o que o torna atrativo para aplicações combinadas de extração e sanitização em alimentos minimamente processados (6-8).

Diante do crescente volume de publicações científicas sobre os efeitos do plasma frio em pigmentos naturais de frutas e hortaliças, é essencial realizar uma revisão de literatura sobre o tema. Esta análise é fundamental para consolidar o conhecimento técnico-científico atual, identificar os principais avanços e limitações do uso dessa tecnologia, e orientar novas pesquisas e aplicações industriais. Além disso, uma revisão crítica permite compreender como parâmetros como tipo de gás, tempo de exposição, voltagem e matriz vegetal influenciam na estabilidade dos corantes, contribuindo para o desenvolvimento de produtos naturais com melhor qualidade sensorial, funcional e microbiológica.

MATERIAL E MÉTODOS

A busca bibliográfica foi realizada na base de dado Web of Science, com o objetivo de identificar publicações relevantes sobre o uso da tecnologia de plasma frio em alimentos, com ênfase na preservação de pigmentos em frutas e hortaliças. As buscas foram executadas nos campos title, keywords e abstract, utilizando os seguintes termos booleanos: "cold plasma" AND ("pigments" OR anthocyanins OR betalains OR carotenoids OR chlorophylls). Não foi aplicada restrição quanto ao ano de publicação. A base de dado foi acessada em 08 de abril de 2025, totalizando 194 registros.

Inicialmente, os títulos e resumos de todos os registros foram analisados para uma triagem preliminar, com o objetivo de identificar artigos potencialmente elegíveis. Em seguida, os textos completos dos artigos selecionados foram avaliados com base nos seguintes critérios: foram incluídos estudos originais ou revisões que aplicaram a tecnologia de plasma frio em frutas, vegetais ou seus derivados (como polpas, sucos ou extratos), publicados em periódicos revisados por pares e redigidos em língua inglesa. O único critério de exclusão adotado foi a indisponibilidade do texto completo.

Após a triagem e a aplicação dos critérios de elegibilidade, 54 artigos foram selecionados para compor a presente revisão. Os resultados foram organizados de forma descritiva e discutidos em profundidade, destacando os avanços e desafios do uso do plasma frio na preservação de pigmentos naturais em frutas e hortaliças.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

TECNOLOGIA DE PLASMA

O plasma frio é uma tecnologia emergente no processamento de alimentos, classificada como uma abordagem não térmica, devido à sua capacidade de atuar em temperaturas próximas à ambiente. Em termos de composição e reatividade, o plasma é um gás parcialmente ionizado, composto por uma mistura complexa de elétrons livres, íons positivos e negativos, moléculas excitadas, radicais livres e fótons, que juntos formam um meio reativo com potencial para modificar superfícies e compostos bioativos sem o uso de calor excessivo (9,10,11). No contexto de alimentos, esse sistema é obtido pela aplicação de uma descarga elétrica sobre gases dielétricos como ar, oxigênio, nitrogênio ou argônio, produzindo espécies reativas de oxigênio e nitrogênio (ROS e RNS) que interagem quimicamente com os constituintes da matriz alimentar, favorecendo processos como inativação microbiana, extração de compostos intracelulares, e modulação de estabilidade de pigmentos (6,12).

A geração de plasma frio pode ocorrer por meio de diferentes configurações de equipamentos, sendo a mais comum a descarga de barreira dielétrica (DBD), em que dois eletrodos são separados por uma barreira isolante (dielétrica), a qual limita a passagem de corrente e evita a formação de arcos elétricos. Essa configuração gera um plasma homogêneo e de baixa temperatura, amplamente utilizado no tratamento de superfícies sólidas e de alimentos cortados, como folhas, frutas e vegetais (3,10,13). Outra configuração bastante estudada é o plasma a jato (plasma jet), que também se baseia em DBD, mas é gerado dentro de um tubo cilíndrico à pressão atmosférica com fluxo contínuo de gás. Um eletrodo em forma de anel é posicionado externamente ao tubo e um eletrodo de aterramento em forma de haste é inserido em seu interior, impulsionando o plasma para fora em direção ao ar ambiente. Essa configuração é ideal para aplicações localizadas e em superfícies irregulares, como observado em tratamentos de manga,

pitaya, casca de tomate e arroz glutinoso. No entanto, sua aplicação industrial é limitada pelo pequeno alcance do feixe de plasma, o que restringe a área de tratamento (7,14).

Já o plasma de arco deslizante é gerado entre dois eletrodos angulados e pontiagudos, com fluxo de gás atravessando o arco formado na menor distância entre eles. À medida que o arco se alonga, ele passa por estágios de equilíbrio térmico, quase equilíbrio e, eventualmente, extinção, sendo útil para oxidação de compostos e modificação superficial de sementes ou cascas (1,3,15,16). Tipos menos comuns incluem o plasma de descarga corona, caracterizado por descargas de baixa potência entre eletrodos pontiagudos, e o plasma gerado por micro-ondas, ambos usados principalmente em estudos de desinfecção, modulação de macromoléculas e aplicação em superfícies sensíveis (6,17).

A eficácia do plasma frio no tratamento de alimentos depende de um conjunto de parâmetros operacionais cuidadosamente calibrados, que controlam a geração, intensidade e distribuição das espécies reativas envolvidas. Os principais fatores incluem o tipo de gás utilizado, sua vazão, a voltagem aplicada, a frequência da descarga elétrica, o tempo de exposição ao plasma e a distância entre o sistema gerador e a amostra (1, 12). A escolha do gás é determinante para a natureza das espécies reativas formadas: gases inertes como argônio ou hélio promovem descargas estáveis e minimamente reativas, adequadas para preservar compostos sensíveis, enquanto gases como oxigênio, nitrogênio ou ar atmosférico favorecem a geração de ROS e RNS com alto poder oxidante, úteis na inativação microbiana ou na modificação química de bioativos. Há estudos mostrando que a combinação de gases, como argônio com oxigênio, pode ser uma estratégia para modular seletivamente a reatividade do plasma, o que é especialmente relevante na preservação de compostos sensíveis como antocianinas e betalaínas (1,5,7).

A vazão do gás influencia diretamente a densidade e o tempo de residência das espécies reativas sobre a amostra, afetando a penetração e a uniformidade do tratamento. A voltagem e a frequência determinam a energia do campo elétrico, impactando a intensidade do plasma gerado e a formação de elétrons de alta energia, enquanto o tempo de exposição regula a dose total de tratamento. Distâncias menores entre o plasma e a superfície aumentam a concentração de espécies reativas, mas também elevam o risco de efeitos deletérios, como a degradação oxidativa de pigmentos ou alterações térmicas indesejadas (15,18,19).

Assim, o desempenho do plasma frio depende da sinergia entre esses parâmetros, que devem ser ajustados conforme a matriz alimentar e o objetivo do tratamento como por exemplo, extração de pigmentos, preservação da cor, aumento da bioatividade ou desinfecção (19). A ausência de controle fino pode comprometer a integridade dos compostos-alvo, evidenciando a importância da padronização e do monitoramento em tempo real para garantir segurança, funcionalidade e qualidade sensorial dos produtos processados. Essa abordagem personalizada permite que o plasma frio atue de forma seletiva e eficiente, respeitando a complexidade estrutural dos pigmentos naturais e das células vegetais que os contêm (21-23).

EFEITOS E MECANISMOS DE INTERAÇÃO DO PLASMA FRIO SOBRE PIGMENTOS NATURAIS

O tratamento com plasma frio tem se mostrado uma tecnologia promissora para modulação, extração e preservação de pigmentos naturais em frutas e hortaliças. Os principais grupos de pigmentos afetados são antocianinas, betalaínas, carotenoides e clorofilas, todos altamente sensíveis a processos térmicos e oxidativos. A aplicação do

plasma pode tanto promover aumento da disponibilidade e estabilidade desses compostos quanto levar à sua degradação, dependendo das condições operacionais e da matriz vegetal tratada como demonstrado em suco de mirtilo, cerejas, arroz roxo, beterraba, cenoura e acerola (24-28) (Tabela 1).

Tabela 1 – Aplicações de plasma frio em pigmentos naturais.

Alimento	Pigmento	Principais Descobertas	Referências
Arroz glutinoso roxo	Antocianinas	O uso do plasma frio aumentou 5x o conteúdo de Cianidina-3-O-glicosídeo. Potencializou efeitos antienvelhecimento e antioxidante. Maior estímulo à proliferação de fibroblastos sem toxicidade.	(18)
Berberis vulgaris	Antocianinas	A aplicação do plasma a vácuo (80 W, 5 min) aumentou significativamente a extração de antocianinas e polifenóis. Técnica considerada eficiente e sustentável em comparação aos métodos térmicos e convencional.	(8)
Capsicum annuum (plântulas)	Clorofilas	Plasma aumentou 39% de clorofila a e 32% de carotenoides. Mitigou toxicidade de nanopartículas de ZnO. Estimulou atividade de enzimas antioxidantes e diferenciação tecidual.	(29)
Cereja (*in natura*)	Antocianinas	O plasma reduziu deterioração e respiração, preservou antocianinas, flavonoides e VC. Tratamentos moderados (60 kV, 60–100 s) mostraram maior eficiência. Fortes correlações entre qualidade e compostos bioativos.	(30)
Ervilha *(Pisum sativum*)	Clorofilas	Plasma DBD por 5 min ou mais aumentou significativamente o teor de clorofila. Germinação e peso seco das plântulas também aumentaram.	(31)
Kiwi minimamente processado	Clorofilas	Perda leve de clorofila a logo após o tratamento, mas melhor retenção durante armazenamento. Sem efeitos negativos na textura ou antioxidantes.	(32)
Purê de abóbora	Carotenoides	Plasma corona reduziu *E. coli*, mas houve diminuição significativa nos carotenoides totais e alteração na cor (parâmetro a*).	(33)
Sementes de cominho	Clorofilas	Aumento de 15,5% no teor de clorofila total. Melhora na germinação, crescimento radicular e vigor da plântula com 3 min de exposição ao plasma.	(34)
Suco de acerola	Carotenoides	Plasma de brilho com N2 aumentou vitamina A e carotenoides. Retenção de vitamina C (>95%). Fenólicos	(35)

		reduziram nas condições mais severas. Cor laranja intensificada.	
Suco de beterraba	Betalaínas	O tratamento com plasma atmosférico aumentou os fenólicos totais e preservou as betalaínas, com ação seletiva contra células cancerígenas e segurança para células normais.	(36)
Suco de cenoura	Carotenoides	Tratamento combinado HVCP-UHP500 aumentou o conteúdo de β-caroteno (25,87 µg/100 mL), fenóis e ácido ascórbico. Eletroporação e sinergia com UHP promoveram maior extração e inativação enzimática.	(37)
Suco de mirtilo	Antocianinas	Aumento de fenólicos totais e atividade antioxidante com uso do plasma. Antocianinas e vitamina C preservadas em tratamentos curtos. E o plasma manteve melhor a cor em comparação ao tratamento térmico.	(38)
Suco de pitaya vermelha	Betalaínas	O tratamento com plasma frio aumentou a estabilidade da turbidez (+16,64%), os fenólicos totais (+13,76%) e a atividade antioxidante, além de preservar os compostos voláteis benéficos e reduzir os furânicos prejudiciais.	(39)
Tomates (*in natura*)	Carotenoides	Plasma DBD promoveu redução de pesticida (89,18%) e degradação de carotenoides. Houve queda nos fenólicos e firmeza, mas o índice de cor (TI) foi aprimorado.	(40)

O plasma frio é uma tecnologia não térmica baseada na geração de espécies reativas altamente instáveis, como radicais hidroxila (OH), ozônio (O_3), oxigênio singlete ($^1O_2$), óxidos de nitrogênio (NO, NO_2) e peroxinitrito ($ONOO^-$), que podem interagir diretamente com moléculas orgânicas. Quando aplicado em matrizes alimentares, essas espécies reativas podem provocar a liberação de pigmentos bioativos intracelulares por ruptura de membranas, além de promover modificações estruturais, tanto benéficas quanto deletérias. Os efeitos observados variam conforme a natureza química do pigmento, sua localização na célula, a intensidade do tratamento e as condições do meio (1,5,12).

As antocianinas são flavonoides hidrossolúveis que conferem coloração vermelho-arroxeada a diversas frutas e vegetais. Estão localizadas nos vacúolos das células da epiderme e associadas a membranas tonoplastas que regulam sua compartimentalização. A ação do plasma sobre essas estruturas celulares pode facilitar a liberação das antocianinas para o citoplasma ou para o meio externo, onde o pH mais elevado tende a promover alterações estruturais (18,30). Em exposições controladas, esse efeito é desejável e favorece a intensificação da cor como observado no suco de mirtilo, que apresentou maior teor de antocianina após 2 minutos de tratamento, e em cerejas e arroz roxo, com manutenção e aumento do conteúdo antociânico (1, 8). No entanto, em tratamentos prolongados ou sob alta concentração de ROS, ocorre oxidação dos grupos

hidroxila no anel B e formação de quinonas, degradando o anel flavílico e comprometendo a estabilidade da cor e a capacidade antioxidante do pigmento como relatado no declínio de antocianinas em mirtilo e acerola sob exposição intensa (24,38).

As betalaínas, pigmentos nitrogenados exclusivos da ordem Caryophyllales, também são solúveis em água e armazenadas nos vacúolos celulares. Divididas em betacianinas (vermelho-violeta) e betaxantinas (amarelo-alaranjado), possuem estruturas baseadas no ácido betalâmico. A aplicação de plasma frio pode aumentar sua extração em condições bem ajustadas, sobretudo com uso de gases inertes como observado no suco de beterraba, onde as betalaínas foram preservadas com segurança citotóxica, e na pitaya vermelha, com aumento dos fenólicos e estabilidade coloidal (36, 39). No entanto, a ação prolongada de espécies oxidantes pode induzir clivagem de ligações C–N, desaminação e degradação do núcleo betacromico, afetando a coloração e reduzindo a bioatividade antioxidante (1).

Os carotenoides são pigmentos lipofílicos localizados principalmente nos cromoplastos, armazenados como cristais ou gotículas lipídicas, e contribuem para a coloração amarela, laranja e vermelha de frutas e hortaliças. Compostos por cadeias de isopreno altamente insaturadas, são especialmente suscetíveis à oxidação por ROS e luz UV (33). O plasma frio pode romper as paredes celulares e membranas plastidiais, promovendo a liberação dos carotenoides, como evidenciado no suco de cenoura com aumento de β-caroteno e no suco de acerola com elevação da vitamina A e intensificação da coloração laranja (35). Contudo, espécies como oxigênio singlete e radicais superóxidos podem induzir isomerização cis-trans e quebra das duplas ligações conjugadas, levando à formação de epóxidos, cetonas e aldeídos, com consequente perda de coloração e atividade antioxidante, como indicado no purê de abóbora e tomate, com queda de carotenoides após exposição prolongada (37,40).

As clorofilas, pigmentos verde-folhosos essenciais à fotossíntese, estão localizadas nos tilacoides dos cloroplastos, integradas a complexos proteicos nos fotossistemas I e II. Sua estrutura central inclui um anel porfirínico com um íon magnésio coordenado, responsável pela absorção de luz. A exposição ao plasma frio pode converter clorofila em feofitina pela substituição do Mg^{2+} por H^{+}, especialmente sob condições ácidas e em presença de ROS como o ozônio (3,29). Essa modificação altera significativamente a cor do tecido vegetal. Em concentrações elevadas de energia, o plasma também pode degradar cadeias laterais ou gerar pirofeofitinas. Por outro lado, exposições de baixa intensidade, com controle da frequência e do tipo de gás, têm demonstrado inibição de enzimas como clorofilase e preservação dos níveis de clorofila em folhas minimamente processadas como verificado em sementes de cominho e ervilha, com aumento de até 15,5% nos teores de clorofila, e em kiwi, com melhor retenção durante o armazenamento (29,31,32,34).

Portanto, os mecanismos de interação do plasma frio com pigmentos naturais são multifatoriais e dependentes da estrutura química, localização intracelular e condições físico-químicas da aplicação. Em geral, quando bem calibrado, o tratamento com plasma favorece a extração e preservação dos pigmentos. No entanto, sua aplicação indiscriminada pode acelerar a degradação oxidativa, tornando fundamental a otimização dos parâmetros operacionais para garantir a eficiência tecnológica e a qualidade sensorial e funcional dos produtos tratados (12).

DESAFIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS

O plasma frio tem se consolidado como uma tecnologia emergente com aplicações promissoras na indústria de alimentos, sobretudo na extração e preservação de pigmentos naturais (1,41,42). No entanto, seu uso em escala industrial ainda enfrenta desafios técnicos, científicos e regulatórios. As limitações mais evidentes incluem a falta de padronização dos parâmetros operacionais, o domínio limitado sobre a química do plasma em sistemas alimentares complexos, e a escassez de dados sobre segurança a longo prazo dos compostos tratados (3,43).

Do ponto de vista tecnológico, o principal entrave está no escalonamento da tecnologia. A maioria dos estudos foi realizada em condições laboratoriais, com uso de equipamentos de bancada, sendo escassas as evidências em escala piloto ou industrial (44,45). O controle preciso de variáveis como voltagem, frequência, composição do gás e tempo de exposição torna-se mais complexo conforme aumenta a escala do tratamento. Além disso, a aplicação em matrizes com alta umidade ou geometria irregular, como frutas inteiras e hortaliças folhosas, pode gerar áreas de subtratamento ou superaquecimento localizado (46,47).

As limitações regulatórias também representam barreiras significativas. Embora o uso do plasma frio já tenha sido aprovado por agências como FDA e USDA nos Estados Unidos, não há consenso internacional sobre os limites seguros de aplicação, especialmente no que se refere à formação de subprodutos. Até o momento, não há relatos de compostos tóxicos gerados durante o tratamento de pigmentos naturais como clorofilas, betalaínas, antocianinas e carotenoides. No entanto, são necessários estudos toxicológicos de longo prazo para garantir segurança plena ao consumidor (48,49).

Do ponto de vista bioquímico, o plasma frio atua principalmente rompendo estruturas celulares e degradando membranas, liberando pigmentos de organelas específicas: clorofilas e carotenoides dos cloroplastos e cromoplastos, respectivamente, e antocianinas e betalaínas dos vacúolos (50,51). Isso pode resultar em aumento na disponibilidade extracelular desses compostos, mas, quando o tempo de exposição, a potência ou a frequência são elevados, pode ocorrer degradação oxidativa. As betalaínas, em particular, ainda carecem de estudos mais aprofundados, configurando uma lacuna importante na literatura (6,52).

Apesar das lacunas e desafios, o futuro do plasma frio na indústria alimentícia é promissor. A tecnologia pode ser combinada a outras abordagens emergentes como microencapsulação, luz pulsada, ultrassom e secagem assistida para maximizar a estabilidade e funcionalidade dos pigmentos naturais (14,28,53). Investimentos em reatores contínuos, energeticamente eficientes e seguros, aliados à modelagem das reações químicas induzidas pelo plasma, são cruciais para a viabilidade industrial (45). Com a elucidação progressiva da química do plasma e de seus efeitos sobre alimentos, espera-se consolidar sua aplicação como uma alternativa segura, sustentável e eficiente (5,42).

CONCLUSÕES

Este capítulo reuniu e analisou criticamente as evidências mais recentes sobre o uso do plasma frio na extração, preservação e modulação de pigmentos naturais em frutas e hortaliças, com ênfase em compostos como antocianinas, betalaínas, carotenoides e clorofilas. Os principais achados indicam que o plasma frio, quando aplicado sob condições controladas, é capaz de romper estruturas celulares, aumentar a liberação de pigmentos bioativos e preservar suas propriedades antioxidantes, sem causar os efeitos deletérios associados ao calor. Verificou-se também que os efeitos do plasma são

altamente dependentes da matriz vegetal, tipo de pigmento, composição do gás, tempo de exposição e intensidade da descarga elétrica, exigindo calibração precisa para evitar degradação oxidativa. Além disso, foram destacados os mecanismos físico-químicos envolvidos, como a atuação das espécies reativas (ROS e RNS) e suas interações estruturais com os pigmentos.

Embora o potencial do plasma frio seja evidente, desafios importantes ainda precisam ser superados, incluindo a falta de escalonamento industrial, lacunas regulatórias e a escassez de estudos toxicológicos de longo prazo. Nesse sentido, os achados aqui apresentados podem orientar futuros estudos experimentais, promover a inovação de tecnologias híbridas e subsidiar novos desenvolvimentos industriais voltados a alimentos mais naturais, seguros e com maior apelo funcional e sensorial. Assim, o plasma frio se consolida como uma ferramenta estratégica no contexto de processamento mínimo, *clean label* e aproveitamento de bioativos, e merece ser amplamente explorado em pesquisas futuras e soluções tecnológicas sustentáveis no setor alimentício.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela infraestrutura disponibilizada para a realização deste trabalho e agências de fomento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Amorim DS, Amorim IS, Chisté RC, Teixeira Filho J, Fernandes FAN, Godoy HT. Effects of cold plasma on chlorophylls, carotenoids, anthocyanins, and betalains. *Food Res Int.* 2023;167:112593.

2. Nowacka M, Dadan M, Janowicz M, Wiktor A, Witrowa-Rajchert D, Mandal R, et al. Effect of nonthermal treatments on selected natural food pigments and color changes in plant material. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2021;20(5):5097–144.

3. Ramezan Y, Kamkari A, Lashkari A, Moradi D, Najafi Tabrizi A. A review on mechanisms and impacts of cold plasma treatment as a non-thermal technology on food pigments. *Food Sci Nutr.* 2024;12(3):1502–1527.

4. Dhiman A, Suhag R, Chauhan DS, Thakur D, Chhikara S, Prabhakar PK. Status of beetroot processing and processed products: Thermal and emerging technologies intervention. *Trends Food Sci Technol.* 2021;114:443–58.

5. Gavahian M, Nayi P, Masztalerz K, Szumny A, Figiel A. Cold plasma as an emerging energy-saving pretreatment to enhance food drying: Recent advances, mechanisms involved, and considerations for industrial applications. *Trends Food Sci Technol.* 2024;143:104210.

6. Vaka U, Ramkumar MC. Application of non-thermal plasma technology for enhancing food processing and storage: A review. *Food Chem Adv*. 2024;5:100788.

7. Bao T, Hao X, Shishir MRI, Karim N, Chen W. Cold plasma: An emerging pretreatment technology for the drying of jujube slices. *Food Chem*. 2021;337:127783.

8. Dara A, Feizy J, Naji Tabasi S, Fooladi E, Rafe A. Intensified extraction of anthocyanins from *Berberis vulgaris* L. by pulsed electric field, vacuum-cold plasma, and enzymatic pretreatments: modeling and optimization. *Chem Biol Technol Agric*. 2023;10:93.

9. Surowsky B, Schlüter O, Knorr D. Interactions of non-thermal atmospheric pressure plasma with solid and liquid food systems: A review. *Food Eng Rev*. 2015;7:82–108.

10. Mir SA, Shah MA, Mir MM. Understanding the role of plasma technology in food industry. *Food Bioproc Technol.* 2016;9:734–50.

11. Pankaj SK, Keener KM. Cold plasma: background, applications and current trends. *Curr Opin Food Sci*. 2017;16:49–52.

12. Ravash N, Hesari J, Feizollahi E, Dhaliwal HK, Roopesh MS. Valorization of cold plasma technologies for eliminating biological and chemical food hazards. *Food Eng Rev*. 2024;16:22–58.

13. Dalvi-Isfahan M, Mahmoodi-Eshkaftaki M. Potential applications of atmospheric-pressure dielectric barrier discharge cold plasma for fruit preservation: Advantages, effects on quality characteristics, and limitations. *Innov Food Sci Emerg Technol*. 2024;94:103675.

14. Fernandes FAN, Rodrigues S. Cold plasma processing on fruits and fruit juices: A review on the effects of plasma on nutritional quality. *Processes*. 2021;9(12):2098.

15. Farooq S, Dar AH, Dash KK, Srivastava S, Pandey VK, Ayoub WS, et al. Cold plasma treatment advancements in food processing and impact on the physiochemical characteristics of food products. *Food Sci Biotechnol*. 2023;32:621–638.

16. Miraei Ashtiani SH, Rafiee M, Morad MM, et al. Impact of gliding arc plasma pretreatment on drying efficiency and physicochemical properties of grape. *Innov Food Sci Emerg Technol*. 2020;63:102381.

17. Scholtz V, Pazlarova J, Souskova H, Khun J, Julak J. Nonthermal plasma — A tool for decontamination and disinfection. *Biotechnol Adv*. 2015;33(6 Pt 2):1108–1119.

18. Poomanee W, Wattananapakasem I, Panjan W, Kiattisin K. Optimizing anthocyanins extraction and the effect of cold plasma treatment on the anti-aging potential of purple glutinous rice (*Oryza sativa* L.) extract. *Cereal Chem*. 2021;98:571–82.

19. Castro DRG de, Març JM, da Silva LS, da Silva KA, Sanches EA, Bezerra JA, et al. Dielectric barrier atmospheric cold plasma applied on camu-camu juice processing: Effect of the excitation frequency. *Food Res Int*. 2020;131:109044.

20. Patil V, Shams R, Dash KK. Cold plasma pretreatment for transforming fruit and vegetable waste: A comprehensive review. *Future Foods*. 2024;10:100400.

21. Ali M, Manzoor MF, Zeng X-A, Abida A, Roobab U. Impact of sustainable emerging cold plasma technology on the optical properties of foods. *Food Biosci*. 2024;59:104220.

22. Li X, Li M, Jia N, Jin P, Zhang J, Zheng Y, et al. Cold plasma treatment induces phenolic accumulation and enhances antioxidant activity in fresh-cut pitaya (*Hylocereus undatus*) fruit. *LWT - Food Sci Technol*. 2019;115:108447.

23. Loureiro AC, Souza FCA, Sanches EA, Bezerra JA, Lamarão CV, Rodrigues S, et al. Cold plasma technique as a pretreatment for drying fruits: Evaluation of the excitation frequency on drying process and bioactive compounds. *Food Res Int*. 2021;147:110462.

24. Li J, Li Z, Ma Q, Zhou Y. Enhancement of anthocyanins extraction from haskap by cold plasma pretreatment. *Innov Food Sci Emerg Technol*. 2023;84:103294.

25. Putnik P, Bursać Kovačević D, Dragović-Uzelac V, Pedisić S, Režek Jambrak A, Herceg Z. Effects of cold atmospheric gas phase plasma on anthocyanins and color in pomegranate juice. *Food Chem*. 2016;190:317–23.

26. Rout S, Tripathy S, Srivastav PP. Effect of cold plasma for modulating macromolecules and bioactive composition of food: Unveiling mechanisms and synergies with other emerging techniques. *Food Biosci*. 2024;61:104545.

27. Nasri AH, Kazemzadeh P, Khorram S, Moslemi M, Mahmoudzadeh M. A kinetic study on carrot juice treated by dielectric barrier discharge (DBD) cold plasma during storage. *LWT*. 2023;190:115563.

28. Bezerra JA, Lamarão CV, Sanches EA, Rodrigues S, Fernandes FAN, Ramos GLPA, et al. Cold plasma as a pre-treatment for processing improvement in food: A review. *Food Res Int*. 2023;167:112663.

29. Iranbakhsh A, Oraghi Ardebili Z, Oraghi Ardebili N, Ghoranneviss M, Safari N. Cold plasma relieved toxicity signs of nano zinc oxide in *Capsicum annuum* cayenne via modifying growth, differentiation, and physiology. *Acta Physiol Plant.* 2018;40:11

30. Wu D, Zhan X, Li M, Liu Y, Xu Y, Keener K. Effects of cold plasma treatment on cherry quality during storage. *J Food Process Preserv.* 2020;44(9):e14672.

31. Gao X, Zhang A, Héroux P, Sand W, Sun Z, Zhan J, et al. Effect of dielectric barrier discharge cold plasma on pea seed growth. *J Agric Food Chem.* 2019;67(39):10813–18022.

32. Ramazzina I, Berardinelli A, Rizzi F, Ragni L. Effect of cold plasma on chlorophyll degradation and quality of fresh-cut kiwifruit. *Postharvest Biol Technol.* 2015;107:55–65.

33. Santos LCO Jr, Cubas ALV, Moecke EHS, Ribeiro DHB, Amante ER. Use of cold plasma to inactivate *Escherichia coli* and physicochemical evaluation in pumpkin puree. *J Food Prot.* 2018;81(11):1897–1905.

34. Shashikanthalu SP, Ramireddy L, Radhakrishnan M. Stimulation of the germination and seedling growth of *Cuminum cyminum* L. seeds by cold plasma. *J Appl Res Med Aromat Plants.* 2020;18:100259.

35. Fernandes FAN, Santos VO, Rodrigues S. Effects of glow plasma technology on some bioactive compounds of acerola juice. *Food Res Int.* 2019;115:16–22.

36. Dzimitrowicz A, Jamroz P, Cyganowski P, Bielawska-Pohl A, Klimczak A, Pohl P. Application of cold atmospheric pressure plasmas for high-throughput production of safe-to-consume beetroot juice with improved nutritional quality. *Food Chem.* 2021;336:127635.

37. Umair M, Jabbar S, Lin Y, Nasiru MM, Zhang J, Abid M, et al. Comparative study: Thermal and non-thermal treatment on enzyme deactivation and selected quality attributes of fresh carrot juice. *Int J Food Sci Technol.* 2022;57(2):827–841.

38. Hou Y, Wang R, Gan Z, Shao T, Zhang X, He M, Sun A. Effect of cold plasma on blueberry juice quality. *Food Chem.* 2019;290:79–87.

39. Chen S, Li Y, Kang J, Su C, Liu Y, Cheng Y, et al. Evaluate the effects of different processing methods on red dragon fruit (*Hylocereus* species) juice from the perspective of physicochemical properties and metabolic profiles. *Foods.* 2025;14(5):793.

40. Ranjitha Gracy B, Palanisamy K, Moses JA, Anandharamakrishnan C. Influence of low-pressure nonthermal dielectric barrier discharge on reduction of chlorpyrifos and quality of tomatoes. *J Food Process Eng.* 2019;42(6):e13162.

41. Mehta D, Yadav SK. Cold plasma technology for food processing: Recent advances and challenges. *Food Eng Rev*. 2022;14:555–578.

42. Xi J, Wang Y, Zhou X, Wei S, Zhang D. Cold plasma pretreatment technology for enhancing the extraction of bioactive ingredients from plant materials: A review. *Ind Crops Prod*. 2024;209:117963.

43. Jadhav HB, Choudhary P. Emerging techniques for the processing of food to ensure higher food safety with enhanced food quality: a review. *Discov Food*. 2024;4:20.

44. Bassey EJ, Cheng JH, Sun DW. Novel nonthermal and thermal pretreatments for enhancing drying performance and improving quality of fruits and vegetables. *Trends Food Sci Technol*. 2021;112:137–148.

45. Obajemihi OI, Cheng JH, Sun DW. Enhancing moisture transfer and quality attributes of tomato slices through synergistic cold plasma and osmodehydration pretreatments during infrared-assisted pulsed vacuum drying. *J Food Eng*. 2025;387:112335.

46. Boateng ID. Recent processing of fruits and vegetables using emerging thermal and non-thermal technologies. A critical review of their potentialities and limitations on bioactives, structure, and drying performance. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2024;64(13):4240–4274.

47. Yanclo LA, Sigge G, Belay ZA, Oyenihi AB, October F, Caleb OJ. Effects of cold plasma pretreatment and cultivar on the drying characteristics, biochemical, and bioactive compounds of 'Tropica' and 'Keitt' mangoes. *J Biosyst Eng*. 2024;49:135–155.

48. Shanker MA, Khanashyam AC, Pandiselvam R, Joshi TJ, Thomas PE, Zhang Y, et al. Implications of cold plasma and plasma activated water on food texture: a review. *Food Control*. 2023;151:109793.

49. Singh SP, Thakur R. Postharvest applications of cold plasma treatment for improving food safety and sustainability outcomes for fresh horticultural produce. *Postharvest Biol Technol*. 2024;209:112694.

50. Rodríguez Ó, Gomes WF, Rodrigues S, Fernandes FAN. Effect of indirect cold plasma treatment on cashew apple juice (*Anacardium occidentale* L.). *LWT*. 2017;84:457–63.

51. Abarghuei FM, Etemadi M, Ramezanian A, Esehaghbeygi A, Alizargar J. An application of cold atmospheric plasma to enhance physiological and biochemical traits of basil. *Plants*. 2021;10(10):2088.

52. Osmólska E, Starek-Wójcicka A, Sagan A, Terebun P, Pawłat J. The effect of the addition of powdered sumac (*Rhus coriaria* L.) and cold plasma treatment on the quality of carrot juice. *Appl Sci*. 2024;14(3):1263.

53. Ogundipe SO, Usack JG, Pegg RB, Suh JH. Thermal and non-thermal processing on the physical and chemical properties of tree nuts: A review. *Food Bioprocess Technol*. 2024;17:1727–1751.

54. Obajemihi OI, Esua OJ, Cheng JH, Sun DW. Effects of pretreatments using plasma functionalized water, osmodehydration and their combination on hot air

drying efficiency and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) slices. *Food Chem*. 2023;406:134995.

CLASA

2ª EDIÇÃO

Desenvolvimento e processamento de alimentos de origem animal, vegetal e/ou bebidas

Patrocinador diamante

TÜVNORD

Patrocinador do E-book

envirolyte® BRASIL

Capítulo 32
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-32

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE ESTRUTURAL DE SORVETES DE BAUNILHA CONTENDO OLEOGEL DE QUITOSANA COMO SUBSTITUTOS DE GORDURA

Natália Emmerick de Alcântara*; Lívia Garcia Siqueira ; Vívian de Oliveira Estrela; Gabriela Baptista Brito; Daniel Perrone; Vanessa Naciuk Castelo Branco;

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: natalia_emmerick@id.uff.br*

Resumo: O sorvete é um alimento coloidal complexo cuja estrutura depende das gorduras sólidas, ricas em ácidos graxos saturados e *trans* de origem industrial, fortemente associados a doenças crônicas não transmissíveis. Por isso, busca-se substituí-las por outras fontes lipídicas, ricas em ácidos graxos insaturados, mais saudáveis. Oleogéis, como os de quitosana, vêm sendo estudados para esse fim em alimentos, embora seu uso em sorvetes ainda seja pouco explorado. Objetivou-se avaliar a estabilidade estrutural de sorvetes de baunilha formulados com oleogéis de quitosana como substitutos de gordura, durante 120 dias de armazenamento a -18 °C. Foram desenvolvidos três oleogéis com proporções de quitosana, vanilina e Tween®60 diferentes, aplicados em formulações comparadas a sorvetes controle com creme de leite, óleo de soja e gordura de palma. Foram analisados o *overrun*, a umidade, o perfil de textura (TPA) e a taxa de derretimento. Os sorvetes com creme de leite apresentaram o maior *overrun* inicial, enquanto os com oleogéis apresentaram os menores valores. A umidade manteve-se estável em todas as amostras. Na textura, observou-se aumento de dureza e gomosidade nos sorvetes com oleogéis, e os sorvetes contendo oleogel 3, gordura de palma e creme de leite se mantiveram estáveis ao longo do armazenamento. O sorvete contendo gordura de palma foi o que apresentou a menor taxa de derretimento, e apenas o sorvete contendo óleo de soja se manteve -se estável no derretimento. Concluiu-se que os oleogéis são alternativas promissoras para sorvetes, porém requerem ajustes nas formulações para alcançar características sensoriais e estruturais comparáveis às gorduras convencionais.

Palavras–chave: Organogel; Substituto de gordura; Lipídios

Abstract: Ice cream is a complex colloidal food whose structure depends on solid fats, typically rich in industrially produced saturated and trans fatty acids, which are strongly associated with chronic non-communicable diseases. Therefore, there is a growing interest in replacing them with lipid sources rich in unsaturated fatty acids, which are considered healthier. Oleogels, such as those made with chitosan, have been studied for this purpose in foods, although their use in ice cream remains limited. This study aimed to evaluate the structural stability of vanilla ice creams formulated with chitosan-based oleogels as fat substitutes during 120 days of storage at -18 °C. Three oleogels were developed using different proportions of chitosan, vanillin, and Tween®60, and applied in formulations compared to control ice creams made with heavy cream, soybean oil, and palm fat. Overrun, moisture content, texture profile analysis (TPA), and melting rate were evaluated. Ice creams with heavy cream showed the highest initial overrun, while those

with oleogels had the lowest values. Moisture remained stable across all samples. In terms of texture, ice creams with oleogels exhibited greater hardness and gumminess. Samples containing oleogel 3, palm fat, and heavy cream were the most structurally stable throughout storage. The ice cream with palm fat had the lowest melting rate, and only the sample with soybean oil maintained stable melting behavior during the entire storage period. It is concluded that oleogels are promising fat alternatives for ice cream, although formulation adjustments are still needed to achieve desirable sensory and structural properties.

Keywords: Organogel; Fat replacer; Lipids.

INTRODUÇÃO

O sorvete é um sistema coloidal complexo, que consiste na presença de glóbulos de gordura, cristais de gelo e bolhas de ar dispersos em uma fase aquosa parcialmente congelada e que cuja textura e estabilidade estrutural dependem da presença de gorduras sólidas, como a gordura láctea, gordura vegetal hidrogenada ou a gordura de palma, que proporcionam estrutura ao produto (1,2,3). No entanto, essas gorduras são ricas em ácidos graxos saturados e *trans*, especialmente os de origem industrial, que são fortemente associados ao desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis. Com base nas recomendações de saúde pública e nas principais diretrizes alimentares (4,5,6), há uma necessidade crescente de substituir essas gorduras por fontes lipídicas ricas em ácidos graxos poli-insaturados que podem fornecer maior proteção cardiovascular. Contudo, os ácidos graxos poli-insaturados, principalmente presentes nos óleos vegetais, são incapazes de manter uma estrutura desejável aos alimentos sendo então a simples substituição, não efetiva para garantir a funcionalidade desejável dos sorvetes.

Nesse contexto, os oleogéis surgem como uma alternativa tecnológica promissora, por permitirem a estruturação de óleos líquidos em uma matriz semissólida que reproduz as características desejáveis das gorduras convencionais, ao mesmo tempo em que podem promover benefícios nutricionais pelo tipo de ácidos graxos presentes no óleo estruturado (7). porém ainda é pouco explorada para o desenvolvimento de sorvetes.

O biopolímero quitosana, um polissacarídeo biologicamente ativo comumente usado como emulsificante e agente espessante em produtos alimentícios, tem sido investigado como agente estruturante de oleogéis (8,9,10,11). A quitosana é um ingrediente atóxico e seguro que apresenta alegação de propriedade funcional e/ou de saúde como uma fibra dietética (8). Além disso, o uso da quitosana como agente estruturante pode trazer vantagens econômicas e nutricionais, tendo em vista que é um importante resíduo da indústria pesqueira, biocompatível e biodegradável com reconhecida atividade bacteriostática (12,9).

A literatura é escassa quanto à aplicação de oleogéis de quitosana em sorvetes, portanto, diante da possibilidade do uso dos oleogéis estruturados com quitosana como uma nova tecnologia para melhorar a composição em sorvetes, faz-se necessária a melhor compreensão da estabilidade estrutural desse substituto de gordura aplicado à esta matriz alimentícia. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade estrutural de sorvetes de baunilha elaborados com oleogel de quitosana como substituto de gordura sólida, durante o armazenamento a -18 ºC por 120 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAIS (MATÉRIA-PRIMA, REAGENTES E SOLVENTES)

Os ingredientes utilizados para a elaboração dos sorvetes foram obtidos em estabelecimentos comerciais da cidade de Niterói (Rio de Janeiro, Brasil), a saber: leite em pó integral (Glória®), sacarose (União®), óleo vegetal refinado de soja (Liza®, contendo 15,3% ácidos graxos saturados e 54,6% ácidos graxos poli-insaturados), creme de leite pasteurizado (Ecila®, contendo 35% teor de gorduras totais e 20% ácidos graxos saturados), xarope de glicose (Marvi®), emulsificante (Emustab® contendo monoglicerídeos de ácidos graxos destilados, sal de ácidos graxos, monoestearato de sorbitana e polioxietileno de monoestearato de sorbitana) e a essência de baunilha (Tempemar®). A quitosana de médio peso molecular (75 – 85% de desacetilação), a vanilina (grau de pureza de 100%) e o Tween® 60 foram obtidos na Sigma-Aldrich® (São Paulo, Brasil). Todos os reagentes utilizados na produção dos oleogéis apresentaram grau alimentício. Todos os solventes utilizados para a realização das análises químicas foram de grau analítico.

DESENVOLVIMENTO DOS OLEOGÉIS ESTRUTURADOS COM QUITOSANA PARA ELABORAÇÃO DOS SORVETES

Foram elaborados três oleogéis diferentes com concentrações dos seus agentes estruturantes (quitosana e vanilina), emulsificante (Tween60) e fase oleosa (óleo de soja) conforme descrito na Tabela 1 (8).

Tabela 5. Concentração dos constituintes dos oleogéis estruturados com quitosana. Fonte: Autor 2024.

	Oleogéis Estruturados com Quitosana, Vanilina, Tween60® e Óleo de soja			
	Óleo de Soja	Quitosana	Vanilina	Tween60®
Oleogel 1	36,8%	0,99%	0,24%	0,18%
Oleogel 2	36,8%	1,01%	1,0%	0,31%
Oleogel 3	36,8%	1,07%	1,0%	0,46%

Os oleogéis estruturados com quitosana foram preparados pelo método indireto de *emulsion-templated* utilizando a vanilina como agente reticulante e o Tween® 60 como emulsificante, conforme descrito por Brito *et al.* (8). O oleogel foi elaborado em triplicata de processo.

DESENVOLVIMENTO DOS SORVETES DE BAUNILHA CONTENDO OLEOGEL E CONTROLES

Foram elaborados sorvetes de baunilha contendo os três oleogéis diferentes (1, 2 e 3), estruturados com quitosana, e outros três sorvetes contendo óleo de soja, creme de leite e gordura de palma, que foram eleitos como grupo controle desse estudo.

Para a produção dos sorvetes, primeiramente os ingredientes foram pesados em balança semi-analítica modelo UX6200H (SHIMADZU®, Quioto, Japão), em seguida, a água, o xarope de glicose e a essência de baunilha foram homogeneizados até atingirem a temperatura de 55 ºC. Após, o leite em pó foi adicionado e homogeneizado por 5 min a 55 ºC. Então, foi adicionado o emulsificante e a gordura utilizada (oleogel/ oleogel 2/

oleogel 3/ óleo de soja/ creme de leite/ gordura de palma) e homogeneizado à mistura por 1 minuto para formação da calda do sorvete. Em seguida, a mistura foi homogeneizada por 3 minuto em multiprocessador (Philco®, All In One Citrus 800W, Santa Catarina, Brasil) e transferida para um béquer para ser pasteurizada a 70 ºC por 30 min no banho (13) metabólico Dubnoff, modelo SL-157/30E (SOLAB®, São Paulo, Brasil) em agitação contínua. Logo após, a calda dentro do bécker foi submetida ao processo de resfriamento rápido em banho de gelo até atingir a temperatura de 10 ºC e ser transferida para a refrigeração e dar início ao processo de maturação da calda a 4ºC por 18 horas na incubadora B.O.D, modelo SL 200 (SOLAB®, São Paulo, Brasil). Após as 18 horas, a calda do sorvete foi transferida para a sorveteira (TRAMONTINA®, Rio Grande do Sul, Brasil) onde ocorreu o processo de incorporação de ar e o congelamento dinâmico. Os sorvetes foram envasados em recipiente plástico de polipropileno e então submetidos ao processo de endurecimento por congelamento em freezer doméstico a -18 °C/48 horas (14). Todos os sorvetes ficaram congelados por pelo menos 48 horas antes das análises.

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE ESTRUTURAL DOS SORVETES DURANTE ARMAZENAMENTO À -18 °C POR 120 DIAS

Após 48 horas de fabricação, os sorvetes elaborados foram avaliados quanto a incorporação de ar (*overrun*) (15), a taxa de derretimento (14), a umidade e o perfil de textura dos sorvetes (TPA) (16,17).

Em seguida, foram submetidos às análises de estabilidade estrutural durante o armazenamento a -18 °C por 120 dias. As amostras de sorvete foram avaliadas ao longo do armazenamento em congelamento de -18 °C em 4 pontos distintos: 48 horas após o término do processamento (Ponto 0/ Inicial), 30 dias (Ponto 1), 90 dias (Ponto 2), 120 dias (Ponto 3).

Em cada ponto de armazenamento, foram realizadas as análises da taxa de derretimento, do perfil de textura (TPA) e da umidade dos sorvetes congelados. As análises de umidade foram realizadas em triplicatas com as amostras em temperatura de –18 °C, e as análise de textura e de derretimento foram realizadas em quadruplicatas. Os sorvetes no ponto inicial também foram analisados quanto à incorporação de ar (*overrun*).

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados obtidos das amostras de sorvete ao longo do armazenamento a -18 ºC foram analisados pela análise estatística *Two-way analysis of variance* (ANOVA) para estudar os efeitos dos dois fatores considerados: tipo de gordura utilizada (oleogel 1, oleogel 2 e oleogel 3, creme de leite, gordura de palma e óleo de soja) e o tempo de armazenamento das amostras 48 horas (Ponto 0); 30 dias (Ponto 1); 90 dias meses (Ponto 2); 120 dias (Ponto 3) (14). Em seguida foi realizado o teste de Tukey para determinar as diferenças significativas, considerando valores de $p < 0,05$ como estatisticamente significativos. Todos os dados foram analisados no programa GraphPad Prism versão 8.0.0 para Windows (GraphPad Software, San Diego, Califórnia, EUA) (8).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que se refere a incorporação de ar dos sorvetes no ponto inicial (Ponto 0), as amostras controles formulados com creme de leite obtiveram o maior *overrun* entre as amostras, de 50,31%, enquanto o menor *overrun* encontrado foi no sorvete com oleogel 2 de 15,7%. Os sorvetes com oleogéis 3, foram estatisticamente similares aos sorvetes controles palma e controles óleo de soja. Já os sorvetes contendo oleogel 1, foram

estatisticamente similares aos sorvetes contendo óleo de soja, gordura de palma e ao sorvete contendo oleogel 2 (Figura 1).

Os sorvetes contendo oleogéis não foram capazes de aumentar o *overrun* em comparação aos sorvetes controles, assim como nos estudos de Liu *et al*. (18), que avaliaram três diferentes oleogéis de Triglicerídeo de Cadeia Média (TCM) estruturados com diferentes agentes (cera de abelha, fitoesterol-orizanol ou etilcelulose) como substituto da gordura de palma hidrogenada (HPKO) e também não aumentaram o *overrun* dos sorvetes preparados. Nesse estudo, os sorvetes HPKO apresentaram o maior *overrun* em comparação as demais amostras e os autores sugeriram que esse fenômeno se deu pela estrutura cristalina formada pela desestabilização da gordura, quanto mais gotículas de óleo não estruturado, ou seja, não cristalino, maior é a probabilidade de coalescer completamente e de as bolhas de ar serem facilmente rompidas durante o batimento e o congelamento. Essa explicação pode ser atribuída aos sorvetes presentes nesse estudo, uma vez que o maior *overrun* dos sorvetes analisados foi o do creme de leite, que por sua vez, é majoritariamente formado por ácidos graxos saturados, que se encontram na forma semi-cristalina na faixa de temperatura da qual as caldas de sorvetes são maturadas (em torno de 4 ºC) (19).

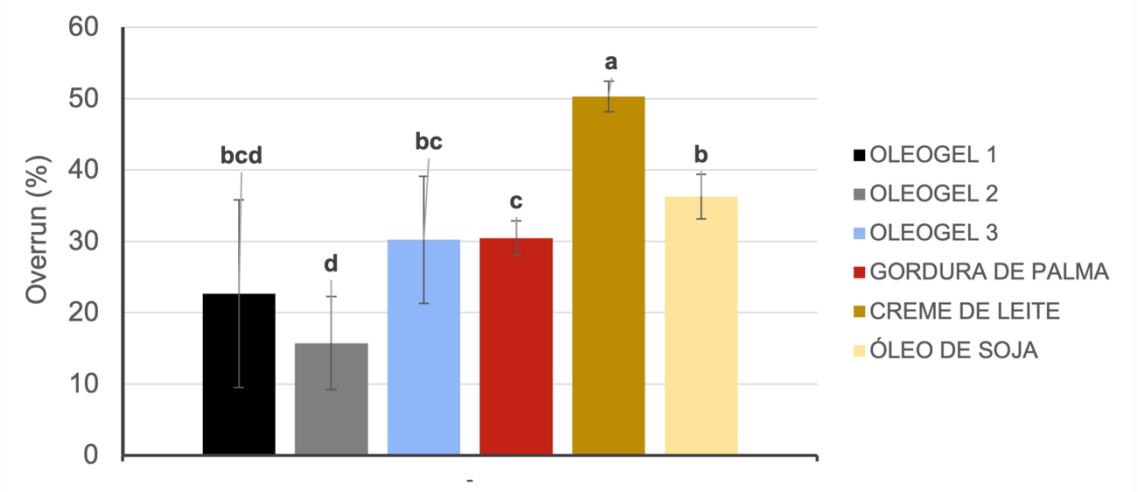


Figura 1. Incorporação de ar (*overrun*) dos sorvetes com oleogéis e controles. **Fonte:** Autor, 2024.

Já os resultados da umidade ao longo do armazenamento à -18 ºC, se encontram na tabela 2. Na avaliação do efeito do tempo de armazenamento nos sorvetes formulados, apenas os sorvetes contendo o oleogel 2 e o creme de leite se mantiveram estatisticamente similares ao longo dos 120 dias. Já os demais sorvetes, todos obtiveram diferenças significativas entre si ao longo do armazenamento à -18 ºC. No entanto, essas variações apresentadas com significância correspondem a menos que 5% e, considerando que o armazenamento foi realizado em freezer doméstico, pode-se considerar que essas variações térmicas inerentes às condições de congelamento não provocaram grandes alterações no teor de umidade ao longo do armazenamento, mantendo-se estáveis à uma faixa entre 53,83 e 60,17 de umidade.

A umidade em sorvetes é um fator importante pois quando permanece dentro do produto, evita o encolhimento ou a migração de umidade para a embalagem ou para o exterior (20), o que mantém as características estruturais dos sorvetes. Dessa forma, os sorvetes analisados foram considerados estáveis no que se refere à umidade ao longo do armazenamento por 120 dias.

Tabela 2. Avaliação da estabilidade da umidade dos sorvetes de baunilha nos 5 pontos de armazenamento à -18 ºC. **Fonte:** Autor, 2024.

Tenpo de armazenamento	Oleogel 1	Oleogel 2	Oleogel 3	Gordura de Palma	Creme de Leite	Óleo de soja
0 dia	58,1 ± 0,14 ^{aB}	56,7± 0,99 ^{abA}	56,35 ± 0,92 ^{bAB}	56,86 ± 1,64 ^{abA}	55,63 ± 0,42 ^{bA}	56,63 ± 0,06 ^{abA}
30 dias	57,8 ± 1,01 ^{aB}	57,26 ± 1,02 ^{aA}	57,47 ± 0,64 ^{aA}	56,23 ± 1,72 ^{aA}	53,83 ± 0,91 ^{bA}	53,96 ± 0,98 ^{bB}
90 dias	60,17 ± 1,06 ^{aA}	57,5 ± 1,71 ^{bA}	57,57 ± 0,99 ^{bA}	57,27 ± 0,70 ^{bcA}	55,10 ± 0,56 ^{cA}	57,87 ± 1,27 ^{bA}
120 dias	57,05 ± 0,35 ^{aB}	56,4 ± 0,71 ^{aA}	55,75 ± 0,78 ^{bB}	57,93 ± 1,44 ^{aA}	55,00 ± 2,9 ^{bA}	58,08 ± 1,71 ^{aA}

***** Os valores são expressos como média ± desvio padrão. Diferentes letras maiúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam uma diferença significativa entre os pontos de armazenamento. Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos. ANOVA Two-Way e teste de médias de Tukey foram realizados ao nível de significância de 5% ($p<0.05$).

Na análise TPA dos sorvetes com oleogéis e dos controles (tabela 3), foram obtidos resultados sobre os parâmetros de dureza, adesividade, resiliência e coesividade. Em relação à dureza, os sorvetes com oleogel 1 obtiveram diferenças significativas quando comparados aos demais tratamentos, sendo considerados os sorvetes de maior dureza entre todos (13516 g). Já os demais, foram considerados similares no tempo 0 da e se mantiveram nesse padrão com 30, 60 e 90 dias de armazenamento. No entanto, no tempo de 120 dias, os sorvetes controles (gordura de palma, creme de leite e óleo de soja) obtiveram valores de dureza estatisticamente similares ($p<0,05$), e os sorvetes contendo oleogéis obtiveram valores mais altos. A dureza dos sorvetes contendo oleogéis 1 e 2 aumentaram significativamente ao longo do armazenamento e a dureza dos sorvetes contendo óleo de soja diminuíram consideravelmente ao longo do armazenamento. Em contraponto com os sorvetes contendo oleogel 3, creme de leite e gordura de palma, que se mantiveram iguais estatisticamente em todos os pontos de armazenamento ($p<0,05$).

Assim como no presente estudo, o estudo de Wang *et al*. (21), produziram sorvetes contendo óleo de soja como substituto de creme de leite e avaliaram a estabilidade da textura (dureza) dos sorvetes armazenados à -18 º C por 28 dias e a dureza dos sorvetes aumentou significativamente com o tempo de armazenamento prolongado ($p < 0,05$). Os autores associaram esse fenômeno à recristalização de gelo que ocorre durante o armazenamento prolongado e que foi positivamente correlacionado com o aumento da dureza dos sorvetes (21). Dessa forma, o mesmo fenômeno pode ter acontecido com os sorvetes neste estudo, e com isso, os sorvetes contendo oleogéis obtiveram possivelmente mais recristalização de gelo em comparação aos sorvetes controle, durante o armazenamento de 120 dias.

Na adesividade, por sua vez, quando analisada entre os tratamentos, foram obtidos resultados significativamente diferentes entre todos os tratamentos ($p<0,05$). Os sorvetes com oleogel 1 apresentaram os maiores valores de adesividade, isto é, as amostras possuíam pouca aderência. Já ao longo dos pontos de armazenamento, apenas o sorvete contendo oleogel 1 se manteve estatisticamente similar ao longo dos 120 dias, ou seja, se mostrou mais estável quanto à aderência.

No parâmetro da resiliência entre as amostras, no tempo 0, os sorvetes com oleogel 1 tiveram os maiores resultados e foram estatisticamente significativos ($p<0,05$) no valor de 1,49 ± 0,5 quando comparados aos demais, indicando maior elasticidade da estrutura do sorvete. Contudo, essa propriedade reduziu ao longo do armazenamento, chegando a 0,38 após 120 dias. Os demais tratamentos apresentaram valores consistentemente baixos (<0,5), sem variações expressivas.

E ainda, na medida da gomosidade, logo após a produção das amostras no tempo 0, todas as amostras foram estatisticamente similares. Ao longo do armazenamento, os sorvetes contendo oleogel 1 e oleogel 2 apresentaram aumento significativo com o tempo, atingindo picos de 267 g e 286 g, respectivamente, após 90 e 120 dias, o que indica maior resistência à mastigação. Em contrapartida, os sorvetes contendo óleo de soja e gordura de palma apresentaram queda acentuada nesse parâmetro ao longo do armazenamento, refletindo possível degradação da estrutura física do produto.

Tabela 3. Análise do Perfil de Textura dos sorvetes de baunilha ao longo do armazenamento por 120 dias. **Fonte:** Autor, 2024.

		Tratamentos					
	Dia	Oleogel 1	Oleogel 2	Oleogel 3	Gordura de Palma	Creme de Leite	Óleo de soja
Dureza (g)	0	13516 ± 2352 ^{aB}	3951 ±1703 ^{bB}	3617± 1377 ^{bA}	4971 ± 753 ^{bA}	5527 ± 228 ^{bA}	6759 ± 1208 ^{bA}
	30	15412 ±5796 ^{aAB}	3568± 932 ^{bB}	4247 ±1179 ^{bA}	4590 ± 733 ^{bA}	4688 ± 486 ^{bA}	4447 ± 489 ^{bAB}
	90	18055 ±1552 ^{aA}	3170 ± 1433 ^{bB}	2065 ± 298 ^{bA}	1739±188 ^{bA}	1313±385 ^{bA}	1326±243 ^{bB}
	120	18653 ± 10318 ^{aA}	9113 ± 3876 ^{bA}	5006 ± 818 ^{bcA}	2336±466 ^{cA}	2840±582 ^{cA}	2199±176 ^{cB}
Adesividade (g.m^{-1})	0	-57 ± 12 ^{cA}	-197 ± 197 ^{aAB}	-156 ±42 ^{abA}	-144 ± 23 ^{abcAB}	-165 ± 11 ^{abB}	-80 ± 15 ^{bcBC}
	30	-74 ±30 ^{bA}	-74 ± 8 ^{bC}	-74 ±13 ^{bAB}	-239 ± 25 ^{aA}	-87 ± 19 ^{bB}	-73 ± 8 ^{bC}
	90	-76 ± 16 ^{cA}	-210 ± 265 ^{bA}	-65 ± 11 ^{cB}	-91±22 ^{cB}	-297±39 ^{bA}	-547±25 ^{aA}
	120	-98 ± 30 ^{aA}	-113 ± 44 ^{aBC}	-141 ± 33 ^{aAB}	-100±6 ^{aB}	-94±10 ^{aB}	-200±189 ^{aB}
Resiliência	0	1,49 ±0,50 ^{aB}	0,38 ±0,32 ^{bA}	0,26 ±0,16 ^{bA}	0,02 ± 0,001 ^{bB}	0,17 ± 0,19 ^{bA}	0,38 ± 0,04 ^{bA}
	30	1,32 ±0,31^{aB}	0,19 ±0,27 ^{bA}	0,13 ±0,10 ^{bA}	1,02 ± 0,39 ^{aA}	0,031 ± 0,002 ^{bA}	0,019 ± 0,002 ^{bA}
	90	0,87 ± 0,13 ^{aC}	0,25 ± 0,23 ^{bA}	0,03 ± 0,01 ^{bA}	0,61±0,11 ^{abA}	0,01±0,00 ^{bA}	0,35±0,24 ^{abA}
	120	0,38 ± 0,32 ^{aA}	0,47 ± 0,41 ^{bcA}	0,11 ± 0,18 ^{cA}	0,84±0,15 ^{bA}	0,45±0,03 ^{bcA}	0,33±0,04 ^{cA}
Gomosidade (g)	0	49 ± 13 ^{bB}	90 ±63 ^{bB}	68 ±34 ^{bB}	178 ±59 ^{aB}	255± 95 ^{aAB}	119 ± 83 ^{aA}
	30	213 ± 90 ^{bcA}	164 ±16 ^{cB}	234 ±64 ^{bcA}	173± 73 ^{aA}	283 ± 54 ^{bA}	159 ± 8 ^{cAB}
	90	267 ± 70 ^{aA}	160 ± 43 ^{bB}	137 ± 28 ^{bcB}	39 ± 7 ^{cC}	132 ± 16 ^{bcBC}	77 ± 10 ^{bcAB}
	120	188 ± 138 ^{bA}	286 ± 251^{aA}	240 ± 39 ^{abA}	31 ±13 ^{cC}	83 ± 30 ^{cC}	68 ± 29 ^{cB}

***** Os valores são expressos como média ± desvio padrão. Diferentes letras maiúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam uma diferença significativa entre os pontos de armazenamento. Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos. ANOVA Two-Way e teste de médias de Tukey foram realizados ao nível de significância de 5% ($p<0.05$).

No que se refere a taxa de derretimento ao longo do armazenamento à -18 ºC por 120 dias (Tabela 4), analisando as amostras no mesmo intervalo de tempo, os resultados mostraram que apenas os sorvetes formulados com gordura de palma obtiveram resultados estatisticamente significativos no tempo 0, obtendo valores de 0,29 ± 0,04 g/min, o que significou que a amostra demorou mais tempo que todos as demais para derreter. Já os demais, foram todos estatisticamente similares no ponto 0 ($p<0,05$). Ao longo dos 120 dias de armazenamento, apenas os sorvetes contendo óleo de soja se mantiveram estatisticamente similares, ou seja, estáveis, em todos os pontos analisados ($p<0,05$). Goff (19) sugere que um sorvete que derrete mais devagar pode ser sentido com

melhor textura e sensação na boca devido ao colapso estrutural mais lento também na cavidade oral, sendo esse parâmetro importante quanto à qualidade do sorvete.

Tabela 4. Teste de Derretimento dos Sorvetes de baunilha ao longo do armazenamento à -18ºC por 120 dias. **Fonte:** Autor, 2024.

	Tratamentos					
Taxa de Derretimento	**Oleogel 1**	**Oleogel 2**	**Oleogel 3**	**Gordura de Palma**	**Creme de Leite**	**Óleo de soja**
Dia 0	0,52±0,03 ^{aB}	0,54±0,01 ^{aA}	0,54±0,03 ^{aAB}	0,29 ± 0,04 ^{bB}	0,56 ± 0,01 ^{aB}	0,58 ± 0,02 ^{aA}
Dia 30	0,60± 0,08 ^{aA}	0,44±0,02 ^{bB}	0,57±0,02 ^{aA}	0,44 ± 0,05 ^{bA}	0,55 ± 0,02 ^{aB}	0,58 ± 0,02 ^{aA}
Dia 90	0,41 ± 0,05 ^{bC}	0,54 ± 0,03 ^{aA}	0,57 ± 0,03 ^{aA}	0,43 ± 0,02 ^{bA}	0,58 ± 0,01 ^{aAB}	0,59 ± 0,07 ^{aA}
Dia 120	0,44 ± 0,04 ^{cC}	0,51 ± 0,03 ^{bcA}	0,48 ± 0,03 ^{bcB}	0,33 ± 0,06 ^{dB}	0,64 ± 0,04 ^{aA}	0,59 ± 0,02 ^{aA}

***** Os valores são expressos como média ± desvio padrão. Diferentes letras maiúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam uma diferença significativa entre os pontos de armazenamento. Diferentes letras minúsculas sobrescritas na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos. ANOVA Two-Way e teste de médias de Tukey foram realizados ao nível de significância de 5% ($p<0.05$).

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos foi possível concluir que embora os oleogéis de quitosana representem uma alternativa promissora às gorduras convencionais em sorvetes, especialmente do ponto de vista de saúde, a sua aplicação ainda apresenta limitações tecnológicas, como a menor incorporação de ar (*overrun*) e alterações indesejadas na textura ao longo do armazenamento por 120 dias. O creme de leite demonstrou melhor desempenho na aeração, possivelmente devido à sua composição lipídica. Apesar disso, todos os sorvetes mantiveram estabilidade quanto à umidade durante os 120 dias de armazenamento, o que é positivo para a conservação da estrutura do produto. Já a taxa de derretimento, os sorvetes contendo oleogéis não foram estáveis ao longo do armazenamento. Dessa forma, os oleogéis podem ser utilizados em formulações de sorvete, mas exigem otimização de formulações e de processos para alcançar um desempenho sensorial e físico semelhante às gorduras tradicionais.

Ainda, torna-se necessário estudos futuros quanto à otimização das formulações dos sorvetes com oleogel de quitosana e o entendimento dos efeitos na aceitação sensorial desses produtos, para melhoria da compreensão dessa inovação em alimentos.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001 e da Fundação Carlos Chagas de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ – E-26/210.915/2021 e E-26/200.295/2024.

REFERÊNCIAS

1. Munk MB, Munk DME, Gustavsson F, Risbo J. Using ethylcellulose to structure oil droplets in ice cream made with high oleic sunflower oil. *J Food Sci*. 2018;83:2520-6.
2. Akbari M, Eskandari MH, Davoudi Z. Application and functions of fat replacers in low-fat ice cream: A review. *Trends Food Sci Technol*. 2019;86:34–40.
3. Silva-Avellaneda E, Bauer-Estrada K, Prieto-Correa RE, Quintanilla-Carvajal MX. The effect of composition, microfluidization and process parameters on formation of oleogels for ice cream applications. *Sci Rep*. 2021;11:7161.

4. Clifton PM, Keogh JB. A systematic review of the effect of dietary saturated and polyunsaturated fat on heart disease. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2017;27:1060–80.
5. Hooper L, Martin N, Jimoh OF, Kirk C, Foster E, Abdelhamid AS. Reduction in saturated fat intake for cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;5:CD011737.
6. American Heart Association. Saturated fat [Internet]. 2024 [acesso em 29 de Abr de 2025]. Disponível em: https://www.heart.org/en/healthy-living/healthy-eating/eat-smart/fats/saturated-fats
7. Chaves KF, Barrera-Arellano D, Ribeiro APB. Potential application of lipid organogels for food industry. *Food Res Int*. 2018;105:863–72.
8. Brito GB, Peixoto VODiS, Martins MT, Rosário DKA, Ract JN, Conte-Júnior CA, Torres AG, Castelo-Branco VN. Development of chitosan-based oleogels via crosslinking with vanillin using an emulsion templated approach: Structural characterization and their application as fat-replacer. *Food Struct*. 2022;32:100264.
9. Farooq S, Ahmad MI, Zhang Y, Chen M, Zhang H. Preparation, characterization and digestive mechanism of plant-derived oil bodies-based oleogels structured by chitosan and vanillin. *Food Hydrocoll*. 2023;136:108247.
10. Li J, Li J, Zhao S, Zhu Q, Zhang H. Characterization of chitosan-gelatin cryogel templates developed by chemical crosslinking and oxidation resistance of camellia oil cryogel-templated oleogels. *Carbohydr Polym*. 2023;315:120032.
11. Miao W, Miao W, McClements DJ, Zhang Z, Lin Q, Ji H, et al. Fabrication and characterization of emulsion-template oleogels assembled from octenyl succinic anhydride starch/chitosan electrostatic complexes. *Food Hydrocoll*. 2024;151:109882.
12. Wang W, Xue C, Mao X. Chitosan: structural modification, biological activity and application. *Int J Biol Macromol*. 2020;164:4532–46.
13. Brasil. Resolução RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis. Diário Oficial da União de 26 de setembro de 2003.
14. Moriano ME, Alamprese C. Organogels as novel ingredients for low saturated fat ice creams. *LWT - Food Sci Technol*. 2017;86:371–6.
15. Balthazar CF, Silva HLA, Celeguini RMS, Santos R, Pastore GM, Junior CAC, et al. Effect of galactooligosaccharide addition on the physical, optical, and sensory acceptance of vanilla ice cream. *J Dairy Sci*. 2015;98:4266–72.
16. Trịnh KT, Glasgow S. On the texture profile analysis test. In: *Proceedings of the Chemeca 2012*; 2012 Sep 23–26; Wellington, New Zealand.
17. Yu B, Zeng X, Wang L, Regenstein JM. Preparation of nano-fibrillated cellulose from grapefruit peel and its application as fat substitute in ice cream. *Carbohydr Polym*. 2021;254:117415.
18. Liu N, Nan J, Zhang K, Li D, Zhang Z, Yang D, et al. Fat coalescence and texture improvement of ice cream based on medium-chain triglyceride oleogel: effect of gelator type. *Food Hydrocoll*. 2024;152:109921.
19. Goff H D. Ice cream and frozen desserts: product types. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Elsevier Inc.; 2018.
20. Raisel L B, Colet R, Nascimento L H, Cardoso L, Azambuja L L, Zanchetta B S,

et al. Development of an innovative stabilizer-emulsifier mixture to enhance the quality of ice cream on a structured scale. Journal of Food Measurement and Characterization. 2024;18:6250–6263.

21. Wang W, Li J, Wang M, Gu L, Liu Z, Xu C, Ma J, Jiang L, Jiang Z, Hou J. Soybean-oil-body-substituted low-fat ice cream with different homogenization pressure, pasteurization condition, and process sequence: Physicochemical properties, texture, and storage stability. *Foods*. 2022;11:2560.

Capítulo 33
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-33

COCRIAÇÃO COMO ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS LÁCTEOS PROBIÓTICOS SAUDÁVEIS

Bárbara Lourenço de Morais*; Ramon Silva*; Aline dos Santos Garcia Gomes

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email:ramonsg@uol.com.br*

Resumo: O valor global do mercado de alimentos e bebidas funcionais não para de crescer e é impulsionado pela crescente preocupação dos consumidores com a saúde e o bem-estar. Melhorar a saúde humana por meio da modulação das interações microbianas ao longo de todas as fases da vida tem se tornado uma prioridade crescente para consumidores, fabricantes de alimentos, profissionais da saúde e órgãos reguladores. Alimentos probióticos exercem essa função e começaram a despertar o interesse da indústria e da ciência de alimentos no início do século XXI, havendo um crescimento exponencial dos produtos lácteos probióticos. Esse capítulo aborda por meio da análise de dados científicos, governamentais e de mercado, como a cocriação, uma estratégia de *marketing* que permite integrar as expectativas dos consumidores no processo de inovação de produtos probióticos, é capaz de aumentar a aceitabilidade e o valor percebido dos alimentos funcionais, além de fortalecer o vínculo entre marca e consumidores, promovendo maior fidelização.

Palavras–chave: aceitabilidade; inovação; laticínio; microrganismos

Abstract: The global value of the functional food and beverage market continues to grow, driven by increasing consumer concern for health and well-being. Improving human health through the modulation of microbial interactions throughout all stages of life has become a growing priority for consumers, food manufacturers, healthcare professionals, and regulatory agencies. Probiotic foods perform this function and begin to arouse the interest of the industry and food science at the beginning of the 21st century, with an exponential growth in probiotic dairy products. This chapter examines, through the analysis of scientific, governmental, and market data, how co-creation, a marketing strategy that integrates consumer expectations into the probiotic product innovation process, can enhance the acceptability and perceived value of functional foods, while also strengthening the bond between brand and consumer, promoting greater loyalty.

Keywords: acceptability; dairy; innovation; microorganisms

INTRODUÇÃO

Mudar os padrões alimentares em busca da saúde da população é um grande desafio para a sociedade contemporânea que exige novas abordagens da ciência e tecnologia de alimentos (1). Nesse contexto, a crescente demanda por alimentos saudáveis e funcionais tem impulsionado o desenvolvimento de produtos que aliam valor nutricional e propriedades benéficas à saúde, sendo os alimentos probióticos um dos

segmentos mais promissores (2). Os produtos lácteos fermentados, como iogurtes e bebidas lácteas, destacam-se como matrizes alimentares ideais para a veiculação de microrganismos probióticos, devido à sua composição nutricional e à tradicional aceitação pelos consumidores (3).

Historicamente, o iogurte tem sido o principal produto da categoria de lácteos fermentados, destacando-se tanto em volume de produção quanto em relevância nas pesquisas científicas ao longo do último século. A industrialização desse alimento teve início em 1919 com Isaac Carasso, fundador da marca Danone®, que iniciou a incorporação de microrganismos na produção de iogurtes. Na década de 1980, a indústria inovou ao associar bifidobactérias ao iogurte tradicional, resultando no lançamento do primeiro iogurte probiótico com cepas específicas, como o DanRegularis®. Em 1986, um novo avanço foi alcançado com a formulação de um consórcio de microrganismos probióticos, dando origem ao produto Activia®, que se tornou um marco na popularização do conceito de probióticos no segmento de iogurtes (4).

Essa trajetória impulsionou o uso crescente de laticínios como leites fermentados, queijos e até sorvetes como veículos eficazes para probióticos, combinando inovação, valor nutricional e conveniência. Dependendo das características desejadas no produto final, essas culturas podem ser adicionadas antes ou após a fermentação, conferindo flexibilidade tecnológica e diversidade de formulações (5).

Paralelamente à evolução industrial, o aprofundamento das pesquisas científicas tem evidenciado a importância central da microbiota intestinal na manutenção da saúde humana. Estudos mostram que alterações na diversidade e abundância dos microrganismos intestinais podem impactar significativamente o metabolismo e o sistema imunológico do hospedeiro (6, 7). Nesse contexto, a utilização de microrganismos com propriedades benéficas tem ganhado aceitação crescente, especialmente entre consumidores mais informados e preocupados com hábitos alimentares saudáveis.

Embora várias definições de probióticos tenham sido propostas, a definição internacionalmente reconhecida foi estabelecida pela FAO/OMS em 2002 (8), que os descreve como “microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro”. Esse entendimento foi posteriormente ampliado por um consenso científico promovido pela *International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics* (ISAPP) em 2013, que incorporou aspectos como microbiologia, genética microbiana, imunologia e ciência dos alimentos. Esse consenso reforçou que apenas microrganismos com características taxonômicas bem definidas e com comprovação científica de seus efeitos benéficos podem ser classificados como probióticos (9,10).

O valor global do mercado de alimentos e bebidas funcionais atingiu 280,7 bilhões de dólares em 2021 (11) e aumentou para 607,8 bilhões de dólares em 2023 (12). No caso específico de alimentos probióticos, os mesmos representam cerca de 60 a 70% do mercado global de alimentos funcionais (13). Um estudo da *BCC Research*, *Probiotics in Food, Beverages, Dietary Supplements, and Animal Feed* (Probióticos em Alimentos, Bebidas, Suplementos Dietéticos e Alimentação Animal) indica uma expectativa de crescimento do mercado mundial, saltando de 69.8 bilhões de dólares em 2024 para 102.1 bilhão em 2029 (14).

No entanto, apesar do avanço das pesquisas e do crescimento do mercado global, persistem desafios significativos. O desconhecimento sobre os benefícios dos probióticos, as resistências culturais e a baixa adesão por parte de certos perfis de consumidores ainda são obstáculos consideráveis (15, 16). Adicionalmente, a presença excessiva de açúcar em muitos produtos voltados para crianças e adolescentes representa uma barreira

importante, principalmente quando se considera a associação desses ingredientes ao aumento de doenças crônicas como hipertensão, obesidade e até câncer colorretal (17, 18, 19).

Melhorar a saúde humana por meio da modulação das interações microbianas ao longo de todas as fases da vida tem se tornado uma prioridade crescente para consumidores, fabricantes de alimentos, profissionais da saúde e órgãos reguladores. Esse movimento reflete a busca por soluções alimentares que aliam sabor, conveniência e benefícios funcionais comprovados, contribuindo para a prevenção de doenças e a promoção do bem-estar. Nesse cenário, torna-se essencial adotar novas abordagens no desenvolvimento de produtos que atendam de forma mais eficaz às demandas do mercado. A cocriação se destaca como uma ferramenta estratégica, ao integrar diretamente as expectativas dos consumidores no processo de inovação. Essa abordagem não apenas amplia a aceitabilidade e o valor percebido dos alimentos funcionais, mas também fortalece o vínculo entre marcas e consumidores, promovendo maior fidelização (20).

Neste contexto, nesse capítulo, fazendo uso de uma revisão narrativa de literatura, serão apresentadas as principais tendências do mercado de produtos lácteos e os desafios relacionados à aplicação de bactérias probióticas. Para oferecer um panorama mais abrangente, também serão abordadas as características dessas bactérias e seus benefícios comprovados à saúde. O capítulo destaca a importância da cocriação como uma abordagem estratégica para o desenvolvimento de produtos lácteos probióticos mais alinhados às demandas contemporâneas dos consumidores. Ao explorar conceitos fundamentais sobre probióticos, analisar os desafios enfrentados pela indústria e apresentar evidências da eficácia da participação ativa dos consumidores no processo de inovação, busca-se demonstrar como a integração entre ciência, indústria e sociedade pode impulsionar a criação de alimentos funcionais com maior aceitabilidade, valor percebido e impacto positivo na saúde pública.

MÉTODO

Uma revisão narrativa da literatura foi realizada buscando-se apresentar as tendências do mercado de produtos lácteos e a importância da metodologia de cocriação para aumentar a aceitação de novos produtos alimentares probióticos. Para tanto foram selecionados estudos relevantes sobre probióticos, desenvolvimento de produtos e cocriação, incluindo artigos científicos, dados governamentais, de setores produtivos e associações comerciais. A seleção dos estudos foi baseada na relevância para o objetivo da revisão, e não em critérios pré-definidos de inclusão. Os descritores utilizados foram *probiotic dairy products, consumer co-creation, functional foods, sensory analysis, consumer behavior*, além de suas versões em língua portuguesa (produtos lácteos probióticos, cocriação com consumidores, alimentos funcionais, análise sensorial, comportamento de consumidor). A análise dos estudos foi realizada de forma crítica e interpretativa, com o objetivo de construir uma narrativa coerente e significativa sobre a temática de estudo. A revisão está estruturada em seções temáticas para a melhor compreensão do problema central.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Probióticos: Definição, Benefícios e Matrizes Alimentares para sua inserção Cocriação

O interesse em estudos sobre probióticos se desenvolveu no final do século XX e início do século XXI, especialmente após a descoberta do microbioma intestinal (21, 22). A partir desse momento, os probióticos passaram a ser reconhecidos como microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro (10). Essa definição, respaldada por agências internacionais como a FAO e a OMS, tem guiado o avanço das pesquisas na área e possibilitado a consolidação dos alimentos probióticos como uma categoria relevante dentro dos alimentos funcionais. Gêneros como *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* são amplamente utilizados, sendo recomendada uma concentração mínima de 10^9 UFC por porção de alimento para garantir sua eficácia.

No princípio dos estudos de suas funções biológicas os probióticos demonstraram promover a saúde intestinal e digestiva, melhora da função imunológica e alívio de condições como a síndrome do intestino irritável e da diarreia associada ao uso de antibióticos (23, 24).

O contínuo estudo dessas bactérias possibilitou ampliar o painel de funções biológicas, que incluem (i) modulação da microbiota intestinal; (ii) fortalecimento da barreira intestinal; (iii) competição por sítios intestinais de ligação para patógenos; (iv) alívio da constipação; (v) melhora nos sintomas de colite e enterocolite necrosante; (vi) contribuição na redução de sobrepeso, obesidade e glicemia; (vii) modulação do sistema imunológico; (viii) diminuição de alergias atópicas e alimentares; (ix) regulação do sistema nervoso central; e (x) alívio de sintomas relacionados ao autismo, depressão e ansiedade, entre outros. Contudo, é importante destacar que esses benefícios são específicos para cada cepa probiótica, não podendo ser generalizados para todas as espécies ou gêneros, e que é essencial um consumo regular dos produtos que os contenham (25, 26).

Estudos recentes, como os de Medina e colaboradores (27), demonstram o potencial de diferentes cepas bacterianas na promoção da saúde gastrointestinal, confirmando que a estabilidade da microbiota intestinal é fundamental para o equilíbrio fisiológico do organismo. A modulação da microbiota por probióticos pode favorecer processos digestivos, fortalecer a barreira intestinal e estimular a resposta imune, com impacto direto na prevenção de diversas doenças.

Os benefícios à saúde humana também estão relacionados à quantidade de probióticos que é consumida, sendo assim cepas probióticas devem estar presentes e viáveis em uma concentração mínima ao longo da vida útil do produto para garantir seus efeitos fisiológicos positivos, sendo essa concentração > 6 log UFC/mL (28, 29, 30). Embora muitos produtos comerciais apresentem concentrações de cepas probióticas variando entre 10^9 a 10^{10} UFC/dose, a eficácia de alguns produtos pode ser alcançada com quantidades menores, enquanto outros exigem maiores concentrações. Assim, não é possível estabelecer uma dose única ou padrão para todos os produtos contendo probióticos (25, 26).

O campo de probióticos continua a avançar, com o estudo de novas cepas e a avaliação de seus mecanismos de ação, eficácia, segurança e viabilidade no processamento de alimentos em grande escala. Bactérias intestinais como *Roseburia*, *Akkermansia spp.*, *Propionibacterium spp.* e *Faecalibacterium spp.* têm se destacado

como probióticos promissores de próxima geração (NGPs). No entanto, esses microrganismos apresentam desafios tecnológicos devido à sua alta exigência nutricional e sensibilidade ao oxigênio (31, 32, 33).

A inserção de cepas probióticas em matrizes alimentares enfrenta alguns desafios. Cepas probióticas apresentam sensibilidade ao aumento de temperatura, concentração de oxigênio, incidência de luz e alterações na atividade de água, sendo assim a manutenção da sua viabilidade e estabilidade durante o processo produtivo e na vida de prateleira do produto devem ser criteriosamente avaliadas (34).

A composição da matriz alimentar também deve ser levada em consideração quando se pensa na criação de um alimento probiótico, tendo em vista que podem existir interações com os ingredientes. Componentes como conservantes, polifenóis e ácidos orgânicos podem inibir tanto a sobrevivência como a atividade das cepas (35). Adicionalmente, após consumo, o probiótico ainda deve resistir às condições estomacais e intestinais, como pH baixo e presença de sais biliares respectivamente (36).

Historicamente, alimentos fermentados são vistos como alimentos com alta qualidade nutricional. De fato, essa é uma realidade uma vez que o processo de fermentação é capaz de aumentar o valor nutricional dos alimentos por promover a quebra de moléculas orgânicas complexas (37). Somado a isso, a fermentação ainda promove o aumento do teor de vitaminas, aminoácidos essenciais, proteínas, além de minimizar danos causados pelos antinutrientes, aumentar o sabor do produto e intensificar seu aroma (38).

Produtos lácteos são uma escolha clássica como veiculadores de probióticos. Essa matriz apresenta condições ideais para as cepas probióticas do ponto de vista de suas características físico-químicas, com temperatura, pH e tempo de prateleira ideais para a manutenção e estabilidade das cepas, além de capacidade de proteção das cepas à passagem ao trato gastrointestinal (39, 40).

Ademais, produtos lácteos são considerados alimentos saudáveis devido ao seu alto teor de proteínas e micronutrientes (41). Sua ingestão tem sido associada à saúde óssea em crianças e adolescentes (42). Diversas diretrizes alimentares ao redor do mundo recomendam a inclusão de produtos lácteos na dieta infantil (43). Embora a ingestão de produtos lácteos por crianças varie bastante entre os países, há relatos de que famílias com crianças têm maior probabilidade de comprar produtos lácteos do que aquelas sem crianças (44).

Com base no exposto, o forte apelo de saudabilidade, a conveniência de consumo de tais alimentos pela população mundial, faz com que esses sejam considerados um importante veículo para o fornecimento de compostos bioativos com benefícios à saúde e propriedades funcionais (45, 46, 47, 48).

Com a crescente valorização dos benefícios dos probióticos e a expansão contínua desse mercado, torna-se cada vez mais essencial que a indústria desenvolva produtos alinhados às expectativas dos consumidores. Dada a competição acirrada e a demanda por produtos cada vez mais personalizados, a inovação se estabelece como um fator decisivo para o sucesso.

Para alcançar esse objetivo, estratégias como a cocriação têm ganhado destaque, especialmente no setor alimentício, onde a colaboração ativa entre consumidores e *stakeholders* permite o desenvolvimento de produtos mais assertivos e aderentes às preferências do público. A cocriação, originária do *marketing* e da inovação aberta, tem se mostrado uma estratégia eficaz para aproximar a indústria das reais expectativas dos consumidores e reduzir os riscos de rejeição de novos produtos (49, 20). Assim, ao envolver o consumidor no processo de desenvolvimento, as empresas podem criar

soluções mais precisas, maximizando a aceitação do produto e assegurando sua posição em um mercado cada vez mais dinâmico e competitivo.

Cocriação - Uma Estratégia para Aumentar a Aceitabilidade

No contexto de Desenvolvimento de Novos Produtos, a cocriação é definida como uma atividade colaborativa na qual consumidores e outros potenciais *stakeholders* desempenham um papel ativo na criação e seleção de novos produtos a serem lançados no mercado (50, 51). Por meio do envolvimento ativo do consumidor, a abordagem permite que os participantes reflitam criativamente sobre suas próprias práticas, tornando-se promissora para lidar com problemas de saúde pública, onde a reavaliação das práticas atuais é necessária e as soluções de cima para baixo são insuficientes (52). Ao mesmo tempo, permite que as empresas lancem produtos que se adaptam melhor às necessidades dos consumidores, o que pode aumentar o sucesso de novos produtos em um mercado tão competitivo quanto o de alimentos (53).

Uma maior aceitação, então, está relacionada à redução das barreiras de aceitação, especialmente quando se trata de alimentos com composição funcional. A participação ativa do público-alvo permite que atributos como sabor, textura, propriedades sensoriais, apresentação visual e alegações de saúde sejam moldados em consonância com suas preferências e hábitos de consumo.

Além de minimizar rejeições, a cocriação eleva a percepção de valor dos produtos, ao promover sentimento de pertencimento e representatividade no processo de inovação. Como resultado, a fidelização dos consumidores torna-se mais robusta, na medida em que estes se percebem valorizados e ouvidos pelas marcas. Nesse sentido, Ribeiro e colaboradores (54) demonstrou que uma elevada aceitação de produtos lácteos com baixo teor de açúcar foi obtida por adolescentes que estiveram envolvidos na criação desses. Interessantemente a aceitação também foi positiva mesmo entre jovens que não participaram diretamente do processo de criação. Fatores como sabor agradável, textura adequada, percepção de saudabilidade e estética da embalagem foram apontados como decisivos para esse sucesso.

Diversas ferramentas metodológicas, como oficinas de prototipagem, grupos focais e testes sensoriais colaborativos, têm se mostrado eficazes na captação de *insights* e na tradução das necessidades dos consumidores em atributos concretos de produto. A literatura especializada reforça que esse modelo participativo não apenas melhora os índices de aceitação, como também contribui para a redução de custos e de falhas no lançamento de produtos, ao diminuir a distância entre as intenções da indústria e as reais demandas do mercado (20, 49).

No que tange ao público infantil, pesquisas recentes têm evidenciado o potencial da cocriação como ferramenta de desenvolvimento de alimentos mais saudáveis e atrativos. Em um dos primeiros estudos com esse enfoque, Velázquez e colaboradores (20) verificaram que crianças entre 6 e 13 anos foram capazes de participar ativamente do processo de criação e degustação de protótipos de produtos lácteos saudáveis, com menor teor de açúcar e ingredientes inovadores. Os resultados mostraram que familiaridade com os ingredientes, apelo sensorial e percepção de saudabilidade influenciaram diretamente as escolhas realizadas. O modelo de desenvolvimento adotado, baseado nas etapas de exploração, prototipagem, refinamento e validação, mostrou-se eficaz, favorecendo tanto a criatividade quanto a aceitação dos produtos. Os autores destacam, ainda, a importância de estratégias de *marketing* adaptadas à realidade infantil,

bem como a necessidade de expandir as investigações para outras faixas etárias e categorias alimentares.

Do ponto de vista dos produtos lácteos probióticos a cocriação também tem se destacado como abordagem inovadora, promovendo a integração entre consumidores, indústria e ciência, com vistas à criação de alimentos mais saudáveis e personalizados. Estudos recentes reforçam esse potencial, ao demonstrar que a cocriação possibilita a formulação de produtos mais alinhados ao perfil nutricional de públicos específicos. Pérez-Cueto e colaboradores (55), por exemplo, evidenciaram que adolescentes participantes de oficinas colaborativas ajudaram a desenvolver produtos lácteos com redução de açúcar e inclusão de ingredientes funcionais, mantendo-se elevada a aceitação sensorial, mesmo entre indivíduos que não participaram diretamente do processo. Resultados similares foram observados por Stubberud e colaboradores (56), em oficinas com crianças, cujas contribuições resultaram em produtos com perfis nutricionais melhorados e boa aceitação sensorial.

Além do envolvimento direto dos consumidores, iniciativas industriais também apontam para a eficácia da cocriação como estratégia de inovação. Um exemplo notável é a plataforma Delvo®ONE, desenvolvida pela empresa DSM, que utiliza inteligência artificial para permitir a personalização de culturas microbianas voltadas à produção de iogurtes. A ferramenta permite aos produtores ajustarem atributos como sabor, textura e perfil nutricional, promovendo soluções integradas e mais adequadas às expectativas do mercado (57).

No contexto brasileiro, destaca-se a aplicação da cocriação de valor na cadeia de produção de leite, diretamente relacionada à gestão do conhecimento. Morais e colaboradores (58) identificaram fatores como comunicação eficaz entre os agentes da cadeia produtiva, cultura organizacional e competitividade como determinantes para o sucesso da cocriação e para a melhoria da qualidade dos produtos finais.

A cocriação apresenta-se, portanto, como uma estratégia promissora para o desenvolvimento de produtos lácteos probióticos, contribuindo para a criação de alimentos que atendam não apenas aos requisitos nutricionais e sensoriais dos consumidores, mas também aos anseios por personalização, saudabilidade e inovação. Ao integrar as vivências dos consumidores com a *expertise* da indústria e da academia/ciência, esse modelo colaborativo fortalece a competitividade do setor e promove avanços concretos na promoção da saúde por meio da alimentação.

Recomendações Práticas

Com base no exposto é inegável que a recomendação da adoção de estratégias estruturadas de cocriação apresenta vantagens para o setor alimentício que passam não apenas pela possibilidade do aumento dos lucros como também, pelo aumento da saudabilidade dos produtos ofertados ao mercado. Essa estratégia deve se iniciar com a identificação clara do público-alvo e das suas necessidades. A partir disso, podem ser empregadas metodologias participativas como *design thinking*, dinâmicas de grupo, plataformas digitais e laboratórios de prototipagem.

O envolvimento do consumidor pode ocorrer em diversas fases do desenvolvimento do produto, desde a concepção da ideia até a definição de ingredientes e testes sensoriais. É importante, no entanto, que essas práticas estejam alinhadas com diretrizes regulatórias e com padrões de segurança de alimentos e alimentar. Além disso,

é necessário avaliar a viabilidade industrial das sugestões colhidas, garantindo que a inovação não comprometa a estabilidade, o custo ou a escalabilidade do produto.

Limitações também devem ser consideradas, como o risco de viés nas respostas dos consumidores, dificuldades logísticas para implementar protótipos e o desafio de equilibrar inovação com tradição e identidade cultural dos produtos regionais.

Síntese das Recomendações

1. Identificação do público-alvo: Conhecer hábitos, expectativas e limitações culturais e nutricionais do grupo envolvido.
2. Metodologias participativas: Aplicação de ferramentas como oficinas, *design thinking*, grupos focais e plataformas digitais.
3. Engajamento contínuo: Participação dos consumidores em múltiplas etapas — concepção, prototipagem, validação e testes sensoriais.
4. Viabilidade industrial: Avaliação técnica e econômica das sugestões propostas.
5. Conformidade regulatória: Adoção de práticas seguras e adequadas às normas alimentares.
6. Promoção de inovação culturalmente sensível: Equilíbrio entre criatividade, tradição e identidade dos produtos regionais.

Considerações Finais

Este capítulo evidenciou o potencial da cocriação como uma abordagem inovadora e eficaz para o desenvolvimento de produtos lácteos probióticos mais aceites, eficazes e alinhados às expectativas dos consumidores. A aproximação entre ciência, indústria e consumidor revela-se essencial para o avanço do setor de alimentos funcionais, promovendo maior engajamento, fidelização e sucesso comercial.

Os desafios futuros envolvem a ampliação da base de estudos empíricos, o aperfeiçoamento das metodologias de cocriação e a sua aplicação em larga escala. Ainda é necessário fomentar políticas públicas e iniciativas educacionais que estimulem a participação de diferentes faixas etárias no processo de inovação alimentar.

Ao integrar o conhecimento técnico-científico com as experiências e desejos dos consumidores, a cocriação representa uma ponte promissora para a construção de um sistema alimentar mais saudável, inclusivo e sustentável.

REFERÊNCIAS

1. Lillford P, Hermansson AM. Global missions and the critical needs of food science and technology. Trends in Food Science & Technology. 2021;111:800-811.

2. Bigliardi B, Galati F. Tendências de inovação na indústria alimentícia: o caso dos alimentos funcionais. Tendências em Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2013;31,118–129.

3. Kerry RG, Patra JK, Gouda S, Park Y, Shin H, Das G. Benefaction of probiotics for human health: A review. Journal of Food and Drug Analysis. 2018;26:927-939.

4. ActiviaDanone. A história de Activia. 2025. Disponível em: https://www.activiadanone.com.br/historia-de-activia/#:~:text=O%20probi%C3%B3tico%20vivo%20Bifidobacterium%20animalis,incha%C3%A7o%2C%20flatul%C3%AAncia%20e%20ru%C3%ADdos%20intestinais.

5. CIÊNCIA DO LEITE. Inovação no uso de probióticos e prebióticos em produtos lácteos. 2023. Disponível em:< https://www.cienciadoleite.com.br>

6. Tremaroli V, Bäckhed F. Functional Interactions between the Gut Microbiota and Host Metabolism. Nature. 2012;489(7415):242–249.

7. Zheng W et al. Microbiota-targeted maternal antibodies protect neonates from enteric infection. Nature. 2020;577:543–548.

8. FAO/OMS (2002). *Diretrizes para a Avaliação de Probióticos em Alimentos.* Paris: FAO, 1–11.

9. Gibson GR, Hutkins R, Sanders M E, Prescott SL, Reimer RA, Salminen SJ et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology. 2017;14(8):491–502.

10. Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein DJ, Pot B, *et al.* The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. Nat Rev Gastroenterol Hepatol. 2014;11:506–514.

11. Rashidinejad A. The road ahead for functional foods: Promising opportunities amidst industry challenges. Future Postharvest and Food. 2024;1-266–273.

12. Hernandez-Velázquez R, Florl L, Lavrinienko A, Sebechlebsk´ AZ, Merk L, Greppi A, et al. The future is fermented: Microbial biodiversity of fermented foods is a critical resource for food innovation and human health. Trends in Food Science & Technology. 2024;150(3):104569.

13. Cruz AG, Zacarchenco PB, Oliveira CAF, Corassin CH. Processamento de produtos lácteos: queijos, leites fermentados, bebidas lácteas, sorvete, manteiga, creme de leite, doce de leite, soro em pó e lácteos funcionais. Em Coleção Lácteos. Elsevier Editora Ltda, 2015.

14. YahooFinace. Probiotics Market to Hit $102.1 Billion by 2029. 2025. Disponível em: https://finance.yahoo.com/news/probiotics-market-hit-102-1-183000510.html.

15. Cruz BCS, Moraes LSF, Marcon LD, Dias KA, Murad LB. Evaluation of the efficacy of probiotic VSL#3 and synbiotic VSL#3 and yacon-based product in reducing oxidative stress and intestinal permeability in mice induced to colorectal carcinogenesis. Journal of Food Science. 2021;86(4):1448–1462.

16. Rosa LDES, Cruz AG, Teodoro AJ. Produtos lácteos probióticos e câncer – uma revisão narrativa. Research, Society and Development. 2022;11(5):e30211528221.

17. Farhangi MA, Nikniaz L, Khodarahmi M. Sugar-sweetened beverages increases the risk of hypertension among children and adolescence: A systematic review and dose–response meta-analysis. Journal of Translational Medicine. 2020;18:1–18.

18. Joh HK, Lee DH, Hur J, Nimptsch K, Chang Y, Joung H, Wu K. Simple sugar and sugar-sweetened beverage intake during adolescence and risk of colorectal cancer precursors. Gastroenterology. 2021;161(1):128–142.

19. Hassan HI, Sr&Othman SM. Sugar-Sweetened Beverage Consumption and Its Association With Dental Caries Among Adolescents in Erbil, Iraq: A CrossSectional Study. Cureus. 2024;16(4): e58471.

20. Velázquez AL, Galler M, Vidal L, Varela P, Ares G. (2022). Co-creation of a healthy dairy product with and for children. Food Quality and Preference. 2022;96:104414.

21. Kumar R, Sood U, Gupta V, Singh M, Scaria J, Lal R. Recent advancements in the development of modern probiotics for restoring human gut microbiome dysbiosis. Indian J. Microbiol. 2020;60:12–25.

22. Gomaa EZ. Human gut microbiota/microbiome in health and diseases: a review. *Antonie van* Leeuwenhoek. 2020;113(12):2019–2040.

23. O'Mahony L, McCarthy J, Kelly P, Hurley G, Luo F, Chen K, et al. Lactobacillus and Bifidobacterium in irritable bowel syndrome: symptom responses and relationship to cytokine profiles. Gastroenterology. 2005;128:541–55.

24. Lonnermark E, Friman V, Lappas G, Sandberg T, Berggren A, Adlerberth I. Intake of Lactobacillus plantarum reduces certain gastrointestinal symptoms during treatment with antibiotics. J. Clin. Gastroenterol. 2010;44:106–112.

25. Leo EEM et al. Probiotic beverages: An alternative treatment for metabolic syndrome. In: Grumezescu AM, Holban AM. Functional and Medicinal Beverages: The science of beverages. 11 ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2019.

26. Xavier-Santos D, Bedani R, Lima ED, Saad SMI. Impact of probiotics and prebiotics targeting metabolic syndrome. Journal of Functional Foods. 2020;64: 103666.

27. Medina L, Aleman RS, Cedillos R, Kayanush A, Olson DW, Jhunior M. et al. Effects of carao (Cassia grandis L.) on physico-chemical, microbiological and rheological characteristics of yogurt. LWT. 2023;(183):114891.

28. Costa GM, Paula MM, Barão CE, Klososki SJ, Bonafé EG, Visentainer JV et al. Yoghurt added with Lactobacillus casei and sweetened with natural sweeteners and/or prebiotics: Implications on quality parameters and probiotic survival. International Dairy Journal. 2019;97:139–148, 2019.

29. PIMENTEL, C. V. M. B. et al. Alimentos Funcionais e Compostos Bioativos. 2019 1.ed. Barueri: Editora Manole Ltda.

30. Stavropoulou E, Bezirtzoglou E. Probiotics in medicine: a long debate. Frontiers in Immunology. 2020;11:2192.

31. Saarela MH. Safety aspects of next generation probiotics. Current Opinion in Food Science. 2019;30:8-13.

32. Sanders ME, Merenstein DJ, Reid G, Gibson GR, Rastall RA. Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology. 2019;16(10):605-616.

33. Do Carmo MRS, Rocha RS, Guimarães JT, Pimentel TC, Balthazar CF, Esmerino EA et al. Probióticos de nova geração: benefícios e aplicações em alimentos. Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. 2020;1(10):63-73, 2020.

34. Wendel U. Assessing Viability and Stress Tolerance of Probiotics—A Review. Front. Microbiol. 2022;12:818468.

35. do Espírito Santo AP, Perego P, Converti A, Oliveira MN. Influence of Food Matrices on Probiotic Viability—A Review Focusing on the Fruity Bases. Trends Food Sci. Technol. 2011; 22:377–385.

36. Bezkorovainy, A. Probiotics: Determinants of Survival and Growth in the Gut. Am. J. Clin. Nutr. 2001;73:399s–405s.

37. Romulo A, Surya R. Tempe: A traditional fermented food of Indonesia and its health benefits. Int J Gastron Food Sci. 2021;26:100413.

38. Šikić-Pogačar M, Turk DM, Fijan S. Knowledge of fermentation and health benefits among general population in North-eastern Slovenia. BMC Public Health. 2022;22:1695.

39. Heller KJ. Probiotic Bacteria in Fermented Foods: Product Characteristics and Starter Organisms. Am. J. Clin. Nutr. 2001;73(2):374–379.

40. Ranadheera RDCS, Baines SK, Adams MC. Importance of Food in Probiotic Efficacy. Food Res. Int. 2010;43(1):1–7.

41. Campmans-Kuijpers MJE, Singh-Povel C, Steijns J, Beulens JWJ. The association of dairy intake of children and adolescents with different food and nutrient intakes in the Netherlands. BMC Pediatrics. 2016;9:16:2.

42. Rizzoli R. Dairy products, yogurts, and bone health. The American Journal of Clinical Nutrition. 2014;99(5), 1256S–1262S.

43. Dror DK, Allen LH. Dairy product intake in children and adolescents in developed countries: Trends, nutritional contribution, and a review of association. Nutr Rev. 2014; 72(2):68-81.

44. Ortez M, Bir C, Olynk Widmar N, Townsend J. Dairy product purchasing in households with and without children. JDS Communications. 2021;2(1):7–12.

45. Nagpal R, Behare PV, Kumar M, Mohania D, Yadav M, Jain S. Milk, milk products, and disease free health: An updated overview. Crit Rev Food Sci Nutr. 2012;52:321–333.

46. Kanekanian A. The health benefifts of bioactive compounds from milk and dairy products. In A. Kanekanian (Ed.), Milk and dairy products as functional foods (pp. 1–22). 2014. John While & Sons Ltd.

47. Yilmaz-Ersan L, Ozcan T, Akpinar-Bayizit A. Assessment of socio-demographic factors, health status and the knowledge on probiotic dairy products. Food Sci Hum Wellness. 2020;9:272–279

48. D'Amico V, Cavaliere M, Ivone M, Lacassia C, Celano G, Vacca M et al. Microencapsulation of Probiotics for Enhanced Stability and Health Benefits in Dairy Functional Foods: A Focus on Pasta Filata Cheese. Pharmaceutics. 2025;17(2):185.

49. Lopez-Mas L, Claret A, Bermúdez A, Llauger M, Guerrero L. Co-creation with consumers for packaging design validated through implicit and explicit methods: Exploratory effect of visual and textual attributes. Foods. 2022;11(9):1183.

50. Ind N, Coates N. The meanings of co-creation. European Business Review. 2013;25(1):86–95.

51. OHern MS, Rindfleisch A. Customer co-creation. In N. K. Malhotra (Ed.), Review of marketing research (Vol. 6, pp. 84–106). 2010. Emerald Group Publishing Limited.

52. Leask CF, Sandlund M, Skelton DA, Altenburg TM, Cardon G, Chinapaw MJM et al. Framework, principles and recommendations for utilising participatory methodologies in the co-creation and evaluation of public health interventions. Res Involv Engagem. 2019;5:2.

53. Roberts DL, Darler W. Consumer co-creation: An opportunity to humanise the new product development process. International Journal of Market Research. 2017;59(1):13–33.

54. Ribeiro ACP, Esmerino EA, Filho ERT, Cruz AG, Pimentel TC. Unraveling the potential of co-creation on the new food product development: A comprehensive review on why and how listening to consumer voices, Trends in Food Science & Technology. 2025;159:104978.

55. Pérez-Cueto FJA et al. Adolescents as co-creators of healthier dairy products: Reduction of sugar and improved acceptability. Appetite. 2024;188:107006, 2024.

56. Stubberud MM. Co-creating dairy products with children aged 6–13 years: A strategy for healthier food development. *Nofima Reports*. 2021.

57. DSM-FIRMENICH. *DSM launches Delvo®ONE: revolutionizing yogurt cultures through AI-powered co-creation*. 2023. Disponível em: https://www.dsm-

firmenich.com/en/businesses/taste-texture-health/news-events/press-releases/press-release-dsm-launches-delvo-one.html.

58. MORAIS T. et al. Knowledge management and value co-creation in the dairy production chain. *The Learning Organization*. 2023;30(5):465–481

Capítulo 34
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-34

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS, MICROBIOLÓGICAS E SENSORIAIS DE LAGARTO BOVINO TRATADO COM SALMOURAS CONTENDO ENZIMAS VEGETAIS COM AÇÃO AMACIANTE

Mayra Aparecida Silva Reis*; Emanuelle Freitas Faria; Miriam Alexandrino Vilar Pais; Eliane Maurício Furtado Martins; Wellingta Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto; Augusto Aloísio Benevenuto Júnior;

Resumo: A qualidade da carne é impactada por fatores como a dureza que pode acarretar na rejeição do consumidor. Objetivou-se nesse estudo analisar as características tecnológicas e sensoriais de lagarto bovino tratados com salmouras contendo enzimas vegetais com ação amaciante. Foram preparadas quatro formulações de salmouras: sem enzima vegetal (controle negativo), com o suco do abacaxi, suco do kiwi, e com amaciante comercial (AC) à base de enzima papaína (controle positivo). Os lagartos foram tratados por meio de injeção com agulha única e submetidos a um período de maturação de 24 horas sob refrigeração. Avaliou-se o pH antes e após o cozimento, força de cisalhamento após cozimento e perda de peso por cozimento (PPC). Análises microbiológicas de *Salmonella*, mesófilos aeróbios e *Escherichia coli* foram realizadas bem como a aceitabilidade por escala hedônica e intenção de compra. Observou-se diferença de pH após a maturação entre a salmoura com suco de kiwi e com suco de abacaxi, sendo ambas iguais ao controle e ao AC. O %PPC variou entre as formulações, com valores de Controle=28,48%, Amaciante Comercial=42,96%, Abacaxi=35,38% e Kiwi=34,49%. A força de cisalhamento foi maior no controle (51,35 N) do que nas demais formulações. O produto estava seguro para consumo. Quanto à aceitabilidade, foram observadas diferenças entre kiwi e abacaxi em relação ao sabor residual e, em relação à textura, entre o controle e kiwi. As salmouras contendo enzimas vegetais apresentaram resultados promissores, sendo efetivas no amaciamento do lagarto, com boa aceitação sensorial.

Palavras–chave: frutas; proteases; amaciamento de carne.

Abstract: Meat quality is affected by factors such as toughness, which can lead to consumer rejection. The aim of this study was to analyze the technological and sensory characteristics of beef lizard treated with brines containing vegetable enzymes with a tenderizing action. Four brine formulations were prepared: without vegetable enzyme (negative control), with pineapple juice, kiwi juice, and with commercial softener (AC) based on papain enzyme (positive control). The lizards were treated by single needle injection and subjected to a 24-hour maturation period under refrigeration. The pH before and after cooking, shear force after cooking and cooking weight loss (CWL) were evaluated. Microbiological analyses of Salmonella, aerobic mesophiles and Escherichia coli were carried out, as well as acceptability by hedonic scale and purchase intention.

There was a difference in pH after maturation between the brine with kiwi juice and with pineapple juice, both of which were the same as the control and AC. The %PPC varied between the formulations, with values of Control = 28.48%, Commercial Softener = 42.96%, Pineapple = 35.38% and Kiwi = 34.49%. The shear force was higher in the control (51.35 N) than in the other formulations. The product was safe to eat. In terms of acceptability, there were differences between kiwi and pineapple in terms of aftertaste and, in terms of texture, between the control and kiwi. The brines containing plant enzymes showed promising results, being effective in tenderizing the lizard, with good sensory acceptance

Keywords: fruits; proteases; meat tenderization.

INTRODUÇÃO

Em 2024 foram produzidos cerca de 10,91 milhões de toneladas de carne bovina, no qual, 7,19 milhões de toneladas foram consumidos no país e 3,78 milhões de toneladas foram exportados, sendo o país líder do *ranking* mundial de exportação. Quanto ao consumo de carne bovina, este é em média de 24,8 kg por pessoa no ano (1).

A maciez da carne bovina é influenciada pelo percentual de tecido conectivo presente, que é proporcional em relação a dureza da carne, a integridade miofibrilar e o comprimento do sarcômero. O tempo de maturação desempenha um papel crucial na melhoria da maciez, devido à ação das enzimas proteolíticas intrínsecas da carne, tais como as proteases endógenas (2). Assim, a maciez é resultado da ação proteolítica, um processo que se inicia com a resolução do *rigor mortis*. Este processo busca degradar as fibras musculares, contribuindo significativamente para a melhoria da textura da carne.

A carcaça bovina pode ser dividida em duas partes, sendo o dianteiro e o traseiro, basicamente, as carnes de segunda e de primeira, respectivamente, de maneira que essa denominação se dá devido a variação da maciez. A carne de primeira, como o lagarto, são peças de suporte e de baixo teor de tecido conectivo, sendo mais macias, já as carnes de segunda, como músculos, são usados para sustentação, estruturação, sendo mais exigidos, fazendo com que a carne tenha uma quantidade de tecido conectivo maior, consequentemente, uma textura mais dura (3). O lagarto, apesar de ser carne de primeira, geralmente é utilizado como carne de panela ou carne cozida desfiada e não é bom para grelhar e preparar bifes.

Enzimas proteolíticas encontradas em plantas, microrganismos e animais, podem ser isoladas, com a funcionalidade de degradar as proteínas presentes na carne, em pequenos aminoácidos e peptídeos, influenciando diretamente na maciez do produto (4). Dentre as proteases de plantas, destacam-se a papaína, bromelina e actidina (5), podendo ser encontradas nas frutas como o mamão, o abacaxi e kiwi, respectivamente, agindo de forma efetiva no amaciamento da carne.

Dessa forma, objetivou-se avaliar as características tecnológicas e sensoriais de lagarto bovino tratados com salmouras contendo enzimas vegetais provenientes de abacaxi e kiwi, com ação amaciante, a fim de obter lagarto bovino mais macio e com boa aceitabilidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção das matérias primas e preparo das salmouras

Os lagartos foram obtidos de frigoríficos com Serviços de Inspeção de qualidade, sendo o amaciante comercial da marca MAGGI, utilizado por conter a enzima natural papaína.

Quatro formulações distintas de salmouras foram preparadas: 1) sem a presença de enzima vegetal (controle negativo), 2) contendo abacaxi (enzima bromelina), 3) contendo kiwi (actidina), e 4) contendo amaciante comercial à base de papaína (controle positivo). As formulações incluíram porcentagens específicas de ingredientes cárneos e não cárneos em relação ao produto final, bem como as porcentagens dos ingredientes não cárneos em relação à salmoura, conforme detalhado nas Tabelas 1A e 1B.

Tabela 1A: Porcentagem dos ingredientes cárneos e não cárneos em relação ao produto final (%)

Ingrediente cárneo e não cárneos	Sem enzima	Amaciante comercial	Suco de Abacaxi	Suco de Kiwi
Lagarto	87,0	87,0	87,0	87,0
Água	9,0	10,0	8,5	6,0
Sal	2,5	-	2,5	2,5
Cebola	1,0	-	1,0	1,0
Alho	0,5	-	0,5	0,5
Amaciante comercial	-	3,0	-	-
Abacaxi	-	-	0,5	-
Kiwi	-	-	-	3,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabela 1B - Porcentagem dos ingredientes não cárneos em relação à salmoura (%).

Ingrediente cárneo e não cárneos	Sem enzima	Amaciante comercial	Suco de Abacaxi	Suco de Kiwi
Água	69,4	77,0	65,6	46,4
Sal	19,2	-	19,2	19,2
Cebola	7,6	-	7,6	7,6
Alho	3,8	-	3,8	3,8

Amaciante comercial	-	23,0	-	-
Abacaxi	-	-	3,8	-
Kiwi	-	-	-	23,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

As quantidades de cada ingrediente foram calculadas com base nas porcentagens dos ingredientes não cárneos em relação à salmoura, em função da quantidade total de salmoura preparada.

As frutas foram submetidas a sanitização adequada, sendo lavadas e imersas em uma solução de hipoclorito de sódio 200 ppm/10min. Posteriormente, o abacaxi e o kiwi foram descascados e cortados em cubos. Após a pesagem dos ingredientes, realizou-se a maceração das frutas utilizando um almofariz, sendo o macerado obtido, combinado com água e, em seguida, filtrado através de uma peneira fina de 75 mm, resultando na obtenção da salmoura.

Injeção da salmoura nos lagartos

Os lagartos foram processados pelo método de cura úmida, por injeção intramuscular, injetando-se a salmoura utilizando um injetor de agulha único.

Considerando as proporções dos ingredientes cárneos e não cárneos em relação ao produto final, a quantidade de salmoura injetada em relação à quantidade de lagarto foi de 15%. Assim, após a pesagem do lagarto, realizou-se a injeção da quantidade necessária de salmoura e o lagarto permaneceu em maturação sob refrigeração por 24h.

Avaliações tecnológicas

Foram realizadas análises de perda de peso por cozimento, pH, cor objetiva e força de cisalhamento.

Avaliação de perda de peso por cozimento (PPC)

Após pesagem das peças de lagarto maturados (Pi), ocorreu o cozimento das mesmas envolvidas em papel alumínio, em forno a temperatura de 180°C até o interior das peças atingirem a temperatura de 72°C.

As peças, após o resfriamento à temperatura ambiente, foram pesadas novamente (Pf) e a porcentagem de perda de peso por cozimento foi determinada conforme a equação:

$$\% \text{ PPC} = (Pi - Pf) / Pi \times 100$$

Em que:
PPC = Perda de peso por cozimento;
Pf = Peso da amostra após o cozimento;
Pi = Peso inicial da amostra.

pH

Para determinação de pH (6), após o período de maturação de 24 horas sob refrigeração e após a cocção, 10g das amostras foram pesadas e homogeneizadas em

100mL de água destilada, com auxílio de um pilão de porcelana Chiarotti e, em seguida, foi submetido aos eletrodos do pHmetro calibrado e realizada a leitura do pH.

Avaliação da força de cisalhamento (FC)

A determinação da força de cisalhamento foi conduzida pelo método Warner-Bratzler Square Shear Force (WBsSF), utilizando um Texturômetro Brookfield CT3 (Brookfield Engineering Laboratories, INC. Middleboro, Massachusetts, EUA). Foram removidos manualmente e paralelo à orientação da fibra muscular predominante das peças de lagarto cozidas na análise de perda de peso por cozimento, cinco núcleos cilíndricos com um corte transversal redondo (1,27 cm de diâmetro e 2,5 cm de comprimento). A força de cisalhamento foi gerada automaticamente através do programa Texture Expert Exceed Advanced Texture Analysis Software v. 2.13 - Stable Micro Systems que acompanha o equipamento. Cada sub-amostra foi completamente cisalhada, perpendicularmente à direção das fibras musculares, por uma lâmina tipo Warner-Bratzler a uma velocidade de 5 mm/segundo. A força de cisalhamento (N) foi determinada pela média de três repetições, registradas com o corte de cisalhamento dos cinco núcleos cilíndricos (3).

Análises microbiológicas

As peças de lagarto foram submetidas a análises microbiológicas, previamente a avaliação sensorial, seguindo as diretrizes estabelecidas pela IN 161 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (7), que define padrões microbiológicos para uma categoria específica de carnes cruas, incluindo maturadas ou não, temperadas ou não, refrigeradas ou congeladas, embaladas a vácuo ou não, além de miúdos, toucinho e pele. Para esta análise, foram considerados *Salmonella* sp., *Escherichia coli* e aeróbios mesófilos.

Também se avaliou *Staphylococcus aureus*, coliformes totais e coliformes termotolerantes (8).

Análise sensorial

Este trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, sob o número do certificado de consideração ética 70829323.4.0000.5588.

Antes da avaliação sensorial, as peças de lagarto foram submetidas a análises microbiológicas para garantir a segurança do produto.

A avaliação sensorial das quatro formulações de lagartos foi conduzida por 60 avaliadores não treinados, maiores de 18 anos, que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e receberam aproximadamente 20 gramas das quatro formulações.

Utilizou-se escala hedônica de nove pontos, considerando os atributos de coloração, aroma, sabor, gosto residual, textura, aparência e impressão global. Esta escala variou de 'gostei extremamente (9)' a 'desgostei extremamente (1)' (9). Além disso, foi avaliada a intenção de compra do produto em uma escala de cinco pontos, variando de “certamente compraria (5)” a “certamente não compraria (1)”.

Análise estatística

Para avaliar os resultados das análises tecnológicas considerando as quatro formulações, utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com três repetições em triplicata. Os dados foram interpretados por meio da análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas usando o teste de Tukey a um nível de probabilidade de 5%. Quanto à avaliação sensorial, os resultados foram analisados por delineamento em Blocos Casualizados (DBC). As respostas, coletadas por meio de fichas, foram convertidas em escores de 1 a 9 para os atributos sensoriais e, de 1 a 5, para a intenção de compra. As médias aritméticas dos escores obtidos para cada produto foram calculadas e submetidas à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey para comparação das médias, utilizando um nível de significância de 5%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliações tecnológicas

A Tabela 2 apresenta o resultado das avaliações tecnológicas em relação às quatro formulações, não sendo observada diferença entre as formulações ($p > 0,05$) para o % de perda de peso por cozimento.

Visualmente, as perdas durante o cozimento foram maiores em cortes de carne injetados em comparação com os controles não submetidos à injeção, mas sem diferença significativa. Essa aparente elevação nas perdas durante o cozimento nos produtos injetados pode ser atribuída à presença de uma maior quantidade de líquido a ser liberado (10). No presente estudo obteve-se valores de perda de água superiores aos encontrados na pesquisa de (11), em que a perda média durante o cozimento foi de 15,9% e 15,6%, respectivamente.

Tabela 2: Média e desvio padrão do percentual de perda por cozimento, pH após a maturação e após o cozimento e força de cisalhamento.

Formulações	% PPC após cozimento	pH após maturação	pH depois cozimento	Força de Cisalhamento
Controle	28,48 ± 6,83^{a}	5,27 ± 0,07^{ab}	5,79 ± 0,48^{a}	51,35± 3,89^{b}
Amaciante comercial	42,94 ± 1,54^{a}	5,30 ± 0,11^{ab}	5,94 ± 0,01^{a}	36,67 ±8,45^{a}
Abacaxi	35,38 ± 10,50^{a}	5,13 ± 0,08^{a}	5,78 ± 0,02^{a}	37,81 ± 4,66^{a}
Kiwi	34,49 ± 11,29^{a}	5,44 ± 0,18^{b}	5,85 ±0,01^{a}	36,77 ± 2,39^{a}

*Letras iguais na coluna indicam que não houve diferença entre as médias pelo teste de Tukey (P>0,05).

Verificou-se diferença de pH (Tabela 2) apenas para as formulações contendo salmoura com o suco de abacaxi e com o de kiwi ($p<0,05$). O pH de produtos cárneos pode variar entre 5,2 e 6,8, estando conforme as formulações deste estudo.

A carne *in natura* geralmente apresenta um pH entre 5,4 a 5,8. Ao comparar com os resultados encontrados, observa-se que o pH após o período de maturação de 24 horas foi inferior na formulação contendo suco de abacaxi, comparado aquela contendo suco de kiwi, sugerindo uma influência direta da salmoura com abacaxi no pH (12).

Os resultados da força de cisalhamento (Tabela 2) revelaram que o controle ($p<0,05$), sem a adição da salmoura, registrou uma maior força em comparação com as formulações contendo amaciante comercial, macerado de abacaxi e de kiwi, sugerindo que a carne estava mais dura. Esse resultado destaca a eficácia das formulações elaboradas com os sucos de abacaxi e kiwi.

O kiwi demonstrou eficácia na redução da força de cisalhamento pela presença da enzima actidina, que compreende cerca de 50% da proteína solúvel presente no fruto. Essa enzima exerce uma ação notável sobre o colágeno, contribuindo para a redução da força de cisalhamento (13). Por outro lado, o abacaxi também age na hidrólise das proteínas contráteis e do tecido conectivo, especialmente sobre o colágeno, devido à bromelina (14).

Estudos realizados por (15) também destacaram a eficácia do amaciante comercial Maggi, que contém em sua composição a enzima papaína, na melhoria da maciez da carne, preservando suas características naturais. (16) relacionou a ação proteolítica do kiwi e do abacaxi, por meio das enzimas presentes nesses frutos evidenciando, assim, a eficácia dessas peptidases na quebra das proteínas, especialmente do colágeno, resultando em fibras mais macias.

Avaliações microbiológicas

Verificou-se a ausência de *Salmonella* na carne bovina tratada com as diferentes salmouras, atendendo aos padrões exigidos pela IN 161 de 2022. Vale ressaltar que não houve crescimento detectável de *Escherichia coli,* indicando um resultado inferior a <3,0 NMP/g (Tabela 3).

A legislação brasileira permite contagem máxima de 10^6 para microrganismos mesófilos aeróbios, sendo encontrado abaixo do valor permitido em todas as amostras (Tabela 3). A contagem de microrganismos aeróbios mesófilos observada nas amostras manipuladas variou de $1,8\times10^2$ UFC/g a $9,1\times10^4$ UFC/g, enquanto nas amostras in natura, que não passaram por processo de manipulação, os valores oscilaram entre $1,4\times10^2$ UFC/g e $7,3\times10^4$ UFC/g. Esses resultados indicam valores inferiores aos encontrados no presente estudo, sugerindo que a manipulação dos alimentos pode contribuir para o aumento da carga microbiana. Isso reforça a importância de uma boa aplicação rigorosa de boas práticas de manipulação e higiene na indústria de alimentos, uma vez que a falha nesses procedimentos compromete a segurança dos alimentos, aumentando o risco de contaminação e, consequentemente, de surtos de origem alimentar (17).

Tabela 3: Resultados das análises microbiológicas nas formulações

Formulações	*Salmonella*	*E.coli* (NMP/g)	Mesófilos aeróbios (UFC/g)	*Staphylococcus aureus* (UFC/g)	Coliformes Totais (NMP/g)	Coliformes Termotolerantes (NMP/g)
Controle	Ausência	<3,0	$1,2x10^5$	$<1,0x10^1$	771,5	3,7
Amaciante comercial	Ausência	<3,0	$1,6x\ 10^5$	$<1,0x10^1$	248	7,5
Abacaxi	Ausência	<3,0	$1,3x10^5$	$<1,0x10^1$	4880	3,5
Kiwi	Ausência	<3,0	$1,6x\ 10^5$	$<1,0x10^1$	1300	1,8
Padrões Legislação	Ausência	10^3	10^6	Não é exigido	Não é exigido	Não é exigido

Em relação aos coliformes termotolerantes, verificou-se que a contagem foi inferior a 10^2 e não foi observado crescimento de *S. aureus* em nenhuma das formulações, com valor $<1,0x10^{-1}$ UFC/g (Tabela 3).

Avaliação sensorial

A maioria dos avaliadores era composta por mulheres, com a faixa etária mais representativa situada entre 18 e 25 anos, com ensino superior incompleto, refletindo a predominância dos alunos de graduação do Campus Rio Pomba. No quesito "consumo carne bovina" apenas 1,7% dos avaliadores mencionaram que não consomem. Os escores médios de aceitação das formulações para os atributos coloração, sabor, aroma, textura, gosto residual, aparência e impressão global estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Escores médios da aceitação sensorial das formulações para os atributos coloração, sabor, aroma, textura, gosto residual, aparência e impressão global

Formulações	Coloração	Sabor	Aroma	Textura	Gosto residual	Aparência	Impressão global
Controle	6,13 ± 1,80^a	7,08 ± 1,65^a	7,08 ± 1,73^a	5,31 ± 2,26^b	6,83 ± 1,57^{ab}	6,55 ± 1,70^a	6,50 ± 1,62^a
Amaciante comercial	6,43 ± 1,54^a	6,86 ± 1,49^a	6,96 ± 1,40^a	6,76 ± 1,56^a	6,63 ± 1,52^{ab}	6,56 ± 1,64^a	6,81 ± 1,28^a

Abacaxi	6,36 ± 1,75[a]	6,55 ±1,81[a]	6,78 ± 1,67[a]	6,00 ± 2,29[a]	6,18 ± 1,67[b]	6,45 ± 1,82[a]	6,33 ± 1,78[a]
Kiwi	6,31± 1,61[a]	6,86 ± 1,51[a]	6,91 ± 1,40[a]	6,73 ± 1,71[a]	6,65 ± 1,45[a]	6,55 ± 1,61[a]	6,88 ± 1,33[a]

Letras iguais na coluna indicam que não houve diferença entre as médias pelo teste de Tukey (P>0,05).

Os atributos sensoriais coloração, sabor, aroma, aparência e impressão global, (Tabela 4) exibiram escores médios sem diferenças significativas entre as formulações (p>0,05). As pontuações gerais de aceitabilidade variaram entre 6 e 7, "gostei ligeiramente" a "gostei moderadamente". Em relação à textura, tanto o amaciante comercial quanto a salmoura contendo kiwi e a salmoura com abacaxi, obtiveram escores superiores ao controle (p<0,05), indicando um efeito positivo dessas formulações no amaciamento do lagarto (Tabela 4).

Maciel *et al*., 2015 constatou que o amaciante comercial Maggi não apresentou alterações de odor ou ou aparência anormal na carne, resultado semelhante ao observado no presente estudo.

Houve diferença significativa (p<0,05) no gosto residual entre as formulações de kiwi e abacaxi (Tabela 4). A aplicação da salmoura contendo abacaxi foi desfavorecida devido ao odor e sabor característico da fruta, que altera o sabor natural da carne, tornando-a mais doce. Esse resultado pode explicar a variação no gosto residual encontrado na análise sensorial (18).

A Tabela 5 retrata a intenção de compra dos avaliadores em relação ao lagarto bovino das diferentes formulações.

Tabela 5: Intenção de compra dos avaliadores em relação às formulações.

Formulações	**Intenção de compra**
Controle	3,43±1,36[a]
Amaciante Comercial	3,71±1,27[a]
Abacaxi	3,38 ± 1,34[a]
Kiwi	3,68 ± 1,10[a]

*Letras iguais na coluna indicam que não houve diferença entre as médias pelo teste de Tukey (P>0,05).

Todas as formulações receberam avaliações estatisticamente iguais (p>0,05), indicando que não houve preferência quanto à intenção de compra. No entanto, é

importante notar que as pontuações obtidas, variaram entre 3 e 4, indicando uma possível intenção de compra, indo de "talvez compraria/talvez não compraria" a "possivelmente compraria".

CONCLUSÕES

O uso de salmouras contendo macerados de frutas para o amaciamento da carne, utilizando um injetor de agulha única, mostrou-se viável neste estudo.

Sobre as análises tecnológicas, a força de cisalhamento apresentou-se maior no controle do que nas demais formulações, indicando o potencial uso das salmouras. Todos os lagartos avaliados estavam em conformidade com os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira.

Quanto à aceitabilidade, as salmouras contendo macerados de abacaxi e, sobretudo de kiwi, apresentaram resultados promissores no amaciamento do lagarto.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG) - Campus Rio Pomba, pela realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Conab. Companhia Nacional de Abastecimento. Produção de carnes ultrapassa 31 milhões de toneladas em 2024 e atinge novo recorde na série histórica. 2025. [Acesso em: 20 abr 2025]. Disponível em: https://www.gov.br/conab/pt-br/assuntos/noticias/producao-de-carnes-ultrapassa-31-milhoes-de-toneladas-em-2024-e-atinge-novo-recorde-na-serie-historica.

2. Isac, M. F. Efeito do tempo de maturação em contrafilé de fêmeas nelore e certificadas angus na qualidade de carne bovina. Repositório UNESP. 2023. [Acesso em: 20 abr 2025]. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/242675.

3. Gomide, L.; Ramos, E.; Fontes, P. Avaliação da qualidade de carnes - Fundamentos e metodologias. 2 ed. Viçosa -MG: Editora Universidade Federal de Viçosa; 2007.

4. Magalhães, A.; Silva, T.; Teixeira, M. F.; Filho, R.; Filho, S.; Gomes, D. M.; Pereira, J. Produção e caracterização de enzimas proteolíticas de Lentinus Crinitus (L.) Fr. 1825 DPUA 1693 do bioma amazônico (Polyporaceae). Boletim do museu paranaense Emílio Goeldi. Ciências naturais. 2019;14.

5. Tomé, D. Yeast Extracts: Nutritional and Flavoring Food Ingredients. ACS Food Sci. Technol. 2021; 1, 4: 487–494.

6. Terra, N. N.; Brum, M. A. R. Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade. São Paulo: Nobel; 1988.

7. Brasil, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa Nº 161, de 1 de julho de 2022: Estabelecer os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 6 jul. 2022; Seção 1.

8. Silva, N.; Junqueira, V. C. A.; Silveira, N. F. A.; Taniwaki, M. H.i; Gomes, R. A. R.; Okazaki, M. M.. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 6 ed. São Paulo: Blucher; 2021.

9. Dutcosky, S.D. Análise sensorial de alimentos. 3 ed. Curitiba: Champagnat; 2011.

10. Robbins, K., Jensen, J., Ryan, K.J, Mckeith, F.K.Brewer, M.S. Enhancement effects on sensory and display characteristics of beef rounds. J. Muscle Foods. 2002; 13: 279-288.

11. Pitombo, D. D. N.; Souza, R. O. S.; Ramalho, A. B. A.; Figueiredo, V. C.; Rodrigues, D. D. G. C.; Ferreira, J. C. S. Qualidade da carne de bovinos superprecoces terminados em confinamento. Instituto de Zootecnia - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 2013; 65, 4: 1203-1207.

12. Gomide, L.; Ramos, E.; Fontes, P. Ciência e qualidade da carne - Fundamentos. Viçosa -MG: Editora Universidade Federal de Viçosa; 2013.

13. Gomes, R. C.; Cavalcante, J. M.; Bezerra, E. A. S.; Damasceno, M. D.; Nascimento, B. R. M. C. Ação enzimática da bromelina e da actinidina na gelatina da terrine de frutas. Revistas Brasileiras Publicações de Periódicos, São José dos Pinhais, Paraná. 6 v. 2020.

14. Maciel, A.; Silva, I.; Neta, I.; Rocha, N.; Silva, R.; Seixas, V. Amaciantes Cárneos: Tipos e aplicações em carne bovina. Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins. 2015; 1 ed., 2: 160-174.

15. Bender, I. A.; Wemeier, K.; Franke, S. Junges, S.; Oliveira, V. R. L.; Gonzalez, S. L. Transformação e atuação de amaciantes em carne. Anais da Feira de Ciências, Tecnologia, Arte e Cultura do Instituto Federal Catarinense do Campus Concórdia. 6 ed. 1; 2023.

16. Gonçalves, T. Uma proposta de aula prática para facilitar o ensino de Bioquímica: Identificando a ação proteolítica de frutas tropicais e do amaciante de carne. Research, Society and Development. 2021; 10, 6: 1-11.

17. Vieira, T. B.; Gomes, R. C. P.; Freitas, F.; Almeida, R.; Jesus, I. B.; Santos, L. B.; Nascimento, A. P.; Fortuna, J. L. Análise microbiológica de carne bovina in natura submetidas a amaciadores. Veterinária notícias. 2018; 24. [Acesso em: 20 abr 2025]. Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/admin,+artigo+8.pdf.

18. Evers, G. P.; Donato, A.; Santos, L. Análise comparativa entre amaciantes cárneos naturais (papaína e bromelina) e sintético. Revista Nutrir. 2020; 1, 14.

Capítulo 35
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-35

O USO DE PROCESSAMENTOS NÃO TÉRMICOS COMO ALTERNATIVAS PARA PRODUTOS DE PESCADO: REVISÃO DE LITERATURA

Letícia Oliveira de Assis*; Laura Ribeiro Cerqueira de Oliveira; Luiz Antonio Moura Keller ; Cláudia Emília Teixeira; Maria Carmela Kasnowski Holanda Duarte;

**Letícia Oliveira de Assis – Email: let.oliveirassis@gmail.com*

Resumo: O pescado destaca-se como uma fonte importante de proteínas de alto valor biológico, porém é altamente susceptível à deterioração microbiana. Os processos não térmicos surgem como alternativas inovadoras para aumentar a segurança e a validade comercial desses produtos sem comprometer suas características nutricionais e sensoriais. Esta revisão teve como objetivo descrever as principais tecnologias emergentes não térmicas aplicadas ao pescado, como o ultrassom, a radiação ultravioleta e o plasma frio. O ultrassom tem demonstrado potencial na melhoria das propriedades funcionais e redução da atividade de água, limitando o crescimento microbiano. A radiação UV-C atua na inativação de patógenos, prolongando a validade comercial, enquanto o plasma frio promove descontaminação sem aquecimento, mantendo a qualidade do pescado. As evidências apontam que essas tecnologias oferecem vantagens como menor tempo de processamento, eficiência energética e preservação das características sensoriais. Conclui-se que os processos não térmicos são promissores para a indústria de pescado, podendo contribuir para a segurança alimentar e o desenvolvimento de novos produtos com maior valor agregado. Incentiva-se a continuidade das pesquisas para otimização dessas tecnologias.

Palavras–chave: tecnologias emergentes; segurança do alimento; ultrassom; radiação ultravioleta; plasma frio.

Abstract: Fish stands out as an important source of high biological value protein, but it is highly susceptible to microbial spoilage. Non-thermal processes have emerged as innovative alternatives to enhance the safety and shelf life of these products without compromising their nutritional and sensory characteristics. This review aimed to describe the main emerging non-thermal technologies applied to fish products, such as ultrasound, ultraviolet radiation, and cold plasma. Ultrasound has shown potential in improving functional properties and reducing water activity, limiting microbial growth. UV-C radiation inactivates pathogens and extends shelf life, while cold plasma promotes decontamination without heating, preserving fish quality. Evidence indicates that these technologies offer advantages such as shorter processing time, energy efficiency, and preservation of organoleptic properties. It is concluded that non-thermal processes are promising for the fish industry, contributing to food safety and the development of new, higher-value products. Further research is encouraged to optimize these technologies.
Keywords: non-thermal processing; fish; ultrasound; ultraviolet radiation; cold plasma.

INTRODUÇÃO

O crescimento exponencial da população mundial, em conjunto com a garantia de segurança alimentar e sustentabilidade ambiental estão entre os principais desafios a serem enfrentados pelos países ao redor do mundo, implicando na necessidade de grande aumento na produção de alimentos (1). Nesse contexto, a produção de pescado vem sendo bastante discutida, já que as atividades de pesca e aquicultura são capazes de gerar alimento de alta qualidade nutricional e relativos baixo impacto ambiental e custo de produção, quando comparados a outras fontes de proteínas de origem animal.

A FAO – Organização das Nações Unidas Para a Agricultura e Alimentação reporta que a produção total decorrente da pesca e aquicultura se expandiu significativamente nos últimos 70 anos, passando de 19 milhões de toneladas em 1950 para 223,2 milhões de toneladas em 2022. O consumo de pescado também aumentou significativamente, com consumo atual cinco vezes maior que o consumido há sessenta anos, saltando de 28 milhões de toneladas em 1961, para 165 milhões de toneladas em 2022 e um consumo *per capita* de 20,7 kg (2).

O pescado é uma importante fonte de proteínas na alimentação humana, possuindo alta digestibilidade e valor biológico, além de elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados, sais minerais e vitaminas, características estas que contribuem para o consumo crescente nos últimos anos (3). Segundo Hassoun e Çoban (4), apesar dos benefícios conhecidos, é o produto de origem animal com maior susceptibilidade à degradação microbiana, devido a suas características intrínsecas, como alta atividade de água e pH próximo a neutralidade.

Devido às características nutricionais de alto valor biológico, quando capturados, abatidos, armazenados, processados ou preparados de forma inadequada, o pescado pode ser meio de veiculação de microrganismos patogênicos e de ocorrência de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar - DTHA. Os principais microrganismos associados a DTHA por consumo de pescado são as bactérias, destacando-se os gêneros *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Vibrio*, *Listeria*, *Escherichia coli*, *Salmonella* e *Klebsiella* (5).

A preferência dos consumidores por alimentos minimamente processados e *clean label* tem crescido, e em resposta às novas exigências do mercado consumidor, a indústria vem buscando inovações, utilizando técnicas de conservação que possua as menores alterações nutricionais e que eliminem a necessidade de aditivos químicos e ao mesmo tempo garantam a eliminação de microrganismos (6). O processamento tecnológico é uma alternativa para oferta de produtos com variedade, além de conferir praticidade, melhoria do aspecto sensorial e aumento da validade comercial do produto (7).

O processamento térmico convencional por meio do calor é o principal método utilizado para estender a validade comercial de alimentos, porém em produtos mais delicados, como o pescado, pode ocasionar perdas nutricionais e alterações indesejáveis nas características sensoriais (8). Neste sentido, o uso de tecnologias que não utilizam o calor, chamadas de não térmicas, vem crescendo cada vez mais, tendo como alguns exemplos a alta pressão, o ultrassom, o campo elétrico pulsado e o plasma frio (9).

As alternativas não térmicas exigem menos tempo para o tratamento, possuem maior eficiência energética, provocam baixos danos à qualidade do alimento em relação

a sabor, aroma, valor nutricional e cor, garantindo padrões elevados de segurança do alimento (10). Portanto, dada a importância do processo tecnológico, objetivou-se com a presente revisão de literatura destacar os principais processos não térmicos como alternativa ao processamento térmico convencional em pescado.

O PESCADO COMO ALIMENTO

O pescado se destaca no setor alimentício devido às suas características nutricionais, como disponibilidade de vitaminas, ácidos graxos e proteínas, sendo possível inserção na dieta de populações de diferentes países e culturas. São compostos basicamente por água (70-85%), proteínas de alto valor biológico (20-25%), incluindo aminoácidos importantes como a lisina, cisteína e metionina, compostos lipídicos (1-10%), como os ácidos graxos ômega-6 e ômega-3 e minerais (1-1,5%) como o cálcio, fósforo, selênio, cobre e ferro (11).

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) reporta que a produção total de pesca e aquicultura teve uma expansão significativa nos últimos 70 anos, passando de 19 milhões de toneladas em 1950, para o recorde histórico de 179 milhões de toneladas em 2018. O consumo de pescado aumentou significativamente, e atualmente é cinco vezes maior que o consumido há sessenta anos, saltando de 28 milhões de toneladas em 1961 para 158 milhões de toneladas em 2019. (12).

A aquicultura tem sido considerada uma das principais fontes para diminuir o *déficit* na comercialização de pescado no mercado, tendo contribuição em relação a pesca aumentado nos últimos anos (13). A partir da década de 1990, a exploração da aquicultura cresceu exponencialmente e vem sustentando o aumento do consumo de pescado. Hoje em dia, é a aquicultura que atende a demanda do produto, e no novo *The State of World Fisheries and Aquaculture* (SOFIA), pela primeira vez, a aquicultura superou a pesca (12). Com o oferecimento de preços mais acessíveis para população de menor poder aquisitivo, é um segmento relevante para melhoria de bem-estar social no que diz respeito à nutrição, emprego e renda.

O pescado compreende uma variedade de animais aquáticos, incluindo os peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios e répteis, de água doce ou salgada e que são usados na alimentação de seres humanos (14). A comercialização do pescado é comumente feita *in natura* ou industrializada, onde este alimento passa por um ou mais processos tecnológicos para principalmente agregar valor e aumentar a segurança microbiológica do produto (15).

Apesar das muitas características positivas, o pescado é um alimento altamente susceptível a deterioração e contaminação microbiana, pois possui características intrínsecas que favorecem o desenvolvimento de bactérias, como a atividade de água elevada, composição química, teor de gorduras insaturadas oxidáveis e pH próximo da neutralidade (pH 6,6-6,8) (16). O processo de deterioração por microrganismos inicia-se logo após a morte do animal e resulta em alterações relacionadas principalmente ao odor, sabor e textura do produto, afetando diretamente a aceitação sensorial do produto. Manipulação, processamento e estocagem inadequados podem acelerar a velocidade das mudanças (17).

TECNOLOGIAS APLICADAS NO PROCESSAMENTO DE PESCADO - PROCESSOS NÃO TÉRMICOS

O processamento tecnológico é uma alternativa para eliminar microrganismos contaminantes e para oferta de produtos com variedade, promoção de melhoria do aspecto sensorial e aumento da validade comercial do produto, além de praticidade (7). Ao longo dos anos, observou-se que o uso de ácidos, sal e algumas especiarias ajudavam a aumentar o prazo comercial de diversos produtos (18). A validade comercial de um produto é determinada basicamente pelos componentes do sistema, como o processo utilizado, o método de embalagem e o tempo e temperatura durante transporte e armazenamento (19).

Devido à alta perecibilidade do pescado, a utilização de métodos de conservação no processamento é muito importante para aumento da validade comercial, sendo as opções bem diversas, como o cozimento, a salga, a defumação, a refrigeração, o congelamento e a produção de enlatados (20). A partir da demanda crescente do consumidor por alimentos mais seguros, mas que mantenham suas características sensoriais, surgem tecnologias novas de preservação de alimentos. As chamadas tecnologias emergentes de conservação objetivam eliminar ou reduzir a carga microbiana e inativar enzimas deteriorantes de maneira inovadora e sem perda de características do alimento (21).

Tecnologias não térmicas, como o plasma frio, ultrassom, radiação ultravioleta, campo elétrico pulsado e alta pressão demonstraram ser particularmente eficazes na extensão do prazo de validade dos alimentos, mantendo a característica nutricional e sensorial dos produtos de pescado. As tecnologias não térmicas possuem mecanismos próprios, tanto físicos quanto químicos, para promover a conservação dos alimentos e induzir diferentes reações na matriz alimentícia. Cada tecnologia não térmica possui aplicações específicas, a depender do alimento a ser processado (22).

ULTRASSOM

Conhecida como exemplo de tecnologia verde devido à ausência de resíduos posteriores ao seu processamento, a ultrassonificação atua promovendo a extração e modificações nas estruturas proteicas dos produtos e subprodutos de peixe, o que acarreta em melhoria das propriedades funcionais e maior rendimento e do teor de proteínas extraídas (23) (24). Além de ser mais eficiente, quando comparada aos processamentos térmicos convencionais, pois reduz o tempo de processamento e o consumo de energia (25)

Na teoria, as ondas ultrassônicas - classificadas como de baixa intensidade (20 a 100 kHz) ou alta frequência (>100 kHz) - ao atingirem o alimento podem produzir dois tipos de forças dependendo da angulação. A primeira é a força de compressão que ocorre quando a onda incide perpendicularmente à superfície do produto, já a segunda se dá pela atuação da onda paralelamente à superfície do produto e gera uma onda de cisalhamento. As alterações de pressão causam o desenvolvimento e erupção de bolhas microscópicas, liberando energia, desencadeiam em ligações cruzadas entre proteínas, espessamento da membrana celular e aquecimento local que, através da produção de radicais hidróxidos, são letais para os microrganismos (26) (27).

Em um estudo realizado por Robalo e colaboradores (28) para avaliar o efeito do ultrassom na extração de proteína das espinhas dorsais da carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) observou-se um maior rendimento entre as frações proteicas líquidas e sólidas foi visto na frequência de 35 kHz em bandas de baixo peso molecular com aumento de 25% na hidrofobicidade e redução de 16% nos níveis de sulfidrila totais

e livres. Estas modificações podem facilitar o desenvolvimento de novos produtos protéicos e trazer benefícios nutricionais ao consumidor. Já Silva *et al*. (29), ao utilizar o ultrassom como auxiliador no processo de marinação dos filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*), verificou que, embora não houvesse diferença significativa entre o tratamento e o controle na pesquisa de bases nitrogenadas voláteis, verificou-se a redução no pH e na atividade de água. Sendo esses fatores imprescindíveis para o crescimento bacteriano no produto.

No intuito de verificar as melhorias das propriedades funcionais, realizou-se um estudo para avaliar a digestibilidade e estabilidade de em emulsões de óleo de peixe tratados por ultrassom, no qual constatou-se aumento da estabilidade oxidativa e física de compostos lipofílicos (30). Corroborando com Cipriano et al. (31), a aplicabilidade dessa tecnologia é mais comumente observada em produtos líquidos de origem vegetal, como sucos e cervejas, quando comparada a produtos sólidos de origem animal, o que possibilita um vasto caminho para desenvolvimento de novas pesquisas.

RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

Aprovada eficientemente para inativação de microrganismos em superfície de alimentos, pelo *Food and Drug Administration* (FDA), a luz ultravioleta pode ser classificada em quatro tipos, de acordo com seu comprimento de onda: UV de vácuo (100 a 200 nm), UV-C (200-280 nm), UV-B (280-315 nm), UV-A (315-400 nm). A luz UV-C, emitida pelas lâmpadas de mercúrio de baixa e média pressão, é a mais amplamente utilizada na conservação de diversos alimentos de origem animal e vegetal, incluindo a descontaminação superficial de frutas e hortaliças, tratamento de produtos cárneos e líquidos como sucos e leite e sanitização de águas residuais (32) (33).

Baseado na capacidade de alteração do DNA microbiano, o mecanismo de ação da radiação UV-C atua por meio de dois processos distintos: ação direta sobre as bases nitrogenadas, principalmente citosina e timina, formando ligações covalentes (dímeros) e ação indireta com formação de radicais livres reativos através da radiólise da água. A inativação bacteriana ocorre devido a essas alterações do DNA que prejudicam os processos metabólicos essenciais e inibem a replicação celular (34).

Entretanto, embora seja eficiente, a absorção de fótons UV-C pode desencadear processos oxidativos em alimentos, como a foto-oxidação de proteínas e lipídeos mediados por espécies reativas (ânion superóxido e peróxido de hidrogênio), dependendo da dose aplicada, podem comprometer atributos sensoriais e nutricionais dos alimentos (35).

Quanto à aplicabilidade em produtos de pescado, Damdam *et al*. (36) em um estudo realizado para avaliar os efeitos da irradiação UV-C associada a embalagem à vácuo na validade comercial de filé de carne bovina, frango e salmão, observou-se que, na dosagem de 360 J/m^2 e vácuo de 40 kPa, houve redução significativa no crescimento de bactérias aeróbias em todas as amostras. Ainda, verificou-se que não houve a detecção de *Salmonella* e *E. coli* nas amostras de salmão e aumento, em média, de 5 dias, da validade comercial do salmão.

Em outro estudo com luz UV-C, dessa vez associado à atmosfera modificada em filé de tilápia refrigerados, constatou-se também um prolongamento da validade comercial por 5 dias, porém houve um aumento da oxidação lipídica e descoloração. Já o tratamento somente com UV-C foi mais eficaz contra os patógenos (*Salmonella typhimurium* e *E. coli*) e não afetou a oxidação lipídica (37)

PLASMA A FRIO

Definido como o quarto estado da matéria, o plasma frio é gerado por meio da aplicação de energia - térmica, eletromagnética ou alta tensão - sobre um gás, o que acarreta a dissociação de suas moléculas e resulta na formação de íons e elétrons positivos e negativos, conforme ilustrado na Figura 1. Esse processo gera uma mistura complexa de partículas altamente reativas, incluindo peróxido de hidrogênio (H_2O_2), ozônio (O_3) e superóxido (O_2^-), entre outras espécies. Essas substâncias atuam por mecanismos como eletroporação, oxidação lipídica e alterações no DNA, promovendo danos irreversíveis às células microbianas e levando à sua inativação. Entre eles, temos ainda a eletroporação na qual pulsos elétricos criam poros na membrana celular e consequentemente, expondo o interior da célula (38).

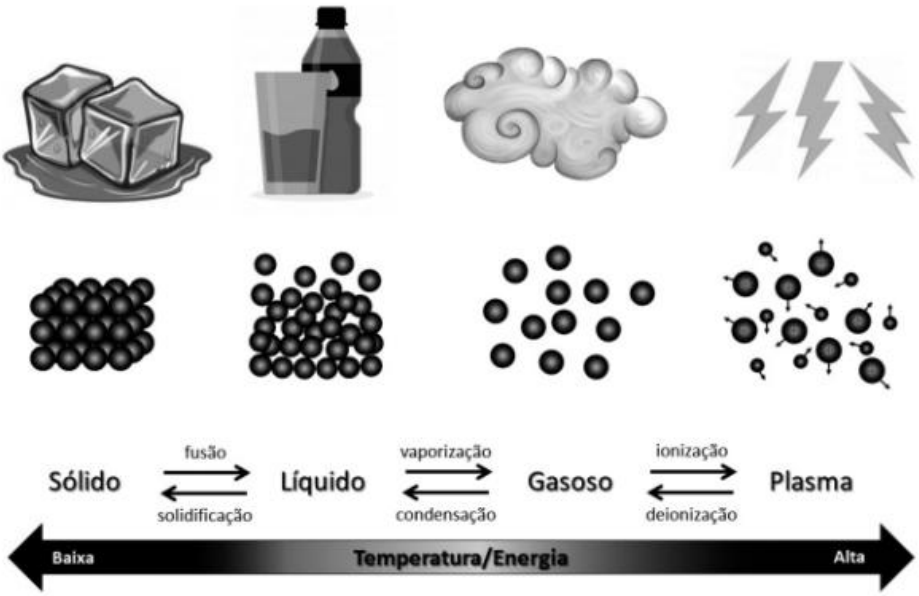


Figura 1 - Representação dos estados da matéria (Rodrigues et al., 2023).

A denominação de plasma frio deve-se à baixa taxa de colisão entre os elétrons livres e as moléculas do gás, logo, não há equilíbrio térmico entre os compostos formados durante a colisão. Desta forma, a energia fornecida ao sistema é principalmente absorvida pelos elétrons livres, enquanto o plasma resultante mantém temperaturas próximas à ambiente. Na tecnologia de alimentos, suas aplicações podem ser diretamente sobre a superfície do alimento ou indiretamente quando aplicado na água ionizada. Em ambos os casos, os objetivos são a descontaminação microbiológica, purificação de águas e efluentes e degradação de toxinas e pesticidas (39).

Diferentes tecnologias, com características específicas, podem ser utilizadas para a geração de plasma frio. A Descarga de Barreira Dielétrica (DBD) emprega dois eletrodos paralelos, sendo pelo menos um revestido de material dielétrico, como cerâmica ou polímeros, o que permite a produção de espécies reativas para a inativação bacteriana (40) (41). O Jato de Plasma opera com um tubo de quartzo com eletrodos de alta tensão e terra na qual a mistura gasosa é ionizada (42) (43). Já a Descarga Corona baseia-se em superfícies com diferentes raios de curvatura, gerando coroas negativas e positivas, enquanto a Descarga de Microondas e Radiofrequência utiliza ondas eletromagnéticas para a produção de plasma com menor consumo de gases e maior eficiência (44) (45).

Na indústria de alimentos, o plasma frio tem sido aplicado com sucesso em produtos de pescado como hambúrgueres de salmão e óleos de peixe. Em um estudo

realizado em hambúrgueres de salmão, observou-se que o uso do plasma em comparação com e sem a adição de extrato de chá verde, houve a redução significativa de bactérias viáveis totais e também a diminuição dos valores de nitrogênio básico volátil total (TVBN) (46). Em produtos líquidos, como o óleo de peixe, investigou-se o efeito do plasma frio e também a eficiência da vitamina E como protetor antioxidante. Neste estudo constatou-se que a vitamina E cumpriu seu efeito protetor de forma significativa, porém, em tensões muito altas (70V), gerou degradação de ácidos graxos insaturados e a redução da estabilidade térmica. Esses fatores demonstram que embora o plasma frio seja um potencial método de preservação de alimentos ricos em gorduras, é necessário investigar a sinergia e concentração de antioxidantes para a melhora da qualidade e validade comercial desses produtos (47).

CONCLUSÕES

A forma de consumo, os tipos de processamento e os produtos propriamente ditos estão em constante modificação para atender as diferentes necessidades dos diversos tipos de consumidores. Consequentemente, profissionais da indústria e cientistas trabalham em conjunto para buscar constantemente produtos que alinhem a um processamento que preserve as condições nutricionais do pescado e garanta sua qualidade.

Nesse contexto, os processos não térmicos, de um modo geral, atuam na inativação bacteriana, preservação nutricional e sensorial e aliados à sustentabilidade ambiental.

Outro aspecto relevante é a conscientização dos consumidores quanto à segurança do processamento, aos benefícios para a saúde inerentes a estes tipos de processamento e possibilidade de aumento no preço com maior qualidade comparativamente com os produtos processados termicamente.

A proposta desta revisão de literatura foi agregar conhecimento sobre as principais tecnologias emergentes na cadeia do pescado e incentivar o desenvolvimento de novas pesquisas para aprimorar e agregar valor aos produtos de pescado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos pelo apoio institucional ao Programa de Pós-Graduação em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal e às agências de fomento Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

1. Wagner YG, Coelho AB, Travassos GF. Análise do consumo domiciliar de pescados no Brasil utilizando dados da POF 2017-2018. Rev Econ Sociol Rural. 2022;61(3):e250494.

2. FAO. The state of world fisheries and aquaculture 2024. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2024.

3. Béné C, et al. Feeding 9 billion by 2050 – putting fish back on the menu. Food Secur. 2015;7(2):261-74.

4. Hassoun A, Çoban OE. Essential oils for antimicrobial and antioxidant applications in fish and other seafood products. Trends Food Sci Technol. 2017;68:26-36.

5. Aragão BB, Trajano SC. Principais bactérias patogênicas veiculadas por pescado e derivados. In: Cordeiro CAM, Sampaio DS, Holanda FCAF, editors. Ciência e tecnologia de alimentos: pesquisas e práticas contemporâneas. Guarujá: Científica Digital; 2022. v.3,

p.208-25.

6. Sloan E. Top 10 food trends. Food Sci Technol. 2017;71(4).

7. Delbem ACB, Fantini LE, De Lara JAF. Processo de marinação de filés de surubim. Bol Téc Embrapa Pantanal. 2013;(105):4 p.

8. Cullen PJ, Tiwari BK, Valdramidis VP. Status and trends of novel thermal and non-thermal technologies for fluid foods. In: Cullen PJ, Tiwari BK, Valdramidis VP, editors. Novel thermal and non-thermal technologies for fluid foods. London: Academic Press; 2012.

9. Scudino H, Tavares-Filho ER, Guimarães JT, Márcico ET, Silva MC, Freitas MQ, et al. Consumer's attitudes of high-intensity ultrasound in Minas Frescal cheese processing: An innovative approach with text highlighting technique. Food Res Int. 2023;167:112702.

10. Mandal R, Singh A, Singh AP. Recent developments in cold plasma decontamination technology in the food industry. Trends Food Sci Technol. 2018;80:93-103.

11. Rebelatto IS, Lintzmaia DJH, Ritter DO, Lanzarin M, Faria RAPG, Chitarra GS. Composição química e valor nutricional do pescado. In: Cordeiro CAM, Sampaio DS, Holanda FCAF, editors. Engenharia de pesca: aspectos teóricos e práticos. Guarujá: Científica Digital; 2022. v.3, p.50-66.

12. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. Rome: FAO; 2022. Disponível em: https://www.fao.org/3/cc0461en/cc0461en.pdf

13. Cavalli RO, Ferreira JF. O futuro da pesca e da aquicultura marinha no Brasil: a maricultura. *Ciênc Cult.* 2010;62(3):38-9.

14. Brasil. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Diário Oficial da União. 2017 mar 30.

15. Minozzo MG. Processamento e conservação do pescado. Curitiba: IFPR; 2011. 165 p.

16. Landgraf M, Franco BDG. Microbiologia dos alimentos. Rio de Janeiro: Atheneu; 2023. 292 p.

17. Chen Z, et al. Multicolor biosensor for fish freshness assessment with the naked eye. Sens Actuators B Chem. 2017;252:201-8.

18. Félex SSS. Elaboração e qualidade de marinado ovino tipo bracciola submetido a diferentes métodos de cocção [dissertação]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia; 2015. 75 f.

19. Salan EO. Tratamento térmico de mexilhões *Perna perna* como forma de assegurar a qualidade: avaliação do crescimento de *Bacillus cereus* e de *Staphylococcus aureus* [dissertação]. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; 2005. 88 f.

20. Neiva CRP. Processamento tecnológico do pescado. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; 2002.

21. Shinohara NKS, de Oliveira Filho PRC. Conservação do pescado: tecnologias emergentes e uso do ultrassom. In: Desafios e estratégias para segurança alimentar mundial. Volume IV. Campina Grande (PB): Editora Amplla; 2024.

22. Teixeira LJQ, Santos MF. Tecnologias emergentes de concentração e conservação de alimentos. 2021.

23. Zou Y, et al. Effects of ultrasound-assisted alkaline extraction on chicken liver protein isolate. Poult Sci. 2017;96(8):2975-81.

24. Juraga E, Vukušić Pavičić T, Gajdoš Kljusurić J, Brnčić M, Juraga T, Herceg Z. Properties of milk treated with high-power ultrasound and bactofugation. Food Technol Biotechnol. 2021;59(1):92-102.

25. Kumari B, Sit N. Comprehensive review on single and dual modification of starch: methods, properties and applications. Int J Biol Macromol. 2023;126952.

26. Fellow PJ. Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática. 4th ed. Porto Alegre: Artmed; 2019.

27. Bhargava N, Mor RS, Kumar K, Sharanagat VS. Advances in application of ultrasound in food processing: A review. Ultrason Sonochem. 2021;70:105293.

28. Robalo SS, Cargnin G, Da Silva LP, Campagnol PCB, Wagner R, Barin JS, et al. Ultrasound applied at low temperature on the extraction and modification of proteins from by-products of fishing industry. Cienc Anim. 2025;55(2):e20240066.

29. Silva EDCA, Amaral RPC, Filho PRCO. Avaliação da tecnologia do ultrassom sobre aspectos físico-químicos e nutricionais de marinados de filés de tilápia-do-Nilo. Arq Cien Mar. 2022;55(1):67-77.

30. Rahimi P, Hosseini E, Rousta E, Bostar H. Digestibility and stability of ultrasound-treated fish oil emulsions. LWT. 2021;148:111697.

31. Cipriano LC, Pereira TRC, Toledo BS, Castro JSM, Mano SB, Esmerino EA, et al. Use of high ultrasound in foods of animal origin: literature review. J Eng Exact Sci. 2022;8(11). Available from: https://periodicos.ufv.br/jcec/article/view/14895/7638.

32. Monteiro MLG, Conte-Junior CA, Rosário DKA, Carvalho APA. Application of UV-C light to improve safety and overall quality of fish: a systematic review and meta-

analysis. Trends Food Sci Technol. 2021;116:279-89.

33. FDA. Ultraviolet radiation for the processing and treatment of food. 2019 Available from: https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch

34. Koutchma T. Advances in ultraviolet light technology for non-thermal processing of liquid foods. Food Bioprocess Technol. 2019;12(2):275-88.

35. Lee E, Park SY, Há S. Effect of UV-C light on the microbial and sensory quality of seasoned dried seafood. Food Sci Technol Int. 2016;22(3):213-20.

36. Damdam AN, Alzahrani A, Salah L, Salama KN. Effects of UV-C irradiation and vacuum sealing on the shelf-life of beef, chicken and salmon fillets. Foods. 2023;12:606.

37. Lázaro CA, Monteiro MLG, Conte-Junior CA. Combined effect of modified atmosphere packaging and UV-C radiation on pathogens reduction, biogenic amines, and shelf life of refrigerated tilapia fillets. Molecules. 2020;25(14):3222.

38. Lin CM, Chu YC, Hsiao CP, Wu JS, Hsieh CW, Hou CY. The optimization of plasma-activated water treatments to inactivate Salmonella enteritidis on shell eggs. Foods. 2019;8(10). doi: 10.3390/foods8100520.

39. Rodrigues S, Cavalcanti RN, Pimentel TC, Da Cruz AG, Fernandes FAN. Plasma a frio. In: Tecnologias emergentes no processamento de alimentos. São Paulo: Blucher; 2023.

40. Feizollahi E, Misra NN, Roopesh MS**.** Factors influencing the antimicrobial efficacy of dielectric barrier discharge (DBD) atmospheric cold plasma (ACP) in food processing applications. Crit Rev Food Sci Nutr. 2021;61(4):666-89.

41. Guo J, Huang K, Wang J. Bactericidal effect of various non-thermal plasma agents and the influence of experimental conditions in microbial inactivation: a review. Food Control. 2015;50:482-90.

42. Burducea I, et al. Helium atmospheric pressure plasma jet effects on two cultivars of *Triticum aestivum* L. Foods. 2023;12(1):208.

43. Liu C, et al. Cold plasma for enhancing covalent conjugation of ovalbumin-gallic acid and its functional properties. Food Chem. 2024;454:139753.

44. Farooq S, et al. Cold plasma treatment advancements in food processing and impact on the physiochemical characteristics of food products. Food Sci Biotechnol. 2023;32(5):621-38.

45. Puligundla P, Mok C. Microwave-and radio-frequency-powered cold plasma applications for food safety and preservation. In: Advances in cold plasma applications for food safety and preservation. 1st ed. Academic Press; 2020. p. 309-29.

46. Matra K, Zonklin B, Hamkratok S, et al. Efeito da descarga de plasma frio por barreira dielétrica combinada com extrato de chá verde na qualidade e segurança de hambúrgueres de peixe prontos para consumo durante o armazenamento. Discov Food. 2025;5:46.

47. Wang X, Ren A, Yang Y, Deng J, Jiang H. Effect of treatment voltage and duration of cold plasma on the antioxidant properties of fish oil. SSRN [Preprint]. 2025. doi:10.2139/ssrn.5115361.

CLASA

2ª EDIÇÃO

Gestão ambiental dos resíduos na indústria de alimentos

Patrocinador diamante

TÜVNORD

Patrocinador do E-book

envirolyte® BRASIL

Capítulo 36
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-36

ESTADO DA ARTE SOBRE A CONTAMINAÇÃO DE ALIMENTOS POR FEZES DE AVES: IMPACTOS NA PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE GRÃOS - RISCOS À SEGURANÇA DO ALIMENTO E ESTRATÉGIAS DE CONTROLE

Juliana de Almeida Mendes; Edicarlos Pralon Silva; Vanessa Boechat Fanticele ; Karynn Teixeira Kaiser

pralon@nitidusambiental.com.br

Resumo: A contaminação de alimentos por fezes de aves representa um desafio significativo para a segurança de alimentos, especialmente na produção e armazenamento de grãos. Este estudo revisa a literatura científica sobre os impactos microbiológicos e econômicos da presença de pombos (*Columba livia*) nesses ambientes, além de discutir estratégias de mitigação. A metodologia adotada foi uma revisão narrativa de diretrizes institucionais (FAO, OMS, MAPA, Embrapa e ANVISA). Os resultados indicam que as fezes de pombos contêm patógenos como *Histoplasma capsulatum* e *Cryptococcus neoformans*, podendo comprometer a qualidade dos grãos e gerar prejuízos econômicos que chegam a 10% da produção anual. Diversas estratégias de controle têm sido propostas, incluindo barreiras físicas, dispositivos sonoros e métodos biológicos como a falcoaria. Embora desafios como o custo inicial e a necessidade de profissionais especializados ainda sejam fatores limitantes, avanços recentes na regulamentação, treinamento de falcoeiros e ampliação de criadouros têm tornado essa técnica mais acessível. Conclui-se que a falcoaria, quando combinada com outras estratégias, pode oferecer uma solução sustentável e viável para o controle de aves pragas, contribuindo para a segurança de alimentos e redução de perdas econômicas. Estudos adicionais são recomendados para avaliar a relação custo-benefício da técnica em diferentes contextos produtivos.
Palavras-chave: contaminação de alimentos; estratégias de controle; fezes de aves; grãos armazenados; segurança de alimentos

Abstract: Food contamination by bird feces represents a significant challenge to food safety, particularly in grain production and storage. This study reviews the scientific literature on the microbiological and economic impacts of pigeon (*Columba livia*) presence in these environments, as well as mitigation strategies. The methodology adopted was a narrative review based on institutional guidelines (FAO, WHO, MAPA, Embrapa, and ANVISA). The results indicate that pigeon feces contain pathogens such as Histoplasma capsulatum and Cryptococcus neoformans, which can compromise grain quality and cause economic losses of up to 10% of annual production. Conventional control methods, such as physical barriers and sound devices, show limited effectiveness, whereas falconry emerges as a promising alternative, reducing the presence of these birds by up to 80%. Although initial costs and the need for specialized professionals remain limiting factors, recent advances in regulation, falconer training, and the expansion of breeding centers have made this technique more accessible. It is concluded that falconry,

when combined with other strategies, can offer a sustainable and viable solution for pest bird control, contributing to food safety and reducing economic losses.
Keywords: bird feces; control strategies; food contamination; food safety; stored grains

INTRODUÇÃO

A contaminação de alimentos por fezes de aves é uma preocupação significativa na cadeia produtiva de grãos, afetando tanto a produção quanto o armazenamento e, consequentemente, a segurança de alimentos. Estudos indicam que perdas quantitativas e qualitativas pós-colheita de até 10% na produção de grãos no Brasil são causadas por contaminantes como insetos, fungos, bactérias, e outros contaminantes que comprometem a qualidade dos grãos e a segurança de alimentos, afetando toda a cadeia até chegar ao consumidor (1). Dentre as aves sinantrópicas os pombos domésticos (*Columba livia*) podem provocar contaminações ou adulterações em alimentos destinados ao consumo humano ao depositarem suas penas e outros resíduos sobre alimentos crus ou embalados (2). Suas fezes podem conter patógenos como *Histoplasma capsulatum* e *Cryptococcus neoformans*, responsáveis por doenças como histoplasmose e criptococose, e quando secas, tornam-se poeira fina que pode contaminar grandes volumes de grãos (3). A fase de estocagem de produtos, *in natura* ou industrializados, como grãos armazenados ou armazéns, é um dos pontos mais críticos na contaminação e merece um destaque maior, já que estão mais expostos à ação de pragas como pombos urbanos (2). O controle eficaz da presença de pombos em ambientes de produção e armazenamento é essencial para mitigar esses impactos e garantir a segurança de alimentos.

Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo revisar as evidências científicas sobre os impactos da contaminação por fezes de aves na segurança de alimentos e analisar a eficácia da falcoaria como alternativa sustentável para o controle dessas aves em ambientes de produção e armazenamento de grãos. A relevância desta pesquisa está na busca por estratégias inovadoras e ecologicamente corretas que possam minimizar os riscos de contaminação, reduzir perdas econômicas e garantir a qualidade dos alimentos. No contexto científico e tecnológico, a aplicação da falcoaria como método de controle pode representar uma alternativa viável e sustentável em comparação aos métodos convencionais, que frequentemente apresentam eficácia limitada ou impactos ambientais negativos.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo consiste em uma revisão narrativa da literatura, com abordagem qualitativa, voltada à contaminação de alimentos por fezes de aves e seus impactos na produção e armazenamento de grãos. A coleta dos materiais foi realizada entre 5 de março e 25 de abril de 2025, respeitando o cronograma de submissão ao Congresso Latino-Americano de Segurança de Alimentos.

As buscas foram conduzidas nas bases Web of Science, SciELO e Google Acadêmico, utilizando as palavras-chave: “contaminação por fezes de aves”, “impactos na produção de grãos”, “falcoaria na agricultura” e “segurança de alimentos”. Também foram consultadas diretrizes técnicas e relatórios institucionais da FAO, OMS, MAPA, Embrapa e ANVISA.

Foram incluídos artigos e documentos que abordassem diretamente a relação entre fezes de aves e segurança de alimentos, especialmente nos contextos de produção e armazenagem de grãos. Consideraram-se estudos com fundamentação técnico-científica clara, publicações com acesso integral e relevância comprovada para a temática. Foram excluídos materiais opinativos, documentos sem vínculo direto com o escopo da revisão,

duplicatas e textos sem acesso completo para análise. Ao todo, 32 documentos foram triados, dos quais 24 foram selecionados e utilizados na análise e discussão dos resultados, compondo a lista final de referências.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença de aves em áreas agrícolas e locais de armazenamento de grãos representa um grande desafio para a segurança de alimentos, sendo a perda de frutos para essas aves um problema de longa data e de alto custo, afetando produtores em diversas regiões do mundo (4, 5).

No contexto internacional, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (1999) relatou que os produtores americanos enfrentam prejuízos milionários anuais, tanto pelas perdas diretas decorrentes do consumo total quanto pelos danos causados às frutas, o que resulta em maior susceptibilidade a pragas patógenas e uma redução na qualidade do produto (6, 7, 8).

No Brasil, mais especificamente na região de Assis, localizada no Médio Vale de Paranapanema, responsável por 30% da soja produzida no estado de São Paulo, o aumento da população de pombas amargosa (*Zenaida auriculata*) tem gerado sérios danos às lavouras locais, acarretando problemas financeiros e sociais para os produtores (9).

Segundo Silva (10), a pomba amargosa é a espécie de ave mais abundante e frequente em áreas agrícolas do Brasil, adaptando-se bem à disponibilidade de alimento (grãos) e abrigo (como a cana-de-açúcar), com variações na abundância ao longo do ano explicadas pela disponibilidade sazonal de alimento.

1. Impactos da contaminação por fezes de aves na segurança de alimentos

A transmissão de doenças em fazendas e laticínios tem se tornado uma preocupação crescente, especialmente porque as fezes de aves podem atuar como vetores de contaminação em culturas agrícolas. Esse risco é ainda mais significativo para produtos consumidos crus, como frutas e hortaliças (11). Além dos prejuízos causados pelo consumo direto das plantações, considera-se também como perda os alimentos que, embora não totalmente ingeridos, foram descartados ao solo ou contaminados por excrementos (12).

Além do impacto microbiológico, a presença de aves em locais propícios à nidificação pode gerar consequências estruturais indesejadas. O acúmulo de fezes altamente ácidas nesses ambientes pode comprometer a conservação de instalações usadas para armazenar grãos, deteriorando materiais e reduzindo sua vida útil (13). Dessa forma, a interação entre a contaminação biológica e os danos físicos causados pelas aves reforça a necessidade de estratégias eficazes para mitigar sua presença em áreas de produção agrícola.

Segundo Rego (14), a presença de *Salmonella* spp. nas fezes de pombos domésticos e nos grãos descarregados no porto de Porto Alegre evidencia o risco de contaminação alimentar. O estudo identificou uma prevalência maior do patógeno no ambiente portuário e destacou a presença de patógenos oportunistas e alimentares, como *Listeria monocytogenes* e *Bacillus cereus*. Rego (14), ainda enfatiza a importância de programas de monitoramento e controle da fauna sinantrópica para proteger a segurança de alimentos e a saúde pública.

2. Métodos de controle e prevenção da contaminação por fezes de aves

A implementação de estratégias eficazes de controle da população de pombos é essencial para reduzir a contaminação. Métodos físicos, como fitas refletoras, apresentam eficiência limitada, pois as aves podem se adaptar ou encontrar brechas para acessar os grãos (15, 16). Alternativas como dispositivos sonoros e refletores também têm eficácia reduzida, pois as aves tendem a se habituar rapidamente a esses elementos.

A falcoaria surge como uma estratégia promissora e ecologicamente correta para dispersão de pombos e outras aves pragas. Estudos demonstraram que o uso de falcões treinados pode reduzir significativamente a presença de aves pragas em plantações e armazéns (11). Segundo Kross e colaboradores (17), a introdução do Falcão-da-Nova-Zelândia (*Falco novaeseelandiae*) em vinhedos reduziu a população de aves pragas e proporcionou uma economia de até US$ 326/ha.

No entanto, a adoção da falcoaria como método de controle apresenta desafios. Erickson, Marsh e Salmon (18) destacam que a técnica exige profissionais qualificados para manuseio das aves de rapina e pode ser economicamente inviável para pequenos produtores. Além disso, fatores climáticos e o comportamento das aves de rapina podem influenciar a eficácia do controle, tornando necessária a combinação com outras abordagens.

Segundo Kaiser (19), uma solução viável seria a implementação de caixas-ninho e poleiros artificiais para estimular a presença de aves de rapina nativas, reduzindo custos com falcoeiros especializados. Esse modelo tem sido adotado com sucesso em diferentes regiões e pode contribuir para um controle mais sustentável da população de pombos.

3. Eficiência da falcoaria no controle de aves pragas

A técnica de falcoaria tem se mostrado uma alternativa ambientalmente correta e eficiente no controle de aves pragas. Estudos indicam que a presença de aves de rapina treinadas reduz significativamente a população de pombos em áreas agrícolas, minimizando os riscos de contaminação dos alimentos (17).

De acordo com um estudo realizado por Daugovish & Yamomoto (20), o uso de falcões treinados reduziu em até 80% os danos causados por aves em plantações de frutas na Califórnia. Além disso, os resultados indicam que a simples presença dos predadores naturais já é suficiente para dissuadir a permanência de pombos e outras aves granívoras em áreas agrícolas e armazéns de grãos.

Outro benefício da falcoaria é a redução da dependência de métodos químicos de controle, como o uso de pesticidas e repelentes químicos, que podem gerar impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana. A utilização de aves de rapina respeita o equilíbrio ecológico e se integra a estratégias de manejo sustentável (11).

A popularização desse método de controle tem promovido impactos positivos tanto econômicos quanto ambientais, protegendo a produção agrícola sem a necessidade de substâncias químicas nocivas. O jornal Hartford Courant (21) destacou que produtores nos EUA estavam recorrendo a falcões treinados para dispersar aves menores, como os estorninhos (*Sturnus vulgaris*), que comprometiam os frutos maduros. O uso de substâncias químicas foi descartado devido à proibição, enquanto o emprego de tiros de canhões sonoros gerava incômodos à vizinhança. Além disso, a alternativa de cobrir grandes áreas de cultivo com redes foi considerada inviável economicamente.

4. Limitações e desafios da aplicação da falcoaria no controle de aves pragas

Apesar da alta eficácia da falcoaria, alguns desafios ainda precisam ser superados para ampliar sua aplicação. Entre as limitações do método, destacam-se:

- **Custo inicial elevado**: A aquisição, treinamento e manutenção de aves de rapina exigem investimentos significativos, tornando a técnica menos acessível para pequenos produtores (18).
- **Necessidade de manejo contínuo**: Para garantir a eficácia do controle, é necessário o uso de múltiplas aves (22).

Embora Erickson, Marsh e Salmon (18) tenham apontado desafios como o alto custo inicial e a necessidade de manejo contínuo, estudos recentes indicam avanços significativos que tornam a falcoaria uma alternativa cada vez mais viável para o controle de aves. Por exemplo, Carvalho (23) demonstrou a eficácia da falcoaria com *Parabuteo unicinctus* no manejo da avifauna em aeroportos brasileiros. Além disso, Brandão (24) explorou as aplicações da falcoaria por empresas de consultoria ambiental no Brasil, ressaltando seu papel no controle biológico e na educação ambiental.

Do ponto de vista prático, os autores deste estudo, atuantes na área de manejo de fauna, observam que o aumento no número de falcoeiros qualificados e a ampliação de criadouros regulamentados têm facilitado o acesso a aves de rapina, tornando essa estratégia economicamente mais acessível. Dessa forma, mesmo diante das limitações citadas, a experiência prática dos autores, aliada aos avanços reportados na literatura, sugere que a falcoaria evoluiu para se consolidar como uma solução eficaz, sustentável e economicamente competitiva, atendendo tanto grandes empresas quanto pequenos produtores.

5. Perspectivas futuras

As perspectivas futuras para a falcoaria no controle de fauna no setor agropecuário são positivas, mas dependem da redução dos custos associados à capacitação e contratação de falcoeiros. A técnica já se mostra eficaz, mas para torná-la viável para pequenos produtores, é necessário explorar soluções mais econômicas. De acordo com Kaiser (19), uma possível estratégia é a capacitação dos próprios agricultores, permitindo que realizem o controle de fauna de forma autossustentável e com maior conscientização ambiental. Além disso, a instalação de caixas-ninho e poleiros para atrair rapinantes locais pode reduzir a dependência de falcoeiros especializados, promovendo um controle natural e eficiente. A análise constante das áreas impactadas também é essencial para otimizar o uso de recursos limitados. Por fim, o método de falcoaria, quando bem planejado e aliado a outras práticas de controle, oferece um bom retorno financeiro e ecológico, como sugerido por Kaiser (19), tornando-se uma alternativa viável e sustentável no futuro.

CONCLUSÃO

A contaminação de alimentos por fezes de aves representa um desafio crítico para a segurança de alimentos, podendo comprometer a qualidade dos produtos e gerar perdas econômicas significativas. A revisão bibliográfica demonstrou que as fezes de pombos (*Columba livia*) carregam patógenos como *Histoplasma capsulatum* e *Cryptococcus neoformans*, aumentando os riscos microbiológicos em sistemas de produção e armazenamento de grãos.

Os métodos convencionais de controle, como barreiras físicas e dispositivos sonoros, mostraram-se pouco eficazes devido à adaptação das aves. Em contrapartida, a

falcoaria emergiu como uma alternativa viável e ecologicamente sustentável, reduzindo em até 80% a presença dessas aves em ambientes agrícolas. Apesar dos desafios iniciais, como o custo elevado e a necessidade de profissionais qualificados, avanços recentes na regulamentação de criadouros e treinamento de falcoeiros têm tornado essa técnica mais acessível. A implementação de caixas-ninho e poleiros artificiais também tem se mostrado uma solução complementar eficaz, promovendo o controle natural das aves pragas sem altos investimentos contínuos.

Diante desses achados, sugere-se que pesquisas futuras avaliem a relação custo-benefício da falcoaria em diferentes contextos produtivos, bem como sua integração com outras estratégias de controle aviário. Além disso, estudos adicionais podem explorar novas abordagens para monitoramento e mitigação da contaminação, visando a redução de impactos na qualidade dos grãos e na segurança de alimentos.

REFERÊNCIAS

1. Lorini I, Bacaltchuk B. A qualidade desejada na armazenagem de grãos no país [Internet]. Ambiente em Foco. 2007 [acesso em 10 mar 2025]. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/a-qualidade-desejada-na-armazenagem-de-graos-no-pais_384896.html

2. Schuller M. Pombos urbanos: um caso de saúde pública [Internet]. 2009 [acesso em 10 mar 2025]. Disponível em: https://www.yumpu.com/pt/document/view/12623662/pombos-urbanos-um-caso-de-saude-publica-sbcc

3. Witt AA, Amado RK, Grillo HCZ, et al. Guia de manejo e controle de pombas-domésticas (*Columba livia*) em áreas urbanas. Porto Alegre: Centro Estadual de Vigilância em Saúde [Internet] 2018. 85 p. [acesso em 12 mar 2025.] Disponível em: https://cevs.rs.gov.br/inicial

4. Simon G. A short overview of bird control in sweet and sour cherry orchards – Possibilities of protection of bird damage and its effectiveness. Int J Hortic Sci. 2008;14(1-2):107-111.

5. Somers CM, Morris RD. Birds and wine grapes: foraging activity causes small-scale, damage patterns in single vineyards. J Appl Ecol. 2002;39(3):511-523.

6. Pritts MP. Bye bye birdie: Repelling birds from fruit plantings. New York Q. 2001;9(4):5-7.

7. Duffy S, Schaffner DW. Monte Carlo simulation of the risk of contamination of apples with Escherichia coli O157:H7. Int J Food Microbiol. 2002;78(3):245-255.

8. Holb IJ, Scherm H. Quantitative relationships between different injury factors and development of brown rot caused by Monilinia fructigena in integrated and organic apple orchards. Phytopathol. 2008;98(1):79-86.

9. Lima ACP, Lima LP. Relatório de análise estatística sobre o projeto: Comportamento predatório da pomba amargosa (*Zenaida auriculata*) em relação à plantação de soja. São Paulo: IME-USP; 1996.

10. Silva GG. A pomba-de-bando (*Zenaida auriculata* - Aves *Columbidae*) nas paisagens agrícolas do sudoeste do Brasil: distribuição, abundância e interações com a agricultura. [Dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2014 [acesso em 10 mar 2025]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/328343656_A_pomba-de-bando_Zenaida_auriculata_-_Aves_Columbidae_nas_paisagens_agricolas_do_sudoeste_do_Brasil_Distribuicao_Abundancia_e_Interacoes_com_a_Agricultura

11. Navarro-Gonzalez N, Jay-Russell MT. Use of falconry to deter nuisance birds in leafy greens fields in Northern California. Proceedings of the Vertebrate Pest Conference. 2016;27.

12. Caskin T, Cirillo KA, Progar AA. Physical management of pest birds in agricultural settings. Washington State University Extension; 1963. 8 p.

13. Glahn JF, Otis DL. Factors influencing blackbird and European starling damage at livestock feeding operations. J Wildl Manage. 1986;50(1):15-19.

14. Rego RN. Identificação de *salmonella* e microrganismos mesófilos totais nas fezes, superfícies de pouso de pombos domésticos (*Columba livia*) e em grãos na região portuária de Porto Alegre, Brasil. 2024 [Dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. [acesso em 10 mar 2025]. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/URGS_2927c9bee5be73108a96fc188ae8634b

15. Bruggers RL, Brooks JE, Dolbeer RA, Woronecki PP, Pandit RK, Tarimo T, et al. Responses of pest birds to reflecting tape in agriculture. J Wildl Soc Bull. 1986;14(2):161-170.

16. Tobin ME, Woronecki PP, Dolbeer RA, Bruggers RL. Reflecting tape fails to protect ripening blueberries from bird damage. J Wildl Soc Bull. 1988;16(3):300-303.

17. Kross SM, Jason MT, Ximena J. Effects of introducing threatened falcons into vineyards on abundance of passeriformes and bird damage to grapes. Conserv Biol. 2012;26(1):142-149.

18. Erickson WA, Marsh RE, Salmon P. A review of falconry as a bird-hazing technique. In: Davis LR, Marsh RE, editors. Proceedings of the 14th Vertebrate Pest Conference. Davis: University of California; 1990. p. 314-316. [acesso em 06 mar 2025] Disponível em: http://digitalcommons.unl.edu/vpc14/25

19. Kaiser KT. Aplicabilidade da técnica de falcoaria na área agrícola como forma de demonstrar sua eficiência na redução de danos em cultivos [Dissertação]. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2019.

20. Daugovish O, Yamamoto M. Control of bird pests in the strawberry field with falconry. Pp. 80-83 in: Proceedings of the 23rd Vertebrate Pest Conference. University of California, Davis; 2006.

21. Podsada J. Farmers turn to falcon to help guard berry crops. Hartford Courant. 2008.

22. Solman VEF. Birds and aircraft. Biol Conserv. 1973;5:79-86.

23. Carvalho CEA. Eficiência da falcoaria com Parabuteo unicinctus no controle da avifauna em dois aeroportos brasileiros [Dissertação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2018. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-B77MR9.

24. Brandão APMO. Uso e aplicações da falcoaria por empresas de consultoria ambiental no Brasil [Dissertação]. Salvador: Universidade Católica do Salvador; 2019. Disponível em: https://ri.ucsal.br/items/4c113be5-05ad-4289-a65c-dd62ab28e873

CLASA

2ª EDIÇÃO

Gestão e controle de qualidade na indústria de alimentos

Patrocinador diamante

TÜVNORD

Patrocinador do E-book

envirolyte® BRASIL

Capítulo 37
DOI: 10.53934/agronfy-2025-agosto-37

VALIDAÇÃO DE INSTRUMENTO PARA AVALIAÇÃO DA CULTURA DE SEGURANÇA DE ALIMENTOS EM UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO *OFFSHORE*

Larissa Dias Campos*; José Ricardo Hassel Lopes; Denise Rosane Perdomo Azeredo

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: larissadiascampos@live.com*

Resumo: A Cultura de Segurança de Alimentos (CSA) está diretamente relacionada ao comportamento humano tendo sido reconhecida como um fator de risco emergente para as Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA). A ocorrência de surtos de DTHA em unidades *offshore* pode causar grandes impactos econômicos, tendo em vista a interrupção dos serviços, além da dificuldade logística e operacional de execução de um plano emergencial em casos de envolvimento de número significativo de acometidos. O presente estudo teve por objetivo elaborar e validar um instrumento para Avaliação da CSA em uma Unidade de Alimentação e Nutrição *Offshore (UAN)* no segmento *offshore,* visando contribuir com o tema hotelaria marítima na perspectiva de alimentação coletiva. Neste estudo foram identificados 7 componentes críticos para CSA em UAN *Offshore*: Liderança, Comunicação, Autocomprometimento, Ambiente de Trabalho, Trabalho em Equipe, Pressão no Trabalho e Percepção de Riscos, e a partir destes elaborou-se um instrumento para Avaliação da CSA em *UAN offshore* com a participação e validação de especialistas. Após a validação, este instrumento foi aplicado para manipuladores de alimentos de uma UAN *offshore*. A coleta de dados destes respondentes indicou que esta UAN *offshore* demonstra atender os requisitos de CSA, entretanto faz-se necessário a realização de treinamentos que enfatizem a percepção de riscos. Sugere-se que no futuro seja aplicado nesta unidade *offshore* instrumentos para mensuração da maturidade da CSA.

Palavras–chave: HOTELARIA MARÍTIMA; SEGURANÇA DE ALIMENTOS; COMPORTAMENTO SEGURO

Abstract: The Food Safety Culture (CSA) is directly related to human behavior. It is a widely discussed topic in the food safety segment, recognized as an emerging risk factor for Waterborne and Foodborne Diseases (DTHA). The occurrence of DTHA in offshore units can cause major economic impacts because of the interruption of services and the logistical and operational difficulty of executing an emergency plan in cases involving many affected people. The objective of this study was to develop and validate an instrument for the assessment of CSA in an Offshore Food and Nutrition Unit (UAN) in the offshore segment, aiming to contribute to the theme of maritime hospitality from the perspective of collective feeding, having an innovative connotation, given the scarcity of approach in literature. In this study, 7 critical components for CSA in Offshore UAN were identified: Leadership, Communication, Self-Commitment, Work Environment, Teamwork, Work Pressure, and Risk Perception, and then an instrument was developed

for the Assessment of CSA in Offshore UAN with the participation and validation of experts. This instrument was applied to food handlers of an offshore UAN. The data collection of these respondents indicated that this offshore UAN demonstrates that it meets the requirements of CSA, however, it is necessary to carry out training on risk perception. It is suggested that future instruments to measure the maturity of the CSA be applied in this offshore unit.

Keywords: MARINE HOTEL MANAGEMENT; FOOD SAFETY; FOOD SAFETY BEHAVIOUR

INTRODUÇÃO

As plataformas são consideradas um ambiente extremamente suscetível a riscos sanitários, devido a fatores como exposição dos trabalhadores a alimentação restrita, oferta de água única, dificuldade de acesso à assistência à saúde e longos períodos de confinamento (1). Neste sentido, faz-se necessário fornecer alimentos seguros aos trabalhadores à bordo. De acordo com o *Codex Alimentarius* (2), a segurança de alimentos deve garantir que os alimentos não causarão nenhum efeito adverso à saúde ao consumidor, quando estes forem preparados e/ou consumidos de acordo com o uso a que se destinam.

As empresas de hotelaria marítima são responsáveis pelo fornecimento da alimentação e higienização das áreas comuns do casario (ambiente habitável do navio ou plataforma), serviços de lavanderia, manutenção de equipamentos, recebimento e armazenamento de alimentos utilizados na produção e distribuição das refeições em unidades *offshore* (3).

A Cultura de Segurança dos Alimentos (CSA) é um tema bastante discutido no segmento de segurança dos alimentos, tendo sido reconhecida como um fator de risco emergente para as Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA) (4). Observa-se que a literatura sobre o tema apresenta contexto de caráter conceitual, sendo de abordagem incipiente no que diz respeito a criação de instrumentos de mensuração e avaliação da CSA (5).

A ocorrência de surtos alimentares nas unidades *offshore* pode causar grandes impactos econômicos, tendo em vista a interrupção dos serviços, além da dificuldade logística e operacional de execução de um plano emergencial em casos de envolvimento de número significativo de acometidos. É importante mencionar que em situação de confinamento, observada nesse cenário, todos os profissionais a bordo recebem a alimentação exclusiva ofertada pela hotelaria (6).

A CSA está diretamente relacionada ao comportamento humano e deve ser implementada a partir da construção de valores e crenças, que resultarão em atitudes positivas (7).

O presente estudo teve por objetivo elaborar e validar um instrumento para avaliação da CSA no segmento *offshore,* visando contribuir com o tema hotelaria marítima na perspectiva de alimentação coletiva, tendo conotação inovadora, dada a escassez de abordagem na literatura.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido em 5 etapas que contemplaram:

Etapa I- Elaboração do instrumento de avaliação da CSA em Unidade de Alimentação e Nutrição *Offshore* - O instrumento de mensuração foi elaborado a partir de revisão bibliográfica e teve como base os estudos realizados por Galvão; Ferreira;

Balian (8), Unku Zainal Abidin; Arendt; Strohbehn (9) e o documento do GFSI intitulado: *A Culture of Food Safety – A position paper from the Global Food Safety Initiative* (10).

Etapa II – Validação do conteúdo do instrumento - Para indicar a validade de conteúdo do instrumento elaborado foi utilizada a Técnica Delphi modificada, através da aplicação de duas rodadas. A Técnica Delphi é sistematizada com o objetivo de coletar a opinião, em base científica, de especialistas sobre determinado assunto. Para isso, as seguintes etapas foram conduzidas: seleção dos especialistas; apresentação do instrumento aos especialistas e orientação para validação de conteúdo e verificação da concordância entre os especialistas (11). Os critérios de inclusão para os profissionais atuarem como juízes, envolveram os seguintes requisitos: (1) Avaliação do currículo (via rede social *Linkedin* e Plataforma *Lattes*) em que foi considerado tempo de experiência no segmento *onshore* ou *offshore*, mais especificamente, no segmento de alimentos, de no mínimo 3 anos; (2) Formação Complementar- ter cursado pós-graduação *Lato Sensu* e/ou *Stricto Sensu* e/ou *MBA* (*Master in Business Administration*); (3) ter experiência como docente em disciplinas relacionadas à segurança de alimentos.

Após a seleção dos especialistas foi encaminhada uma carta convite, através do e-mail de contato para participação no projeto de pesquisa como avaliador de um instrumento de CSA, contendo as seguintes informações: a apresentação do projeto de pesquisa e os objetivos do estudo. Os participantes, foram informados sobre o sigilo e anonimato e orientados a assinarem o Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (RCLE).

Etapa III - Apresentação do instrumento para Avaliação da Cultura de Segurança de Alimentos em Unidade de Alimentação e Nutrição *Offshore* aos especialistas e orientação para validação do conteúdo - Após assinarem o RCLE, os especialistas receberam por e-mail as instruções para validação do conteúdo, em planilha do *Software Microsoft Excel*®. Nesta etapa foi solicitado que os especialistas avaliassem o conteúdo do instrumento com relação aos seguintes quesitos: (1) "Se o item está descrito de forma clara e compreensível"; (2) "Se o item contém informações relevantes a segurança de alimentos" e (3) "Se o item mede, de forma adequada, a CSA no segmento *offshore*. Cada quesito analisado foi classificado pelos especialistas utilizando a escala Likert de 5 pontos crescentes: (1) Discordo totalmente (2) Discordo (3) Não concordo e nem discordo (4) Concordo (5) Concordo totalmente. Foi disponibilizado um espaço para que os especialistas realizassem críticas, sugestões ou incluir referências bibliográficas que julgassem pertinentes. De acordo com a Técnica Delphi modificada, o estudo foi conduzido em duas rodadas interativas. Na primeira rodada, foram coletadas as opiniões dos especialistas. Em um segundo momento, este material foi submetido a novo *feedback* dos especialistas, tomando-se o cuidado de excluir os indicadores aceitos, de acordo com os critérios de corte, e reencaminhando-se aqueles que não obtiveram consenso (11).

Etapa IV - Verificação da concordância entre os especialistas - Após a avaliação do instrumento pelos especialistas, foi calculado o Grau de Relevância, com o objetivo de verificar o nível de concordância entre os especialistas e os indicadores avaliados. O critério de corte foi de 80%, obtido através da razão entre o número de respostas avaliadas como concordo (4) ou concordo totalmente (5), segundo a escala de Likert, e o número total de respostas (11).

Etapa V - Aplicação do instrumento validado aos manipuladores em uma Unidade de Alimentação e Nutrição *Offshore* – O estudo contou com a participação de 13 colaboradores, responsáveis pelo fornecimento da alimentação que ocorria de forma ininterrupta 24 horas por dia, sendo compreendida 4 refeições principais (desjejum,

almoço, jantar e ceia) e 3 lanches (manhã, tarde e noite) com intervalo de 2 horas entre as distribuições. Os manipuladores de alimentos, se dividiam em duas equipes de acordo com regime *offshore* de escala de trabalho, compreendidos em 14 dias embarcados e 14 dias de folga, 12 horas diárias em turnos diurno (6h às 18h) e noturno (18h às 06h). Os horários de trabalho poderiam sofrer alterações, conforme a necessidade operacional. Estes colaboradores eram supervisionados por nutricionistas que atuavam na função de comissários/responsáveis técnicos desta unidade. Importante ressaltar que a equipe era composta por 1 colaborador que não estava envolvido diretamente nos processos de manipulação de alimentos sendo responsável pela higienização dos utensílios com a função de taifeiro pieiro. A aplicação do instrumento foi condicionada a disponibilidade de vaga na unidade *offshore*. Devido a não viabilização do embarque, foi realizado contato telefônico individualizado com os manipuladores de alimentos da unidade piloto para orientação sobre o estudo e instruções para preenchimento do instrumento que foi disponibilizado através do *Google* Forms, sendo encaminhados por aplicativo telefônico *(WhatsApp*). Todos os manipuladores receberam o Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (RCLE) por e-mail.

O programa XLSTAT versão 2024.1 (Addinsoft Inc.) foi utilizado para avaliação dos dados coletados na pesquisa. A Análise Fatorial Exploratória (AFE), o coeficiente alfa de Cronbach e a Análise Hierárquica de Cluster (AHC) foram calculados

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) no dia 12 de junho de 2023 e pode ser consultado com número de Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 69963823.1.0000.5268.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a validação do instrumento pelos especialistas, o instrumento foi categorizado em 48 itens e 7 blocos para verificação: (1) Liderança, (2) Comunicação, (3) Autocomprometimento, (4) Ambiente de trabalho, (5) Trabalho em equipe, (6) Pressão no trabalho e (7) Percepção de risco (Quadro 1). Optou-se por não atribuir notas ou percentuais aos blocos, assim como critérios relacionados a conformidade/não conformidade ou itens não avaliados/não aplicável. Essa abordagem qualitativa teve por objetivo captar de forma mais precisa as percepções dos participantes sobre os fatores que influenciam a CSA, sem restringir as respostas a escalas numéricas ou categorias fechadas.

Quadro 1: Instrumento validado para avaliação da CSA em uma Unidade de Alimentação e Nutrição Offshore.

Blocos	Itens dos bloco
Bloco I: Liderança	1. Conheço todos os procedimentos do Manual de Boas Práticas da minha unidade. 2. Tenho fácil acesso a todas as informações necessárias para manipular alimentos com segurança. 3. Entendo todos os procedimentos no Manual de Boas Práticas da minha unidade. 4. A minha supervisão direta, o (a) nutricionista comissário (a) promove ações e/ou eventos sobre Segurança de Alimentos na unidade offshore. Exemplo: Dinâmicas, Palestras, Semana da Segurança de Alimentos, entre outros. 5. A minha supervisão direta, o (a) nutricionista comissário (a) se envolve com a Segurança de Alimentos. 6. Minha supervisão direta, o (a) nutricionista comissário (a), sempre verifica se a equipe está manipulando os alimentos de

	forma segura. 7. Minha supervisão direta, o (a) nutricionista comissário (a), fornece as instruções sobre a manipulação segura dos alimentos. 8. A minha supervisão direta, o (a) nutricionista comissário (a) segue os mesmos procedimentos que me pede para cumprir.
Bloco II: Comunicação	9. Sou encorajado a dar sugestões para melhorar as práticas de segurança dos alimentos. 10. Posso falar livremente se observar algo que possa afetar a segurança dos alimentos. 11. A minha supervisão direta, o (a) nutricionista comissário (a), me motiva a seguir a manipulação segura de alimentos. 12. Posso falar livremente se observar algo que possa melhorar os procedimentos de segurança de alimentos. 13. Os colaboradores, que não seguem as boas práticas na manipulação de alimentos, são advertidos pela supervisão direta, o (a) nutricionista comissário (a).
Bloco III: Autocomprometimento	14. A segurança dos alimentos é prioridade para mim. 15. Acredito que faço meu trabalho muito melhor sem os procedimentos escritos, que atrapalham a rotina e ainda preciso decorar para as auditorias. 16. Eu sigo os procedimentos durante a manipulação dos alimentos porque acredito que são importantes. 17. Cumpro os procedimentos durante a manipulação dos alimentos porque é minha responsabilidade. 18. Sou obrigado a seguir os procedimentos porque posso ser advertido se for "pego" pela fiscalização. 19. Prefiro trabalhar no período noturno pois não tem fiscalização e nutricionista neste horário. 20. Eu mantenho minha área de trabalho limpa porque não gosto de sujeira. 21. Eu mantenho minha área de trabalho limpa porque posso ser advertido, se estiver suja. 22. Higienizo as mãos durante minhas atividades de manipulação de alimentos, porque acredito ser importante. 23. Higienizo as mãos durante minhas atividades de manipulação de alimentos, porque sou obrigado. 24. Higienizo as mãos somente durante a auditoria para não ser advertido. 25. Realizo a calibração e monitoramento de temperatura dos alimentos em todos os processos de produção e distribuição. 26. Acredito ser importante o monitoramento da temperatura dos alimentos, em todos os processos de produção e distribuição, para a segurança dos alimentos.
Bloco IV: Ambiente de Trabalho	27. A cozinha, refeitório, paiol e área de armazenamento de alimentos da unidade em que trabalho me possibilitam manipular os alimentos com segurança. 28. A unidade em que trabalho possui os equipamentos necessários para que eu possa manipular os alimentos com segurança. 29. Na unidade em que trabalho os equipamentos da cozinha, refeitório e da área de armazenamento de alimentos funcionam corretamente, são conservados e estão sempre limpos. 30. A unidade em que trabalho possui os utensílios necessários, conservados e em número suficiente para manipular os alimentos com segurança. 31. Possuo todos os EPIs necessários para manipular os alimentos com segurança. 32. Sinto-me seguro e confiante na execução das minhas

	atividades. 33. Acredito que o ambiente *offshore* influencia a minha rotina de trabalho e o cumprimento das práticas de segurança de alimentos. 34. A rotina de trabalho na minha unidade é diferente durante a auditoria. 35. Eu recebo material e insumos de qualidade, o que torna mais fácil servir um alimento seguro.
Bloco V: Trabalho em Equipe	36. Minha equipe trabalha unida, lembramos uns aos outros sobre seguir as práticas de segurança de alimentos. 37. Quando temos algum colaborador novo/ primeiro embarque em nossa equipe, trabalhamos juntos para garantir que as práticas de segurança de alimentos sejam seguidas. 38. Quando tem muito trabalho, minha equipe trabalha unida, ajudando uns aos outros.
Bloco VI: Pressão no Trabalho	39. Eu sempre tenho tempo suficiente para seguir os procedimentos de manipulação de alimentos seguros, mesmo quando há pressão para o término das atividades. 40. É possível com as atividades de rotina manter meu local de trabalho sempre limpo e organizado. 41. Nos dias em que estamos atrasados, o (a) nutricionista comissário (a) permite trabalhar mais rápido, “pular" algum procedimento de segurança de alimentos. 42. O número de colaboradores em cada turno é adequado para que eu cumpra as tarefas e manipule alimentos com segurança. 43. Quando ocorre atraso na entrega dos ranchos, a equipe consegue trabalhar e se adaptar ao cenário. 44. Na falta de algum colaborador, minha supervisão reorganiza a equipe e redistribui as tarefas, até que seja realizado o embarque de um colaborador para completar a equipe.
Bloco VII: Percepção de Riscos	45. Consigo identificar quais são os riscos durante a manipulação de alimentos. 46. Na ausência do (a) nutricionista comissário (a), assumo riscos, realizando as tarefas de modo mais rápido possível. 47. Nos dias em que estou atrasado, para trabalhar mais rápido, acabo não seguindo todos os procedimentos de segurança de alimentos. 48. Sou orientado a manter o controle de custo, e às vezes, me pedem para dar um jeitinho durante a produção dos alimentos comprometendo a segurança dos alimentos.

Fonte: Autoras (2024)

O instrumento validado foi aplicado aos manipuladores da UAN *offshore*. Através da Análise Hierárquica de Cluster (AHC) foi possível agrupar os respondentes em 2 *clusters*, no que se refere, a experiência profissional: colaboradores com, no mínimo, 16 anos de experiência e no máximo 24 anos e um segundo grupo, de 2 anos até o máximo de 8 anos de experiência. Os dados obtidos foram submetidos a Análise Fatorial Exploratória (AFE) (Tabela 1).

Tabela 1 - Média, desvio padrão e carga fatorial correspondente a aplicação do instrumento aos manipuladores.

Itens	Média	Desvio padrão	Carga Fatorial	
			D1	D2
Q1	4,308	0,480	**0,624**	-0,406
Q2	4,154	0,555	0,228	-0,331

Q3	4,154	0,689	0,203	-0,207
Q4	4,154	0,555	**0,808**	0,208
Q5	4,231	0,439	**0,597**	-0,430
Q6	4,154	0,555	**0,808**	0,208
Q7	4,308	0,480	**0,624**	-0,406
Q8	4,154	0,689	**0,784**	-0,334
Q9	4,231	0,439	0,435	0,178
Q10	4,308	0,480	0,044	0,070
Q11	4,385	0,506	0,030	0,061
Q12	4,231	0,439	**0,535**	0,170
Q13	4,154	0,555	**0,808**	0,208
Q14	4,154	1,068	-0,168	**0,786**
Q15	2,308	1,316	**-0,737**	0,067
Q16	4,385	0,506	0,030	0,061
Q17	4,308	0,480	0,044	0,070
Q18	3,923	0,954	**0,706**	0,169
Q19	1,846	0,689	-0,231	0,376
Q20	3,923	0,760	0,245	**0,819**
Q21	4,154	0,801	**0,819**	0,192
Q22	4,308	0,480	**0,771**	0,144
Q23	3,308	1,182	0,210	0,513
Q24	1,769	0,599	0,238	-0,043
Q25	4,385	0,506	0,030	0,061
Q26	4,308	0,480	0,044	0,070
Q27	3,923	0,760	-0,001	**0,666**
Q28	4,154	0,376	0,274	0,114
Q29	3,846	1,144	0,408	**0,843**
Q30	4,154	0,376	0,274	0,114
Q31	4,154	0,801	-0,079	0,200
Q32	4,154	0,801	0,036	-0,230
Q33	3,846	0,689	0,011	0,146
Q34	2,154	0,987	-0,319	-0,153
Q35	4,000	0,816	0,310	**0,901**
Q36	4,154	0,555	**0,808**	0,208
Q37	4,231	0,599	**0,974**	0,183
Q38	4,385	0,650	**0,847**	0,281
Q39	4,077	0,862	0,366	**0,713**
Q40	4,385	0,506	**0,539**	-0,236
Q41	1,769	0,832	-0,008	-0,137
Q42	4,154	0,555	0,560	0,146
Q43	4,231	0,439	**0,543**	0,086
Q44	4,231	0,599	**0,974**	0,183
Q45	4,231	0,439	**0,535**	0,170
Q46	2,385	1,261	0,182	-0,087
Q47	1,769	0,832	-0,118	0,277
Q48	2,154	0,899	0,069	-0,107

Os resultados expressos consideraram a média e o desvio padrão de acordo com a escala de Likert de 5 pontos. As cargas fatoriais em negrito são significativas no eixo após a rotação Promax. A primeira e segunda dimensão da análise fatorial são categorizadas como D1, D2.

A AFE permitiu o agrupamento das variáveis, possibilitando a extração pelos componentes principais e a rotação pelo método Promax. Os resultados demonstraram

agrupamento em duas dimensões (D1 e D2). O coeficiente Alfa de Cronbach calculado foi de 0,95. O alfa de Cronbach é um coeficiente de confiabilidade utilizado para medir a consistência interna, variando de 0 a 1. O valor de 0,95 indicou excelente consistência interna. O teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) representa a adequabilidade da amostra e o valor obtido foi de 0,5, considerado mínimo aceitável (12) porém, a amostragem utilizada foi de conveniência, uma vez que contemplou todos os colaboradores da UAN estudada.

A análise fatorial explicou 60,50% dos dados em duas dimensões, mais especificamente, 43,76% na primeira dimensão (D1) e 16,74% na segunda dimensão (D2), sugerindo um bom conhecimento a respeito da cultura de segurança de alimentos.

A carga fatorial sinalizou uma forte correlação entre as variáveis, assumindo valores entre 0 e 1, permitindo a interpretação sobre o quanto uma variável contribui para o fator. Itens com carga maior representam uma resposta mais relevante, ao passo que itens menos relevantes ou mais fracos, apresentam uma carga menor (13).

Ao analisar as respostas dos manipuladores, observou-se que o cenário estudado representou forte influência, produzindo efeitos concretos nas respostas coletadas. A construção da CSA tem como base a Cultura Organizacional e a Cultura de Segurança do trabalho. Segundo Knauth e Leal (14), no segmento *Offshore*, as estratégias da segurança do trabalho buscam, não somente mitigar os efeitos relacionados ao confinamento, mas sobretudo, o cumprimento das normas regulamentadoras de segurança (NRs) com o intuito de proteger os trabalhadores, o meio ambiente e ainda, o patrimônio da empresa. Desse modo, a gestão de riscos representa um pré-requisito operacional.

Os fatores que apresentaram correlação positiva foram: Liderança (Q1, Q4, Q5, Q6, Q7 e Q8), comunicação (Q12, Q13), ambiente de trabalho (Q27, Q29, Q35, Q36) e trabalho em equipe (Q37, Q38).

Os manipuladores de alimentos afirmaram que a liderança comunica ações de segurança de alimento junto à equipe de modo que todos possuem acesso e conhecimento dos procedimentos de boas práticas, este fato é considerado bastante positivo em um cenário em que as atividades acontecem de forma ininterrupta. O instrumento também evidenciou que os manipuladores possuem segurança psicológica, caracterizada pela construção de um espaço seguro, no qual as pessoas têm o sentimento de falar, assumir riscos e cometer erros, sem medo de consequências negativas o que está diretamente ligado a gestão da liderança participativa, assim como o trabalho em equipe e o ambiente de trabalho.

O trabalho *offshore* possui como característica inerente o confinamento que promove o distanciamento de casa, da família, dos amigos. Porém, é possível evidenciar que confinamento também promove maior interação entre a equipe, visto que, estão juntos 24 horas por dia durante os 14 dias de escala. Os manipuladores dividem desde o turno de trabalho, a academia no momento de lazer, o mesmo horário para as refeições e o camarote para descanso. Importa ressaltar que 60% desta equipe está reunida há 2 anos, o que evidencia a sua união e coesão. A integração e o alinhamento da equipe são essenciais para o cumprimento adequado da rotina. De acordo com Galvão e Balian (15), cada colaborador possui uma parcela de responsabilidade sobre a CSA impactando positiva ou negativamente a inocuidade do alimento. Os esforços de cada colaborador, alinhados a um propósito único de produzir e manter o alimento seguro, geram resultados mais promissores do que o empenho isolado de cada indivíduo.

O ambiente de trabalho é talvez um dos itens mais relevantes no tocante a CSA, pois orienta ações positivas dos colaboradores, estabelecendo valores, que corroboram para a satisfação e bom desempenho profissional (16). Neste sentido, a cozinha dessa

unidade *offshore* possuía características adequadas, como amplitude, estrutura física nova e conservada, de fácil higienização, equipada com móveis e equipamentos em quantitativo suficiente e adequados ao fluxo de operações. A cozinha possuía separação entre as áreas de padaria, manipulação de carnes, higienização e preparo de hortifruti, cocção e higienização de utensílios. Devido ao funcionamento 24 horas, eram ainda estabelecidos horários para o fluxo das preparações, colaborando para a minimização de riscos relativos contaminação cruzada. Em anexo a cozinha, no andar superior, localizava-se o paiol para armazenamento dos alimentos dos gêneros secos e as câmaras refrigeradas e frigorificadas.

Um ponto de destaque nesta unidade foi a estrutura para armazenamento de alimentos, que estava de acordo com os controles estabelecidos para a segurança de alimentos. As câmaras frigorificadas eram grandes e permitiam a separação de proteínas em carnes vermelhas, aves e pescados, além da separação de produtos pré-processados congelados, sorvetes e polpas de frutas. Na câmara refrigerada, também havia a separação exclusiva para as preparações de padaria, laticínios, frios, sobremesas, proteínas em processo de descongelamento e hortifruti. Na antecâmara, eram disponibilizados os refrigerantes e água mineral. Importa ressaltar que as águas também eram armazenadas nos refrigeradores disponibilizados no refeitório para que os residentes tivessem fácil acesso, visto que esta unidade não possuía bebedouros. Para a segurança das operações e dos manipuladores, a unidade contava com o elevador de carga para uso exclusivo do transporte de alimentos.

Foram observadas correlações negativas nos fatores: Autocomprometimento (Q14, Q15, Q18, Q20, Q21 e Q22), pressão no trabalho (Q41) e percepção de risco (Q46, Q47, Q48).

Entretanto a correlação negativa no fator autocomprometimento e pressão no trabalho possuem aspecto positivo, visto que os colaboradores discordaram da afirmativa do instrumento por não considerarem que o ambiente e a rotina de trabalho sejam alterados quando estão na presença de auditores. Esta correlação permite afirmar que o cumprimento de procedimentos de boas práticas e o comportamento dos colaboradores é contínuo na rotina das atividades e que mesmo com o funcionamento ininterrupto da cozinha, a oferta de refeições 24 horas por dia, de 3 em 3 horas, turnos de 12 horas e equipes com número reduzidos de colaboradores, os procedimentos são realizados de forma adequada. Este fato também pode ser relacionado ao bom entrosamento desta equipe.

Foi possível, porém correlacionar como baixa a percepção de risco na manipulação de alimentos. Fato que pode ser correlacionado ao risco inerente de se atuar no segmento *offshore* onde o cenário é de risco alto, em relação aos acidentes de trabalho. Os treinamentos de segurança do trabalho como: CBPS, THUET e NR37 são voltados para estes riscos, o que pode inferir que o risco associado a manipulação de alimentos é observado de forma menor, atenuado mediante aos demais do ambiente.

CONCLUSÕES

A validação do instrumento pelos respondentes indicou que a UAN *offshore* pesquisada atendeu aos requisitos de CSA, entretanto, observou-se ser necessário a realização de treinamentos para a equipe no tocante a percepção de riscos relacionados a manipulação de alimentos.

O ambiente de trabalho exerce uma expressiva influência no contexto da CSA. No cenário *offshore* são exigidos cursos de formação voltados a Cultura de Segurança do Trabalho, o que impacta de forma positiva, os conceitos de segurança de alimentos,

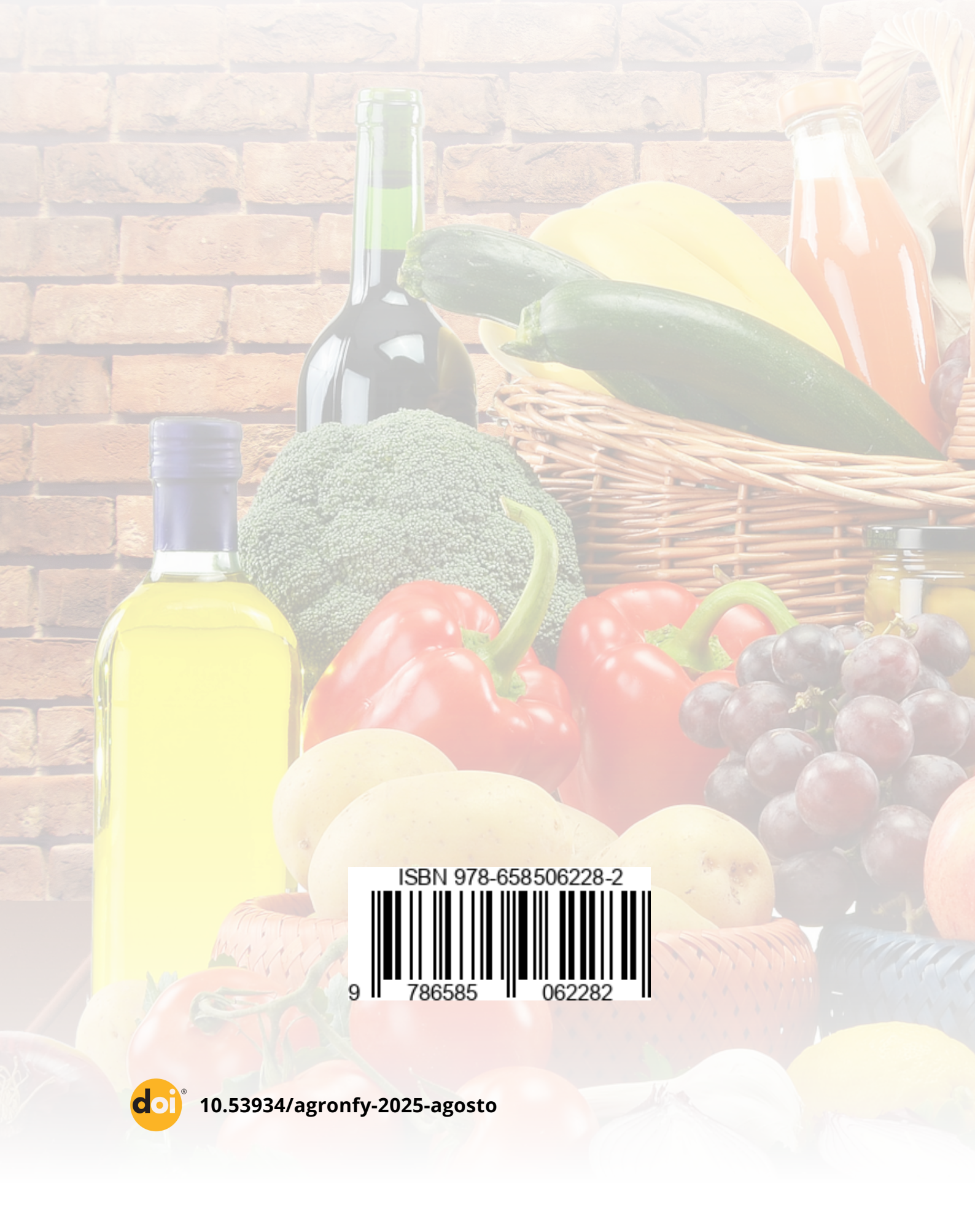
especialmente no tocante aos riscos. Entretanto, observou-se que a percepção de riscos na manipulação de alimentos, é observada como fator secundário, mediante aos riscos ofertados pelo ambiente de trabalho. Neste sentido, é importante capacitar a equipe para o reconhecimento de perigos químicos, biológicos ou físicos, envolvendo os alimentos ofertados a bordo, mitigando a probabilidade de ocorrências de surtos de DTHA. Sugere-se ainda que seja aplicado nesta unidade *offshore,* instrumentos para mensuração da maturidade da CSA.

REFERÊNCIAS

1. Agência nacional de vigilância sanitária. Vigilância em saúde de plataformas. Portos, aeroportos e fronteiras. Tema 2.3 Atualizado em 06/08/2020. Disponível em: < https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/agenda-regulatoria/2017-2020/temas/paf/arquivos/tema-2-3.pdf >. Acesso em: 24 maio. 2023
2. Codex Alimentarius. General Principles of Food Hygiene. CXC 1-1969. Rome: FAO/WHO; 2022. Available from: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/codes-of-practice/en/.
3. Campos LD, Azeredo DRP. O desafio da cultura de segurança de Alimentos na hotelaria marítima. Food Safety Brazil [Internet]. 2021 Nov 1. [cited 2023 Nov 30]; Available from: https://foodsafetybrazil.org/cultura-da-seguranca-de-alimentos-hotelaria-maritima/
4. Zanin LM, Stedefeldt E, Luning PA. The evolvement of food safety culture assessment: A mixed-methods systematic review. Trends Food Sci Technol. 2021;118:125–142. doi:10.1016/j.tifs.2021.08.013
5. Tomei PA, Russo G, Panucci MO. Índice de maturidade organizacional da cultura de segurança de alimentos (IMCSA): análise comparativa de duas fábricas brasileiras do setor de alimentos e bebidas. Rev Foco. 2023;16(5):e1919. doi:10.54751/revistafoco.v16n5-097
6. Campos LD. Como garantir a segurança dos alimentos do transporte ao recebimento nas unidades marítimas. Food Safety Brazil [Internet]. 2022 Jun 13 [citado 2022 Jun 14]; Disponível em: https://foodsafetybrazil.org/como-garantir-a-seguranca-dos-alimentos-do-transporte-ao-recebimento-nas-unidades-maritimas/
7. Yiannas F**.** Cultura de segurança de alimentos: criando um sistema de gestão de segurança de alimentos baseado em comportamento. Lopes E, tradutora. São Paulo: Food Design; 2014.
8. Galvão VC, Ferreira WLM, Balian SC. Adaptação e validação de instrumento para caracterização de cultura de segurança de alimentos. Hig Aliment. 2020;34(290):126–145. Disponível em: https://higienealimentar.com.br/adaptacao-e-validacao-de-instrumento-para-caracterizacao-de-cultura-de-seguranca-de-alimentos/
9. Ungku Zainal Abidin, UF, Arendt SW.; Strohbehn CH. Food safety culture in onsite foodservices: development and validation of a measurement scale. J Foodserv Manag Educ. 2014;8(1):1–10.
10. GFSI. A culture of food safety: a position paper from the Global Food Safety Initiative. Version 1.0. 2018. Available from: https://mygfsi.com/wp-content/uploads/2019/09/GFSI-Food-Safety-Culture-Full.pdf

11. Zarili TFT. Avaliação de serviços de atenção básica: atualização e validação do instrumento QualiAB [dissertação]. Botucatu: Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2015.
12. Matos DAS, Rodrigues EC. Análise fatorial. Brasília: Escola Nacional de Administração Pública (ENAP); 2019. 74 p.
13. Figueiredo Filho DB, Silva Júnior JA. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. Opinião Pública. 2010;16(1):160–185
14. Knauth DR, Leal OF. Riscos em alto mar: concepções e práticas sobre segurança no trabalho offshore. Rev. Pol & Trab [Internet]. 18º de dezembro de 2012 [citado 1º de maio de 2025];(37). Disponível em: https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/politicaetrabalho/article/view/14877
15. Galvão VC, Ferreira WLM, Balian SC. Adaptação e validação de instrumento para caracterização de cultura de segurança de alimentos. Hig Aliment. 2020;34(290):126–145.
16. Roque C. Food Safety Brazil publica tradução do Guia de Cultura de Segurança de Alimentos do GFSI. *Food Safety Brazil* [Internet]. 2020 [citado 2023 maio 24]; Disponível em: https://foodsafetybrazil.org/traducao-guia-de-cultura-de-seguranca-de-alimentos-gfsi/

CLASA
2ª EDIÇÃO



ISBN 978-658506228-2

9 786585 062282

10.53934/agronfy-2025-agosto