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).

$$\text{mg kg}^{-1}\text{ de DTC} = \frac{\mu\text{g mL}^{-1}\text{ de } CS_2 \times \text{Volume do balão de diluição (mL)} \times f}{\text{Massa da amostra (g)}}$$

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