

# Exposição infantil aos agrotóxicos: avaliação de alimentos representativos da dieta de crianças do município do Rio de Janeiro

*Children's exposure to pesticides: evaluation of food representatives of children's diets in the city of Rio de Janeiro*

Angélica Castanheira de Oliveira<sup>1</sup>, Lucia Helena Pinto Bastos<sup>1</sup>, Maria Helena Wohlers Morelli Cardoso<sup>1</sup>, Armi Wanderley da Nóbrega<sup>1</sup>

DOI: 10.1590/0103-11042022E213

**RESUMO** Alimentação adequada durante os primeiros anos de vida é fundamental para a saúde e tem repercussões em todos os ciclos da vida do indivíduo. Diversos trabalhos científicos associam efeitos nocivos à saúde com exposição aos agrotóxicos. Foram avaliados 312 agrotóxicos em alimentos comumente presentes na dieta infantil, selecionados a partir do cardápio do programa de alimentação escolar da educação infantil do município do Rio de Janeiro. A seleção dos alimentos baseou-se na frequência de consumo conforme os cardápios semanais da rede municipal de ensino. A análise multirresíduos por Cromatografia Líquida de Ultra Eficiência acoplada à Espectrometria de Massas sequencial em 145 amostras (leite, cereais infantis, banana, maçã, mamão, laranja, feijão e arroz) identificou 426 detecções de 53 agrotóxicos diferentes. Mais de 68% das amostras apresentaram múltiplos resíduos de agrotóxicos. Com os resultados, foi estimada a exposição da população infantil aos resíduos encontrados, indicando potencial risco à saúde das crianças, que precisa ser uma preocupação prioritária da saúde pública. É necessário verificar os impactos toxicológicos do uso de agrotóxicos sobre a saúde infantil, ampliar a aquisição de alimentos orgânicos pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar e fortalecer a agroecologia com incentivos e políticas pública, buscando proteção e promoção da saúde coletiva.

**PALAVRAS-CHAVE** Resíduos. Alimentos. Saúde pública.

**ABSTRACT** Adequate nutrition in the first years of life is a fundamental requirement for health and affects all life cycles of the individual. Several scientific studies associate exposure to pesticides with adverse effects to health. A total of 312 pesticides residues were evaluated in common foods from children's diets, selected from the infancy school feeding program menu in the city of Rio de Janeiro. The selection of food was based on the frequency of consumption according to the weekly menus of the municipal school system. Multiresidue pesticide analysis by Ultra Performance Liquid Chromatography coupled to tandem Mass Spectrometry in 145 samples (milk, infant cereal, banana, apple, papaya, orange, beans and rice) identified 426 detections of 53 different pesticides. More than 68% of the samples had multiple pesticide residues. Based on the results, was estimated the exposure of children to residues that were detected, indicating a potential risk to children's health, which needs to be a priority public health concern. It is necessary to verify the toxicological impacts of the use of pesticides on children's health, to expand the acquisition of organic foods by the School Feeding National Program, and to strengthen agroecology with incentives and public policies, aiming at the protection and promotion of collective health.

**KEYWORDS** Pesticide residues. Food. Public health.

<sup>1</sup>Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS) - Rio de Janeiro (RJ), Brasil.  
angelica.oliveira@incqs.fiocruz.br

## Introdução

A alimentação adequada da criança durante os primeiros anos de vida é um requisito fundamental para a saúde e tem repercussões em todos os ciclos da vida do indivíduo. A alimentação infantil saudável deve incluir o aleitamento materno e a introdução de alimentos complementares de qualidade, em tempo oportuno<sup>1,2</sup>. Após os 6 meses, a criança deve consumir frutas, cereais ou tubérculos, leguminosas, carnes, hortaliças (verduras e legumes), sucos e chás, além do leite materno. Com 12 meses, a criança já deve receber, no mínimo, cinco refeições ao dia, devendo-se estimular o consumo diário de frutas, verduras e legumes<sup>3</sup>.

Apesar da importância nutricional, o consumo desses alimentos pode representar uma importante fonte de exposição a substâncias químicas potencialmente tóxicas, como, por exemplo, os resíduos de agrotóxicos. Há uma crescente preocupação com a presença desses resíduos nos alimentos em relação aos possíveis efeitos adversos à saúde humana devido à exposição prolongada. As crianças, que consomem maiores porções de alimentos em relação à massa corporal, quando comparadas aos adultos, são mais suscetíveis aos efeitos tóxicos por estarem nos estágios iniciais de desenvolvimento<sup>4</sup>.

Estar na escola é um direito de toda criança desde o seu nascimento. Esse direito está assegurado no Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) e registrado também na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB)<sup>5,6</sup>. No Brasil, a educação infantil, etapa inicial da educação básica, atende crianças de 0 a 5 anos. Na primeira fase de desenvolvimento, de 0 a 3 anos, as crianças são atendidas nas creches ou instituições equivalentes. A partir daí, até completar 6 anos, frequentam as pré-escolas<sup>6</sup>. A Constituição Federal de 1988 assegura o reconhecimento do direito da criança à creche, garantindo a permanente atuação no campo educacional, deixando de ser meramente assistencialista, passando a ser uma instituição

de ensino em que o educar e o cuidar estão intimamente ligados<sup>7</sup>.

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), implantado em 1955, contribui para o crescimento, o desenvolvimento, a aprendizagem, o rendimento escolar dos estudantes e a formação de hábitos alimentares saudáveis pela oferta da alimentação escolar e de ações de educação alimentar e nutricional<sup>8</sup>. A Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009, determina que, no mínimo, 30% do valor repassado a estados, municípios e Distrito Federal pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) para o PNAE deve ser utilizado na compra de gêneros alimentícios diretamente da agricultura familiar e do empreendedor familiar rural. Esse encontro da alimentação escolar com a agricultura familiar tem promovido uma importante transformação ao permitir que alimentos saudáveis e com vínculo regional, produzidos diretamente pela agricultura familiar, sejam consumidos diariamente pelos alunos da rede pública de todo o Brasil<sup>1,9</sup>.

No entanto, alguns obstáculos, como a falta de assistência técnica e de incentivos ao universo orgânico, ainda impedem o amplo desenvolvimento da agricultura orgânica pela agricultura familiar<sup>10</sup>.

Ao mesmo tempo, desde 2008, o Brasil vem se consolidando entre os maiores mercados consumidores de agrotóxicos do mundo. Segundo dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), em 2019, a agricultura brasileira usou 620 mil toneladas de Ingredientes Ativos (IA) de agrotóxicos, mais que o dobro do que foi utilizado em 2009 e quase quatro vezes mais que em 2000<sup>11</sup>.

Estão registrados, no Brasil, cerca de 2.704 produtos comerciais com mais de 447 IA autorizados para o uso agrícola – em sua maioria, herbicidas, inseticidas e fungicidas; e, em menor número, acaricidas, nematicidas, bactericidas, inseticidas biológicos e cupinicidas<sup>12,13</sup>.

Diversos trabalhos científicos associam efeitos nocivos à saúde com a exposição

crônica a agrotóxicos, relacionando suas propriedades toxicológicas a casos de depressão, suicídio, má-formações congênitas, distúrbios endócrinos e neurocomportamentais<sup>14-18</sup>.

Assim, é fundamental verificar a presença de resíduos de agrotóxicos nos alimentos para esclarecer se os níveis atuais de exposição da população brasileira via alimentação representam um risco efetivo.

Embora o Brasil realize programas de monitoramento de agrotóxicos em alimentos, com destaque para o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa)<sup>19</sup>, não há estudos no Brasil sobre resíduos de agrotóxicos que relacionem os alimentos avaliados à dieta infantil. Essa carência de informações é a principal justificativa para realização deste estudo. Os métodos multirresíduos podem propiciar uma melhor avaliação da presença dessas substâncias<sup>20</sup> e resultar em ações da vigilância sanitária no sentido de diminuir a exposição desse grupo e, conseqüentemente, de toda a população.

Diante das justificativas expostas, foi realizada uma avaliação de alimentos representativos da dieta de crianças, selecionados com base nos cardápios do programa de alimentação escolar da educação infantil do município do Rio de Janeiro, quanto à presença de resíduos de agrotóxicos. A partir dos resultados, foi estimada a exposição da população infantil aos resíduos encontrados, discutindo alguns impactos toxicológicos sobre a saúde das crianças e propondo estratégias no sentido de proteção e promoção da saúde coletiva.

## Material e métodos

Para identificar os alimentos consumidos com maior frequência pela população infantil do município do Rio de Janeiro, foi realizado um levantamento de dados da Secretaria Municipal de Educação da prefeitura da cidade sobre o programa de alimentação escolar da educação infantil.

O plano alimentar das creches e dos Espaços de Desenvolvimento Infantil (EDI) municipais é elaborado pelo Instituto de Nutrição Annes Dias de acordo com o tipo de refeição a ser fornecida e a faixa etária do aluno da unidade escolar<sup>21</sup>.

Há quatro cardápios semanais (de segunda-feira a sábado), identificados como Semana A, B, C e D, com a descrição das refeições diárias de desjejum, lanches, almoço e jantar para crianças de 6 meses a 6 anos de idade, e são os mesmos para toda a rede municipal de ensino<sup>21</sup>.

Os cardápios apresentam leite, iogurte, frutas, alimentos à base de cereais para alimentação infantil (mucilagem de arroz, de milho, farinha láctea, maisena, aveia), biscoito salgado e doce, carne, peixe, frango, ovo, arroz, feijão, legumes e macarrão<sup>21</sup>.

O leite está presente em todas as refeições de desjejum e lanches, algumas vezes como mingau ou mesmo iogurte. Em metade dessas refeições, para a faixa etária de 6 a 12 meses, o leite é preparado com cereais infantis. Para as demais faixas etárias, a frequência é menor.

Além da presença diária de fruta como sobremesa no almoço e no jantar, são indicados consumos frequentes de banana, maçã e mamão no desjejum e nos lanches.

O feijão faz parte de 11 entre as 12 principais refeições previstas. O arroz também é um alimento muito frequente nas refeições de almoço e jantar, estando presente em oito delas (quatro vezes no almoço e outras quatro no jantar).

As informações dos cardápios do programa possibilitam a verificação da frequência de consumo de cada alimento nas creches e EDI municipais. Assim, foi possível selecionar os alimentos da dieta infantil prioritários para as análises de resíduos de agrotóxicos, sendo analisadas amostras de banana, maçã, mamão, laranja, leite, alimentos à base de cereais para alimentação infantil, arroz e feijão.

Como não foi possível utilizar amostras provenientes do PNAE, foram coletadas amostras em pontos de venda do comércio do município

do Rio de Janeiro. Os alimentos à base de cereais para alimentação infantil, por serem produtos industrializados, não são analisados pelos programas nacionais de monitoramento de agrotóxicos em alimentos<sup>19,22</sup>, e, por serem destinados especificamente ao público-alvo do estudo, foram priorizados nas análises de amostras.

As amostras foram submetidas às etapas de processamento, extração e análise por Cromatografia Líquida de Ultra Eficiência acoplada à Espectrometria de Massas sequencial (Clue-EM/EM) para avaliação quanto à presença de resíduos de 312 IA de agrotóxicos de diferentes classes químicas, além da quantificação e confirmação desses resíduos.

Os métodos de extração e análise foram previamente validados para cada matriz, contemplando também trabalhos de validação e aplicação de métodos realizados entre 2017 e 2020<sup>23-26</sup>.

Os reagentes e solventes utilizados foram: materiais de referência de IA de agrotóxicos (AccuStandard e Dr. Ehrenstorfer), acetato de etila, acetonitrila, metanol – solventes orgânicos de alta pureza e grau cromatográfico, ácido acético glacial (Merck e Tedia), formato de amônio (Fluka), Extran® alcalino (Merck), MgSO<sub>4</sub> PA (Merck); e Na(C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>) anidro (Spectrum), seco a 220 °C por 3 horas antes do uso. Os materiais utilizados foram: seringas de vidro; tubos para centrífuga de fundo cônico (tipo Falcon) de 50 mL; frascos de vidro âmbar com tampa vazada e teflon (Supelco); macrocontrolador de pipetas (Brand), unidade filtrante GV Millex 0,22 mm (Millipore); *vials* de vidro (Waters).

Foram utilizados os seguintes equipamentos: liquidificador industrial, centrífuga Hitachi-himac CF7D2, agitador rotatório marca IKA® modelo Ms3 digital, balança analítica, com resolução de 10<sup>-5</sup> g, cromatógrafo líquido de ultraeficiência acoplado ao espectrômetro de massas sequencial tipo triplo

quadrupolo por eletronebulização (Clue-EM/EM) modelo Quattro Premier XE, Waters.

Foram pesados 15 g das amostras. Para as amostras com baixo teor de água (cereais infantis, arroz e feijão), foi necessária a adição gradual de água ultrapura até que a amostra atingisse uma consistência pastosa e homogênea. Em seguida, foi iniciada a extração utilizando o método QuEChERS adaptado. Foi realizada a adição de 15 mL de acetonitrila (1% ácido acético) e agitação em vortex. Para a partição, promovida pela adição de sais, foram adicionados 6,0 g de MgSO<sub>4</sub> + 1,5 g Na(C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>) homogeneizados por cerca de 30 segundos em vortex e, posteriormente, centrifugados durante 5 minutos, em temperatura ambiente. O extrato orgânico foi diluído com metanol, filtrado em unidades filtrantes de 0,22 mm e analisados por Clue-EM/EM<sup>27</sup>.

O cromatógrafo utilizado (Clue) (Waters, EUA) modelo ACQUITY UPLC™ possui um sistema binário de bombas, injetor automático, degaseificador, forno, coluna de fase reversa ACQUITY UPLC™ BEH C<sub>18</sub> (Waters, EUA) e pré-coluna VanGuard™ BEH C<sub>18</sub> (Waters, EUA). O espectrômetro de massas sequencial (EM/EM) (Waters, EUA) é o modelo Quattro Premier XE™, contendo fonte de ionização do tipo IEN (Z-Spray™) e analisador do tipo triplo quadrupolo. O gás de colisão é o argônio, e o gás de dessolvatação é o nitrogênio.

Para a cromatografia, o gradiente de eluição utilizado foi: fase móvel A (5 mmol/L formato de amônio em água (10% metanol) inicialmente com 82,5% (v/v) com rampa linear até atingir 5,5% da mesma fase em curva linear. O tempo total de análise foi de 25 minutos. O equipamento foi operado em Monitoramento de Reações Múltiplas (MRM) com ionização por *electrospray* no modo positivo. O quadro 1 apresenta os 312 IA de agrotóxicos avaliados e as transições utilizadas para o monitoramento dessas substâncias.

Quadro 1. Agrotóxicos avaliados e transições monitoradas

| <b>Agrotóxico</b>      | <b>Transições monitoradas (m/z)</b> | <b>Agrotóxico</b>      | <b>Transições monitoradas (m/z)</b> |
|------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| 2,6-Diclorobenzamida   | 190 > 109   190 > 145               | Bitertanol             | 338 > 99   338 > 70                 |
| 3-Hidroxycarbofurano   | 238 > 163   238 > 181               | Boscalida              | 343 > 307   343 > 271               |
| Abamectina             | 891 > 305   891 > 567               | Bromofós metílico      | 367 > 125   369 > 125               |
| Acefato                | 184 > 143   184 > 95                | Bromuconazol           | 376 > 159   376 > 70                |
| Acetamiprido           | 223 > 126   223 > 90                | Bupirimato             | 317 > 108   317 > 272               |
| Acetocloro             | 270 > 224   270 > 148               | Buprofezina            | 306 > 201   306 > 116               |
| Acibenzolar-S-Metílico | 211 > 136   211 > 140               | Butacloro              | 312 > 238   312 > 162               |
| Alacloro               | 270 > 238   270 > 162               | Butocarboxim           | 213 > 75   213 > 116                |
| Alanicarbe             | 400 > 238   400 > 91                | Butocarboxim sulfóxido | 207 > 132   207 > 75                |
| Aldicarbe              | 191 > 116   191 > 89                | Cadusafós              | 271 > 159   271 > 215               |
| Aldicarbe Sulfona      | 223 > 86   223 > 76                 | Carbaril               | 219 > 145   219 > 127               |
| Aldicarbe Sulfóxido    | 207 > 132   207 > 89                | Carbendazim            | 192 > 160   192 > 132               |
| Ametrina               | 228 > 186   228 > 96                | Carbetamida            | 237 > 192   237 > 118               |
| Amicarbazona           | 242 > 143   242 > 85                | Carbofurano            | 222 > 165   222 > 123               |
| Aminocarbe             | 209 > 137   209 > 152               | Carbossulfano          | 381 > 118   381 > 160               |
| Atrazina               | 216 > 174   216 > 96                | Carboxina              | 236 > 143   236 > 87                |
| Azaconazol             | 300 > 159   300 > 231               | Carbutilato            | 280 > 181   280 > 209               |
| Azametifós             | 325 > 112   325 > 139               | Carfrentazona etílica  | 412 > 346   412 > 266               |
| Azinfós Etílico        | 345 >   132 > 345 > 160             | Carpropamida           | 334 > 139   334 > 196               |
| Azinfós Metílico       | 318 > 132   318 > 104               | Cartape                | 238 > 73   238 > 150                |
| Azoxistrobina          | 404 > 372   404 > 329               | Ciazofamida            | 325 > 108   325 > 261               |
| Benalaxil              | 326 > 148   326 > 294               | Cicloxdine             | 326 > 280   326 > 180               |
| Bendiocarbe            | 224 > 167   224 > 109               | Ciflufenamida          | 413 > 203   413 > 295               |
| Benfuracarbe           | 411 > 252   411 > 158               | Ciflutrina             | 451 > 191   451 > 127               |
| Benzoato de Emamectina | 886 > 126   886 > 302               | Cihexatina             | 369 > 205   369 > 287               |
| Bifenazate             | 301 > 170   301 > 198               | Cimoxanil              | 199 > 128   199 > 111               |
| Bitertanol             | 338 > 99   338 > 70                 | Cipermetrina           | 433 > 191   433 > 416               |
| Boscalida              | 343 > 307   343 > 271               | Ciproconazol           | 292 > 70   292 > 125                |
| 3-Hidroxycarbofurano   | 238 > 163   238 > 181               | Boscalida              | 343 > 307   343 > 271               |
| Abamectina             | 891 > 305   891 > 567               | Bromofós metílico      | 367 > 125   369 > 125               |
| Acefato                | 184 > 143   184 > 95                | Bromuconazol           | 376 > 159   376 > 70                |
| Acetamiprido           | 223 > 126   223 > 90                | Bupirimato             | 317 > 108   317 > 272               |
| Acetocloro             | 270 > 224   270 > 148               | Buprofezina            | 306 > 201   306 > 116               |
| Acibenzolar-S-metílico | 211 > 136   211 > 140               | Butacloro              | 312 > 238   312 > 162               |
| Alacloro               | 270 > 238   270 > 162               | Butocarboxim           | 213 > 75   213 > 116                |
| Alanicarbe             | 400 > 238   400 > 91                | Butocarboxim sulfóxido | 207 > 132   207 > 75                |
| Aldicarbe              | 191 > 116   191 > 89                | Cadusafós              | 271 > 159   271 > 215               |
| Aldicarbe sulfona      | 223 > 86   223 > 76                 | Carbaril               | 219 > 145   219 > 127               |
| Aldicarbe sulfóxido    | 207 > 132   207 > 89                | Carbendazim            | 192 > 160   192 > 132               |
| Ametrina               | 228 > 186   228 > 96                | Carbetamida            | 237 > 192   237 > 118               |

Quadro 1. (cont.)

| <b>Agrotóxico</b>      | <b>Transições monitoradas (m/z)</b> | <b>Agrotóxico</b>     | <b>Transições monitoradas (m/z)</b> |
|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| Amicarbazona           | 242 > 143   242 > 85                | Carbofurano           | 222 > 165   222 > 123               |
| Aminocarbe             | 209 > 137   209 > 152               | Carbossulfano         | 381 > 118   381 > 160               |
| Atrazina               | 216 > 174   216 > 96                | Carboxina             | 236 > 143   236 > 87                |
| Azaconazol             | 300 > 159   300 > 231               | Carbutilato           | 280 > 181   280 > 209               |
| Azadiractina           | 743 > 725   743 > 625               | Carfrentazona etílica | 412 > 346   412 > 266               |
| Azametifós             | 325 > 112   325 > 139               | Carpropamida          | 334 > 139   334 > 196               |
| Azinfós etílico        | 345 > 132   345 > 160               | Cartape               | 238 > 73   238 > 150                |
| Azinfós metílico       | 318 > 132   318 > 104               | Ciazofamida           | 325 > 108   325 > 261               |
| Azociclotina           | 369 > 205   369 > 287               | Cicloxidine           | 326 > 280   326 > 180               |
| Azoxistrobina          | 404 > 372   404 > 329               | Ciflufenamida         | 413 > 203   413 > 295               |
| Benalaxil              | 326 > 148   326 > 294               | Ciflutrina            | 451 > 191   451 > 127               |
| Bendiocarbe            | 224 > 167   224 > 109               | Cihexatina            | 369 > 205   369 > 287               |
| Benfuracarbe           | 411 > 252   411 > 158               | Cimoxanil             | 199 > 128   199 > 111               |
| Benzoato de emamectina | 886 > 126   886 > 302               | Cipermetrina          | 433 > 191   433 > 416               |
| Bifenazate             | 301 > 170   301 > 198               | Ciproconazol          | 292 > 70   292 > 125                |
| Ciprodinil             | 226 > 93   226 > 108                | Difenoconazol         | 406 > 251   406 > 188               |
| Ciromazina             | 167 > 60   167 > 125                | Difenoxurom           | 287 > 122   287 > 71                |
| Cletodim               | 360 > 136   360 > 240               | Diflubenzurom         | 311 > 158   311 > 113               |
| Clodimeforme           | 197 > 46   197 > 117                | Dimetenamida          | 276 > 244   276 > 168               |
| Clofentezina           | 303 > 138   303 > 102               | Dimetoato             | 230 > 199   230 > 125               |
| Clomazona              | 240 > 125   240 > 89                | Dimetomorfe           | 388 > 301   388 > 165               |
| Clorantraniliprole     | 484 > 453   484 > 286               | Dimoxistrobina        | 327 > 116   327 > 89                |
| Clorbromurom           | 294 > 206   294 > 182               | Diniconazol           | 326 > 70   326 > 159                |
| Clorfenvinfós          | 359 > 99   359 > 127                | Dinotefuram           | 203 > 129   203 > 123               |
| Clorfluazurom          | 540 > 383   540 > 158               | Dioxacarbe            | 224 > 167   224 > 123               |
| Clorimurore etílico    | 415 > 186   415 > 83                | Disulfotom            | 275 > 89   275 > 61                 |
| Cloroxurom             | 291 > 72   291 > 164                | Diurom                | 233 > 72   233 > 160                |
| Clorpirifós            | 350 > 98   350 > 97                 | DMSA                  | 201 > 92   201 > 137                |
| Clorpirifós metílico   | 322 > 125   322 > 290               | DMST                  | 215 > 106   215 > 79                |
| Clotianidina           | 250 > 169   250 > 132               | Dodemorfe             | 282 > 116   282 > 98                |
| Coumafós               | 363 > 307   363 > 289               | Dodina                | 228 > 57   228 > 60                 |
| Cresoxim metílico      | 314 > 116   314 > 267               | Doramectina           | 917 > 331   917 > 593               |
| Cumilurore             | 303 > 185   303 > 125               | Epoxiconazol          | 330 > 121   330 > 123               |
| Daimurore              | 269 > 151   269 > 91                | Eprinomectina         | 915 > 186   915 > 144               |
| Deltametrina           | 523 > 281   523 > 506               | EPTC                  | 190 > 128   190 > 86                |
| Demeton-S-metílico     | 231 > 89   231 > 61                 | Esfenvalerato         | 437 > 167   439 > 169               |
| Desmedifam             | 318 > 182   318 > 136               | Espineteram           | 749 > 142   749 > 98                |
| Diafentiurom           | 385 > 329   385 > 278               | Espinosade A          | 733 > 142   733 > 98                |
| Diazinona              | 305 > 169   305 > 97                | Espinosade D          | 747 > 142   747 > 98                |
| Diclofuanida           | 350 > 123   350 > 224               | Espirodiclofeno       | 411 > 71   411 > 313                |

Quadro 1. (cont.)

| <b>Agrotóxico</b>      | <b>Transições monitoradas (m/z)</b> | <b>Agrotóxico</b>     | <b>Transições monitoradas (m/z)</b> |
|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| Diclorvós              | 221 > 109   221 > 127               | Espiromesifeno        | 371 > 273   371 > 255               |
| Dicrotofós             | 238 > 112   238 > 72                | Espirotetramato       | 374 > 330   374 > 302               |
| Dietofencarbe          | 268 > 226   268 > 124               | Espiroxamina          | 298 > 144   298 > 100               |
| Esprocarbe             | 266 > 91   266 > 71                 | Fenpropimorfe         | 304 > 147   304 > 130               |
| Etidimuirom            | 265 > 208   265 > 114               | Fentiona              | 279 > 169   279 > 105               |
| Etiofencarbe           | 226 > 107   226 > 169               | Fentiona sulfóxido    | 295 > 109   295 > 79                |
| Etiofencarbe sulfona   | 275 > 107   275 > 201               | Fentoato              | 321 > 247   321 > 163               |
| Etiofencarbe sulfóxido | 242 > 107   242 > 185               | Fenurom               | 165 > 72   165 > 46                 |
| Etiona                 | 385 > 199   385 > 143               | Fenvalerato           | 437 > 167   437 > 125               |
| Etiprole               | 414 > 351   414 > 255               | Flonicamida           | 230 > 203   230 > 148               |
| Etirimol               | 210 > 140   210 > 98                | Fluazifope-p-butílico | 384 > 282   384 > 328               |
| Etobenzanida           | 340 > 179   340 > 149               | Flufenacete           | 364 > 194   364 > 152               |
| Etofenproxi            | 394 > 177   394 > 107               | Flufenoxurom          | 489 > 158   489 > 141               |
| Etofumesato            | 287 > 121   287 > 259               | Fluoxastrabina        | 459 > 427   459 > 188               |
| Etoprofós              | 243 > 131   243 > 97                | Fluquinconazol        | 376 > 349   376 > 108               |
| Etozazol               | 360 > 141   360 > 57                | Flusilazol            | 316 > 247   316 > 165               |
| Etrinfós               | 293 > 125   293 > 265               | Flusulfamida          | 413 > 171   413 > 179               |
| Famoxadona             | 392 > 331   392 > 238               | Flutiaceto metílico   | 404 > 274   404 > 215               |
| Fenamidona             | 312 > 92   312 > 236                | Flutolanil            | 324 > 262   324 > 65                |
| Fenamifós              | 304 > 217   304 > 202               | Flutriafol            | 302 > 70   302 > 123                |
| Fenarimol              | 331 > 268   331 > 81                | Fluxapiraxade         | 382 > 342   382 > 314               |
| Fenazaquina            | 307 > 57   307 > 161                | Forclorfeniurom       | 248 > 129   248 > 93                |
| Fenbuconazol           | 337 > 125   337 > 70                | Fosalona              | 368 > 182   368 > 111               |
| Fenhexamida            | 302 > 97   302 > 55                 | Fosfamidona           | 300 > 174   300 > 127               |
| Fenitrotiona           | 278 > 184   278 > 125               | Fosmete               | 318 > 160   318 > 133               |
| Fenmedifam             | 301 > 168   301 > 136               | Foxim                 | 300 > 129   300 > 125               |
| Fenobucarbe            | 208 > 95   208 > 152                | Fuberidazol           | 185 > 157   185 > 156               |
| Fenoxicarbe            | 302 > 88   302 > 116                | Furalaxil             | 302 > 95   302 > 242                |
| Fenpiroximato          | 422 > 366   422 > 138               | Furatiocarbe          | 383 > 195   383 > 252               |
| Fenpropatrina          | 367 > 125   367 > 350               | Halofenosídeo         | 331 > 275   331 > 105               |
| Fenpropidina           | 274 > 147   274 > 86                | Heptenofós            | 251 > 127   251 > 109               |
| Hexaconazol            | 314 > 70   314 > 159                | Mefosfolam            | 270 > 140   270 > 196               |
| Hexitiazoxi            | 353 > 228   353 > 168               | Mepanipirim           | 224 > 106   224 > 77                |
| Imazalil               | 297 > 159   297 > 69                | Mepronil              | 270 > 119   270 > 91                |
| Imazapique             | 276 > 231   276 > 163               | Mesotriona            | 340 > 228   340 > 104               |
| Imazapir               | 262 > 69   262 > 86                 | Metalaxil-M           | 280 > 220   280 > 192               |
| Imazaquim              | 312 > 266   312 > 86                | Metamidofós           | 142 > 94   142 > 125                |
| Imazasulfurom          | 413 > 153   413 > 156               | Metconazol            | 320 > 70   320 > 125                |
| Imazetapir             | 290 > 245   290 > 86                | Metfuroxam            | 230 > 137   230 > 111               |
| Imibenconazol          | 411 > 125   411 > 171               | Metidationa           | 303 > 145   303 > 85                |

Quadro 1. (cont.)

| <b>Agrotóxico</b>  | <b>Transições monitoradas (m/z)</b> | <b>Agrotóxico</b>       | <b>Transições monitoradas (m/z)</b> |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Imidacloprido      | 256 > 175   256 > 209               | Metiocarbe              | 226 > 169   226 > 121               |
| Indoxacarbe        | 528 > 203   528 > 218               | Metiocarbe sulfona      | 275 > 122   275 > 201               |
| loxinil            | 370 > 127   370 > 243               | Metiocarbe sulfóxido    | 242 > 185   242 > 122               |
| lprovalicarbe      | 321 > 119   321 > 203               | Metobromurom            | 259 > 170   259 > 148               |
| Isocarbamida       | 186 > 87   186 > 130                | Metomil                 | 163 > 88   163 > 106                |
| Isocarbofós        | 291 > 231   291 > 121               | Metopreno               | 311 > 279   311 > 191               |
| Isofenofós         | 346 > 245   346 > 217               | Metoprotrina            | 272 > 198   272 > 170               |
| Isoprocabe         | 194 > 95   194 > 137                | Metoxifenosida          | 369 > 149   369 > 313               |
| Isoprotiolona      | 291 > 231   291 > 189               | Metoxurom               | 229 > 72   229 > 156                |
| Isoproturom        | 207 > 72   207 > 46                 | Metrafenona             | 409 > 209   409 > 227               |
| Isoxaflutol        | 359 > 251   359 > 220               | Metribuzim              | 215 > 131   215 > 89                |
| Isoxationa         | 314 > 105   314 > 286               | Metsulfurom metílico    | 382 > 167   382 > 199               |
| Ivermectina        | 893 > 307   893 > 569               | Mevinfós                | 225 > 127   225 > 193               |
| Lactofem           | 479 > 344   479 > 462               | Miclobutanil            | 289 > 70   289 > 125                |
| Lambda-cialotrina  | 467 > 225   467 > 450               | Molinato                | 188 > 126   188 > 55                |
| Linurom            | 249 > 160   249 > 182               | Monalida                | 240 > 85   240 > 128                |
| Malationa          | 331 > 127   331 > 99                | Monocrotofós            | 224 > 127   224 > 98                |
| Mandipropamida     | 412 > 328   412 > 125               | Monolinurom             | 215 > 148   215 > 99                |
| Mefenacete         | 299 > 148   299 > 120               | Moxidectina             | 641 > 528   641 > 498               |
| Neburom            | 275 > 88   275 > 57                 | Pirimifós metílico      | 306 > 108   306 > 67                |
| Nitenpiram         | 271 > 225   271 > 126               | Piriproxifem            | 322 > 96   322 > 185                |
| Norflurazom        | 304 > 284   304 > 160               | Procloraz               | 376 > 308   376 > 266               |
| Novalurom          | 493 > 158   493 > 141               | Profam                  | 180 > 120   180 > 138               |
| Nuarimol           | 315 > 252   315 > 81                | Profenofós              | 375 > 305   375 > 347               |
| Ometoato           | 214 > 183   214 > 125               | Prometom                | 226 > 184   226 > 86                |
| Oxadiargil         | 341 > 151   341 > 230               | Prometrina              | 242 > 158   242 > 200               |
| Oxadixil           | 279 > 219   279 > 132               | Propanil                | 218 > 162   218 > 127               |
| Oxamil             | 237 > 72   237 > 90                 | Propargito              | 368 > 231   368 > 175               |
| Oxamil oxima       | 163 > 72   163 > 90                 | Propazina               | 230 > 146   230 > 188               |
| Oxicarboxina       | 268 > 175   268 > 147               | Propiconazol            | 342 > 69   342 > 159                |
| Paclobutrazol      | 294 > 70   294 > 125                | Propizamida (Pronamida) | 256 > 190   256 > 173               |
| Pencicurom         | 329 > 125   329 > 218               | Propoxur                | 210 > 111   210 > 93                |
| Penconazol         | 284 > 70   284 > 159                | Proquinazida            | 373 > 289   373 > 331               |
| Pendimetalina      | 282 > 212   282 > 194               | Protioconazol           | 344 > 189   344 > 326               |
| Permetrina         | 408 > 183   408 > 355               | Quinalfós               | 299 > 163   299 > 147               |
| Picoxistrobina     | 368 > 205   368 > 145               | Quinoxifem              | 308 > 197   308 > 162               |
| Pimetrozina        | 218 > 105   218 > 78                | Quizalofope-P-etílico   | 379 > 211   379 > 115               |
| Piperonil butóxido | 356 > 177   356 > 119               | Rotenona                | 395 > 213   395 > 192               |
| Piraclostrobina    | 388 > 194   388 > 163               | Sebutilazina            | 230 > 174   230 > 96                |
| Pirazofós          | 374 > 222   374 > 194               | Sidurom                 | 233 > 94   233 > 137                |



Quadro 1. (cont.)

| Agrotóxico           | Transições monitoradas (m/z) | Agrotóxico              | Transições monitoradas (m/z) |
|----------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Piridabem            | 365 > 147   365 > 309        | Simazina                | 202 > 132   202 > 124        |
| Piridafentiona       | 341 > 189   341 > 92         | Simetrina               | 214 > 124   214 > 96         |
| Pirifenoxi           | 295 > 93   295 > 66          | Sulfentrazona           | 387 > 146   387 > 307        |
| Pirimetanil          | 200 > 107   200 > 82         | Tebuconazol             | 308 > 70   308 > 125         |
| Pirimicarbe          | 239 > 72   239 > 182         | Tebufenosida            | 353 > 133   353 > 297        |
| Pirimicarbe desmetil | 225 > 72   225 > 168         | Tebufenpirade           | 334 > 117   334 > 145        |
| Pirimifós etílico    | 334 > 198   334 > 182        | Tebupirinfós            | 319 > 277   319 > 153        |
| Tebutiurum           | 229 > 172   229 > 116        | Tolifluanida            | 363 > 238   363 > 137        |
| Temefós              | 467 > 419   467 > 125        | Triadimefom             | 294 > 69   294 > 197         |
| Tepraloxidim         | 342 > 250   342 > 166        | Triadimenol             | 296 > 70   296 > 99          |
| Terbufós             | 289 > 103   289 > 57         | Triazofós               | 314 > 162   314 > 119        |
| Terbumetom           | 226 > 170   226 > 114        | Triciclazol             | 190 > 162   190 > 136        |
| Terbutrina           | 242 > 186   242 > 91         | Triclorfom              | 257 > 109   257 > 127        |
| Tetraconazol         | 372 > 159   372 > 70         | Tridemorfe              | 298 > 57   298 > 98          |
| Tiabendazol          | 202 > 175   202 > 131        | Trifenmorfe             | 243 > 165   243 > 228        |
| Tiacloprido          | 253 > 126   253 > 90         | Trifloxistrobina        | 409 > 186   409 > 145        |
| Tiametoxam           | 292 > 211   292 > 181        | Triflumizol             | 346 > 278   346 > 73         |
| Tiobencarbe          | 257 > 124   257 > 100        | Triflumurom             | 359 > 156   359 > 139        |
| Tiodicarbe           | 355 > 88   355 > 108         | Triflusuflurom metílico | 493 > 264   493 > 96         |
| Tiofanato metílico   | 343 > 151   343 > 93         | Triforina               | 435 > 390   435 > 215        |
| Tiofanox             | 219 > 57   219 > 76          | Triticonazol            | 318 > 70   318 > 125         |
| Tiofanox sulfona     | 268 > 57   268 > 76          | Vamidotiona             | 288 > 146   288 > 118        |
| Tiofanox sulfóxido   | 252 > 235   252 > 178        | Zoxamida                | 336 > 187   336 > 159        |
| Tolclofós metílico   | 301 > 269   301 > 175        | -----                   | -----                        |

Fonte: Elaboração própria.

Os critérios de identidade para a confirmação dos agrotóxicos avaliados nas amostras foram: a) o tempo de retenção obtido nas amostras em relação ao tempo de retenção dos padrões – o critério de tolerância entre o tempo de retenção (tR) dos padrões e da amostra foi de  $\pm 0,1$  min; b) a intensidade relativa das transições detectadas na amostra avaliada e nos padrões, expressa como razão de intensidade da transição mais abundante com a transição correspondente do padrão, medida na mesma concentração e condições analíticas; e c) razão sinal/ruído maior que 3:1<sup>28</sup>.

Os limites de quantificação, em geral, foram de 0,01 mg kg<sup>-1</sup>, concentração inferior aos Limites Máximos de Resíduos (LMR) definidos na legislação brasileira<sup>12</sup>. Para as amostras de fórmulas infantis e de cereais infantis, devido à ausência de regulamentação nacional, foi adotada a legislação europeia segundo a Diretiva 2006/125/CE, de 5 de dezembro de 2006, que estipula que os alimentos à base de cereais e os alimentos para bebês não podem conter resíduos de agrotóxicos superiores a 0,01 mg kg<sup>-1</sup><sup>29</sup>.

Para estimar a exposição dietética infantil aos múltiplos resíduos, foram selecionadas

amostras do comércio local que apresentaram, somadas, a combinação dos agrotóxicos com maiores índices de detecção pelo método multirresíduos.

A partir dessas amostras, foi calculada a ingestão, em mg, de cada um dos principais agrotóxicos encontrados. Considerando o consumo de tais amostras em um mesmo dia, com as concentrações de agrotóxicos encontradas nas análises, foi calculada uma estimativa da exposição e, com isso, o índice de risco, caso uma criança de 18 kg, que é o peso aproximado de uma criança de 5 anos<sup>30</sup>, consumisse tais alimentos. As porções dos alimentos selecionados para a estimativa da exposição seguiram as recomendações do 'Manual de Alimentação da Sociedade Brasileira de Pediatria'<sup>31</sup>.

É importante ressaltar que, para esse cálculo, não foram utilizadas as amostras que apresentaram as maiores concentrações de agrotóxicos, mas, sim, as que, em conjunto, resultaram na combinação dos agrotóxicos mais frequentemente encontrados no total de amostras analisadas neste estudo.

A avaliação de risco cumulativo, embora já tenha sido utilizada por alguns países, é

uma abordagem que ainda não demonstra consenso internacional acerca da metodologia a ser empregada e conta com propostas metodológicas em estudo e experimentação<sup>19</sup>. O presente estudo aplicou o método do índice de risco, proposto por Goumenou e Tsatsakis<sup>32</sup>.

O índice de risco é determinado pela soma dos quocientes de risco de cada resíduo encontrado<sup>32,33</sup>. Quando o índice de risco excede a unidade (maior que 1,00), a mistura excede o índice considerado seguro e pode representar um risco. Quando o valor da Ingestão Diária Aceitável (IDA) não está disponível, pode ser utilizado um valor de orientação proposto de 10 ng por kg de peso corporal por dia<sup>34</sup>.

## Resultados e discussão

Na análise das 145 amostras, foram observadas 426 detecções de 53 IA diferentes. A *tabela 1* apresenta os agrotóxicos identificados nas amostras, com o respectivo número de detecções e as matrizes nas quais foram encontrados.

Tabela 1. Agrotóxicos detectados nas amostras analisadas

| Agrotóxicos          | Nº de amostras | Matrizes  |
|----------------------|----------------|---|
| 1 Carbendazim        | 65             | Mamão (16), cereais infantis (15), maçã (12), feijão (12), laranja (7), arroz, banana e leite |
| 2 Pirimifós metílico | 49             | Cereais infantis (34), arroz (9) e leite (4) e feijão (2)                                     |
| 3 Piperonil butóxido | 43             | Mamão (19), cereais infantis (16), leite (4), arroz (3) e feijão                              |
| 4 Triciclazol        | 32             | Cereais infantis (23), arroz (8) e leite  |
| 5 Tebuconazol        | 27             | Cereais infantis (12), arroz (8), laranja (3), mamão (2), banana e maçã                       |
| 6 Azoxistrobina      | 18             | Mamão (13), arroz (4) e cereais infantis  |
| 7 Piraclostrobina    | 18             | Laranja (9), maçã (6), arroz, banana e mamão  |
| 8 Difenconazol       | 16             | Mamão (11) e maçã (5)   |
| 9 Ciproconazol       | 11             | Cereais infantis (7) e arroz (4)  |
| 10 Clorpirifós       | 10             | Maçã (6), laranja (3) e leite   |
| 11 Fosmete           | 10             | Maçã (8) e laranja (2)  |
| 12 Tiabendazol       | 10             | Mamão (8), banana e leite   |
| 13 Trifloxistrobina  | 10             | Maçã (6), laranja (3) e mamão   |
| 14 Imidacloprido     | 9              | Arroz (3), laranja (4), cereais infantis (2)  |

Tabela 1. (cont.)

| <b>Agrotóxicos</b>    | <b>Nº de amostras</b> | <b>Matrizes</b>                                   |
|-----------------------|-----------------------|---|
| 15 Tiametoxam         | 9                     | Laranja (3), mamão (3), feijão (2) e arroz        |
| 16 Flutriafol         | 7                     | Mamão (4), feijão (2) e banana                    |
| 17 Acetamiprido       | 6                     | Maçã (3), cereal infantil, feijão e mamão         |
| 18 Clotianidina       | 6                     | Cereais infantis (2), laranja (2), arroz e feijão |
| 19 Pirimetanil        | 6                     | Maçã (5) e laranja                                |
| 20 Epoxiconazol       | 5                     | Arroz (3), banana e cereal infantil               |
| 21 Diflubenzurom      | 4                     | Laranja (4)                                       |
| 22 Espirodiclofeno    | 4                     | Maçã (3) e laranja                                |
| 23 Etofenproxi        | 4                     | Maçã (3) e laranja                                |
| 24 Imazalil           | 4                     | Mamão (2), cereal infantil e laranja              |
| 25 Propargito         | 4                     | Laranja (4)                                       |
| 26 Ametrina           | 3                     | Leite (2) e laranja                               |
| 27 Espiromesifeno     | 3                     | Laranja (3)                                       |
| 28 Buprofezina        | 2                     | Cereais infantis (2)                              |
| 29 Etiona             | 2                     | Arroz e leite                                     |
| 30 Etoprofós          | 2                     | Arroz e cereal infantil                           |
| 31 Mefosfolam         | 2                     | Cereal infantil e leite                           |
| 32 Piriproximato      | 2                     | Laranja (2)                                       |
| 33 Triazofós          | 2                     | Arroz (2)   |
| 34 Triflumuro         | 2                     | Cereal infantil e laranja                         |
| 35 Acefato            | 1                     | Laranja   |
| 36 Carbofurano        | 1                     | Laranja   |
| 37 Carbosulfano       | 1                     | Mamão   |
| 38 Diazinona          | 1                     | Leite   |
| 39 Dimetoato          | 1                     | Laranja   |
| 40 Espinosade         | 1                     | Arroz   |
| 41 Etirimol           | 1                     | Arroz   |
| 42 Famoxadona         | 1                     | Mamão   |
| 43 Fenoxicarbe        | 1                     | Leite   |
| 44 Fenpiroximato      | 1                     | Maçã  |
| 45 Fenpropimorfe      | 1                     | Cereal infantil                                   |
| 46 Flufenoxurom       | 1                     | Cereal infantil                                   |
| 47 Monalida           | 1                     | Arroz   |
| 48 Picoxistrobina     | 1                     | Arroz   |
| 49 Piridabem          | 1                     | Maçã  |
| 50 Procloraz          | 1                     | Mamão   |
| 51 Simazina           | 1                     | Cereal infantil                                   |
| 52 Tebufenosida       | 1                     | Laranja   |
| 53 Tiofanato metílico | 1                     | Laranja   |

Fonte: Elaboração própria.

Nota-se que algumas substâncias são encontradas com maior frequência, com destaque para o carbendazim, presente em 44,8% das amostras.

O carbendazim é um benzimidazol e age como fungicida. Seu mecanismo de ação se dá por meio da interrupção ou inibição da função dos microtúbulos, estruturas proteicas do citoesqueleto das células, ao se ligar a proteínas do grupo das tubulinas. Assim, o carbendazim bloqueia a mitose e, conseqüentemente, o crescimento de fungos. Esse mecanismo também explica seus potenciais efeitos tóxicos em mamíferos. A toxicidade aguda é baixa, enquanto estudos de exposição crônica encontraram efeitos no fígado, testículos, medula óssea e trato gastrointestinal. Pode provocar aberrações cromossômicas (aneuploidia) *in vitro* e *in vivo*, mas não interage diretamente com o DNA. Tumores hepáticos têm sido observados em estudos de oncogenicidade em camundongos, e efeitos teratogênicos foram observados após a administração de doses elevadas de carbendazim a ratos<sup>35,36</sup>.

Além de carbendazim, outros IA foram encontrados com frequência, como pirimifós metílico, piperonil butóxido, triciclazol, tebuconazol, azoxistrobina, difenoconazol e piraclastrobina. Juntos, esses oito agrotóxicos representam mais de 60% do total de detecções das amostras analisadas.

Pirimifós metílico é um Organofosforado (OP) usado como inseticida e acaricida pela inibição da enzima Acetilcolinesterase (AChE), causando acúmulo do neurotransmissor acetilcolina nas sinapses colinérgicas, resultando em toxicidade colinérgica e morte. A inibição da AChE por compostos OP é a causa principal das anormalidades da transmissão neuromuscular, e a ação letal pode ser comumente atribuída à insuficiência respiratória<sup>35,36</sup>.

Piperonil butóxido (PBO) não é considerado um agrotóxico. É um sinergista, inibidor da atividade enzimática microsomal. O PBO inibe as enzimas Oxidases Multifuncionais (MFO) de insetos e tem sido usado com resultados notáveis como sinergista com inseticidas OP

e piretroides para controlar pragas em grãos armazenados. O sistema MFO é o conjunto de defesa natural dos insetos e causa a quebra oxidativa dos inseticidas. Assim, inibindo esse sistema, o PBO promove níveis mais altos de inseticida e permite que doses mais baixas sejam usadas para um efeito letal. O PBO produz em mamíferos a inibição dos seguintes sistemas enzimáticos: transaminase glutâmico-oxalacética; transaminase glutâmico-pirúvica, lactato desidrogenase e sistema oxigenase. Ainda, em animais, provoca a diminuição na filtração glomerular, produz hipotermia, uma depleção dos níveis hepáticos da glutatona e aumento da atividade da delta-aminolevulínico-sintetase. O PBO é carcinogênico para ratos e camundongos e teratogênico em camundongos. Também pode induzir hepatocarcinogênese em camundongos, além de estresse oxidativo, ativação da via MAPK e aumento dos níveis de transcrição ATF3 nos hepatócitos fora dos focos alterados durante a fase inicial da hepatocarcinogênese<sup>35,36</sup>.

Triciclazol é um fungicida sistemático usado para controlar a doença blástica no arroz. É um inibidor de melanina que não afeta o crescimento de forma eficaz e foi classificado com um grupo de fungicidas que inibem a bioconstrução de melanina<sup>35,36</sup>.

Tebuconazol e difenoconazol são fungicidas do grupo dos triazóis e atuam por interferência na síntese de ergosterol nos fungos alvo por inibição da 14-alfa-desmetilação de esteróis, o que leva a alterações morfológicas e funcionais na membrana celular fúngica<sup>35,36</sup>.

Azoxistrobina e piraclastrobina são fungicidas do grupo das estrobilurinas. Esses fungicidas atuam por meio da inibição da respiração mitocondrial, bloqueando a transferência de elétrons dentro da cadeia respiratória, o que, por sua vez, faz com que importantes processos bioquímicos celulares sejam severamente interrompidos, resultando na cessação do crescimento fúngico<sup>35,36</sup>.

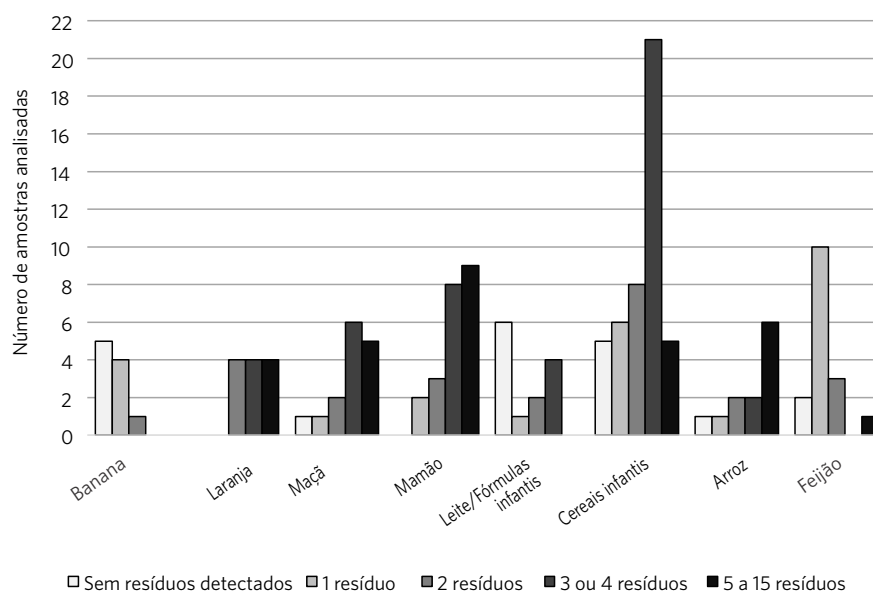
No Brasil, a avaliação toxicológica é uma das etapas obrigatórias no processo de registro de agrotóxicos. No entanto, nessa etapa, a

Anvisa analisa o risco para a saúde humana decorrente da exposição a um único IA por vez, conforme o processo em análise<sup>19</sup>. Na prática, são utilizados produtos formulados, que incluem IA e substâncias usadas para potencializar os seus efeitos e que, apesar de serem chamadas de ‘ingredientes inertes’ pela Lei de Agrotóxicos, muitas vezes aumentam a toxicidade dos produtos<sup>37,38</sup>. Além disso, é muito comum o uso simultâneo de vários produtos formulados no mesmo alimento e, inclusive, aplicados conjuntamente<sup>39</sup>. Essas práticas aumentam

as chances do consumo de alimentos com múltiplos resíduos, principalmente pela falta de orientação técnica às pessoas responsáveis pela aplicação de agrotóxicos, que em geral têm dificuldades de entendimento das orientações que acompanham esses produtos, potencializando o risco de intoxicação e de uso inadequado<sup>40</sup>.

Isso foi confirmado com o elevado percentual de amostras que apresentaram múltiplos resíduos de agrotóxicos detectados neste estudo. O gráfico 1 resume os resultados das amostras analisadas pelo método multirresíduos.

Gráfico 1. Número de resíduos de agrotóxicos encontrados nas amostras de alimentos analisadas



Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que aproximadamente 86% das amostras analisadas apresentaram resíduo de algum dos agrotóxicos dentre os IA avaliados nesse método. Foram identificados resíduos em todas as amostras de laranja e mamão e em cerca de 90% das amostras de maçã, cereais infantis, arroz e feijão. Já as amostras de banana e leite/fórmulas infantis apresentaram os menores

índices de detecção de agrotóxicos, mas ainda significativos, em torno de 50%.

No entanto, as amostras nas quais não foram encontrados nenhum dos resíduos monitorados por esse método não necessariamente são amostras sem agrotóxicos, pois muitos IA não estão contemplados no método utilizado, como as substâncias que ionizam no modo negativo, os agrotóxicos mais polares, além

dos IA que somente apresentam resposta por cromatografia a gás.

Esses números indicam um quadro preocupante à saúde pública e podem ainda não refletir adequadamente as dimensões do problema, visto que os 14% de amostras sem resíduos detectados se referem aos IA pesquisados, o que não permite afirmar a ausência dos demais.

Ao avaliar os dados disponíveis nos relatórios do PARA referentes às análises multirresíduos dos alimentos de interesse deste estudo, observa-se que as amostras de maçã e mamão foram as culturas que apresentaram maiores índices de detecção de agrotóxicos (99% e 89% respectivamente), seguidas pelas amostras de laranja e feijão (em torno de 70%). Cerca de 40% a 50% das amostras de arroz, farinha de milho e farinha de trigo também evidenciaram a presença de resíduos de agrotóxicos, e as amostras com os menores índices de detecção foram de banana (20%)<sup>19</sup>.

Embora os resultados mostrem convergências, destaca-se que foram pesquisados pelo PARA no máximo 243 IA<sup>19</sup>. Esse dado sugere que as mesmas amostras, caso fossem avaliadas por um método de maior escopo, pesquisando resíduos de mais agrotóxicos, poderiam mostrar um panorama diferente, com mais detecções que as apresentadas nos relatórios.

Nas análises realizadas neste estudo, entre as amostras com agrotóxicos detectados, 20% evidenciaram a presença de apenas um dos resíduos pesquisados; as outras 80% apresentaram múltiplos resíduos. Esses dados podem indicar o uso simultâneo de vários produtos na agricultura e a exposição da população a possíveis efeitos sinérgicos ou de potencialização desconhecidos ou desconsiderados.

Este cenário, de alimentos com múltiplos resíduos e amostras com até 15 diferentes IA, confirma o uso indiscriminado dessas substâncias em um país que segue há mais de uma década entre os maiores mercados consumidores de agrotóxicos.

Vale ressaltar que, embora este trabalho tenha avaliado 312 IA, atualmente, há 447 IA autorizados para o uso agrícola no Brasil.

Além disso, há ainda mais de 150 IA proibidos (monografias excluídas) e outros que nunca foram registrados no País<sup>12</sup>.

Além disso, embora muitos IA sejam classificados como moderadamente ou pouco tóxicos conforme seus efeitos agudos, os efeitos crônicos podem ocorrer meses, anos ou até décadas após a exposição<sup>14,15,41</sup>.

Só em 2019, foram autorizados 474 registros de agrotóxicos no Brasil, sendo que 20% deles são produtos classificados como extremamente tóxicos<sup>42,43</sup>. Em 2020, foram mais 493 registros, alcançando o maior número da série histórica, que apresenta intenso crescimento desde 2016<sup>42</sup>. A política de liberação de agrotóxicos também contribui para o uso indiscriminado desses produtos e para um maior risco à saúde da população.

Enquanto a população está exposta a misturas de produtos tóxicos cujos efeitos sinérgicos ou de potencialização são desconhecidos ou desconsiderados, a Anvisa realiza suas avaliações de risco desconsiderando tais efeitos. Segundo o relatório do PARA, o risco aos consumidores decorrente da presença de resíduos de agrotóxicos nos alimentos é estimado para cada substância individualmente<sup>19</sup>. Além da exposição mista, as vias de penetração no organismo também são variadas, podendo ser oral, inalatória e/ou dérmica simultaneamente.

Embora não haja dados reais de consumo de alimentos pela população infantil brasileira, com os dados das amostras analisadas, pode ser estimada a exposição da população infantil aos resíduos de agrotóxicos encontrados. Algumas amostras apresentaram mais de oito resíduos de agrotóxicos, no entanto, em nenhuma delas foram detectados, simultaneamente, os oito IA mais encontrados neste estudo. Para conseguir essa combinação, foi considerada a ingestão de três desses alimentos frequentemente consumidos por crianças.

A partir dessas três amostras, foi calculada a ingestão, em mg, de cada um dos oito agrotóxicos de interesse. Como exemplo, a amostra de mamão, que apresentou 0,413 mg kg<sup>-1</sup> de carbendazim, deve conter em

meia unidade pequena (140 g) 57,8 mg de carbendazim, além de outros agrotóxicos presentes na amostra. Quando, além da porção de mamão, há o consumo de uma maçã (120 g) e duas porções (42 g) de um

cereal infantil de arroz, pode ser ingerida uma combinação de agrotóxicos tal qual a apresentada na *tabela 2*, que foi elaborada com os resultados encontrados em amostras do comércio local.

Tabela 2. Estimativa da ingestão de agrotóxicos pelo consumo de três amostras de alimentos avaliados que apresentaram a combinação dos agrotóxicos com os maiores índices de detecção

| Agrotóxicos        | Conc. (mg kg <sup>-1</sup> ) | Amostra                 | Consumo                | µg ingeridos |
|--------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------|--------------|
| Carbendazim        | 0,413                        | Mamão                   | 140 g (1/2 unid. peq.) | 57,8         |
| Pirimifós metílico | 0,373                        | Cereal infantil         | 42 g (2 porções*)      | 15,7         |
| Piperonil butóxido | 0,082                        | Cereal infantil         | 42 g (2 porções*)      | 3,4          |
| Triciclazol        | 0,008                        | Cereal infantil         | 42 g (2 porções*)      | 0,3          |
| Tebuconazol        | 0,349 e 0,242                | Mamão e cereal infantil | 140 g + 42 g           | 59,0         |
| Azoxistrobina      | 0,068                        | Mamão                   | 140 g (1/2 unid. peq.) | 9,5          |
| Piraclostrobina    | 0,084                        | Maçã                    | 120 g (1 unid.)        | 10,1         |
| Difenoconazol      | 0,075                        | Mamão                   | 140 g (1/2 unid. peq.) | 10,5         |

Fonte: Elaboração própria.

\* Conforme instruções de preparo contidas no rótulo do produto.

Considerando a combinação de uma maçã, meia unidade pequena de mamão e duas porções de um cereal infantil de arroz, consumidos em um mesmo dia, com as concentrações de agrotóxicos encontradas nas análises, foi calculado o índice de risco, conforme apresentado na *tabela 3*.

É importante ressaltar que, para esse cálculo, foram considerados apenas oito agrotóxicos em três alimentos diferentes, desconsiderando todos os demais resíduos de outros alimentos que compõem o cardápio infantil. Caso contrário, as quantidades de agrotóxicos calculadas seriam significativamente superiores.

Tabela 3. Estimativa da exposição e cálculo do índice de risco de crianças de 18 kg aos agrotóxicos encontrados em três amostras analisadas

| Agrotóxicos        | mg ingeridos | IDA <sup>a</sup><br>(mg kg <sup>-1</sup> p.c. dia <sup>-1</sup> ) | Exposição estimada <sup>b</sup><br>(mg kg <sup>-1</sup> p.c. dia <sup>-1</sup> ) | Quociente de risco <sup>c</sup> | Índice de risco <sup>d</sup> |
|--------------------|--------------|---|--|---------------------------------|------------------------------|
| Carbendazim        | 0,0578       | 0,02000   | 0,003212   | 0,160611                        | 2,43                         |
| Pirimifós metílico | 0,0157       | 0,00400   | 0,000870   | 0,217583                        |                              |
| Piperonil butóxido | 0,0034       | 0,20000   | 0,000191   | 0,000957                        |                              |
| Triciclazol        | 0,0003       | 0,00001   | 0,000019   | 1,866667                        |                              |
| Tebuconazol        | 0,0590       | 0,03000   | 0,003279   | 0,109304                        |                              |
| Azoxistrobina      | 0,0095       | 0,20000   | 0,000529   | 0,002644                        |                              |
| Piraclostrobina    | 0,0101       | 0,03000   | 0,000560   | 0,018667                        |                              |
| Difenoconazol      | 0,0105       | 0,01000   | 0,000583   | 0,058333                        |                              |

Fonte: Elaboração própria.

IDA - Ingestão Diária Aceitável; p.c. - peso corporal.

<sup>a</sup> IDA segundo a Anvisa. <sup>b</sup> Exposição estimada = (resíduos consumidos)/(peso da criança). <sup>c</sup> Quociente de risco = níveis de exposição/IDA. <sup>d</sup> Índice de risco = soma dos quocientes de risco individuais.

O índice de risco calculado foi 2,43 para crianças de 18 kg (peso médio aproximado de crianças de 5 anos), que representa mais que o dobro do índice considerado seguro. Para crianças com menor peso corporal, caso o consumo dos alimentos seja o mesmo, o índice aumenta. Essa possibilidade é reforçada pela pirâmide dos alimentos para crianças, que recomenda, para a faixa etária de 6 a 11 meses, o consumo de três porções de cereais e três porções de frutas por dia<sup>31</sup>.

A maior contribuição para esse índice refere-se ao triciclazol. Embora esse agrotóxico tenha apresentado a menor concentração quando comparado aos outros sete mais encontrados nas amostras, como essa substância não tem IDA estabelecida pela Anvisa, assume-se um valor de orientação conservador, de 10 ng por kg de peso corporal por dia. Com isso, seu quociente de risco calculado foi 1,87, ultrapassando sozinho o índice considerado seguro (até 1,00).

Esse resultado mostra que a estimativa de avaliação da exposição pode indicar um potencial risco à saúde infantil associado à ingestão de resíduos dos agrotóxicos identificados. Ademais, quanto menor o peso corporal, considerando a mesma alimentação, maior o índice de risco no consumo dos mesmos alimentos. Assim, como já identificado por outros autores, ressalta-se a importância de estudos toxicológicos que avaliem os impactos das combinações de múltiplos resíduos sobre a saúde, com enfoque nas crianças, mais suscetíveis aos efeitos tóxicos<sup>4</sup>.

Se, por um lado, a situação do Brasil em relação aos agrotóxicos é preocupante, por outro, há grandes possibilidades com a agroecologia. O contexto da agricultura familiar se apresenta como o espaço ideal para o desenvolvimento da agricultura orgânica, fortalecendo suas bases sociais, econômicas, ambientais e culturais<sup>44</sup>, com possibilidades de se tornar um setor fundamental para a produção desse tipo de alimentos no País<sup>10</sup>.

A criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

(Pronaf), no final da década de 1990, e o lançamento da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO), em vigor desde 2012, são exemplos das políticas públicas brasileiras de maior relevância e impacto para a agricultura familiar<sup>45,46</sup>.

No entanto, tais políticas perderam importância no cenário político atual, e ainda há dificuldades e obstáculos que impedem o pleno desenvolvimento da produção agroecológica pelos produtores de base familiar. Pode-se destacar a falta de assistência técnica, de conhecimento sobre os sistemas de certificação, de disponibilização de crédito diferenciado, além da falta de acesso a tecnologias, infraestrutura e logística adequadas ao sistema de produção orgânico. É necessário incentivar e dar visibilidade às experiências orgânicas já existentes, estimular políticas públicas fortalecedoras da agricultura orgânica nacional, ampliar o diálogo com a sociedade e evidenciar os benefícios e vantagens desse modelo de produção<sup>10</sup>.

Assim, considerando a saúde infantil como uma das prioridades da saúde pública, é fundamental desenvolver políticas de incentivo à ampliação da aquisição de alimentos orgânicos pelo PNAE, a exemplo das medidas adotadas pelo Paraná na Lei nº 16.751, de 29 de dezembro de 2010, regulamentada pelo Decreto nº 4.211/2020<sup>47,48</sup>, e combater o uso indiscriminado de agrotóxicos, visando ao fortalecimento da produção agroecológica e à construção de modelos de atuação diante das nocividades do modelo de produção do agronegócio.

## Conclusões

Embora não tenha sido possível avaliar amostras provenientes do PNAE, os alimentos analisados quanto à presença de resíduos de agrotóxicos contribuíram para a caracterização dessas matrizes do comércio local, com informações relevantes sobre a qualidade e a segurança de alimentos representativos da dieta de crianças do município do Rio de Janeiro.



Na maior parte das amostras analisadas foram identificados múltiplos resíduos de agrotóxicos, com destaque para as matrizes mamão e laranja, que apresentaram resíduos em todas as amostras, e para as matrizes maçã, cereais infantis, arroz e feijão que também evidenciaram alto índice de detecção dos resíduos avaliados. Não é possível afirmar a ausência de resíduos de agrotóxicos nas amostras que não apresentaram as substâncias pesquisadas, uma vez que um único método analítico não contempla todos os agrotóxicos que podem estar presentes nos alimentos.

O elevado índice de amostras com múltiplos resíduos de agrotóxicos indica possível uso inadequado e/ou indiscriminado desses produtos. A partir da estimativa da exposição e do cálculo do índice de risco, foi verificado potencial risco à saúde infantil, principalmente para crianças abaixo de 5 anos (até 18 kg), conforme as concentrações de agrotóxicos encontrados em três amostras analisadas.

A alimentação precisa garantir, além da nutrição, a inocuidade dos alimentos oferecidos às crianças. Por isso, é necessário verificar os impactos toxicológicos do uso de agrotóxicos sobre a saúde infantil, ampliar a aquisição de alimentos orgânicos pelo PNAE e fortalecer a agroecologia com incentivos e políticas pública, buscando proteção e promoção da saúde coletiva.

## Colaboradores

Oliveira AC (0000-0003-3083-4682)\* contribuiu para a análise e a interpretação dos dados, a elaboração do rascunho e a aprovação da versão final do manuscrito. Bastos LHP (0000-0001-6965-6903)\*, Cardoso MHWM (0000-0002-8963-8777)\* e Nóbrega AW (0000-0002-8369-9528)\* contribuíram para a concepção, o planejamento, a revisão crítica do conteúdo e a aprovação da versão final do manuscrito. ■

## Referências

1. Brasil. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. Saúde da criança: crescimento e desenvolvimento. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2012.
2. Victora CG, Bahl R, Barros AJD, et al. Breastfeeding in the 21st century: Epidemiology, mechanisms, and lifelong effect. *Lancet*. 2016; 387(10017):475-490.
3. Brasil. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. Saúde da criança: aleitamento materno e alimentação complementar. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2015.
4. Zhang Q, Lu Z, Chang C-H, et al. Dietary risk of neonicotinoid insecticides through fruit and vegetable consumption in school-age children. *Environ. Int.* 2019; (126):672-681.
5. Brasil. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 16 Jul 1990.
6. Brasil. Ministério da Educação. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*. 23 Dez 1996.

\*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

7. Brasil. Constituição, 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal; 1988.
8. Brasil. Ministério da Educação. Portal do FNDE/PNAE. [Brasília, DF]: Ministério da Educação; [data desconhecida]. [acesso em 2020 set 25]. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/programas/pnae>.
9. Brasil. Ministério da Educação. Lei no 11.947 de 16 de junho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica e dá outras providências. Diário Oficial da União. 17 Jun 2009.
10. Moraes MD, Oliveira NAM. Produção orgânica e agricultura familiar: obstáculos e oportunidades. Desenvolvimento Socioeconômico debate. 2017; 3(1):19.
11. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Relatórios de comercialização de agrotóxicos. [Brasília, DF]: Ministério do Meio Ambiente; [data desconhecida]. [acesso em 2021 jul 30]. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>.
12. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Painel de monografias de agrotóxicos. [Brasília, DF]: Ministério da Saúde; [data desconhecida]. [acesso em 2021 jul 30]. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/acessoainformacao/dadosabertos/informacoes-analiticas/monografias-de-agrotoxicos>.
13. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários – AGROFIT. [Brasília, DF]: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; [data desconhecida]. [acesso em 2021 jul30]. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons).
14. Mcdaniel KL, Moser VC. Utility of a neurobehavioral screening battery for differentiating the effects of two pyrethroids, permethrin and cypermethrin. Neurotoxicol Teratol. 1993; 15(2):71-83.
15. Smith TJ, Soderlund DM. Actions of the pyrethroid insecticides cismethrin and cypermethrin on house fly Vssc1 sodium channels expressed in xenopus oocytes. Arch Insect Biochem Physiol. 1998; 38(3):126-136.
16. Iñigo-Nuñez S, Herreros MA, Encinas T, et al. Estimated daily intake of pesticides and xenoestrogenic exposure by fruit consumption in the female population from a Mediterranean country (Spain). Food Control. 2010; 21(4):471-477.
17. Pires DX, Caldas ED, Recena MCP. Pesticide use and suicide in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. Cad. Saúde Pública. 2005; 21(2):598-605.
18. Freire C, Koifman S. Pesticides, depression and suicide: A systematic review of the epidemiological evidence. Int J Hyg Environ Health. 2013; 216(4):445-460.
19. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). Relatório das amostras analisadas no período de 2017-2018. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2019.
20. Lehotay SJ, Maštovská K, Yun SJ. Evaluation of two fast and easy methods for pesticide residue analysis in fatty food matrixes. J AOAC Int. 2005; 88(2):630-638.
21. Rio de Janeiro. Secretaria Municipal de Educação. Merenda/Cardápio Escolar. [Rio de Janeiro]: Secretaria Municipal de Educação; [data desconhecida]. [acesso em 2020 set 25]. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/11742619/4296806/ANE-XOI.pdf>.
22. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano nacional de controle de resíduos e contaminantes em produtos de origem vegetal - PN-CRC/VEGETAL. [Brasília, DF]: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; [data desconhecida]. [acesso em 2021 jul30]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pncrcvegetal>.

23. Santana TEA. Validação e implementação de método multirresíduo de agrotóxicos na matriz arroz por UPLC-MS/MS. [monografia]. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde; 2018. 61 p.
24. Mendonça RAF. Validação e implementação de método analítico multirresíduo para determinação de agrotóxicos em banana por CLUE-EM/EM. [monografia]. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde; 2019. 72 p.
25. Martins JN. Agrotóxicos em feijão: otimização, validação e aplicação de método analítico multirresíduo. [monografia]. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde; 2020. 89 p.
26. Santana TEA. Avaliação de multirresíduos de agrotóxicos utilizando CLUE-EM/EM para análise de laranjas (in natura) e seus sucos [dissertação]. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde; 2020. 94 p.
27. Anastassiades M, Lehotay SJ, Štajnbaher D, et al. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and “dispersive solid-phase extraction” for the determination of pesticide residues in produce. *J AOAC Int.* 2003; 86(2):412-431.
28. European Commission. Document n° SAN-TE/12682/2019. Analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed. Europe: Directorate General for Health and Food Safety; 2020.
29. European Commission. Directiva 2006/125/CE of 5 December 2006 on processed cereal-based foods and baby foods for infants and young children. Europe: Official Journal of the European Union; 2006.
30. World Health Organization. WHO Child Growth Standards. [data desconhecida]. [acesso em 2021 jul 30]. Disponível em: <https://www.who.int/tools/child-growth-standards>.
31. Sociedade Brasileira de Pediatria. Manual de Alimentação: orientações para alimentação do lactente ao adolescente, na escola, na gestante, na prevenção de doenças e segurança alimentar. 4. ed. São Paulo: SBP; 2018. 172 p.
32. Goumenou M, Tsatsakis A. Proposing new approaches for the risk characterisation of single chemicals and chemical mixtures: The source related Hazard Quotient (HQS) and Hazard Index (HIS) and the adversity specific Hazard Index (HIA). *Toxicol Reports.* 2019; 6:632-636.
33. Song NE, Lee JY, Mansur AR, et al. Determination of 60 pesticides in hen eggs using the QuEChERS procedure followed by LC-MS/MS and GC-MS/MS. *Food Chem.* 2019; 298:125050.
34. National Institute of Public Health and the Environment. RIVM report 711701025 Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels. Bilthoven, the Netherlands: RIVM; 2001.
35. Klaassen CD. Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons. 7. ed. Kansas; 2008.
36. National Center for Biotechnology Information. PubChem. Bethesda, USA: National Library of Medicine; [data desconhecida]. [acesso em 2019 ago 1]. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>.
37. Brasil. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. *Diário Oficial da União.* 12 Jul 1989.
38. Organização Mundial da Saúde. Programa Internacional de Segurança Química. Substâncias químicas perigosas à saúde e ao ambiente. São Paulo: Cultura Acadêmica; 2008.
39. Carneiro FF, organizador. Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular; 2015.

40. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2017. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; 2020.
41. Wolansky MJ, Harrill JA. Neurobehavioral toxicology of pyrethroid insecticides in adult animals: A critical review. *Neurotoxicol Teratol*. 2008; 30(2):55-78.
42. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agrotóxicos: Informações Técnicas. [Brasília, DF]: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; [data desconhecida]. [acesso em 2021 jul 27]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/informacoes-tecnicas>.
43. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Publicada reclassificação toxicológica de agrotóxicos. [Brasília, DF]: Ministério da Saúde; [data desconhecida]. [acesso em 2021 jul 27]. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2019/publicada-reclassificacao-toxicologica-de-agrotoxicos>.
44. Portal Embrapa. Agricultura Familiar, Agroecologia e Produção Orgânica de alimentos. [Brasília, DF]: Embrapa; [data desconhecida]. [acesso em 2021 jul 25]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/clima-temperado/agroecologia>.
45. Azevedo FF, Pessôa VLS. O programa nacional de fortalecimento da agricultura familiar no Brasil: uma análise sobre a distribuição regional e setorial dos recursos. *Soc. Nat.* 2012; 23(3).
46. Brasil. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Brasil agroecológico. Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Pnapo). [Brasília, DF]: Ministério do Desenvolvimento Agrário; [data desconhecida]. [acesso em 2021 jul 27]. Disponível em: <http://www.agroecologia.gov.br/politica>.
47. Paraná. Lei nº 16.751, de 29 de dezembro de 2010. Institui, no âmbito do sistema estadual de ensino fundamental e médio, a merenda escolar orgânica. Publicado no Diário Oficial. 29 Dez 2010.
48. Paraná. Decreto nº 4.211, de 06 de março de 2020. Regulamenta a Lei nº 16.751, de 29 de dezembro de 2010, que institui a alimentação escolar orgânica no âmbito do sistema estadual de ensino fundamental e médio. Publicado no Diário Oficial. 6 Mar 2020.

---

Recebido em 30/09/2020

Aprovado em 29/11/2021

Conflito de interesses: inexistente

Suporte financeiro: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) - Código de Financiamento 001