

CONTAMINAÇÃO DO LEITE MATERNO POR AGROTÓXICOS E IMPLICAÇÕES NA SAÚDE INFANTIL: UMA REVISÃO SISTEMATIZADA

AGROCHEMICALS CONTAMINATION IN BREAST MILK AND IMPLICATIONS FOR INFANT HEALTH: A REVIEW

Amanda Souza Sandes¹
Tamires de Carvalho Amorim²
Vitória Pinheiro de Queiroz³
Laise Cedraz Pinto Matos⁴

RESUMO

Introdução: O aleitamento materno é uma via de eliminação de poluentes orgânicos persistentes, também conhecidos como agrotóxicos e pesticidas. Esta condição pode gerar conseqüências graves no crescimento infantil e alterações neurológicas em lactentes expostos a estes contaminantes. **Objetivo:** avaliar o impacto da contaminação do leite materno por agrotóxicos e suas implicações para saúde infantil. **Métodos:** as buscas desta revisão foram realizadas no *PubMed*, *Medline* e *Scopus* pelos descritores "*Milk, Human*", "*Pesticide*" ou "*Residue Pesticide*" e um total de 34 artigos foram selecionados. **Resultados:** Muitos estudos detectaram agrotóxicos no leite materno, especialmente organoclorados, em variadas concentrações. Dados controversos também foram identificados em relação ao baixo nível dos pesticidas no leite e baixa avaliação de risco para lactentes. Houve associação entre o nível de contaminação com características maternas como número de gestações, idade, ocupação, condições sociais, de saúde e alimentação; e efeitos deletérios aos lactentes como alterações no crescimento infantil, na microbiota e comportamentais. **Conclusão:** a concentração de resíduos de agrotóxicos no leite materno se relaciona à características maternas. Lactentes mais expostos e de gestoras que apresentam maior vulnerabilidade podem apresentar efeitos deletérios à saúde, necessitando de avaliação pediátrica vigilante. As práticas do aleitamento materno e da minimização do uso de agrotóxicos devem ser sempre encorajadas.

Palavras-chave: Aleitamento materno; Agrotóxicos; Leite materno; Pesticidas.

¹Graduanda em Nutrição pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Bahia. Brasil. E-mail: amandassandes@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8823-6701>

²Graduanda em Nutrição pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Bahia. Brasil. E-mail: tamiresamorim.c@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3159-8220>

³Graduanda em Nutrição pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Bahia. Brasil. E-mail: vipqueroz@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3995-9927>

⁴Professora adjunta da Universidade Federal da Bahia, Escola de Nutrição, Departamento de Ciência dos Alimentos. Doutora em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas (PIOS/UFBA). Mestre em Ciência de Alimentos pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Nutricionista pela União Metropolitana de Educação e Cultura (UNIME). Bahia. Brasil. E-mail: lcedraz@hotmail.com.

ABSTRACT

Introduction: Breastfeeding is one of the ways of eliminating persistent organic pollutants, also known as pesticides. This condition can have serious consequences on infant growth and neurological changes in breastfed and highly exposed babies. **Objective:** To evaluate the impact of contamination of human milk by pesticides and its implications for child health. **Methods:** the searches for this review were carried out in *PubMed*, *Medline* and *Scopus*. "Milk, Human", "Pesticide" or "Residue Pesticide" descriptors were used and a total of 34 articles were selected. **Results:** most studies have detected pesticides in human milk, especially organochlorines, in different concentrations. Controversial data has also been identified in relation to the low level of pesticides and low risk assessment for breastfed babies. Associations were found between the level of contamination and maternal characteristics such as number of pregnancies, age, occupation, social, health and food conditions; and deleterious effects on infants such as changes in child growth, microbiota and behavior. **Conclusion:** The concentration of pesticide residues in breast milk is correlated with maternal characteristics. the most exposed babies and those of managers who are more vulnerable may have harmful health effects, requiring vigilant pediatric evaluation. The practices of breastfeeding and minimizing the use of pesticides should always be encouraged.

Keywords: Breastfeeding; Agrochemicals; Human milk; Pesticides.

INTRODUÇÃO

O aleitamento materno possui inúmeros benefícios, tanto para a mãe quanto para o bebê. Além de ser um alimento completo em aspectos nutricionais, pode atuar prevenindo infecções, alergias e, até mesmo, doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) na vida adulta, a exemplo do diabetes melito¹. Desta forma, tanto a Organização Mundial da Saúde (OMS), como o Ministério da Saúde do Brasil recomendam a duração do aleitamento materno exclusivo até os 6 meses de vida da criança, e complementado até os 2 anos de idade ou mais².

O leite materno é produzido pelas glândulas alveolares, e durante este processo componentes do leite e seus precursores deslocam-se da corrente sanguínea para as células epiteliais alveolares da mama, podendo assim carrear substâncias químicas correspondentes a concentrações existentes no organismo da lactante para o leite³, tais como drogas/medicamentos, alérgenos alimentares e contaminantes ambientais⁴, como os poluentes orgânicos persistentes (POP).

Os POP, também conhecidos como pesticidas ou agrotóxicos, são compostos produzidos pelo homem e são resistentes à degradação ambiental⁵. Devido às características hidrofóbicas e lipofílicas, uma vez introduzidos na cadeia alimentar, sofrem bioacumulação em tecidos ricos em lipídeos e podem causar sérios agravos à saúde como carcinogenicidade, neurotoxicidade e imunotoxicidade^{6;7;8}.

O ser humano está potencialmente mais exposto à contaminação por agentes tóxicos, uma vez que está no topo da cadeia alimentar e sofre diretamente

consequências da bioacumulação. Esta é mediada pela ingestão de substâncias contaminantes vegetais ou que outros animais, considerados comestíveis, ingeriram previamente. Apesar da dieta ser a principal fonte de contaminação por pesticida para o ser humano, há também a contaminação por via dérmica, exposição e inalação^{9,10}.

Desta forma, o leite materno se constitui como uma importante fonte de transferência dos agentes tóxicos, tais como os agrotóxicos, devido ao fato deste ser uma via de eliminação destas substâncias. Compostos como inseticidas organoclorados, por exemplo, podem ser transferidos para o bebê via leite materno, devido a essa mobilização de gorduras na secreção do leite materno. Sendo assim, o ato de amamentar pode se constituir em uma importante via de contaminação para lactentes¹¹. Além disso, a contaminação indireta por glifosato em lactantes tem sido descrita na literatura, sendo as principais fontes provenientes da água, ar e alimentos, devido à intensa utilização dos defensivos agrícolas na cadeia de produção alimentícia¹².

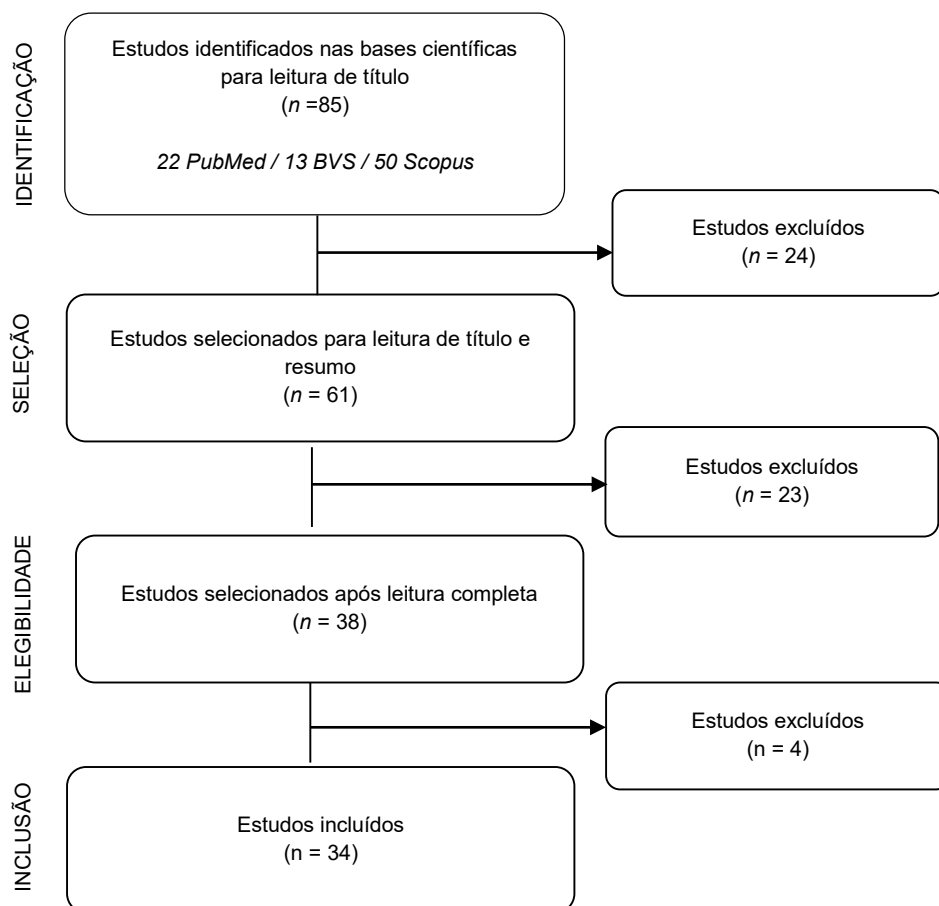
Como consequência dessa transferência de compostos químicos no leite materno, Marques¹³ discute que podem ocorrer alterações endócrinas nos lactentes, ocasionadas em detrimento da exposição aos pesticidas organoclorados (OCP), citando outros exemplos como os bifenilos policlorados (PCB), diclorodifeniltricloroetano (DDT) e diclorodifenildicloroetileno (DDE). Devido a disfunção endócrina potencialmente ocasionada por estes, pode acarretar em crescimento infantil inadequado e prejuízos ao desenvolvimento. Os efeitos, a longo prazo, estão relacionados a danos neurológicos e cognitivos, assim como alterações intelectuais nas crianças expostas¹⁴. Corralo *et al.*¹⁵ também encontraram variados efeitos deletérios causados pelos pesticidas presentes no leite materno, como alterações no desenvolvimento, disfunções no sistema nervoso e endócrino.

Diante do descrito, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistematizada sobre o impacto da contaminação do leite materno por POP, ressaltando-se a prevalência de detecção destes resíduos químicos no leite materno, os possíveis fatores e/ou características que influenciam esta condição e as implicações para saúde infantil.

METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão sistematizada da literatura, na qual foram realizadas buscas nas bases de dados *PubMed NCBI*, *Medline* e *Scopus*. Os descritores utilizados foram "Milk, Human" AND "Pesticide" OR "Residue Pesticide". A busca inicial dos estudos foi feita por três pesquisadores, de forma independente e cega. A seleção dos artigos se basearam em critérios como estudos originais realizados em humanos, publicados entre 2015 e 2020 e que abordavam o tema de interesse. O delineamento da identificação e seleção dos estudos está descrito na Figura 1, seguindo protocolo de diagrama do PRISMA 2020. A partir da pesquisa nas bases identificadas, foram encontrados 85 estudos, deste total, 34 artigos foram considerados elegíveis e fundamentaram a construção desta revisão.

Figura 1 – Fluxograma de seleção de estudos identificados na busca bibliográfica, segundo diagrama PRISMA 2020.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os principais desfechos dos artigos selecionados, que abordam tanto a detecção dos agrotóxicos do leite materno, os elementos relacionados à possível contaminação destes pesticidas, bem como os efeitos dessa transmissão para o binômio materno-infantil.

De acordo com os dados encontrados, a maioria dos estudos identificaram os compostos organoclorados como principais agrotóxicos encontrados no leite materno. Assim, é notória a prevalência da presença de hexaclorocicloexano (HCH), hexaclorobenzeno (HCB), DDT e seus metabólitos, como o DDE, e os ciclodienos, como aldrin, dieldrin, heptacloro e endossulfan no leite e, conseqüentemente, pode-se inferir a necessidade de esclarecimento dos efeitos destes compostos no organismo humano, quando carregados durante a amamentação. Todavia, Silva¹⁶, afirma que os compostos organoclorados não apresentam associação causa-efeito bem estabelecida, devido a presença de diferentes vias de absorção e devido ao tempo lento, no qual os sinais e sintomas podem emergir.

Apesar da maioria dos estudos encontrados identificarem alta prevalência de POPs em leite materno, destacando-se Müller, et al.⁷, Čechová et al.¹⁷ e Aerts et al.¹⁸ (Tabela 1), Du et al.¹⁹, McGuire et al.²⁰, Hajjar e Al-Salam²¹ e Yildizdas et al.¹⁰ identificaram quantidades pequenas destes compostos nos leites avaliados e/ou avaliação de risco de baixa em lactentes. McGuire et al.²⁰ mostraram que glifosato e o ácido aminometilfosfônico (AMPA) não foram detectados no leite materno, com isso, a exposição a estes não se configuraram como um risco para os bebês. No estudo realizado por Du et al.¹⁹, Limon-Miro et al.²² e Yasmeen et al.²³, os níveis dos pesticidas organoclorados não excederam a ingestão diária aceitável pelas diretrizes, demonstrando que não existe risco agravante da contaminação destes no leite e os autores ainda mencionam a segurança da prática do aleitamento.

No entanto, os estudos de Mamontova, Tarasova e Mamontov²⁴, Müller et al.⁷ e Xia et al.²⁵ (Tabela 1) trazem dados controversos quanto ao limite de ingestão diária e as quantidades detectadas de POP nas amostras. Mamontova, Tarasova e Mamontov²⁴ encontraram uma ingestão diária estimada, especificamente para DDT e PCB, maior que a ingestão diária aceitável. De maneira semelhante, Müller et al.⁷ e Xia et al.²⁵ demonstraram que os pesticidas estavam acima da ingestão diária tolerável provisória, o que pode acarretar em potenciais agravos à saúde do lactente (Tabela 1). Estes dados sugerem que, a depender do pesticida, hábitos alimentares, características individuais e tipo de ocupação podem influenciar na acumulação dos POP no organismo humano, assim como na transferência via leite materno.

Nos estudos de Klinčić et al.²⁶, Van Tung et al.²⁷, Yasmeen et al.²³, Bawa et al.²⁸ e Lenters et al.²⁹ (Tabela 1), foram encontradas associações significativas entre a interferência do número de gestações sobre a concentração dos resíduos tóxicos no leite materno. Quanto maior o número de gestações, associado ao maior período de aleitamento, menores foram as quantidades de resíduos de agrotóxicos presentes nas amostras. Desta forma, pode-se inferir que lactentes de mães multíparas se beneficiam de um fator protetor, visto que há uma menor exposição a esses agentes tóxicos provenientes da lactação. Esta relação pode estar associada a provável eliminação dos compostos tóxicos bioacumulados durante a amamentação dos primeiros lactentes.

Tabela 1 – Principais desfechos dos estudos que avaliaram a presença de resíduos agrotóxicos no leite materno e suas implicações.

Referências	Desfechos principais
<i>Detecção de resíduos de agrotóxicos em leite materno</i>	
Čechová <i>et al.</i> ⁴⁸ ; Chen <i>et al.</i> ⁴² ; Čechová <i>et al.</i> ¹⁷ ; Yildizdas <i>et al.</i> ¹⁰ ; Bawa <i>et al.</i> ²⁸ ; Lu <i>et al.</i> ³⁹ ; Aerts <i>et al.</i> ¹⁸ ; Müller <i>et al.</i> ⁷ ; Mamontova; Tarasova; Mamontov, ²⁴ ; Xia <i>et al.</i> ²⁵ ; Hartle <i>et al.</i> ⁴³	Alta a moderada prevalência de agrotóxicos específicos em amostras de leite materno.
Du <i>et al.</i> ¹⁹ ; Yildizdas <i>et al.</i> ¹⁰ ; Lu <i>et al.</i> ³⁹ ; Mcguire <i>et al.</i> ²⁰ ; Al Antary <i>et al.</i> ⁵¹ ; Limon-miro <i>et al.</i> ²² ; Yasmeen <i>et al.</i> ²³ ; Hajjar e Al-salam ²¹ ; Chávez-almazán <i>et al.</i> ³² ; Wasser <i>et al.</i> ⁵	Baixa prevalência e/ou concentração de agrotóxicos específicos no leite materno
<i>Concentração de agrotóxicos no leite materno associada à Ingestão Diária Aceitável (IDA)</i>	
Hajjar e Al-salam ²¹ ; Chávez-almazán <i>et al.</i> ³² ; Wasser <i>et al.</i> ⁵ ; Yasmeen <i>et al.</i> ²³ ; Klinčić <i>et al.</i> ²⁶	Concentrações detectadas não ultrapassaram os níveis de Ingestão Diária Aceitável (IDA), indicando que não há risco para lactentes.
Mamontova; Tarasova; Mamontov, ²⁴ ; Xia <i>et al.</i> ²⁵ ; Müller <i>et al.</i> ⁷	Concentrações detectadas foram acima e/ou próximas do limite tolerável de ingestão diária (IDA), o que sugere risco potencial para os lactentes.
<i>Associação da concentração de agrotóxicos no leite materno com características maternas</i>	
Lenters <i>et al.</i> ²⁹ ; Klinčić <i>et al.</i> ²⁶ ; Van Tung <i>et al.</i> ²⁷ ; Yasmeen <i>et al.</i> ²³ ; Bawa <i>et al.</i> ²⁸	Número de gestações: Concentrações de agrotóxicos no leite materno foram reduzidos em mulheres multíparas quando comparados com primíparas.
Yasmeen <i>et al.</i> ²³ ; Polanco <i>et al.</i> ³⁰ ; Eroğlu <i>et al.</i> ³⁴	Tipo de ocupação: -Maiores concentrações em leite materno de mulheres que trabalham na agricultura e colheita, também associadas à duração da atividade; -Evidências de contaminação de agrotóxicos em leite materno que refletem o uso de produtos proibidos e pesticidas restritos nas atividades de agricultura e pecuária.

Referências	Desfechos principais
Yasmeen <i>et al.</i> ²³ ; Bányiová <i>et al.</i> ³¹	Idade materna: - Correlação entre a idade materna e maior concentração de agrotóxicos no leite materno; - Concentrações mais altas em mães de maior idade, indicando maior tempo de exposição.
Chen <i>et al.</i> ³⁷ ; Yalçin <i>et al.</i> ³⁸	Condições de saúde: - Maior quantidade de resíduos de agrotóxicos no leite humano relacionados às mães que receberam tratamento médico para infertilidade, drogas hormonais e outras condições individuais como duração do fluxo menstrual. - Os níveis detectados foram correlacionados positivamente com algumas psicopatologias maternas.
Antignac <i>et al.</i> ³⁶	Estilo de vida: - Foram encontradas associações sócio-comportamentais e de estilo de vida que influenciam em maior contaminação no leite materno
Lu <i>et al.</i> ³⁹ ; Lenters <i>et al.</i> ²⁹ ; Aerts <i>et al.</i> ¹⁸ ; Čechová <i>et al.</i> ¹⁷ ; Chen <i>et al.</i> ³⁷	Fatores dietéticos - Associação positiva entre a detecção de agrotóxicos no leite materno e o consumo de peixes gordurosos; - Associação positiva com o consumo de leite e carnes bovinas.
<i>Efeitos deletérios aos lactentes associados aos níveis de agrotóxicos no leite materno</i>	
Van Tung <i>et al.</i> ²⁷ ; Yalçin <i>et al.</i> ³⁸ ; Criswell <i>et al.</i> ⁴⁶ ; Costet <i>et al.</i> ⁴⁶	Efeitos no crescimento infantil: - Níveis de contaminantes no leite materno foram inversamente proporcionais com o desfecho de baixo peso ao nascer e baixo perímetro cefálico; - Recém-nascidos expostos a altos níveis de agrotóxicos no leite materno apresentaram crescimento infantil reduzido.
Lenters <i>et al.</i> ²⁹ ; Forns <i>et al.</i> ⁴⁷ ; Yalçin <i>et al.</i> ³⁸	Desempenho cognitivo/comportamental: - Lactentes mais expostos apresentaram menor desempenho cognitivo, socioemocional e maior risco de diagnóstico de Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH); - Maiores concentrações de agrotóxicos no leite materno foram associadas a problemas comportamentais nos lactentes e foram correlacionados positivamente com problemas de vínculo mãe-filho.

Iszatt *et al.*⁴⁹

Microbiota intestinal:

- Menor população de *Lactobacillus* e maior variação de ácidos graxos de cadeia curta em lactentes mais expostos.

Du *et al.*¹⁹; Yildizdas *et al.*¹⁰

Nenhuma associação com dados antropométricos:

- Nenhuma associação entre os níveis de agrotóxicos no leite materno com características maternas e alterações no crescimento infantil.

Além do número de gestações, outros fatores potenciais como duração da amamentação e idade das mães, podem interferir na concentração dos pesticidas organoclorados no leite materno, assim como os alimentos ingeridos por estas, o que reflete o uso de pesticidas e utilização de químicos proibidos na agricultura e pecuária^{21;30}. No entanto, o número de filhos, assim como a idade das mães são os mais dominantes. Em outro estudo, realizado por Bányiová *et al.*³¹, foi indicado que mães mais velhas apresentaram maior concentração de PCB e OCP no leite materno, assim como achados de Yasmeen *et al.*²³ também sugeriram correlação entre a idade materna e maior concentração de OCP (Tabela 1). Esses resultados não corroboram com Du *et al.*¹⁹, visto que, segundo os autores, não foi observada associação significativa entre as concentrações de pesticida, neste caso o DDE, PCB, OCP e éteres difenílicos polibromados (PBDE) com as variáveis analisadas, tais como idade materna e o número de gestações (Tabela 1).

Além disso, dados sobre a concentração dos pesticidas ao decorrer da lactação foram descritos por Chávez-Almazán *et al.*³² e Du *et al.*³³, que observaram que há menor excreção destes compostos ao longo dos meses nos quais as mães amamentam seus filhos.

Eroğlu *et al.*³⁴ encontraram bifenilos policlorados em quase todas as amostras de leite de trabalhadoras agrícolas sazonais, o que pode ser atribuído à aplicação no cultivo realizada por elas. Semelhante ao exposto, nos estudos realizados por Yasmeen *et al.*²³ e Polanco *et al.*³⁰ também foram identificadas associações positivas entre a concentração de pesticidas em amostras de leite materno com a duração da atividade de colheita de algodão (Tabela 1). Dados brasileiros indicam a utilização de agrotóxicos por mais de 60% dos trabalhadores rurais e desconhecimento deles a respeito dos nomes dos produtos aplicados, bem como sobre lavagem adequada dos equipamentos utilizados³⁵. Isto implica em maior vulnerabilidade à contaminação para as trabalhadoras rurais, tanto pela ingestão dietética, como pelo manuseio inadequado destes contaminantes. Dessa forma, pode-se inferir que estas ocupações apresentam maior impacto de contaminação do leite materno, sendo necessária uma maior atenção para essas mulheres, com informações sobre as consequências da exposição aos pesticidas e sobre os métodos seguros e adequados de manipulação e aplicação, como medida paliativa.

Outras associações sócio-comportamentais encontradas neste estudo, além do local de trabalho destas mulheres, foram o fluxo menstrual médio (maior que cinco dias ou menor que três dias), ingestão hormonal de medicamentos, tratamento para infertilidade, processos cirúrgicos ginecológicos, renda familiar baixa, hábitos alimentares e outro fatores correspondentes ao estilo de vida, como condições que influenciam os níveis de contaminantes no leite materno e riscos associados para o binômio materno-infantil^{36;37} (Tabela 1). De acordo com esses achados, Yalçın *et al.*³⁸, também mostraram relações entre agrotóxicos, especificamente o epóxido de heptacloro, e menor vínculo mãe-filho e psicopatologias maternas, além de também encontrar correlação inversa entre renda familiar e contaminação do leite.

Quanto aos fatores dietéticos que podem influenciar a concentração de POP no leite materno, Lu *et al.*³⁹, Čechová *et al.*¹⁷, Lenters *et al.*²⁹ e Aerts *et al.*¹⁸ sugeriram uma possível associação entre o consumo de peixes, principalmente os gordurosos,

e Chen *et al.*³⁷ entre o consumo de leite e carnes bovinas (Tabela 1). De acordo Nunes e Tajara⁴⁰, os compostos organoclorados, a exemplo do DDT, comumente estão presentes na cadeia alimentar, visto que se armazenam no tecido de animais, se acumulando na porção lipofílica. Desta forma, a própria exposição a estes alimentos pode propiciar a bioacumulação desses agentes tóxicos no organismo humano. Com isso, é importante lembrar das adaptações metabólicas decorrentes do período gestacional, que faz com que estoques de tecido adiposo da mãe sejam mobilizados para a produção do leite. Desta forma, devido a grande afinidade destes compostos pela porção gordurosa, em detrimento da sua composição química, o leite materno se constitui como um importante veículo dos mesmos para o lactente⁴¹.

Chen *et al.*⁴² e Hartle *et al.*⁴³ ao analisarem o leite humano detectaram a presença de variados pesticidas. Ao considerar que o leite materno é o único e/ou principal alimento oferecido ao bebê até os seis meses de vida, caracterizando assim o ápice da cadeia alimentar, o bebê pode receber uma maior carga de contaminantes eliminados por essa via. Desta forma, em detrimento da maior vulnerabilidade e imaturidade do organismo do lactente⁴⁴, é requerida uma maior atenção aos contaminantes que, porventura, podem estar presentes, provocando danos à saúde deste.

Em relação aos parâmetros de crescimento infantil, os estudos de Criswell *et al.*⁴⁵ e Costet *et al.*⁴⁶ apresentaram achados relevantes sobre alterações na velocidade do crescimento das crianças como consequência da exposição ao HCH e a clordecona, respectivamente. Corroborando com este dado, Yalçın *et al.*³⁸ relataram altos níveis de DDT e HCH associados a menores valores de perímetro cefálico aos 8 meses de vida. Van Tung *et al.*²⁷ também identificaram associação entre a exposição a agentes tóxicos como PCDDs e PCDFs com desfechos com baixo peso ao nascer (Tabela 1). Porém, Du *et al.*³³ não observaram relação entre a presença dos pesticidas com dados antropométricos. Como muitos estudos comprovam associação positiva entre nível de contaminação do leite materno e interferências antropométricas de lactentes, estas crianças, sendo amamentadas por mães que apresentam maiores fatores de risco, precisam seguir acompanhamento pediátrico de desenvolvimento e crescimento mais vigilantes e criteriosos.

Forns *et al.*⁴⁷, Čechová *et al.*⁴⁸, Čechová *et al.*¹⁷ e Bawa *et al.*²⁸ demonstraram que a identificação dos pesticidas na maioria das amostras se constitui como um dado alarmante, principalmente aos grupos mais vulneráveis como bebês e crianças. Čechová *et al.*¹⁷ discutem que, mesmo em concentrações pequenas, estes compostos químicos possuem um potencial de neurotoxicidade, podendo acarretar em prejuízos cerebrais, comprometendo, assim, o desenvolvimento neurológico.

Quanto à microbiota humana, apenas um estudo de Iszatt *et al.*⁴⁹ apresentou correlação com os tóxicos ambientais (Tabela 1). Eles concluem que os compostos químicos tipo dioxina podem interferir na composição e função desta microbiota dos lactentes, por diminuir *Lactobacillus* e produção de ácidos graxos de cadeia curta. A disbiose intestinal pode ser estabelecida pela exposição aos Poluentes Orgânicos Persistentes e então essa exposição pode levar a um estado pró-inflamatório⁵⁰.

Alguns autores como Al Antary *et al.*⁵¹, Hajjar e Al-Salam²¹, Chen *et al.*³⁷, Chávez-Almazán *et al.*³², Wasser *et al.*⁵, Bawa *et al.*²⁸ e Du *et al.*³³ discutem que as concentrações de POP detectadas abaixo do Limiar médio registrado (LMR) ou da Ingestão Diária Real (IDR) foram resultantes de políticas positivas quanto à restrição do uso cultural e econômico destes produtos químicos em setores industriais e agrícolas. Todavia, a realidade brasileira é contrária à prática dos países citados nos estudos, uma vez que há um crescimento de permissão de uso de pesticidas no país, impulsionado por décadas pelo modelo agrário hegemônico⁵². Levando em consideração o direito humano a uma alimentação segura e adequada e o próprio conceito de segurança alimentar e nutricional (SAN), a contaminação por agrotóxicos no leite materno, decorrente dos veículos alimentares, se configura como uma violação desses direitos⁵³.

Entretanto, os estudos reforçam que, embora tenham sido detectados níveis de pesticidas organoclorados no leite, a amamentação deve continuar sendo incentivada devido ao maior número de benefícios em relação ao risco, reforçando a importância do aleitamento materno para o crescimento e desenvolvimento da criança, assim como a possível influência positiva maior sobre os efeitos negativos e agravos ocasionados pela exposição a estes agentes.

Portanto, atividades de promoção de alimentação saudável e medidas de conscientização, com base na difusão de informações, devem ser tomadas por profissionais da saúde. Além disso, o governo deve incentivar a vigilância em SAN e políticas públicas de proteção aos cidadãos, inclusive às lactantes, que promovem a nutrição de seus filhos a partir do aleitamento materno, mas também transmitem substâncias tóxicas aos lactentes por este meio.

CONCLUSÃO

Os achados identificam importante prevalência de agrotóxicos no leite humano, com ênfase para os compostos organoclorados, e transferência destes para o lactentes. Dentre os desfechos principais encontram-se efeitos no desenvolvimento e crescimento infantil, psicossociais e neurológicos. No entanto, outros estudos apontaram também baixo nível de detecção e de avaliação de risco. Estes dados controversos refletem que a concentração destes compostos químicos no leite materno se relaciona a fatores ambientais, tais como localidade da população, fatores ocupacionais, especialmente associados à exposição na agricultura, fatores individuais, como idade, número de gestações, condições médicas, fatores sociais, como renda e nível de educação, e fatores dietéticos, como hábitos de consumo de alimentos que estão contaminados e no processo da bioacumulação.

Em detrimento aos benefícios do leite materno que já são bem reconhecidos na literatura e que o aleitamento deve ser sempre encorajado, uma atenção especial deve ser conduzida especialmente para lactentes que apresentam os fatores de vulnerabilidade para a bioacumulação dos POP, no que concerne parâmetros de avaliação pediátrica de desenvolvimento e crescimento vigilantes e criteriosos.

Reforça-se a importância da fiscalização quanto ao uso dos agentes tóxicos, assim como o incentivo às pesquisas a fim de identificar os possíveis efeitos a longo prazo da exposição aos pesticidas, visando minimizar o uso dos agrotóxicos, de maneira a valorizar prioritariamente alternativas agroecológicas.

REFERÊNCIAS

1. Levy, L.; Bértolo, H. Manual de aleitamento materno. Lisboa. Comité Português para a UNICEF. 2008.
2. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Guia alimentar para crianças brasileiras menores de 2 anos / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção Primária à Saúde, Departamento de Promoção da Saúde – Brasília: Ministério da Saúde, Brasília, 2019.
3. Palma, D. C. A. Agrotóxicos em leite humano de mães residentes em Lucas do Rio Verde–MT (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 2011.
4. Accioly, E.; Saunders, C. & Lacerda, E. M. de A. Nutrição em Obstetrícia e Pediatria. Cultura Médica. 2009; 1 (2).
5. Wasser, J. et al. Biological monitoring of Persistent Organic Pollutants in human milk in Israel. Chemosphere. 2015; 137 (1): 185-191.
6. Luzardo, O. P. et al. Multi-residue method for the determination of 57 Persistent Organic Pollutants in human milk and colostrum using a QuEChERS-based extraction procedure. Anal. Bioanal. Chem. 2013; 405 (29): 9523-9536
7. Müller, M. H. B. et al. Organochlorine pesticides (OCP) and polychlorinated biphenyls (PCB) in human breast milk and associated health risks to nursing infants in Northern Tanzania. Environ. Res. 2017; 154 (1): 425-434.
8. Mrema, E. J. et al. Persistent organochlorinated pesticides and mechanisms of their toxicity. Toxicology. 2012; 307 (1): 74-88.
9. D'amato, C.; Torres, J. P. M.; Malm, O. DDT (dicloro difenil tricloroetano): toxicidade e contaminação ambiental - uma revisão. Quím. Nova. 2002; 25(6): 995-1002.
10. Yildizdas, H. Y. et al. Non-persistent pesticides in breast milk in an agricultural area in Turkey. J. Matern. Fetal Neonatal Med. 2018; 32 (14): 2387-2392.

11. Shen, H. et al. From mother to child: Investigation of prenatal and postnatal exposure to persistent bioaccumulating toxicants using breast milk and placenta biomonitoring. *Chemosphere*. 2007; 67 (9):.256-262.
12. Camiccia, M. et al. Perfil do aleitamento materno e contaminação por glifosato em lactantes do município de Francisco Beltrão-PR, Francisco Beltrão, 2019.
13. Marques, J. P. L. D. Resíduos de pesticidas Organoclorados em leite materno. (Dissertação de Mestrado). Universidade de Coimbra. 2016.
14. Farhang, Lili et al. Association of DDT and DDE with Birth Weight and Length of Gestation in the Child Health and Development Studies, 1959–1967. *Am. J. Epidemiol.* 2005; 162 (8): 717-725.
15. Corralo, V. S. et al. Presença De Pesticidas Organoclorados No Leite Materno: Fatores De Contaminação E Efeitos À Saúde Humana. *Hygeia (Uberlândia)*. 2016; 101-108.
16. Silva, Gabriela Ramos da. Níveis de Agrotóxicos Organoclorados e Perfil Alimentar na Cidade dos Meninos, Duque de Caxias-RJ, Brasil, entre 2003 e 2004. Dissertação (Mestrado) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca Ensp. 2012.
17. Čechová, E. et al. Legacy and alternative halogenated flame retardants in human milk in Europe: implications for children's health. *Environ. Int.* 2017; 108: 137-145.
18. Aerts, R. et al. Determinants of persistent organic pollutant (POP) concentrations in human breast milk of a cross-sectional sample of primiparous mothers in Belgium. *Environ. Int.* 2019; 131 (1): 104979.
19. Du, J. et al. Pesticides in human milk of Western Australian women and their influence on infant growth outcomes: A cross-sectional study. *Chemosphere*. 2017; 167 (1): 247-254.
20. Mcguire, M. K. et al. Glyphosate and aminomethylphosphonic acid are not detectable in human milk. *Am. J. Clin. Nutr.* 2016; 103 (5) :1285-1290.
21. Hajjar, M. J.; Al-salam, A. Organochlorine pesticide residues in human milk and estimated daily intake (EDI) for the infants from eastern region of Saudi Arabia. *Chemosphere*. 2016; 164 (1): 643-648.
22. Limon-miro, A. T. et al. Breast milk intake and mother to infant pesticide transfer measured by deuterium oxide dilution in agricultural and urban areas of Mexico. *Chemosphere*. 2017; 181 (1): 682-689.
23. Yasmeen, H. et al. Risk profile and health vulnerability of female workers who pick cotton by organochlorine pesticides from southern Punjab, Pakistan. *Environ. Toxicol. Chem.* 2017; 36 (5): 1193-1201.

24. Mamontova, E. A.; Tarasova, E. N.; Mamontov, A. A. PCB and OCP in human milk in Eastern Siberia, Russia: Levels, temporal trends and infant exposure assessment. *Chemosphere*. 2017; 178 (1): 239-248.
25. Xia, D. et al. Human exposure to short-and medium-chain chlorinated paraffins via mothers' milk in Chinese urban population. *Environ. Sci. Technol.* 2017; 51 (1): 608-615.
26. Klinčić, D. et al. Organochlorine pesticides and PCB (including dl-PCB) in human milk samples collected from multiparae from Croatia and comparison with primiparae. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 2016; 45 (1):74-79.
27. Van tung, Dao et al. Low birth weight of Vietnamese infants is related to their mother's dioxin and glucocorticoid levels. *J. Env. Sci. Poluir. Res.* 2016; 23 (11):10922-10929.
28. Bawa, P. et al. Persistent Organic Pollutants Residues in Human Breast Milk from Bathinda and Ludhiana Districts of Punjab, India. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 2018; 75 (4): 512-520.
29. Lenters, V. et al. Early-life exposure to persistent organic pollutants (OCPs, PBDEs, PCBs, PFASs) and attention-deficit/hyperactivity disorder: A multi-pollutant analysis of a Norwegian birth cohort. *Environ. Int.* 2019; 125 (1): 33-42.
30. Polanco, et al. Levels of persistent organic pollutants in breast milk of Maya women in Yucatan, Mexico. *Environ. Monit. Assess.* 2017; 189 (2).
31. Bányiová, K. et al. Long-term time trends in human intake of POPs in the Czech Republic indicate a need for continuous monitoring. *Environ. Int.* 2017; 108 (1) 1-10.
32. Chávez-almazán, L. A. et al. Influence of Breastfeeding Time on Levels of Organochlorine Pesticides in Human Milk of a Mexican Population. *Bulletin Environ. Contam. Toxicol.* 2016; 96 (2): 168-172.
33. Du, et al. Longitudinal study of pesticide residue levels in human milk from Western Australia during 12 months of lactation: Exposure assessment for infants. *Sci Rep.*, 2016, 6 (1).
34. Eroğlu, et al. Persistent Organic Chlorinated Compound Residues in the Breast Milk of Female Seasonal Agricultural Workers. *J. Occup. Environ. Med.*, 2018, 60(9):860–866.
35. Siqueira, et al. Análise da exposição de trabalhadores rurais a agrotóxicos. *Rev. Bras. Promoç. Saúde*, 2013, v. 26, n. 2, p. 182-191.
36. Antignac, et al. Country-specific chemical signatures of persistent organic pollutants (POP) in breast milk of French, Danish and Finnish women. *Environ. Pollut.*, 2016, 218, 728–738.

37. Chen, M. et al. Association between Organochlorine Pesticide Levels in Breast Milk and Their Effects on Female Reproduction in a Taiwanese Population. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2018, [s.l.], v. 15, n. 5, p.931-935.
38. Yalçın, et al. Organochlorine pesticide residues in breast milk and maternal psychopathologies and infant growth from suburban area of Ankara, Turkey. *Int. J. Environ. Health Res.*, 2014, 25(4), 364–372.
39. Lu, D. et al. Organochlorine pesticides and their metabolites in human breast milk from Shanghai, China. *J. Env. Sci. Pollut. Res.*, 2015, v. 22, n. 12, p. 9293-9306.
40. Nunes, M. V.; Tajara, E. H. Efeitos tardios dos praguicidas organoclorados no homem. *Rev. Saúde Pública*, 1998, v. 32, p. 372-382.
41. Wang, Y. et al. Exposure of mother–child and postpartum woman–infant pairs to DDT and its metabolites in Tianjin, China. *Sci. Total Environ.*, 2008, v. 396, n. 1, p.34-41, jun. 2008.
42. Chen, Y. et al.. Persistent organic pollutants in matched breast milk and infant faeces samples. *Chemosphere*, 2015, v. 118, p. 309-314.
43. Hartle, Jennifer C. et al. Chemical contaminants in raw and pasteurized human milk. *J. Hum. Lact.*, 2018, v. 34, n. 2, p. 340-349.
44. Guimarães, R. M.; Asmus, C. I. R. F. Por que uma saúde ambiental infantil? Avaliação da vulnerabilidade de crianças a contaminantes ambientais. *Pediatria*, 2010, v. 32, n. 4, p. 239-245.
45. Criswell, R. et al. Persistent environmental toxicants in breast milk and rapid infant growth. *Ann. Nutr. Metab.*, 2017, v. 70, n. 3, p. 210-216.
46. Costet, N. et al. Perinatal exposure to chlordecone and infant growth. *Environ. res.*, 2015, v. 142, p. 123-134.
47. Forns, Joan et al. Novel application of statistical methods for analysis of multiple toxicants identifies DDT as a risk factor for early child behavioral problems. *Environ. Res.*, 2016, v. 151, p. 91-100.
48. Čechová, E. et al. Developmental neurotoxicants in human milk: Comparison of levels and intakes in three European countries. *Scienc. total Environ.*, 2017, v. 579, p. 637-645.
49. Iszatt, et al.. Environmental toxicants in breast milk of Norwegian mothers and gut bacteria composition and metabolites in their infants at 1 month. *Microbiome*, 2019. v. 7, n. 34.
50. Defois, et al. Food Chemicals Disrupt Human Gut Microbiota Activity And Impact Intestinal Homeostasis As Revealed By In Vitro Systems. *Sci Rep.*, 2018, v. 8, n. 11006.

51. Al-Antary, T. M. et al. Organochlorine pesticides residues in human breast milk from the middle governorates in Jordan in 2013/2014. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 2017, v. 99, n. 1, p. 89-92.
52. Portos, M. F.; Soares, W.L. Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: um panorama da realidade agrícola brasileira e propostas para uma agenda de pesquisa inovadora. Rev. Bras. Saúde Ocup., 2012. [s.l.].
53. Menck, V. F.; Cossella, K. G.; Oliveira, J. M. DE. Resíduos de agrotóxicos no leite humano e seus impactos na saúde materno-infantil: resultados de estudos brasileiros. Seg. Alim. Nutr., 2015, v. 22, n. 1, p. 608-617, 4.

Artigo recebido em: 30/09/2021

Artigo aprovado em: 25/01/2022

Artigo publicado em: 15/02/2022