

# BISFENOL A E OS RISCOS À SAÚDE EM MATERIAIS DE CONTATO COM ALIMENTOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Emilly Davel Maria<sup>1</sup>, Matheus Cassini da Silva<sup>1</sup>. Mary Zanadreja dos Santos  
Gambarini Coelho<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Acadêmicos do curso de Nutrição da Faculdade Multivix de Cariacica.

<sup>2</sup> Nutricionista, Mestre, Coordenadora do Curso de Nutrição da Faculdade Multivix Cariacica.

## RESUMO

O Bisfenol A (BPA) é um composto químico utilizado na fabricação de plásticos e presente em diversos produtos do cotidiano, como embalagens de alimentos, garrafas, brinquedos e dispositivos médicos. Além de atuar como desregulador endócrino, o BPA está associado a doenças como câncer, obesidade e infertilidade. Sua absorção pelo ser humano ocorre principalmente pela ingestão de alimentos e líquidos contaminados. Estudos confirmaram sua ação disruptora hormonal, afetando o sistema imunológico, neuroendócrino e reprodutivo, e podendo induzir mutações e câncer. No Brasil, a Anvisa restringiu o uso do BPA em mamadeiras, mas permite sua utilização limitada em outros produtos. Este estudo aborda a presença e concentração de BPA em alimentos, seus mecanismos de toxicidade e impactos na saúde, propondo medidas para lidar com essa substância nociva.

**Palavras-chave:** Alimentos, Bisfenol A, Recomendações Nutricionais, Lixiviação.

## 1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho é discutido o impacto potencial do bisfenol na contaminação de alimentos, abordando os riscos associados à saúde humana. São apresentados e analisados estudos que abordam a presença de bisfenol em alimentos, os mecanismos de contaminação e as medidas para mitigar esses riscos.

O bisfenol A, também conhecido como BPA, é um composto químico que pertence à classe dos compostos difenilmetanos e atua como disruptor endócrino. Ele é frequentemente utilizado na produção de plásticos, principalmente na fabricação de policarbonato e resinas epóxi. Esses plásticos são usados em uma variedade de produtos, incluindo garrafas plásticas, recipientes para alimentos, revestimentos

internos de latas de alimentos e bebidas, equipamentos médicos, componentes eletrônicos e muito mais (DARONCH, 2020; SILVA, 2023).

O BPA começou a ser estudado como uma substância potencialmente prejudicial à saúde humana no final do século XX, onde a preocupação inicial com o BPA estava relacionada à sua presença em produtos de plástico e revestimentos de latas de alimentos. Vários cientistas e pesquisadores contribuíram significativamente para a compreensão dos riscos do BPA à saúde humana, como a cientista ambiental Theo Colborn, que foi uma das primeiras a alertar sobre os efeitos adversos do BPA e de outros disruptores endócrinos em seu livro "Our Stolen Future" (1996) (COLBORN; DUMANOSKI; MYERS, 1997).

Frederick vom Saal, biólogo conhecido por seu trabalho pioneiro sobre os efeitos hormonais do BPA e suas implicações para a saúde, é outro pesquisador importante na produção de conhecimentos sobre o BPA. Desde as preocupações iniciais, inúmeras pesquisas foram realizadas para avaliar os efeitos do BPA na saúde humana. Essas pesquisas incluíram estudos epidemiológicos, estudos em animais e pesquisas *in vitro*. Alguns dos principais conhecimentos produzidos mostram que a exposição ao BPA está associada a problemas reprodutivos, como diminuição da qualidade do esperma e disfunção ovariana em animais e humanos (HUNT *et al*, 2003). Efeitos no desenvolvimento humano também fazem parte dos estudos realizados, e associam o BPA a alterações no desenvolvimento fetal e infantil, incluindo distúrbios comportamentais e cognitivos (BRAUN *et al*, 2009). Outros efeitos negativos à saúde já foram e estão sendo investigados, como a indicação de que o BPA pode estar ligado a distúrbios metabólicos, como obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares (RICHTER *et al*, 2007).

Estudos confirmaram sua ação antiandrogênica e efeitos semelhantes ao estrogênio, que conferem muitos impactos negativos à saúde, especialmente no sistema imunológico, no processo neuroendócrino e no mecanismo reprodutivo. Além disso, também pode induzir mutagênese e carcinogênese, conforme pesquisas científicas recentes (MANZOOR *et al*, 2022).

Em virtude disso, no Brasil, a Anvisa proíbe a fabricação e importação de mamadeiras para uso de bebês com até 23 meses de idade, ainda assim o BPA pode ser utilizado na comercialização de outros produtos, desde que tenha um limite de 0,6mg/kg em sua fabricação (BRASIL, 2011). Este estudo teve como objetivo traçar a

evolução das opiniões científicas quanto à ingestão diária tolerável para BPA e seu limite de migração específico de materiais plásticos em contato com alimentos.

Os materiais enlatados podem ser uma fonte significativa de adulteração de alimentos devido ao contato direto, uma vez que resinas epóxi são utilizadas para proteger a lata por dentro, eles são usados em outras indústrias, como a indústria de tintas, fabricação de papéis térmicos, discos compactos, eletrônicos etc. (BROWN *et al*, 2022). Durante o século XX, houve um notável aumento na utilização de polímeros, como policarbonatos, polissulfonas, poliácridatos e resinas epóxi, que continham Bisfenol A (HUNT *et al*, 2012). Desde então, o BPA tem sido amplamente utilizado em materiais de embalagem de alimentos, garrafas de água para viagem e revestimentos para latas, causando exposição humana à substância por meio de alimentos e bebidas (HUNT *et al*, 2012).

O consumo de BPA pelos seres humanos, que ocorre quando esse composto migra para os alimentos em contato com recipientes plásticos, apresenta um problemático e alarmante impacto na saúde pública, bem como implicações financeiras relacionadas ao risco de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs). Portanto, é crucial investigar e monitorar as opiniões científicas em constante evolução sobre a ingestão diária tolerável de BPA e os limites de migração em materiais plásticos usados em contato com alimentos, a fim de mitigar esses riscos à saúde e orientar as regulamentações necessárias.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 BISFENOL A

O BPA é um composto químico amplamente utilizado na fabricação de diversos plásticos. É um sólido incolor, solúvel em grande parte dos solventes orgânicos comuns, mas com baixa solubilidade em água. Sua produção em escala industrial envolve a condensação de fenol e acetona e tem uma projeção de alcançar dez milhões de toneladas em 2025 (BROWN *et al*, 2022). O BPA foi identificado como um composto químico tóxico no final do século XIX, com destaque para as contribuições de químicos como Aleksandr Dianin (1851-1918), em 1891, e Theodor Zincke (1843-1928), em 1905, que o produziram usando a condensação de acetona com dois correspondentes de fenol (WANG *et al*, 2022).

Em 2015, a utilização global estimada do BPA foi de 7,69 milhões de toneladas, prevendo-se um aumento para 7,7 milhões em 2016. A produção também estava

prevista para atingir 10,7 milhões de toneladas em 2020 devido às diversas aplicações em produtos como policarbonato e resinas epóxi (VASILJEVIC; HARNER, 2021).

A demanda global por BPA atingiu US\$ 22,49 bilhões em 2022, marcando um rápido crescimento anual composto em valor. A Ásia-Pacífico é o maior mercado, representando aproximadamente 52% da participação, enquanto os Estados Unidos e a Europa Ocidental contribuem com 36% (XING *et al*, 2022).

O BPA é um composto com peso molecular de 228,29 g/cm<sup>3</sup>, com pontos de fusão e ebulição de 156°C e 220°C (a 5 hPa), respectivamente. Anfipático, podendo ser transformado em éter, ésteres e sais (DESAI; JAGTAP, 2022). Suas aplicações incluem a produção de resinas epóxi, policarbonatos, outros polímeros, resinas comopoliéster insaturado, polissulfona, polieterimida e poliacrilato, bem como materiais ópticos e eletrônicos, usado na fabricação de produtos de plástico, recipientes para alimentos, utensílios de micro-ondas e produtos têxteis (HAHLADAKIS; IACOVIDOU; GERASSIMIDOU, 2022).

A utilização do BPA em embalagens de produtos alimentícios, possui legislações que se diverge entre os países. Na União Europeia (UE), ele foi avaliado pela primeira vez em 1986 pelo Comitê Científico de Alimentos para uso na fabricação de materiais plásticos de contato com alimentos (MANZLOOR *et al*, 2022). Que estabeleceu uma ingestão diária tolerável para o BPA no nível de 0,05 mg/kg de peso corporal/dia (CWIEK-LUDWICKA, 2015). Além disso, o BPA foi listado como uma substância permitida pela Diretiva da UE 1990/128 para uso em materiais plásticos de contato com alimentos, com um limite de migração específico de 3,0 mg/kg de alimentos (MANZLOOR *et al*, 2022).

Outros países também implementaram proibições semelhantes. A Dinamarca proibiu o uso de BPA em mamadeiras, copos infantis e recipientes para produtos alimentícios destinados a crianças de zero a três anos em 2010, enquanto a Áustria proibiu o uso em chupetas em 2011 (CIMMINO *et al*, 2020).

Em 2012, a Bélgica proibiu a comercialização de embalagens para produtos alimentares contendo BPA, especialmente destinadas a crianças de zero a três anos. A França adotou uma lei que suspende a fabricação, importação, exportação e comercialização de todos os materiais de contato com alimentos contendo BPA e introduziu requisitos de rotulagem para mulheres grávidas, lactantes e crianças pequenas (MANZLOOR *et al*, 2022).

Em 2013, a Suécia proibiu o uso de BPA ou compostos contendo BPA em vernizes ou revestimentos na embalagem de alimentos destinados a crianças de zero a três anos (KHAN *et al*, 2021).

A Autoridade Europeia de Segurança Alimentar (EFSA) publicou um novo parecer científico em 2015, com base em uma avaliação dos riscos relacionados à saúde associados à exposição humana ao BPA. A EFSA estabeleceu um limite temporário de ingestão diária de 4 µg/kg de peso corporal/dia devido a novos dados toxicológicos e incertezas no banco de dados (MANZOOR *et al*, 2022).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) proíbe a fabricação e importação de mamadeiras que contenham BPA. Embora para outras aplicações, o BPA seja aceito, a legislação estabelece um limite máximo de migração específica dessa substância para alimentos, baseado em estudos toxicológicos (CAMPOS; ROSTON; QUEIROZ, 2019).

## **2.2 A EXPOSIÇÃO ALIMENTAR AO BISFENOL A**

A alimentação desempenha um papel fundamental como estratégia primária para atender às demandas energéticas diárias do organismo, no entanto, também pode ser considerada um veículo potencial para o surgimento de patologias quando se consomem alimentos contaminados. Portanto, os alimentos enlatados também estão sujeitos a adulteração química, devido aos monômeros residuais que migram da lata para o alimento, podendo acarretar problemas de saúde (ALMEIDA *et al*, 2018). Além disso, as embalagens de alimentos são as principais causas de acúmulo de BPA em seres humanos, o que ocorre devido à lixiviação do composto químico presente na embalagem em alimentos e bebidas (USMAN; AHMAD, 2016).

Os disruptores endócrinos (DE) são substâncias químicas que interferem no funcionamento do sistema endócrino, responsável pela regulação de hormônios no organismo. De forma análoga à estrutura química dos hormônios, esses DE são capazes de interferir no sistema endócrino, bloqueando a ação natural, aumentando ou reduzindo a quantidade original de hormônios (LIMA, 2019).

Essas interações podem gerar uma resposta biológica e atuar de forma antagonista ou agonista. Muitos desses disruptores competem pelos receptores de estrogênio e androgênio. Essa competição resulta na inibição dos receptores de estrogênio e androgênio presentes nos tecidos-alvo (SENCI, 2015).

A ação estrogênica do BPA pode provocar mudanças na região reprodutiva feminina, câncer no espaço testículo e a próstata, diminuir a produção de espermatozoides, influenciar na expressão de características masculinas, afetar as funções imunológicas e impactar a fertilidade em aves, peixes e mamíferos (GOLOUBKOVA; SPRITZER, 2000).

Quando o BPA, se liga aos receptores de estrogênios nas células, ele pode desencadear uma série de respostas celulares, incluindo a ativação de genes que promovem o crescimento celular. Essa proliferação celular descontrolada pode aumentar o risco de câncer em tecidos sensíveis, pois as células podem sofrer mutações e se transformar em células cancerosas. A exposição ao BPA também pode levar a alterações nos órgãos reprodutivos tanto de humanos quanto de animais. Isso ocorre porque o BPA interfere na regulação hormonal do sistema endócrino, afetando a função dos ovários e o equilíbrio hormonal nas fêmeas. Nos machos, o BPA também pode interferir na produção e qualidade do espermatozoide. O BPA atua como um disruptor endócrino, afetando a função testicular e a produção de hormônios sexuais masculinos, como a testosterona. O BPA também pode afetar o sistema imunológico, tornando o organismo mais suscetível a infecções e outras doenças. Essa supressão do sistema imunológico ocorre devido à desregulação hormonal causada pelo BPA, que pode prejudicar a capacidade do corpo de combater infecções (VANDENBERG *et al*, 2007).

### **2.3 IDENTIFICANDO PRODUTOS LIVRES DE BPA: ESTRATÉGIAS DE MARKETING E FONTES CONFIÁVEIS**

Em virtude do avanço das pesquisas e publicações que apontam possíveis ameaças do BPA à saúde humana, a indústria passou a investir no marketing do BPA e em produtos "BPA Free" como resposta a tais estudos, adotando estratégias de comunicação que podem ter implicações para os consumidores.

Segundo a National Sanitation Foundation - NSF International (2021), o marketing de substâncias desreguladoras endócrinas envolve discussões sobre a utilização desses compostos em produtos de consumo, estratégias de marketing adotadas pela indústria para promover produtos contendo essas substâncias e a influência do marketing na percepção dos consumidores sobre a segurança deles.

A indústria tem promovido produtos livres dessas substâncias como alternativas mais seguras, no entanto, essas estratégias de marketing da indústria

para promover produtos sem esses químicos não são tão simples, pois há uma série de questões que devem ser levadas em conta: a percepção dos consumidores em relação aos riscos do BPA à saúde; as decisões de compra do consumidor; o exame das pesquisas de mercado e dados de vendas relacionados a produtos sem os químicos; a análise do papel das informações na tomada de decisões de compra dos consumidores; a discussão sobre a influência das regulamentações governamentais na promoção de produtos "BPA Free"; considerações éticas e de saúde; avaliação das implicações éticas do marketing do BPA e do "BPA Free"; a discussão sobre a importância da transparência nas comunicações relacionadas à segurança dos produtos e a revisão das evidências científicas sobre os riscos à saúde associados aos produtos (VANDENBERG *et al*, 2012).

A identificação de produtos livres de BPA tornou-se uma preocupação crescente para consumidores e pesquisadores. Algumas formas de identificar produtos que são livres desse composto podem ser citadas. A rotulagem é a primeira e mais simples maneira de reconhecer produtos sem eles, verificando a etiqueta do produto. Muitas empresas agora rotulam produtos como "livres de BPA" ou "BPA-free" para atender à demanda dos consumidores conscientes dos riscos associados ao BPA (ROCHESTER, 2013).

Através de certificações e selos também é possível identificar produtos sem BPA. Organizações independentes, como a NSF International e a Green Seal, oferecem certificações para produtos sem BPA. Essas certificações podem ser uma indicação confiável de que o produto foi testado e não contém BPA (NSF International, 2021). Estudos científicos também podem ser uma fonte valiosa de informações sobre produtos sem BPA. A pesquisa realizada por laboratórios independentes e universidades pode fornecer dados detalhados sobre a presença ou ausência de BPA em produtos específicos (VANDENBERG *et al*, 2012).

Identificar produtos sem BPA é fundamental para proteger a saúde. A exposição pode ocorrer através de alimentos e bebidas armazenados em recipientes de plástico ou produtos embalados com materiais que contêm BPA. Ao escolher produtos sem BPA, os consumidores podem reduzir seu risco de exposição a esse composto potencialmente prejudicial (ROCHESTER, 2013).

### **2.3.1 MODELOS DE ESTRATÉGIAS DE MARKETING**

A descoberta dos malefícios do BPA repercutiu de forma tão negativa que levou

alguns países a restringir e até mesmo proibir o seu uso em mamadeiras e copos para crianças principalmente, como foi o caso da União Europeia e Estados Unidos respectivamente (KOLATOROVA *et al*, 2017). Estudos começaram a relacionar a presença de BPA ao aumento dos casos de câncer e puberdade precoce, despertando as indústrias para o desenvolvimento de substâncias alternativas para substituir o BPA nos produtos, sendo elas bisfenol S (BPS), bisfenol F (BPF) e bisfenolAF (BPAF), as quais não foram devidamente testadas quanto à segurança antes de serem inseridas no mercado, podendo apresentar efeitos semelhantes ou até piores do que o BPA (CARVALHO, 2015).

O BPS, por sua vez, já foi classificado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos como potencialmente tóxico para o desenvolvimento humano, pois ele é absorvido pela pele assim como o BPA, porém em menor velocidade, além de apresentar riscos principalmente para o Sistema Reprodutivo, o que também levou a União Europeia a banir o seu uso (MILLER *et al*, 2023).

Estudos recentes sobre a liberação de bisfenóis em recipientes de bebidas detectaram níveis consideravelmente altos da substância principal e das suas alternativas, o que leva à conclusão de que a rápida emergência em substituir o BPA trouxe complicações para o entendimento e avaliação dos riscos da sua exposição aos seres humanos (KOLATOROVA *et al*, 2017). Portanto, o uso de produtos "livres de BPA" não é uma alternativa segura, sendo mais recomendado o uso de produtos sem bisfenol, representados pelas substâncias Pergafast 201, Appvion Alpha Free, D-8, NKK-1304 (MILLER *et al*, 2023).

Apesar de serem amplamente divulgados e comercializados, os produtos "livres de BPA" não estão livres da atividade estrogênica (EA), que é a forma mais comum de desregulação endócrina (YANG *et al*, 2011). Em um teste realizado com mais de 25 substâncias que poderiam substituir o BPA, todas apresentaram liberação de EA detectável (YANG *et al*, 2011).

### **3. METODOLOGIA**

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica integrativa. Para Mendes; Silveira; Galvão (2008), a revisão integrativa é um método bastante utilizado, porque possibilita a análise de pesquisas relevantes para a melhoria da prática, por meio de uma síntese do estado do conhecimento sobre um determinado assunto. Além disso, esse tipo de pesquisa possibilita também a visão das possíveis

lacunas do conhecimento que poderão ser preenchidas por outras pesquisas. Por ser um método bastante sistematizado, proporciona uma síntese de vários estudos e facilitando assim tanto o estudo como a análise por parte dos profissionais da área, de materiais de rigor científico.

Mendes; Silveira; Galvão (2008) estabelecem seis passos ou etapas de uma revisão integrativa.

A primeira etapa é identificação do tema e seleção da hipótese ou questão de pesquisa para a elaboração da revisão integrativa.

A segunda etapa é o estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudos/amostragem ou busca na literatura.

A terceira etapa é a definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados. Esse trabalho foi realizado após a seleção dos artigos, por meio da leitura integral dos mesmos e extração das informações, que devem mostrar, principalmente, o que diz a literatura científica sobre a contaminação de alimentos por Bisfenol. Além disso foram recolhidas outras informações como título, ano de publicação e autores e que fazem parte de uma tabela.

A quarta etapa é a avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa, que foi realizada já na leitura dos artigos e após, confrontando as informações contidas neles e descrevendo-as, como forma de análise dos conteúdos.

A quinta etapa é a interpretação dos resultados, que segue a quarta etapa, pois, feita a avaliação dos conteúdos, foi possível interpretar o conjunto de informações extraídas dos artigos, à luz do objetivo da pesquisa.

E a sexta e última etapa é a apresentação da revisão/síntese de todo o conhecimento extraído dos artigos analisados, que foi realizada na forma de produção textual.

Assim, este formato de pesquisa oferece uma percepção consistente e compreensível do tema estudado. Sua contribuição para área profissional e acadêmica é de grande importância, uma vez que seus resultados podem impulsionar ou explicar diferentes percepções sobre o tema escolhido. Dessa maneira, o leitor que terá acesso à pesquisa poderá compreender de forma longitudinal o resultado de estudos recentes sobre os riscos do bisfenol à saúde humana.

Esse método envolveu a coleta e análise de artigos científicos por meio de uma busca eletrônica nos bancos de dados da PUBMED, Science e CAPES, utilizando os termos "bisphenol A e food" como descritores. Foram identificados 789 artigos nos

últimos 10 anos. Desses, 80 foram selecionados para análise, sendo 10 artigos científicos escolhidos, sendo 8 publicados nos últimos 5 anos e 2 deles em 2012, todos disponíveis em inglês e português. Artigos que não estavam disponíveis na íntegra foram excluídos de acordo com os critérios de exclusão estabelecidos.

Posteriormente à etapa de levantamento bibliográfico, foi feita a triagem, seleção do material que abordava a temática e extração dos principais dados, que foram organizados em uma tabela para posterior análise e discussão.

#### **4. RESULTADOS**

Como resultado da pesquisa obteve-se 10 artigos científicos, sendo 8 publicados nos últimos 5 anos, mais precisamente entre 2019 e 2023, e 2 deles publicados em 2012, como demonstrado no quadro 1.

Segundo Lee, Jangwoo et al, 2019, a detecção do aumento de BPA em alimentos sólidos relacionado ao aumento do consumo de água suscita a preocupação sobre possíveis fontes de contaminação adicionais. Isso pode ser conectado à pesquisa de Ni, Ling et al, 2023, que discute como a migração de BPA para alimentos é influenciada por fatores como pH, tempo, temperatura e volume. Essa migração é particularmente relevante quando se considera a ampla gama de alimentos enlatados, como destacado por Maragoua, Niki C. et al, 2020, cujos resultados mostraram variações nas concentrações de BPA em amostras enlatadas comerciais.

A geografia também desempenha um papel, como apontado por Russo, Giacomo et al, 2019, que observou concentrações de BPs mais baixas no Norte da Europa em comparação com o Sul, destacando a importância de fontes específicas de alimentos. No entanto, o estudo de Rotimi, Oluwakemi A. et al, 2020, evidenciou altas concentrações de BPA em várias fontes na África, ressaltando a complexidade global desse problema.

Os hábitos alimentares também são cruciais, como abordado por Cichna-Markl, Margit, 2012, que destaca como os alimentos são a principal fonte de exposição ao BPA, devido à sua capacidade de provocar efeitos estrogênicos. Por outro lado, Buckleya, Jessie P., 2020, relatou que o aumento no consumo de alimentos ultraprocessados não se correlacionou diretamente com níveis mais elevados de BPA na urina, enquanto um maior consumo de alimentos minimamente processados resultou em níveis menores de BPA. A intervenção alimentar também desempenha

um papel, como demonstrado por Ouazzani, Houria El, 2022, que destacou como a mudança nos hábitos alimentares levou a uma diminuição nos níveis de desreguladores endócrinos no colostro e na urina das participantes.

Por fim, a pesquisa de Matta, Marcia Helena de Rizzo da et al, 2012, mostrou a necessidade de monitoramento contínuo da presença de BPA em água mineral. Isso destaca a importância de garantir que o BPA não apenas nos alimentos, mas também em outras fontes, seja rigorosamente monitorado e regulamentado. Essas conexões demonstram a complexidade do tema e como diferentes estudos estão interligados, fornecendo informações valiosas sobre a presença do BPA em alimentos e suas implicações para a saúde e a segurança alimentar.

Quadro 1 – Estudos sobre lixiviação do Bisfenol A

Autor/ Ano	Local de Publicação	Título	Objetivo	Resultados/ Conclusão
LEE, Jangwoo <i>et al</i> , 2019	República da Coreia	Bisphenol A in infant urine and baby-food samples among 9- to 15- month-olds.	Medir a presença de BPA na comida e na urina de crianças.	Foi detectado aumento da presença de BPA em alimentos sólidos conforme o aumento do uso de água. Na urina não foi detectado aumento e na alimentação de crianças menores também não, o que sugere outras fontes de contaminação.
NI, Ling <i>et al</i> , 2023	China	Recent Advances in Sources, Migration, Public Health, and Surveillance of Bisphenol A and Its Structural Analogs in Canned Foods.	Fornecer informações sobre fontes, migração, efeitos na saúde humana e vigilância de bisfenol e outras substâncias análogas.	Atualmente se tem utilizado espectroscopia de massa e técnicas de sensores eletroquímicos para determinar a migração de BPA para alimentos. Vários fatores, incluindo pH, tempo, temperatura e volume podem determinar a migração desses químicos para alimentos.
MARAGOUA, Niki C. <i>et al</i> , 2020	Grécia	Determination of bisphenol A in canned food by microwave assisted extraction, molecularly imprinted polymer-solid phase extraction and liquid chromatography-mass spectrometry.	Determinar a migração de bisfenol A para alimentos enlatados.	A concentração determinada de BPA em amostras enlatadas comerciais variaram entre 7,3 e 42,3 ng/g.
RUSSO, Giacomo <i>et al</i> , 2019	Itália	Occurrence of Bisphenol A and its analogues in some foodstuff marketed in Europe.	Oferecer uma visão sobre a ocorrência de bisfenóis em seis categorias principais de produtos alimentícios comercializados na UE.	A concentração de BPs detectados nos alimentos são mais baixas no Norte da Europa do que no Sul. O consumo de carnes e vegetais enlatados é responsável por valores superiores aos de outras categorias de alimentos.
ROTIMI, Oluwakemi A. <i>et al</i> , 2020.	Nigéria	Bisphenol A in Africa: A review of environmental and biological levels.	Medir a bioacumulação ambiental de bisfenol na África.	O nível mais alto de BPA relatado na literatura em toda a África foi 251 ng/mL, 384,8 ng/mL, 937,49 ng/g, 208,55 ng/mL, 3.590 µg/g e 154.820 µg/g para água, águas residuais, alimentos, fluidos biológicos, consumo e PCPs e semissólidos, respectivamente.
PENG, Chiung-Yu <i>et al</i> , 2019	Taiwan	Canned food intake and urinary bisphenol a concentrations: a randomized crossover intervention study.	Avaliar a presença de BPA na ingestão de alimentos enlatados e na urina.	As concentrações urinárias de BPA aumentaram após o consumo de alimentos enlatados.
CICHNA-MARKL, Margit, 2012	Áustria	Sample clean-up by sol-gel immunoaffinity chromatography for the	Apresentar métodos analíticos	Foi demonstrado que o BPA provoca efeitos estrogênicos através de ligação aos receptores nucleares de estrogênio e os alimentos são a principal fonte de exposição ao BPA.

		determination of bisphenol A in food and urine.	para a determinação das concentrações de BPA em alimentos e amostras de urina.	
BUCKLEYA, Jessie P., 2020	Estados Unidos	Ultra-processed food consumption and exposure to phthalates and bisphenols in the US National Health and Nutrition Examination.	Avaliar associações do consumo de alimentos ultraprocessados com a exposição a ftalatos e bisfenóis, incluindo substitutos mais recentes, na população geral dos EUA.	O aumento no consumo de alimentos ultraprocessados não correspondeu a maior nível de BPA na urina. Mas o maior consumo de alimentos minimamente processados correspondeu a menores níveis de BPA e outros químicos na urina.
OUAZZANI, Houria El, 2022	França	Perinatal Environmental Health Education Intervention to Reduce Exposure to Endocrine Disruptors: The PREVED Project.	Apresentar as fases do projeto PREVED utilizando o método RE-AIM.	O principal resultado foi a mudança de hábitos alimentares nas participantes que consumiam alimentos enlatados depois da intervenção, o que acarretou diminuição dos níveis de disruptores endócrinos no colostro e na urina das participantes.
MATTA, Marcia Helena de Rizzo da <i>et al</i> , 2012	Brasil	Determinação de bisfenol A (BFA) em água mineral por meio de CG/DCE – uma nova proposta de metodologia para análise.	O objetivo desse trabalho foi desenvolver e validar uma metodologia de análise para determinação de BFA em água mineral armazenada em diferentes embalagens.	Foi desenvolvida uma metodologia utilizando a CG/DCE para análise de bisfenol em água mineral. A pesquisa encontrou valor detectável na amostra menos provável, confirmando assim a necessidade de monitoramento.

Fonte: elaborada pelo autor.

## 5. DISCUSSÃO

Sobre a migração do bisfenol para os alimentos, LEE *et al* (2019) focam sua pesquisa nos alimentos para bebês, desde o desmame até os 15 meses, na Coreia do Sul. Nessa pesquisa, foi investigada a possibilidade de relação direta entre a presença de BPA nos alimentos consumidos pelos bebês e os níveis de BPA encontrados em amostras de urina da mesma população em análise.

LEE *et al* (2019) explicam que entre as 210 amostras de alimentos de desmame analisadas, a frequência de detecção e concentração de BPA aumentou com a idade infantil ( $p < 0,0001$ ). Ou seja, quanto mais velha a criança maior foi a presença de BPA na sua alimentação. Segundo os autores, isso pode ser explicado pelo fato de as mães coreanas utilizarem tradicionalmente a papinha de arroz preparada em casa como principal alimento nos primeiros meses de desmame, introduzindo outros alimentos com o passar do tempo e o amadurecimento da criança.

Cabe dizer que, de acordo com NI *et al* (2023), a confusão e as controvérsias sobre fontes, migração e impactos na saúde têm atormentado os pesquisadores. Não há consenso nem um posicionamento claro sobre a migração de BPA para alimentos. Por exemplo, há regulamentação na Europa para níveis de migração de BPA para alimentos enlatados (para adultos), FCMs de 0,6 a 0,05 mg/kg. Os atuais limites de migração do BPA na China (0,6 mg/kg) e no Japão (2,5 mg/kg) são comparativamente mais elevados do que na UE. A França emitiu uma regulamentação específica em 2012 que suspende a fabricação, importação, exportação e comercialização de quaisquer FCMs contendo BPA. E a indústria tem utilizado outros químicos para escapar da detecção, já que o controle tem recaído especificamente sobre o bisfenol A.

MARAGOVA *et al* (2020) alerta para a multiplicidade de fatores que podem influenciar na detecção da migração e presença de BPA em alimentos e bebidas, que vão desde fatores metodológicos dos testes até as especificidades dos produtos, reações químicas, marca, processos industriais, temperatura, fatores ambientais, entre outros. Em seu artigo, MARAGOVA *et al* (2020) relatam uma pesquisa concentrada no desenvolvimento de métodos de detecção e medição de BPA. Com a otimização dos métodos que foram desenvolvidos, identificaram que a concentração determinada de BPA em amostras de alimentos enlatados comerciais variaram entre 7,3 e 42,3 ng/g. Foi determinada a concentração média de BPA em amostras comerciais de conservas

de abacaxi, cogumelos e atum, de duas marcas diferentes. Os níveis de BPA no abacaxi enlatado em calda foram determinados entre 7,3 e 12,1 ng/g, em cogumelos enlatados em água e sal entre 25,8 e 34,4 ng/g e em atum enlatado em água e sal entre 32,7 e 42,3 ng/g. O BPA foi detectado em todas as amostras testadas de alimentos enlatados recolhidos no mercado grego, mas em todos os casos abaixo do limite de migração específica regulamentado de 0,05 mg/kg.

Já o artigo de Russo *et al* (2019) apresenta uma visão geral dos dados da literatura que mostram que os valores de concentração de BPs detectados nos alimentos são mais baixas no Norte da Europa do que no Sul da Europa, o consumo de carnes e vegetais enlatados é responsável por valores de PDI (ingestão diária provável de bisfenol A) superiores aos de outras categorias de alimentos. Esses dados enfatizam que o monitoramento de alimentos e bebidas deveria merecer maior atenção especialmente por parte dos países europeus para os quais não existem estudos disponíveis e especialmente no que diz respeito a outros bisfenóis que não o BPA, cujos limites não são definidos pelos regulamentos europeus e cuja toxicidade não foi totalmente estabelecida.

O estudo de Russo *et al* (2019) abrangeu o monitoramento de BPA e outros BPs em 27 países da União Europeia nos últimos 5 anos. Infelizmente, não foram encontradas informações suficientes sobre vinte desses países. Há estudos de monitoramento do BPA, mas não há dados disponíveis sobre a contaminação de outros BPs. Os resultados desta revisão sugerem uma mudança progressiva por parte das indústrias de latas metálicas do uso do BPA para outros monômeros de BP na fabricação de embalagens, permitindo assim a sua consequente possível migração para os alimentos.

Em 2011, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estimou que a ingestão diária média de BPA para adultos seria 0,4–1,4  $\mu\text{g kg}^{-1}$  de peso corporal, com um cenário de exposição extrema de 4,2  $\mu\text{g kg}^{-1}$  bw para adultos que consomem 100% de café, chá e bebidas alcoólicas e 100% de alimentos sólidos e bebidas embalados. Rotimi, *et al* (2020) procurou determinar, em seu estudo, o nível de bioacumulação e para isso buscou os níveis de BPA relatados em toda a África. Das 42 publicações que analisaram, 42% eram de amostras de água, 22% em alimentos, 20% em fluidos biológicos humanos, 10% em sedimentos, solos e lamas e 6% em produtos de consumo e de cuidados pessoais. O nível mais alto de BPA relatado na literatura em toda a África foi 251 ng/mL, 384,8 ng/mL, 937,49 ng/g, 208,55 ng/mL, 3.590  $\mu\text{g/g}$  e

154.820 µg/g para água, águas residuais, alimentos, fluidos biológicos, consumo, cuidados pessoais, respectivamente.

No artigo de Matta, *et al* (2012), é apresentada a avaliação de metodologia utilizada para determinar bisfenol A em água mineral, utilizando-se a extração em fase sólida (SPE), a derivação com anidrido trifluoroacético (TFAA) e a análise por cromatografia em fase gasosa com detector de captura de elétrons (GC/ECD). A curva analítica forneceu coeficiente de correlação (R) de 0,999, valores de recuperação entre 88 e 106%, limites de detecção e de quantificação de 2,5 e 25,0 ng.mL<sup>-1</sup>, respectivamente. A metodologia foi aplicada em quatro amostras de diferentes marcas de água mineral, dentre as quais apenas uma apresentou resultado detectável de 0,46 ng.mL<sup>-1</sup>

<sup>1</sup>. Este estudo sugere que o bisfenol A pode ser facilmente detectado e quantificado na matriz utilizada por meio da metodologia proposta, a qual demonstrou ser seletiva, precisa e exata. Quando aplicado a amostras reais, o fato de apenas uma delas, aliás, a menos provável pelo tipo de material, ter apresentado valor detectável de bisfenol A, evidencia a necessidade de monitorar e acompanhar os níveis desse contaminante nos vários tipos de recipientes e embalagens de alimentos, bebidas e medicamentos, entre outros, utilizados comercialmente, de modo a fornecer suporte para uma modelagem matemática do consumo humano desse composto, avaliando os possíveis riscos à saúde e a prevenção dos mesmos (MATTA *et al*, 2012).

## 6. CONCLUSÃO

O quadro que o presente artigo apresenta, ao parecer um tanto caótico, como também sugere Ni *et al* (2023), na verdade demonstra o que a pesquisa objetivou descobrir: a evolução das opiniões científicas quanto à ingestão diária tolerável para bisfenol A e seu limite de migração específico de materiais plásticos em contato com alimentos. Notadamente os trabalhos analisados são bem recentes e as metodologias de pesquisa seguem o devido rigor científico. Foram contemplados tanto artigos originais, que descrevem pesquisas empíricas, como artigos de revisão de literatura bem abrangentes, o que concede à presente revisão uma abrangência maior, mesmo que alcançada de forma indireta.

A análise dos artigos demonstra que não há consenso quanto a parâmetros de migração de bisfenol A para alimentos, apesar de cada país e a OMS estabelecerem limites para os índices de contaminação de alimentos por bisfenol, como afirma Russo

*et al* (2019). No Brasil, a Resolução RDC 17/2008 estabelece um limite máximo de migração de 0,6 mg de Bisfenol A por quilo de alimento, mas o que se vê é um grandenúmero de estudos, com focos e metodologias bastante diferentes e a falta de uma relação lógica, sistematizada e centralizada entre as descobertas científicas.

Evidencia-se que, enquanto alguns estudos não identificam uma relação direta ou proporcional entre o consumo de alimentos embalados e a presença de bisfenol Ana urina dos consumidores, outras pesquisas, como a conduzida por Peng *et al* (2019), demonstram essa relação de forma clara, inclusive quantificando-a. No entanto, como observado por diversos autores, a presença de bisfenol A no meio ambiente e no organismo humano é inegável, e essas pesquisas indicam que a educação e a conscientização têm o poder de reduzir a presença de bisfenol A no organismo humano, pelo menos em certa medida.

## 7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. et al. BISPHEENOL, A: Food Exposure and Impact on Human Health. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, v. 17, n. 6, 2018. Acesso em: 5 de agosto de 2023.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 41, de 16 de setembro de 2011. Dispõe sobre a proibição de uso de Bisfenol A em mamadeiras destinadas a alimentação de lactentes e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. Brasília-DF, Seção 1, n. 180, 2011. Acesso em: 3 de setembro de 2023.

BRAUN, Joe M. et al. Prenatal bisphenol A exposure and early childhood behavior.

- Canada: *Environmental Health Perspectives*, v. 117, n. 12, p. 1945-1952, 2009. Acesso em: 1 de setembro de 2023.

BUCKLEY, Jessie P. Ultra-processed food consumption and exposure to phthalates and bisphenols in the US National Health and Nutrition Examination.

- Estados Unidos: *Environment International*, v. 131, 2019. Acesso em: 30 de agosto de 2023.

CAMPOS, J. M.; ROSTON, D. M.; QUEIROZ, S. C. N. Desenvolvimento e validação de método para determinação de bisfenol a e etinilestradiol em agupapé e minipapiro provenientes de wetlands construídas. *Química Nova*; v. 42, n. 8, 2019. Acesso em: 5 de agosto de 2023.

CARVALHO, Elaine. O inimigo pode morar ao lado. *Química no dia a dia*, 2015. Acesso em: 3 de outubro de 2023.

CICHNA-MARKL, Margit. Sample clean-up by sol-gel immunoaffinity chromatography for the determination of bisphenol A in food and urine. - Áustria: *Methods*, v. 56, p. 186-191, 2012. Acesso em: 30 de agosto de 2023.

COLBORN, Theo; DUMANOSKI, Dianne; MYERS, John Peterson. Our Stolen Future: Are We Threatening Our Fertility, Intelligence, and Survival? A Scientific Detective Story. - New York: *Plume/Penguin Books*, 1997.

DARONCH, Oona Tomiê et al. Contaminação em larga escala por Bisfenol-A: estamos conscientes do risco e formas de exposição? - Curitiba: *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 25, n. 11, p. 4339-4345, 2020. Acesso em: 20 de agosto de 2023.

GOLOUBKOVA, T.; SPRITZER, P. M. Xenoestrogênios: o exemplo do Bisfenol-A. - Porto Alegre: *Arq Bras Endocrinol Metab*, v. 44, n. 4, p. 323-330, 2000. Acesso em: 3 de setembro de 2023.

HUNT, Patricia A. et al. Bisphenol a exposure causes meiotic aneuploidy in the female mouse. - Seaford: *Current Biology*, v. 13, p. 546-553, 2003. Acesso em: 1 de setembro de 2023.

KOLATOROVA, L. et al. Prenatal Exposure to Bisphenols and Parabens and Impacts on Human Physiology. Prague: *Physiological Research*, v. 66, n. 3, p. 305-315, 2017. Acesso em: 3 de outubro de 2023.

LEE, Jangwoo et al. Bisphenol A in infant urine and baby-food samples among 9- to 15-month-olds. - Korea: *Science of the Total Environment*, v. 697, 2019. Acesso em: 7 de setembro de 2023.

LIMA, G. A. Determinação de disruptores endócrinos (bisfenol A e ftalatos) em utensílios e brinquedos para lactentes usando HPLC-UV-VIS e estudo de bioacessibilidade. - Recife: Dissertação (Mestrado) – *Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-graduação em Química*, 2019. Acesso em: 3 de setembro de 2023.

MANZOOR, Muhammad Faisal et al. An insight into bisphenol A, food exposure and its adverse effects on health: A review. - Turkey: *Frontiers in Nutrition*, v. 9, n. 10, 2022. Acesso em: 1 de setembro de 2023.

MARAGOU, Niki C. et al. Determination of bisphenol A in canned food by microwave assisted extraction, molecularly imprinted polymer-solid phase extraction and liquid chromatography-mass spectrometry. - Grécia: *Journal of Chromatography B*, 2020. Acesso em: 30 de agosto de 2023.

MATTA, Marcia Helena de Rizzo da et al. Determinação de bisfenol A (BFA) em água mineral por meio de CG/DCE – uma nova proposta de metodologia para análise. - Campo Grande: *Rev Inst Adolfo Lutz*, v. 71, n. 4, p. 624-629, 2012. Acesso em: 22 de agosto de 2023.

MENDES, Karina Dal Sasso; SILVEIRA, Renata Cristina de Campos Pereira; GALVÃO, Cristina Maria. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. - Florianópolis: *Texto Contexto Enferm*, v. 17, n. 4, p. 758-764, 2008. Acesso em: 20 de agosto de 2023.

MILLER, Gillian Zaharias et al. Bisphenols and alternative developers in thermal paper receipts from the U. S. market assessed by Fourier transform infrared spectroscopy. - Michigan: *Environmental Pollution*, v. 335, 2023. Acesso em: 3 de outubro de 2023.

NI, Ling et al. Recent Advances in Sources, Migration, Public Health, and Surveillance of Bisphenol A and Its Structural Analogs in Canned Foods. - China: *Foods*, v. 12, n. 10, 1989. Acesso em: 30 de agosto de 2023.

OUAZZANI, Houria El. Perinatal Environmental Health Education Intervention to Reduce Exposure to Endocrine Disruptors: The PREVED Project. - França: *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 70, 2022. Acesso em: 30 de agosto de 2023.

RICHTER, Catherine A. et al. In Vivo Effects of Bisphenol A in Laboratory Rodent Studies. - Columbia: *Reprod Toxicol*, v. 24, n. 2, p. 199-224, 2007. Acesso em: 1 de setembro de 2023.

ROCHESTER, Johanna R. Bisphenol A and human health: a review of the literature. *Reproductive Toxicology*, v. 42, p. 132-155, 2013. Acesso em: 08 setembro de 2023. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.reprotox.2013.08.008>. ROTIMI, Oluwakemi A. et al. Bisphenol A in Africa: A review of environmental and biological levels. - Nigéria: *Science of the Total Environment*, 2020. Acesso em: 30 de agosto de 2023.

RUSSO, Giacomo et al. Occurrence of Bisphenol A and its analogues in some foodstuff marketed in Europe. *Food and Chemical Toxicology*, v. 131, 2019. Acesso em: 07 de setembro de 2023.

SENÇI, R. S. Efeitos do bisfenol a: um desregulador endócrino. - Assis: Trabalho de Conclusão de Curso – *Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis*, 2015. Acesso em: 3 de setembro de 2023.

SILVA, Gabriela Kelly da. Efeitos do bisfenol a em glândulas salivares de camundongos e em linhagens de células tumorais humanas. - Belo Horizonte: Dissertação (Mestrado) - *Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Odontologia*, 2023. Acesso em: 20 de agosto de 2023.

VANDENBERG, L. N. et al. Human exposure to bisphenol A (BPA). *Reproductive Toxicology*, v. 24, p. 139-177, 2007. Acesso em: 3 de setembro de 2023.

VANDENBERG, Laura N. et al. Hormones and Endocrine-Disrupting Chemicals: Low-Dose Effects and Nonmonotonic Dose Responses. *Endocrine Reviews*, v. 33, n. 3, p. 378-455, 2012. Acesso em: 3 de setembro de 2023.

YANG, Chun Z. et al. Most Plastic Products Release Estrogenic Chemicals: A Potential Health Problem that Can Be Solved. - Texas: *Environmental Health Perspectives*, v. 119, n. 7, p. 989-996, 2011. Acesso em: 3 de outubro de 2023.