

Estado da publicação: O preprint foi submetido para publicação em um periódico

# Disruptores Endócrinos: um risco ocupacional para os profissionais da saúde

Chayene Birelo de Almeida, Letícia Santos Veronezi, Nathalia, Thiago de Souza Candido, Elisângela Ramos de Oliveira, Ivana Regina Gonçalves, Katia Viegas

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.11049>

Submetido em: 2025-01-09

Postado em: 2025-08-06 (versão 2)

(AAAA-MM-DD)

A moderação deste preprint recebeu o endosso de:

Silvia Lacchini (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7937-8473>)

Justificativa da versão: A nova versão possui um novo título para demonstrar a amplitude do trabalho, nova formatação para cumprir os requisitos de revisão de escopo de acordo com PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

**Disruptores Endócrinos e o risco ocupacional para profissionais da saúde: uma revisão de escopo**

**Título resumido:** Disruptores Endócrinos e Risco Ocupacional

**Endocrine Disruptors and the Occupational Risk to Healthcare Professionals: A Scoping Review**

**Running title:** Endocrine disruptors and occupational risk

**Disruptores Endócrinos e o risco ocupacional para profissionais da saúde: uma revisão de escopo**

**Título resumido:** Disruptores Endócrinos e Risco Ocupacional

**Endocrine Disruptors and the Occupational Risk to Healthcare Professionals: A Scoping Review**

**Running title:** Endocrine disruptors and occupational risk

Chayene Birelo de Almeida<sup>a</sup> – Graduada em Enfermagem, Faculdades Integradas de Jaú - FIJ, Jaú, SP, Brasil <https://orcid.org/0009-0003-7064-483X> E-mail: [chayybirelo@gmail.com](mailto:chayybirelo@gmail.com)

Letícia Santos Veronezi<sup>a</sup> – Graduada em Enfermagem, Faculdades Integradas de Jaú - FIJ, Jaú, SP, Brasil <https://orcid.org/0000-0001-7739-4915> E-mail: [veronezinurse@hotmail.com](mailto:veronezinurse@hotmail.com)

Nathália Martins<sup>a</sup> – Graduada em Enfermagem, Faculdades Integradas de Jaú - FIJ, Jaú, SP, Brasil <https://orcid.org/0009-0007-2738-930X> E-mail: [nathalia.rmartins126@gmail.com](mailto:nathalia.rmartins126@gmail.com)

Elisângela Ramos de Oliveira<sup>a</sup> – Professora Doutora, Faculdades Integradas de Jaú - FIJ, Jaú, SP, Brasil <https://orcid.org/0000-0001-5728-9771>, E-mail: [liicherry42@gmail.com](mailto:liicherry42@gmail.com)

Thiago de Souza Candido<sup>b</sup> – Professor Doutor, Faculdade de Medicina, UNOESTE, Jaú, SP, Brasil <https://orcid.org/0000-0003-2900-0576>, E-mail: [thiago.s.candido@gmail.com](mailto:thiago.s.candido@gmail.com)

Ivana Regina Gonçalves<sup>a</sup> – Professora Doutora, Faculdades Integradas de Jaú - FIJ, Jaú, SP, Brasil <https://orcid.org/0000-0002-0126-816X>, E-mail: [ivanargoncalves@gmail.com](mailto:ivanargoncalves@gmail.com)

Katia Aparecida da Silva Viegas<sup>ci</sup> – Professora Doutora, Faculdade de Medicina, UNINOVE, Bauru, SP, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-3077-478X>, E-mail: [katia.viegas@unesp.br](mailto:katia.viegas@unesp.br)

a – Faculdades Integradas de Jaú - FIJ, Jaú, SP, Brasil

b – Faculdade de Medicina, UNOESTE, Jaú, SP, Brasil

c – Faculdade de Medicina, UNINOVE, Bauru, SP, Brasil.

## RESUMO

Disruptores endócrinos (DECs) são substâncias químicas exógenas presentes no ambiente e em objetos de uso comum, que causam danos à saúde humana. Este estudo objetivou fazer um levantamento bibliográfico sobre DECs que podem trazer riscos ocupacionais aos profissionais da saúde. Foram pesquisadas as bases SciELO, BVS e PubMed, cruzando os descritores em português *Disruptor Endócrino, Saúde Pública, Esterilização e Produtos Químicos*, e em inglês *Endocrine Disruptor, Public Health, Sterilization e Endocrine-Disrupting Chemicals*, selecionando artigos do período de 2018 a 2023. Foram encontrados 12.483 artigos, a maioria descrevendo os aspectos prejudiciais ao meio ambiente. Feitos novos cruzamentos entre os descritores selecionou-se 64 artigos entre revisões e metanálises, nenhum abordando diretamente a exposição de profissionais da saúde. Os resultados apontam várias substâncias como de risco significativo, como bisfenol encontrado em consumíveis plásticos laboratoriais, e óxido de etileno, usado em esterilização hospitalar, podendo levar a disfunções reprodutivas, neurológicas e metabólicas. Conclui-se que diretrizes laborais específicas e medidas preventivas para minimizar os impactos dos DECs são urgentes. Estudos são necessários para avaliar quantitativamente a exposição e os efeitos a longo prazo, promovendo ambientes de trabalho mais seguros.

**Palavras-chaves:** Desregulador Endócrino; Produtos Químicos; Saúde Pública.

## ABSTRACT

Endocrine disruptors (EDCs) are exogenous chemical substances present in the environment and in commonly used objects that cause harm to human health. This study aimed to conduct a bibliographic survey on DECs that can pose occupational risks to healthcare professionals. The SciELO, BVS and PubMed databases were searched, crossing the descriptors in Portuguese *Disruptor Endócrino, Saúde Pública, Esterilização e Produtos Químicos*, and in English *Endocrine Disruptor, Public Health, Sterilization and Endocrine-Disrupting Chemicals*, selecting articles from the period 2018 to 2023. A total of 12,483 articles were found, most of which described the harmful aspects to the environment. After further cross-referencing between the descriptors, 64 articles were selected among reviews and meta-analyses, none of which directly addressed the exposure of healthcare professionals. The results indicate several substances posing significant risks, such as bisphenol found in laboratory plastic consumables, and ethylene oxide, used in hospital sterilization, which can lead to reproductive, neurological and metabolic dysfunctions. It is concluded that specific workplace guidelines and preventive measures to minimize the impact of DECs are urgently needed. Studies are needed to quantitatively assess exposure and long-term effects, promoting safer work environments.

**Keywords:** Endocrine disruptor; Chemicals; Public health.

## INTRODUÇÃO

Disruptores endócrinos (DECs), também denominados desreguladores endócrinos, são substâncias exógenas, geralmente produtos químicos, que podem potencialmente alterar ou interferir no funcionamento do sistema endócrino dos organismos, perturbando a síntese, secreção, transporte, sinalização ou metabolismo de hormônios responsáveis pela homeostase, reprodução e processos de desenvolvimento<sup>1</sup>. Essas substâncias podem mimetizar ou bloquear a ação dos hormônios naturais, interferindo em processos fisiológicos essenciais, como crescimento, desenvolvimento, reprodução e metabolismo<sup>2-5</sup>, ainda, de acordo com a Organização Mundial da Saúde, podem causar efeitos adversos à saúde dos organismos, inclusive, atingindo a sua progênie<sup>6</sup>.

Um dos primeiros desreguladores endócrinos descoberto foi o dietilestilbestrol, uma forma sintética de estrogênio amplamente empregada na prevenção de abortos, porém, estudos realizados por pesquisadores revelaram uma associação preocupante entre o seu uso em gestantes e o desenvolvimento de adenocarcinoma de vagina em mulheres jovens e meninas e, por causa dessas descobertas, a licença do medicamento foi suspensa<sup>7</sup>.

Quando DECs entram em contato com organismos vivos, bloqueiam a ação natural dos hormônios do corpo humano e mimetizam os efeitos hormonais<sup>8</sup>. O resultado é o aumento ou redução da produção de hormônios essenciais para o organismo, levando a complicações graves. Eles podem afetar adversamente o desenvolvimento, a reprodução e as funções neurológicas e imunológicas dos organismos. Eles também podem interferir na produção, liberação, metabolismo ou eliminação de hormônios no corpo. Assim, os DECs alteram efetivamente a função endócrina, induzindo o surgimento de várias doenças como obesidade, diabetes e câncer<sup>9</sup> e, ainda, malformações congênitas musculoesqueléticas, urogenitais, cardíacas e neuronais<sup>10</sup>.

Mesmo níveis baixos de exposição podem causar anormalidades hormonais e do sistema reprodutivo, no entanto, seus efeitos variam dependendo do estágio de exposição em que uma pessoa se encontra<sup>5,8,11</sup>. Acredita-se que os maiores efeitos dos disruptores ocorram durante o período perinatal, infância e adolescência, um período em que as alterações metabólicas são mais pronunciadas<sup>12-14</sup>.

Os DECs ameaçam a saúde pública devido à sua capacidade de acumulação no organismo, excreção no leite materno e transposição da barreira placentária, causando danos à prole<sup>15-18</sup>, inclusive, afetando o desenvolvimento encefálico<sup>19</sup>. Muitas dessas substâncias são

persistentes no meio ambiente, acumulando-se no solo e nos sedimentos fluviais e são facilmente transportadas por longas distâncias de suas fontes através da atmosfera<sup>20-25</sup>. Eles se acumulam ao longo da cadeia trófica e representam uma séria ameaça à saúde dos seres humanos no topo da cadeia alimentar<sup>26</sup>.

A pesquisa sobre os impactos dos disruptores endócrinos tem obstáculos devido à complexidade na avaliação da exposição a essas substâncias e à natureza dos efeitos, que geralmente se manifestam após um período prolongado, dificultando a atribuição de causalidade<sup>27</sup>. Um protocolo de detecção de disrupção endócrina – TiPED (Tiered Protocol for Endocrine Disruption) – foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar para auxiliar cientistas industriais na identificação precoce de propriedades desreguladoras endócrinas durante o desenvolvimento de novos produtos químicos<sup>28</sup>. Diferentemente dos protocolos tradicionais de avaliação de segurança, o TiPED incorpora uma variedade de ensaios especificamente projetados para detectar efeitos no sistema endócrino, permitindo que os químicos avaliem a toxicidade endócrina nas fases iniciais do design molecular, muito antes de os produtos químicos chegarem ao mercado. No entanto, a adoção generalizada desse protocolo na indústria química ainda é limitada. Embora o TiPED ofereça uma abordagem sistemática para avaliar a segurança endócrina de substâncias químicas, sua implementação ampla enfrenta desafios, como a necessidade de recursos especializados e a integração com práticas industriais estabelecidas<sup>28</sup>. Análogos ao bisfenol A (BPA) têm sido utilizados, porém, o efeito como disruptor permanece<sup>29-31</sup>.

Em relação à área hospitalar, substâncias como o BPA, presente em plásticos e resinas, e o óxido de etileno, utilizado na esterilização de equipamentos médicos, são exemplos de DECs encontrados nesses locais<sup>32</sup>. Durante estudos para verificar se *Saccharomyces cerevisiae* produzia estrogênios, o organismo foi cultivado em meios preparados com água destilada autoclavada em frascos de policarbonato. Observou-se que os meios condicionados apresentavam uma substância que competia com [3H]estradiol pela ligação aos receptores de estrogênio do útero de rato. Contudo, constatou-se que essa substância estrogênica não era produzida pela levedura, mas resultava da lixiviação dos frascos de policarbonato durante a autoclavagem<sup>32</sup>.

O BPA pode causar diversos efeitos negativos para a saúde de humanos e animais. Ele está relacionado à diversas patologias, como: disfunções do sistema nervoso e reprodutor, obesidade, estresse oxidativo, câncer de mama e distúrbios metabólicos<sup>18,29-36</sup>.

Assim, a pesquisa sobre a exposição a possíveis disruptores endócrinos na saúde coletiva é justificada, pois compreender esses agentes e seus impactos, pode contribuir para a elaboração de estratégias de proteção para os trabalhadores da área da saúde.

## OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de escopo para identificar substâncias químicas com potencial de atuação como disruptores endócrinos em ambientes hospitalares e laboratoriais, bem como discutir os riscos relacionados à exposição ocupacional de profissionais da saúde a essas substâncias.

## METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada no formato de revisão de escopo e conduzida de acordo com a diretriz PRISMA-ScR<sup>37-39</sup>. As buscas de publicações foram feitas nas bases de dados SciELO, BVS e PubMed, abrangendo publicações em português e inglês dos anos de 2018 a 2023, cruzando os descritores em português “*Disruptor Endócrino*”, “*Saúde Pública*”, “*Esterilização*” e “*Produtos Químicos*”, bem como os correspondentes em inglês “*Endocrine Disruptor*”, “*Public Health*”, “*Sterilization*” e “*Endocrine-Disrupting Chemicals*”. Esses termos foram selecionados a partir dos Descritores em Ciências da Saúde/Medical Subject Headings (DeCS/MeSH) disponíveis na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS)<sup>40</sup>, garantindo relevância e especificidade na busca por artigos relacionados ao tema.

Durante a seleção, adotaram-se os seguintes critérios de inclusão: artigos originais, revisões, meta-análises, ensaios clínicos e relatos de caso diretamente relacionados ao tema. Por outro lado, foram excluídos livros, documentos governamentais, comentários editoriais e artigos de opinião, de modo a priorizar trabalhos científicos com dados robustos e metodologias claras.

Após uma análise preliminar, incluiu-se um novo descritor, “*produtos químicos disruptores (desreguladores) endócrinos*” e, em inglês, “*endocrine-disrupting chemicals*”, para restringir a busca e focar nos estudos mais alinhados ao objetivo proposto.

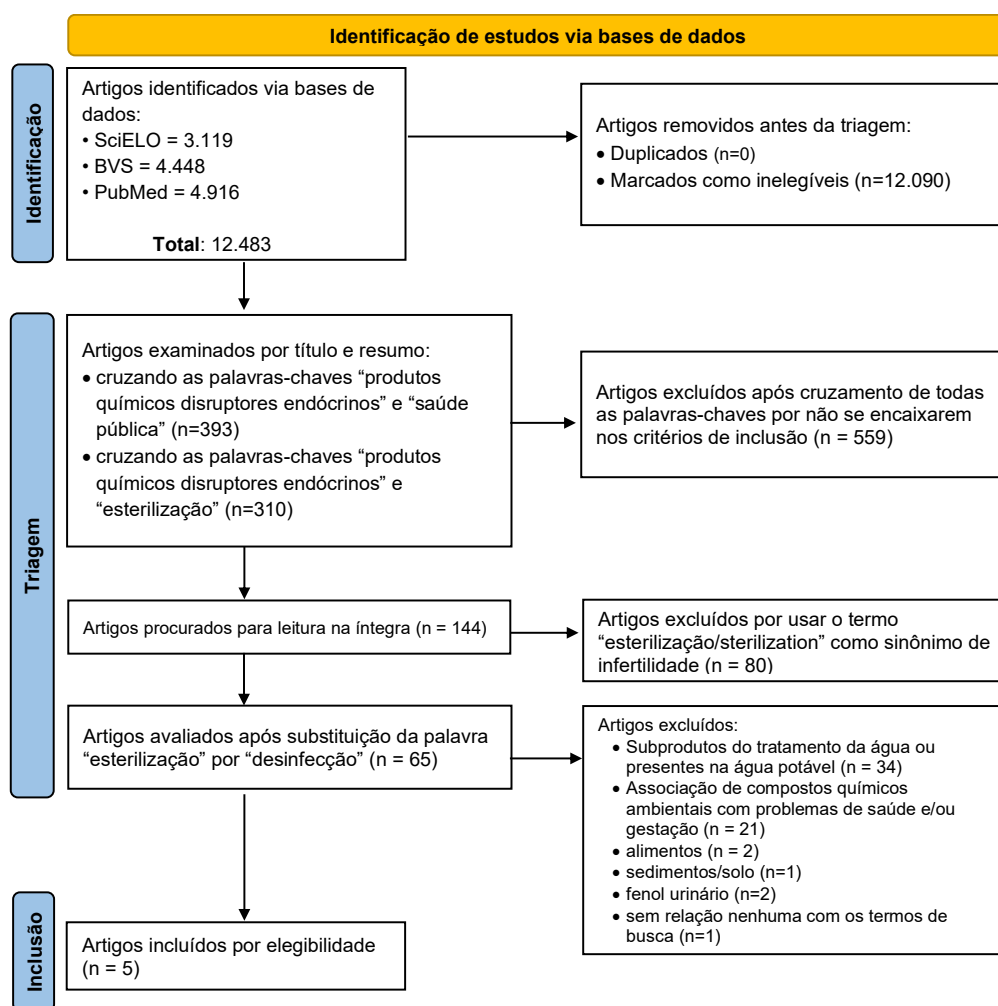
Além disso, ao observar que muitos artigos não abordavam diretamente o impacto ocupacional dos disruptores endócrinos, incluímos um refinamento adicional ao cruzar os descritores “*sterilization*” e “*disinfection*” com “*public health*” e “*endocrine disrupting chemicals*”. Esses ajustes metodológicos reduziram a busca inicial para um conjunto mais específico de artigos, direcionando a revisão para os objetivos do estudo.

Para otimizar a revisão, facilitar a triagem, o agrupamento e a síntese dos dados relevantes, os resultados foram organizados em planilhas eletrônicas no software no Microsoft Excel®. Por fim, gráficos foram elaborados para representar os resultados da distribuição dos descritores e o número de artigos encontrados em cada base de dados, facilitando a visualização dos resultados e identificando lacunas na literatura.

O protocolo da presente revisão foi depositado publicamente em Open Science Framework (OSF) e pode ser acessado em: [https://osf.io/7xnt6/?view\\_only=634c20049c9347718d1f98b5476afb38](https://osf.io/7xnt6/?view_only=634c20049c9347718d1f98b5476afb38).

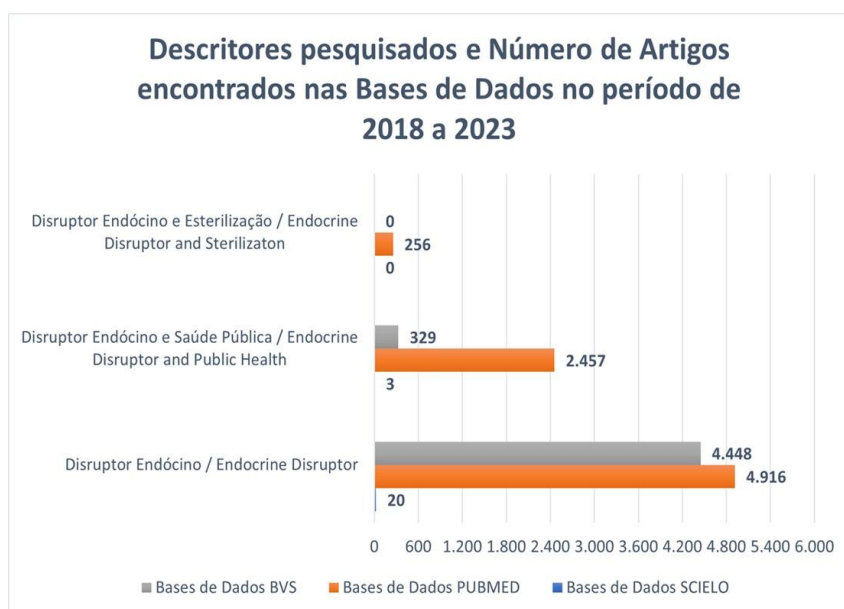
## RESULTADOS

A **Figura 1** apresenta o fluxograma PRISMA-ScR com as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos.



**Figura 1** – Fluxograma do processo de inclusão e exclusão dos artigos. Fonte: autoria própria, adaptada de Page et al., 2021<sup>38,39</sup>.

O levantamento inicial identificou um número (n) expressivo de artigos sobre disruptores endócrinos nas bases PubMed (n=4.916 artigos) e BVS (n=4.448) e menor na Scielo (n=20). Ao cruzarmos os descritores “disruptores endócrinos” e “saúde pública”, o número foi reduzido para um total de 2.799 artigos. No entanto, nenhum abordava diretamente a exposição ocupacional de profissionais da área da saúde. Reduzindo a pesquisa à disruptor e esterilização chegamos a um total de 256 na base PubMed e nenhum artigo na BVS e Scielo (**Figura 2**).



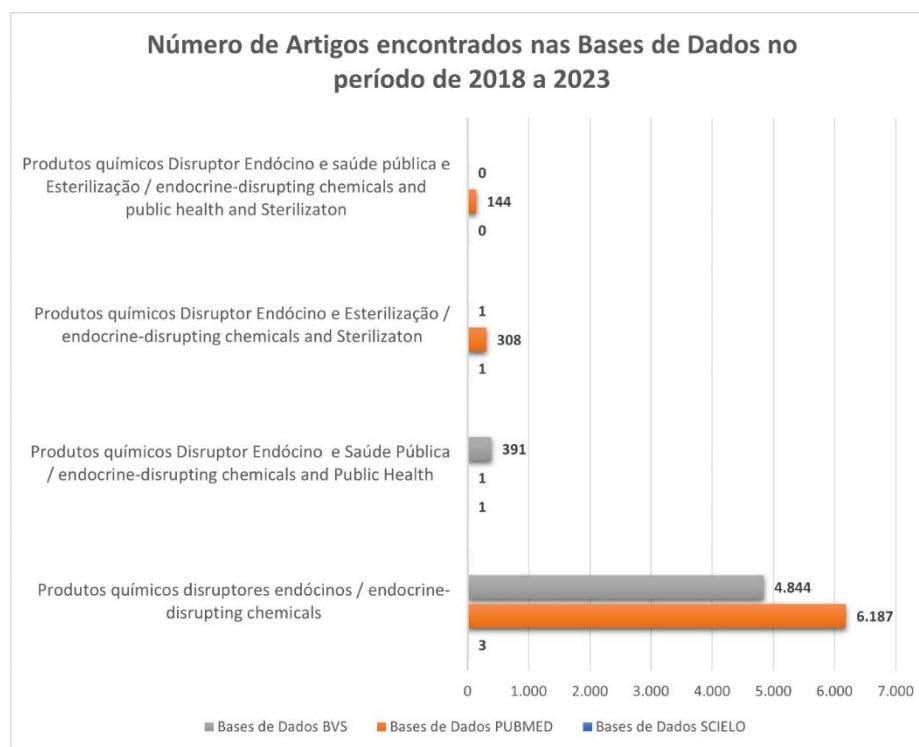
**Figura 2** – Gráfico demonstrando o número de artigos publicados entre 2018 e 2023 encontrados nas bases de dados Scielo, BVS e Pubmed, cruzando os diferentes descritores. Fonte: autoria própria.

Um fator que dificultou o levantamento bibliográfico foi que em inglês o descritor “*sterilization*” é confundido no PubMed com “*infertility*”, ou seja, como sinônimo de infertilidade e, neste aspecto, há muitos estudos em relação aos disruptores endócrinos. A inserção do descritor “*sterilization*” foi devida a uma preocupação inicial com profissionais de enfermagem que atuam em centros de esterilização de materiais e têm contato diário com substâncias que podem atuar como DECs, por exemplo, o óxido de etileno (ETO).

Diante da ampla variedade e número de artigos encontrados no levantamento bibliográfico, mas que fugiam do objetivo desta revisão, resolvemos inserir um quarto descritor:

“produtos químicos disruptores (desreguladores) endócrinos” e em inglês “*endocrine disrupting chemicals*”.

Na nova triagem realizada, somando-se as três bases de dados, encontramos um total de 393 artigos relacionando “produtos químicos disruptores (desreguladores) endócrinos” e “saúde pública”; e um total de 310 artigos cruzando-se os descritores “produtos químicos disruptores (desreguladores) endócrinos” e “esterilização”. Ao cruzar estes últimos descritores à palavra-chave “saúde pública”, conseguimos reduzir a busca para 144 artigos na base de dados PubMed. Tanto no Scielo quanto na BVS não foram encontrados artigos sobre o tema (**Figura 3**). Enfatiza-se que para no PubMed utilizou os descritores sempre no idioma inglês.



**Figura 3** – Gráfico demonstrando o número de artigos publicados entre 2018 e 2023 encontrados nas bases de dados Scielo, BVS e Pubmed, inserindo o descritor “endocrine disrupting chemicals” e cruzando com “public health” e “sterilization”. Fonte: autoria própria.

Dentre os 144 artigos encontrados, a maioria tratava-se de revisões narrativas e sistemáticas, e três de meta-análise. A inserção do descritor “sterilization” foi devida a uma preocupação inicial com profissionais de enfermagem que atuam em centros de esterilização de materiais e têm contato diário com substâncias que podem atuar como DEC, por exemplo, o óxido de etileno (ETO).

Por fim, foi decidido entre os autores da revisão a troca do termo “esterilização” por “desinfecção” (*disinfection* em inglês) na tentativa, ainda, de buscar artigos que falassem de

DECs em ambientes de trabalho de profissionais da saúde. Assim, 80 artigos foram excluídos e na sequência da triagem (**Figura 1**), chegamos a 5 artigos (**Tabela 1**) que na realidade não falam exclusivamente de ambientes laborais de profissionais da saúde, com exceção de um estudo experimental dos autores Togola et al., que detectou e quantificou bisfenóis, que são considerados DECs, em insumos laboratoriais e meios de cultura, mas que podem ser extrapolados outros locais como, por exemplo, hospitais.

**Tabela 1** – Síntese dos estudos incluídos na revisão de escopo

Autor(es) / Ano	Título do trabalho	Tipo de Estudo	Destques	Base de Dado / Link para acesso / DOI
Calderon et al. (2022)	Air concentrations of volatile organic compounds associated with conventional and "green" cleaning products in real-world and laboratory settings	Estudo experimental em campo e laboratório	Comparou a liberação de compostos orgânicos voláteis (COVs) por produtos de limpeza convencionais vs. "verdes". Produtos convencionais emitiram até 75% mais COVs com possível ação endócrina	PubMed <a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36437676/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36437676/</a> DOI: 10.1111/ina.13162
Istvan et al. (2021)	Maternal occupational exposure to endocrine-disrupting chemicals during pregnancy and semen parameters in adulthood: results of a nationwide cross-sectional study among Swiss conscripts	Estudo transversal	Correlação entre exposição ocupacional materna a DECs e parâmetros seminais dos filhos; Associação entre exposição gestacional e baixa contagem de espermatozoides	PubMed <a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33729457/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33729457/</a> DOI:10.1093/HUMREP/DEAB034
Kelsey (2022)	Ethylene oxide derived glycol ethers: A review of the alkyl glycol ethers potential to cause endocrine disruption	Revisão	Identifica toxicidade reprodutiva causada por éteres glicólicos	PubMed <a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34974128/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34974128/</a> DOI:10.1016/J.YRTPH.2021.105113
Togola et al. (2021)	Bisphenol S is present in culture media used for ART and cell culture	Experimental	Detectou e quantificou bisfenóis (BPS e BPA) em vários insumos laboratoriais plásticos e meios de cultura com efeitos sobre oócitos	PubMed <a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33421069/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33421069/</a> DOI: 10.1093/humrep/deaa365
Yilmaz et al. (2020)	Endocrine disrupting chemicals: exposure, effects on human health, mechanism of action, models for testing and strategies for prevention	Revisão narrativa	Relata efeitos reprodutivos e metabólicos, destacando a vulnerabilidade fetal e a necessidade de políticas públicas e estratégias preventivas para DECs	PubMed <a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31792807/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31792807/</a> DOI:10.1007/S11154-019-09521-Z

Fonte: autoria própria

## DISCUSSÃO

Somando-se as três bases de dados: BVS, PubMed e Scielo, foram encontrados um total de 12.483 artigos. Porém, a maioria destes, principalmente, quando se pesquisou somente o descritor “*disruptor endócrino*” ou em inglês “*endocrine disruption*”, trouxe informações voltadas à área ambiental e os efeitos para a saúde da acumulação de diferentes substâncias químicas no ambiente, ou seja, poluentes orgânicos persistentes, que podem levar a vários problemas de saúde como: obesidade, resistência à insulina e câncer<sup>41</sup>. Estes poluentes, inclusive, podem estar presentes na comida ingerida pela população<sup>42</sup>. Esse dado reflete uma

atenção ainda limitada à questão no contexto ocupacional (laboral), contrastando com a vasta literatura voltada para os impactos ambientais desses compostos.

A expressiva quantidade de artigos identificados, inicialmente, nesta revisão de escopo indica que, nas últimas décadas, os efeitos da exposição humana aos denominados desreguladores endócrinos (DECs) têm sido objeto de discussão científica e interesse público. Evidências apontam que disruptores endócrinos estão associados a muitos impactos na saúde humana, incluindo aspectos reprodutivos e desenvolvimento de câncer<sup>34,43-45</sup> e a exposição aos DECs no início da vida, ou mesmo antes, nas células reprodutivas paternas e maternas, pode provocar doenças na vida adulta e talvez até transgeracionais<sup>4,46-49</sup>.

O artigo de revisão de Yilmaz et al.<sup>50</sup> (**Tabela 1**) traz informações amplas e relevantes sobre os potenciais disruptores endócrinos, seus mecanismos de ação, estudos epidemiológicos para analisar seus efeitos na saúde humana, métodos de biodetecção e identificação química. Ainda, relata as dificuldades em extrapolar descobertas experimentais e estudar desreguladores endócrinos (DECs) em humanos para elaborar recomendações para endocrinologistas, indivíduos e formuladores de políticas públicas<sup>50</sup>. Destaca que o momento da exposição aos disruptores é muito importante e corrobora com a literatura que diz que fetos em desenvolvimento e neonatos são os mais vulneráveis à disrupção endócrina<sup>10,46,47,49</sup>.

Várias substâncias foram descritas no artigo de Yilmaz et al.<sup>50</sup> como DECs, por exemplo, os ftalatos, que são utilizados como aditivo para deixar o plástico mais maleável, em materiais utilizados no dia a dia (produtos de higiene, cosméticos), embalagens de alimentos, brinquedos materiais hospitalares, laboratoriais e de construção. Em relação aos plásticos rígidos, uma substância disruptora e tóxica é destacada: o bisfenol A (BPA).

O BPA é usado desde a década de 1950 em embalagens de alimentos, materiais industriais, selantes dentais, produtos de higiene pessoal, brinquedos, livros, recibos térmicos e até mamadeiras<sup>51-53</sup>. Alguns artigos trazem informações sobre a presença de BPA e subprodutos destes em materiais odontológicos, como resinas usadas em restaurações que, quando não polimerizadas corretamente, libera monômeros à base de metacrilato e seus produtos derivados para a circulação e tecidos<sup>54</sup>. Essas substâncias podem mimetizar ou bloquear a ação dos hormônios naturais, interferindo em processos fisiológicos essenciais, como crescimento, desenvolvimento, reprodução e metabolismo<sup>2-5,55</sup>, ainda, de acordo com a Organização Mundial da Saúde, podem causar efeitos adversos à saúde dos organismos, inclusive, atingindo a sua progênie<sup>56</sup>.

Um estudo mostrou que a exposição paterna ao bisfenol A – (2,2-bis(4-hidroxifenil propano) – também conhecido como BPA, induz patologias nos testículos e espermatozoides dos filhotes de camundongos<sup>53,57</sup>, um mecanismo causado, provavelmente, pelo estresse oxidativo<sup>58</sup>. Estudos de biomonitoramento urinário, circulatório e tecidual indicam uma ampla exposição ao BPA nos humanos<sup>36</sup>, que também foi encontrado em colostro humano<sup>18</sup>. Os DEC's podem passar pelo leite materno<sup>59</sup>, ou seja, durante a amamentação, as mães estão entregando não apenas gorduras e nutrientes em seu leite, mas, involuntariamente, também substâncias químicas tóxicas que se acumulam em seus corpos durante anos e passam para seus bebês em apenas alguns meses. Estudos destacam que os níveis de dioxinas (TCDD: 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-*p*-dioxina) – nome genérico dado a uma família de subprodutos tóxicos da síntese de herbicidas e desinfetantes –, no leite materno são preocupantes e em apenas seis meses de amamentação, os bebês absorvem toda a carga de dioxinas aceitável para adultos nos Estados Unidos e na Europa<sup>60,61</sup>.

Em rotinas laboratoriais de tecnologia de reprodução assistida (TRA), os materiais e meios de cultura celular utilizados contêm bisfenóis. Um estudo avaliou 10 tipos de bisfenóis (BPA, BPS, BPAF, BPAP, BPB, BPC, BPE, BPF, BPP e BPZ) em 17 consumíveis plásticos (ponteiras, tubos de centrífuga, frascos de cultura, placas para cultura, etc) e 18 meios de cultura<sup>62</sup>. O método foi validado em uma faixa linear do limite de quantificação (LOQ) a 1000 ng/l (exceto para BPP limitado a 300 ng/l). Cinco consumíveis mostraram um alto nível de bisfenóis (pelo menos 15 vezes mais do que o LOQ. BPAF foi detectado em um alto nível em tubo de centrífuga de 50 ml e em frasco de cultura de células. Neste último BPS também foi detectado. Tanto BPA quanto BPS foram detectados em ponteiras. BPAP, BPB, BPC, BPE, BPF, BPP e BPZ não foram detectados em nenhum dos consumíveis plásticos. Em relação aos meios de cultura de células avaliados, 16 dos 18 continham BPS. Seis meios exibiram concentrações de BPS maiores que 1nM e atingiram até 6,7nM (1693ng/l)<sup>62</sup>. Já foi relatado que o BPS prejudica a qualidade do oócito em concentrações nanomolares, sua presença em meios de TRA, em uma faixa de concentração semelhante, pode contribuir para uma diminuição na taxa de sucesso da técnica.

Profissionais da saúde manuseiam rotineiramente seringas, tubos, luvas, fluidos intravenosos, bandejas, etc. Esses itens podem conter bisfenóis, especialmente se feitos de policarbonato (PC), polissulfona (PSU) ou policloreto de vinila (PVC)<sup>63</sup>. Indivíduos expostos ocupacionalmente têm níveis de BPA detectados significativamente mais altos do que populações expostas ambientalmente e a taxa de detecção de BPA sérico aumenta em relação

ao tempo de exposição. Trabalhadores expostos por mais de cinco anos, a detecção subiu de 70,1 % para 82,5 %, com concentração mediana de 9,73 ng/mL para 27,18 ng/mL<sup>64</sup>. Este estudo é do ano de 2017, fora do período selecionado para a revisão, mas é um dado importante que destacamos, pois precisa ser revisitado e ampliado para vários segmentos laborais.

Um exemplo de eliminação gradual do PVC em ambiente hospitalar, começou em 2000 na Unidade de Neonatologia do Hospital Infantil de Glanzing, em Vienna, a e o teor de PVC em produtos médicos invasivos foi reduzido de 343 kg e 14,6% do peso em 2001 para 178 kg e 7,6% do peso em 2010<sup>65</sup>. Porém, por enquanto, não há uma alternativa segura para sua substituição<sup>63</sup>.

Na triagem dos artigos, quando optamos por trocar o descritor “*sterilization*” por “*disinfection*” (desinfecção), e cruzá-lo com os anteriores “*endocrine disrupting chemicals*” e “*public health*”, a maioria dos artigos encontrados no PubMed e o único na BVS trazia informações sobre subprodutos do tratamento e desinfecção da água potável, principalmente, aqueles gerados pela cloração, ainda, este último discute os desafios para obter água potável segura e saudável na China<sup>66</sup> e que deve ser uma preocupação global.

A água, por ser o solvente universal, é amplamente utilizada para lavagem de materiais em ambientes laboratoriais e hospitalares, representando a etapa inicial dos processos de higienização. No entanto, quando se exige um maior nível de assepsia, especialmente, para materiais de uso único, recorre-se a agentes esterilizantes mais potentes, como o óxido de etileno (ETO), que é um gás vastamente utilizado devido ao seu bom custo-benefício e à sua eficácia microbicida, mas estudos apontam que ele pode atuar como um disruptor endócrino, principalmente, do sistema reprodutor<sup>67,68</sup>.

Além do ETO, compostos como os éteres glicólicos da série E (EGEs), que são solventes líquidos utilizados em produtos farmacêuticos, protetores solares, cosméticos, tintas e corantes à base de água, também suscitam preocupações. Um levantamento feito por Kelsey et al.<sup>67</sup> destaca que esses compostos, embora apresentem toxicidade reprodutiva, agem por mecanismos não endócrinos. Os EGEs são metabolizados em ácidos alcoxiacéticos, produzindo efeitos adversos neurológicos, hematológicos, renais, hepáticos, endócrinos, teratogênicos e reprodutivos<sup>69</sup>.

Além disso, outros estudos mostraram que derivados de éteres, como éter monometílico de etilenoglicol (ou monoetileno glicol - MEG), utilizado como excipiente em formulações farmacêuticas atuando como um veículo para a solubilização de substâncias ativas e ajudar na

estabilidade e na biodisponibilidade dos medicamentos, e ácido metoxiacético, derivado do ácido acético e precursor de fungicidas comerciais, podem ter efeitos maléficos e serem disruptores na célula lútea ovariana<sup>70</sup>. Em ratas tratadas com MEG, observou-se supressão do ciclo estral, inibição da ovulação e hipertrofia dos corpos lúteos<sup>70</sup>.

Esses achados reforçam a importância de avaliar criticamente a exposição ocupacional a substâncias potencialmente tóxicas e disruptoras endócrinas amplamente utilizadas no ambiente de trabalho.

## CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo evidenciam uma discrepância significativa entre a extensa literatura sobre os efeitos ambientais e de saúde pública dos disruptores endócrinos (DECs) e a escassez de pesquisas focadas na exposição ocupacional de profissionais da saúde em ambientes hospitalares e laboratoriais. Apesar de um número expressivo de publicações sobre DECs, poucos estudos investigaram os riscos enfrentados por trabalhadores expostos a substâncias como o bisfenol A (BPA) e o óxido de etileno (ETO), amplamente utilizados nesses locais.

Essa lacuna é preocupante, dado o potencial dos DECs para causar efeitos adversos, incluindo disfunções reprodutivas, neurológicas e metabólicas. Estudos revisados reforçam que profissionais expostos a DECs, como o BPA presente em consumíveis plásticos hospitalares ou o ETO utilizado na esterilização, podem enfrentar riscos significativos. A vulnerabilidade de grupos específicos, como gestantes e neonatos, destaca a necessidade urgente de ações preventivas específicas.

Este estudo contribui ao campo ao destacar a importância de implementar medidas concretas para mitigar os riscos ocupacionais associados aos DECs. Entre essas medidas, incluem-se: a substituição de materiais tóxicos por alternativas mais seguras, a adoção rigorosa de equipamentos de proteção individual (EPIs), e a promoção de programas de conscientização entre trabalhadores da saúde. Além disso, políticas públicas e normas regulamentadoras devem ser revisadas para incorporar diretrizes específicas sobre o manejo de DECs em ambientes hospitalares.

Por fim, a identificação de lacunas na literatura reforça a necessidade de mais pesquisas direcionadas à exposição ocupacional. Estudos futuros devem priorizar análises quantitativas da exposição a DECs, investigações de seus efeitos de longo prazo e o desenvolvimento de

protocolos preventivos. Aplicar essas descobertas é essencial para promover a proteção efetiva dos profissionais expostos, contribuindo para um ambiente de trabalho mais seguro e saudável.

### **Contribuição dos autores:**

*Conceitualização, Metodologia, Investigação, Curadoria de dados:* Chayene Birelo de Almeida; Katia Aparecida da Silva Viegas. *Investigação:* Letícia Veronezi, Nathália Martins; *Visualização, Validação:* Elisângela Ramos de Oliveira; Thiago de Souza Candido; *Administração do projeto e Supervisão, Análise formal, escrita – rascunho original, revisão e edição:* Ivana Regina Gonçalves; Katia Aparecida da Silva Viegas.

### **Financiamento:**

O presente estudo não recebeu financiamento.

### **Conflito de interesses:**

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## **REFERÊNCIAS**

1. Bila DM, Dezotti M. Desreguladores endócrinos no meio ambiente: efeitos e consequências. *Quim Nova*. 2007;30(3):651-666.
2. Ying GG. *Endocrine Disrupting Chemicals. What? Where?;* 2012. doi:10.1002/9781118346747.ch1
3. Myers JP, Antoniou MN, Blumberg B, et al. Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: A consensus statement. *Environ Health*. 2016;15(1). doi:10.1186/s12940-016-0117-0
4. Soto AM, Sonnenschein C. Disruptores endócrinos: una historia muy personal y con múltiples personalidades. *Gac Sanit*. 2002;16(3):209-211. Accessed February 15, 2022. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-91112002000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112002000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
5. Guarnotta V, Amodei R, Frasca F, Aversa A, Giordano C. Impact of Chemical Endocrine Disruptors and Hormone Modulators on the Endocrine System. *Int J Mol Sci*. 2022;23(10). doi:10.3390/IJMS23105710
6. World Health Organization (WHO). Global assessment on the state of the science of endocrine disruptors. WHO/UNEP. 2012. Accessed May 1, 2024. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-PSC-EDC-02.2>

7. Veurink M, Koster M, De Jong-Van Den Berg LTW. The history of DES, lessons to be learned. *Pharm World Sci.* 2005;27(3):139-143. doi:10.1007/S11096-005-3663-Z
8. Varticovski L, Stavreva DA, McGowan A, Raziuddin R, Hager GL. Endocrine disruptors of sex hormone activities. *Mol Cell Endocrinol.* 2022;539. doi:10.1016/J.MCE.2021.111415
9. De Coster S, Van Larebeke N. Endocrine-disrupting chemicals: associated disorders and mechanisms of action. *J Environ Public Health.* 2012;2012. doi:10.1155/2012/713696
10. Dutra LS, Ferreira AP. Identificación de malformaciones congénitas asociadas a plaguicidas disruptores endocrinos en estados brasileños productores de granos. *Gerencia y Políticas de Salud.* 2019;18(36):1-40. doi:10.11144/JAVERIANA.RGSP18-36.IMCP
11. Levine SL, Webb EG, Saltmiras DA. Review and analysis of the potential for glyphosate to interact with the estrogen, androgen and thyroid pathways. *Pest Manag Sci.* 2020;76(9):2886-2906. doi:10.1002/PS.5983
12. Chioccarelli T, Migliaccio M, Suglia A, et al. Characterization of estrogenic activity and site-specific accumulation of bisphenol-a in epididymal fat pad: Interfering effects on the endocannabinoid system and temporal progression of germ cells. *Int J Mol Sci.* 2021;22(5):1-18. doi:10.3390/ijms22052540
13. Lorenz V, Pacini G, Luque EH, Varayoud J, Milesi MM. Perinatal exposure to glyphosate or a glyphosate-based formulation disrupts hormonal and uterine milieu during the receptive state in rats. *Food Chem Toxicol.* 2020;143. doi:10.1016/J.FCT.2020.111560
14. Gallegos CE, Baier CJ, Bartos M, et al. Perinatal Glyphosate-Based Herbicide Exposure in Rats Alters Brain Antioxidant Status, Glutamate and Acetylcholine Metabolism and Affects Recognition Memory. *Neurotox Res.* 2018;34(3):363-374. doi:10.1007/s12640-018-9894-2
15. Li A, Zhuang T, Song M, et al. Occurrence, placental transfer, and health risks of emerging endocrine-disrupting chemicals in pregnant women. *J Hazard Mater.* 2023;459. doi:10.1016/J.JHAZMAT.2023.132157

16. Tang ZR, Xu XL, Deng SL, Lian ZX, Yu K. Oestrogenic Endocrine Disruptors in the Placenta and the Fetus. *Int J Mol Sci*. 2020;21(4). doi:10.3390/IJMS21041519
17. Stefanidou M, Maravelias C, Spiliopoulou C. Human exposure to endocrine disruptors and breast milk. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*. 2009;9(3):269-276. doi:10.2174/187153009789044374
18. Kuruto-Niwa R, Tateoka Y, Usuki Y, Nozawa R. Measurement of bisphenol A concentrations in human colostrum. *Chemosphere*. 2007;66(6):1160-1164. doi:10.1016/J.CHEMOSPHERE.2006.06.073
19. Marinello WP, Patisaul HB. Endocrine disrupting chemicals (EDCs) and placental function: Impact on fetal brain development. *Adv Pharmacol*. 2021;92:347-400. doi:10.1016/BS.APHA.2021.04.003
20. Romano R, Romano RM, Romano MA, Oliveira CA de. Glifosato como desregulador endócrino químico / Glyphosate as an endocrine chemical disruptor. *Ambiência*. 2009;5(2):359-372.
21. Pompeo Queiroz GM, Da Silva MR, Ferraz Bianco RJ, Pinheiro A, Kaufmann V. Transporte de glifosato pelo escoamento superficial e por lixiviação EM UM solo agrícola. *Quim Nova*. 2011;34(2):190-195. doi:10.1590/S0100-40422011000200004
22. Pontelli RCN, Nunes AA, de Oliveira SVWB. Impacto na saúde humana de disruptores endócrinos presentes em corpos hídricos: existe associação com a obesidade? *Cien Saude Colet*. 2016;21(3):753-766. doi:10.1590/1413-81232015213.25212015
23. Guimarães J. Disruptores endócrinos no meio ambiente: um problema de saúde pública e ocupacional. *ACPO - Associação de Consciência à Prevenção Ocupacional*. Published online 2005:1-13.
24. Desert C, Baéza E, Aite M, et al. Multi-tissue transcriptomic study reveals the main role of liver in the chicken adaptive response to a switch in dietary energy source through the transcriptional regulation of lipogenesis. *BMC Genomics*. 2018;19(1). doi:10.1186/s12864-018-4520-5
25. De Coster S, Van Larebeke N. Endocrine-disrupting chemicals: associated disorders and mechanisms of action. *J Environ Public Health*. 2012;2012. doi:10.1155/2012/713696

26. Stiefel C, Stintzing F. Endocrine-active and endocrine-disrupting compounds in food – occurrence, formation and relevance. *NFS Journal*. 2023;31:57-92. doi:10.1016/J.NFS.2023.03.004
27. The Lancet Oncology. Endocrine disruptors-the lessons (not) learned. *Lancet Oncol*. 2021;22(11):1483. doi:10.1016/S1470-2045(21)00597-0
28. Betts KS. Tiered protocol for sussing out endocrine disruption. *Environ Health Perspect*. 2013;121(1). doi:10.1289/EHP.121-A16
29. Chen D, Kannan K, Tan H, et al. Bisphenol Analogues Other Than BPA: Environmental Occurrence, Human Exposure, and Toxicity-A Review. *Environ Sci Technol*. 2016;50(11):5438-5453. doi:10.1021/ACS.EST.5B05387
30. Chen MY, Ike M, Fujita M. Acute toxicity, mutagenicity, and estrogenicity of bisphenol-A and other bisphenols. *Environ Toxicol*. 2002;17(1):80-86. doi:10.1002/TOX.10035
31. Xu Y, Hu A, Li Y, He Y, Xu J, Lu Z. Determination and occurrence of bisphenol A and thirteen structural analogs in soil. *Chemosphere*. 2021;277. doi:10.1016/J.CHEMOSPHERE.2021.130232
32. Krishnan A V., Stathis P, Permuth SF, Tokes L, Feldman D. Bisphenol-a: An estrogenic substance is released from polycarbonate flasks during autoclaving. *Endocrinology*. 1993;132(6):2279-2286. doi:10.1210/ENDO.132.6.8504731
33. Alexander HC, Dill DC, Smith LW, Guiney PD, Dorn P. Bisphenol a: Acute aquatic toxicity. *Environ Toxicol Chem*. 1988;7(1):19-26. doi:10.1002/etc.5620070104
34. Iida H, Maehara K, Doiguchi M, Mōri T, Yamada F. Bisphenol A-induced apoptosis of cultured rat Sertoli cells. *Reproductive Toxicology*. 2003;17(4):457-464. doi:10.1016/S0890-6238(03)00034-0
35. Staples CA, Dorn PB, Klecka GM, O'Block ST, Harris LR. A review of the environmental fate, effects, and exposures of bisphenol A. *Chemosphere*. 1998;36(10):2149-2173. doi:10.1016/S0045-6535(97)10133-3
36. Vandenberg LN, Chahoud I, Heindel JJ, Padmanabhan V, Paumgartten FJR, Schoenfelder G. Urinary, circulating, and tissue biomonitoring studies indicate

- widespread exposure to bisphenol A. *Environ Health Perspect.* 2010;118(8):1055-1070. doi:10.1289/EHP.0901716
37. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Ann Intern Med.* 2018;169(7):467-473. doi:10.7326/M18-0850
38. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *PLoS Med.* 2021;18(3). doi:10.1371/JOURNAL.PMED.1003583
39. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372. doi:10.1136/BMJ.N71
40. BIREME/OPAS/OMS. Descritores em Ciências da Saúde: DeCS 2025. BIREME / OPAS / OMS. 2025. Accessed July 14, 2025. <https://decs.bvsalud.org/>
41. Zoeller RT. Regulation of endocrine-disrupting chemicals insufficient to safeguard public health. *J Clin Endocrinol Metab.* 2014;99(6):1993-1994. doi:10.1210/JC.2014-2285
42. Stiefel C, Stintzing F. Endocrine-active and endocrine-disrupting compounds in food – occurrence, formation and relevance. *NFS Journal.* 2023;31:57-92. doi:10.1016/J.NFS.2023.03.004
43. Desdoits-Lethimonier C, Lesné L, Gaudriault P, et al. Parallel assessment of the effects of bisphenol A and several of its analogs on the adult human testis. *Human Reproduction.* 2017;32(7):1465-1473. doi:10.1093/humrep/dex093
44. Carreau S, Lambard S, Delalande C, Denis-Galeraud I, Bilinska B, Bourguiba S. Aromatase expression and role of estrogens in male gonad: A review. *Reproductive Biology and Endocrinology.* 2003;1. doi:10.1186/1477-7827-1-35
45. Giulivo M, Lopez de Alda M, Capri E, Barceló D. Human exposure to endocrine disrupting compounds: Their role in reproductive systems, metabolic syndrome and breast cancer. A review. *Environ Res.* 2016;151:251-264. doi:10.1016/J.ENVRES.2016.07.011
46. Tang ZR, Xu XL, Deng SL, Lian ZX, Yu K. Oestrogenic Endocrine Disruptors in the Placenta and the Fetus. *Int J Mol Sci.* 2020;21(4). doi:10.3390/IJMS21041519

47. Marinello WP, Patisaul HB. Endocrine disrupting chemicals (EDCs) and placental function: Impact on fetal brain development. *Adv Pharmacol.* 2021;92:347-400. doi:10.1016/BS.APHA.2021.04.003
48. Pérez-Albaladejo E, Pinteño R, Aznar-Luque M del C, Casado M, Postigo C, Porte C. Genotoxicity and endocrine disruption potential of haloacetic acids in human placental and lung cells. *Science of the Total Environment.* 2023;879. doi:10.1016/j.scitotenv.2023.162981
49. Li A, Zhuang T, Song M, et al. Occurrence, placental transfer, and health risks of emerging endocrine-disrupting chemicals in pregnant women. *J Hazard Mater.* 2023;459. doi:10.1016/J.JHAZMAT.2023.132157
50. Yilmaz B, Terekci H, Sandal S, Kelestimur F. Endocrine disrupting chemicals: exposure, effects on human health, mechanism of action, models for testing and strategies for prevention. *Rev Endocr Metab Disord.* 2020;21(1):127-147. doi:10.1007/S11154-019-09521-Z
51. Rochester JR. Bisphenol A and human health: A review of the literature. *Reproductive Toxicology.* 2013;42:132-155. doi:10.1016/J.REPROTOX.2013.08.008
52. Brede C, Fjeldal P, Skjevraak I, Herikstad H. Increased migration levels of bisphenol A from polycarbonate baby bottles after dishwashing, boiling and brushing. *Food Addit Contam.* 2003;20(7):684-689. doi:10.1080/0265203031000119061
53. Barbagallo F, Condorelli RA, Mongioì LM, et al. Effects of Bisphenols on Testicular Steroidogenesis. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2020;11:373. doi:10.3389/FENDO.2020.00373
54. Martinez-Gonzalez M, Fidalgo-Pereira RC, Torres O, et al. Toxicity of resin-matrix cements in contact with fibroblast or mesenchymal cells. *Odontology.* 2023;111(2):310-327. doi:10.1007/S10266-022-00758-W/FIGURES/3
55. Schug TT, Johnson AF, Birnbaum LS, et al. Minireview: Endocrine Disruptors: Past Lessons and Future Directions. *Molecular Endocrinology.* 2016;30(8):833. doi:10.1210/ME.2016-1096

56. World Health Organization (WHO). Global assessment on the state of the science of endocrine disruptors. WHO/UNEP. 2012. Accessed April 30, 2024. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-PSC-EDC-02.2>
57. Fenclová T, Řimnáčová H, Chemek M, et al. Nursing Exposure to Bisphenols as a Cause of Male Idiopathic Infertility. *Front Physiol.* 2022;13:725442. doi:10.3389/FPHYS.2022.725442/FULL
58. Al-Griw MA, Alghazeer RO, Salama NM, et al. Paternal bisphenol A exposure induces testis and sperm pathologies in mice offspring: Possibly due to oxidative stress? *Saudi J Biol Sci.* 2021;28(1):948-955. doi:10.1016/J.SJBS.2020.11.003
59. Stefanidou M, Maravelias C, Spiliopoulou C. Human exposure to endocrine disruptors and breast milk. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets.* 2009;9(3):269-276. doi:10.2174/187153009789044374
60. Vandenberg LN, Colborn T, Hayes TB, et al. Hormones and endocrine-disrupting chemicals: low-dose effects and nonmonotonic dose responses. *Endocr Rev.* 2012;33(3):378-455. doi:10.1210/ER.2011-1050
61. Schug TT, Johnson AF, Birnbaum LS, et al. Minireview: Endocrine Disruptors: Past Lessons and Future Directions. *Mol Endocrinol.* 2016;30(8):833-847. doi:10.1210/ME.2016-1096
62. Togola A, Desmarchais A, Tétéau O, et al. Bisphenol S is present in culture media used for ART and cell culture. *Hum Reprod.* 2021;36(4):1032-1042. doi:10.1093/HUMREP/DEAA365
63. Edaes FS, de Souza CB. BPS and BPF are as Carcinogenic as BPA and are Not Viable Alternatives for its Replacement. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets.* 2022;22(9):927-934. doi:10.2174/1871530322666220316141032
64. Ribeiro E, Ladeira C, Viegas S. Occupational exposure to Bisphenol A (BPA): A reality that still needs to be unveiled. *Toxics.* 2017;5(3). doi:10.3390/TOXICS5030022,
65. Malarvannan G, Onghena M, Verstraete S, et al. Phthalate and alternative plasticizers in indwelling medical devices in pediatric intensive care units. *J Hazard Mater.* 2019;363:64-72. doi:10.1016/j.jhazmat.2018.09.087

66. Wu J. Challenges for Safe and Healthy Drinking Water in China. *Curr Environ Health Rep.* 2020;7(3):292-302. doi:10.1007/S40572-020-00274-5/TABLES/2
67. Kelsey JR. Ethylene oxide derived glycol ethers: A review of the alkyl glycol ethers potential to cause endocrine disruption. *Regulatory Toxicology and Pharmacology.* 2022;129:105113. doi:10.1016/J.YRTPH.2021.105113
68. Bharti B, Li H, Ren Z, Zhu R, Zhu Z. Recent advances in sterilization and disinfection technology: A review. *Chemosphere.* 2022;308(Pt 3). doi:10.1016/J.CHEMOSPHERE.2022.136404
69. Singh PJ, Penn S, Lee VR. Glycol Ether Toxicology. *StatPearls.* Published online March 10, 2024. Accessed January 7, 2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK589662/>
70. Davis BJ, Almekinder JL, Flagler N, Travlos G, Wilson R, Maronpot RR. Ovarian Luteal Cell Toxicity of Ethylene Glycol Monomethyl Ether and Methoxy Acetic Acidin Vivoandin Vitro. *Toxicol Appl Pharmacol.* 1997;142(2):328-337. doi:10.1006/TAAP.1996.8035

---

<sup>i</sup> **Autora correspondente:** Katia Aparecida da Silva Viegas, e-mail: [katia.viegas@unesp.br](mailto:katia.viegas@unesp.br), Endereço: Rua Nicolau de Assis 7-15, CEP: 17011-102, Bauru-SP, Brasil.

## Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.