

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, Nathália Martins, 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: 2025-01-20 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

A moderação deste preprint recebeu o endosso de:

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

Disruptores Endócrinos: um risco ocupacional para os profissionais da saúde

Título resumido: Disruptores endócrinos: um risco ocupacional

Endocrine Disruptors: an occupational risk for healthcare professionals

Running title: Endocrine Disruptors: an occupational risk

Disruptores endócrinos: un riesgo laboral para los profesionales sanitarios

Título corto: Disruptores endócrinos: un riesgo laboral

Chayene Birelo de Almeida¹ <https://orcid.org/0009-0003-7064-483X>, Letícia Santos Veronezi¹ <https://orcid.org/0000-0001-7739-4915>, Nathália Martins¹ <https://orcid.org/0009-0007-2738-930X>, Thiago de Souza Candido² <https://orcid.org/0000-0003-2900-0576>, Elisângela Ramos de Oliveira¹ <https://orcid.org/0000-0001-5728-9771>, Ivana Regina Gonçalves¹ <https://orcid.org/0000-0002-0126-816X>, Katia Aparecida da Silva Viegas³ <https://orcid.org/0000-0003-3077-478X>

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

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

3 – 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 DEC's 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 DEC's 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 DEC are urgently needed. Studies are needed to quantitatively assess exposure and long-term effects, promoting safer work environments.

Keywords: Endocrine disruptor; Chemicals; Public health.

RESUMEN

Los disruptores endocrinos (EDC) son sustancias químicas exógenas presentes en el medio ambiente y en objetos de uso común, que causan daños a la salud humana. Este estudio tuvo como objetivo realizar una revisión bibliográfica sobre los DEC que pueden representar riesgos laborales para los profesionales de la salud. Se realizaron búsquedas en las bases de datos SciELO, BVS y PubMed, cruzando los descriptores Endocrine Disruptor, Public Health, Sterilization y Endocrine-Disrupting Chemicals, seleccionándose artículos del período 2018 a 2023. Se encontraron 12.483 artículos, la mayoría de los cuales describían aspectos nocivos para el medio ambiente. Nuevo cruce entre los descriptores seleccionaron 64 artículos, entre revisiones y metanálisis, ninguno de los cuales abordó directamente la exposición de los profesionales de la salud. Los resultados indican que varias sustancias suponen un riesgo importante, como el bisfenol, presente en los consumibles plásticos de laboratorio, y el óxido de etileno, utilizado en la esterilización hospitalaria, que puede provocar disfunciones reproductivas, neurológicas y metabólicas. Se concluye que son urgentes pautas laborales específicas y medidas preventivas para minimizar los impactos de los DEC. Se necesitan estudios para evaluar cuantitativamente la exposición y los efectos a largo plazo, promoviendo entornos de trabajo más seguros.

Palabras clave: Disruptor endocrino; Productos químicos; Salud pública.

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 desenvolvimento¹. Essas substâncias podem mimetizar ou bloquear a ação dos hormônios naturais, interferindo em processos fisiológicos essenciais, como crescimento, desenvolvimento, reprodução e metabolismo²⁻⁵, ainda, de acordo com a Organização Mundial da Saúde, podem causar efeitos adversos à saúde dos organismos, inclusive, atingindo a sua progênie⁶.

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 suspensa⁷.

Quando DECs entram em contato com organismos vivos, bloqueiam a ação natural dos hormônios do corpo humano e mimetizam os efeitos hormonais⁸. 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 câncer⁹ e, ainda, malformações congênitas musculoesqueléticas, urogenitais, cardíacas e neuronais¹⁰.

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^{5,8,11}. 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 pronunciadas¹²⁻¹⁴.

Os DEC's ameaçam a saúde pública devido à sua capacidade de acumulação no organismo, excreção no leite materno e transposição da barreira placentária, causando danos à prole¹⁵⁻¹⁸, inclusive, afetando o desenvolvimento encefálico¹⁹. 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 atmosfera²⁰⁻²⁵. Eles se acumulam ao longo da cadeia trófica e representam uma séria ameaça à saúde dos seres humanos no topo da cadeia alimentar²⁶.

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 causalidade²⁷. 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 químicos²⁸. 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 estabelecidas²⁸. Análogos ao bisfenol A (BPA) têm sido utilizados, porém, o efeito como disruptor permanece²⁹⁻³¹.

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 DEC's encontrados nesses locais³². 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 autoclavagem³².

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^{18,29-36}.

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 um levantamento bibliográfico para identificar substâncias químicas com potencial de atuação como disruptores endócrinos em ambientes hospitalares e laboratoriais, bem como avaliar os riscos relacionados à exposição ocupacional de profissionais da saúde a essas substâncias.

METODOLOGIA

Esta pesquisa foi conduzida no formato de revisão bibliográfica, utilizando 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), garantindo relevância e especificidade na busca por artigos relacionados ao tema. As buscas foram realizadas nas bases de dados SciELO, BVS e PubMed, abrangendo publicações em português e inglês dos últimos seis anos (2018 a 2023) (figura 1).

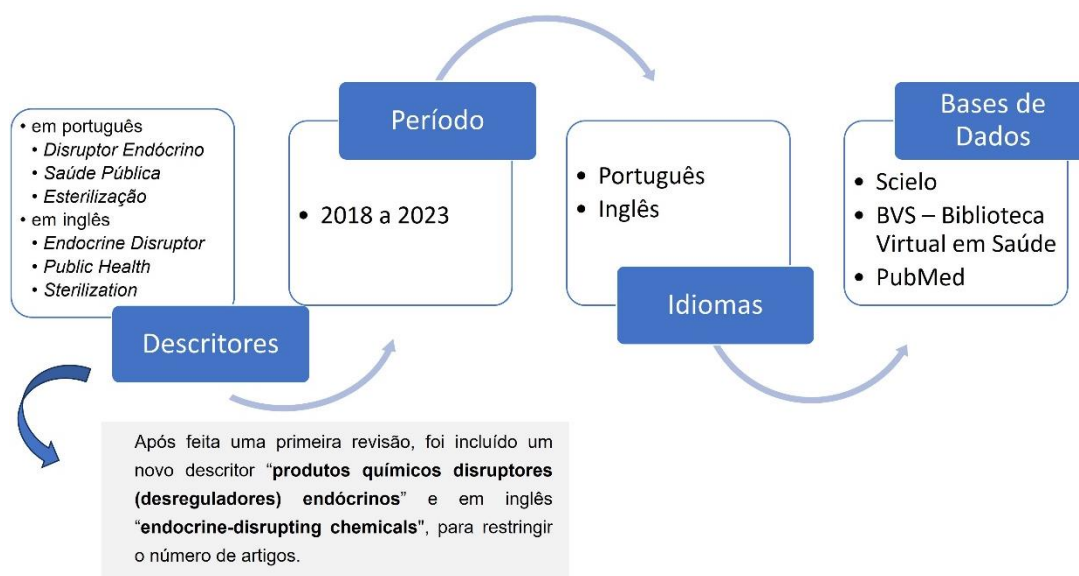


Figura 1- Fluxograma da metodologia utilizada no levantamento bibliográfico

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.

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®.

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.

Por fim, gráficos foram elaborados para representar a distribuição dos descritores e o número de artigos encontrados em cada base de dados, facilitando a visualização dos resultados e identificando lacunas na literatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstram a relevância e a urgência do tema relacionado à exposição de profissionais da saúde a disruptores endócrinos, evidenciando lacunas significativas na literatura disponível sobre o assunto. Apesar do levantamento inicial identificar um número expressivo de artigos sobre disruptores endócrinos nas bases PubMed (4.916 artigos) e BVS (4.448) (Figura 2), nenhum abordou diretamente a exposição ocupacional de profissionais da área da saúde. Esse dado reflete uma atenção ainda limitada à questão no contexto ocupacional, contrastando com a vasta literatura voltada para os impactos ambientais desses compostos.

Somando-se as três bases de dados: Scielo, BVS e Pubmed, foram encontrados um total de 12.483 artigos (Figura 2). 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 câncer³⁷. Estes poluentes, inclusive, podem estar presentes na comida ingerida pela população³⁸.

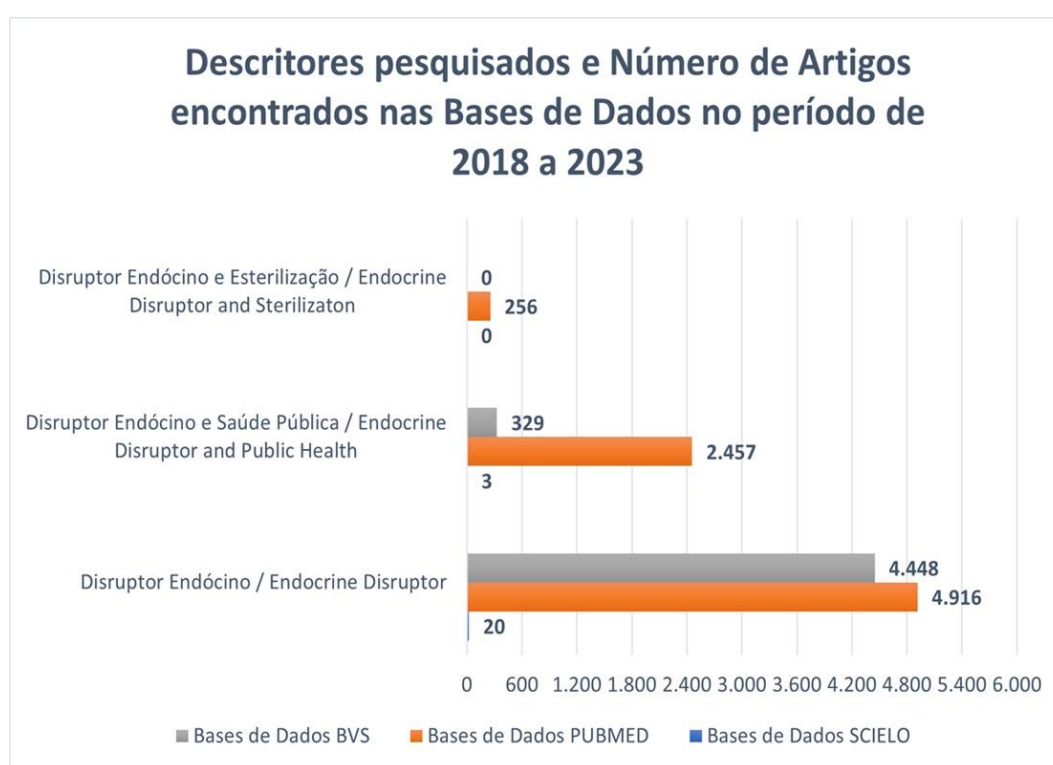


Figura 2 - Gráfico demonstrando o número de artigos publicados entre 2018 e 2023 encontrados nas bases de dados Scielo, BVS e Pubmed, cruzando os diferentes descritores.

A grande quantidade de artigos encontrados reflete que, nas últimas décadas, os efeitos adversos da exposição humana aos chamados desreguladores endócrinos (DECs) têm sido motivo de debate científico e de atenção pública, pois disruptores endócrinos provocam efeitos deletérios na saúde humana, incluindo a saúde reprodutiva e desenvolvimento de câncer^{34,39-41}.

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*”.

No novo levantamento bibliográfico realizado, encontramos um total de 393 artigos, somando-se as bases de dados Scielo, BVS e Pubmed, descrevendo a relação entre “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.

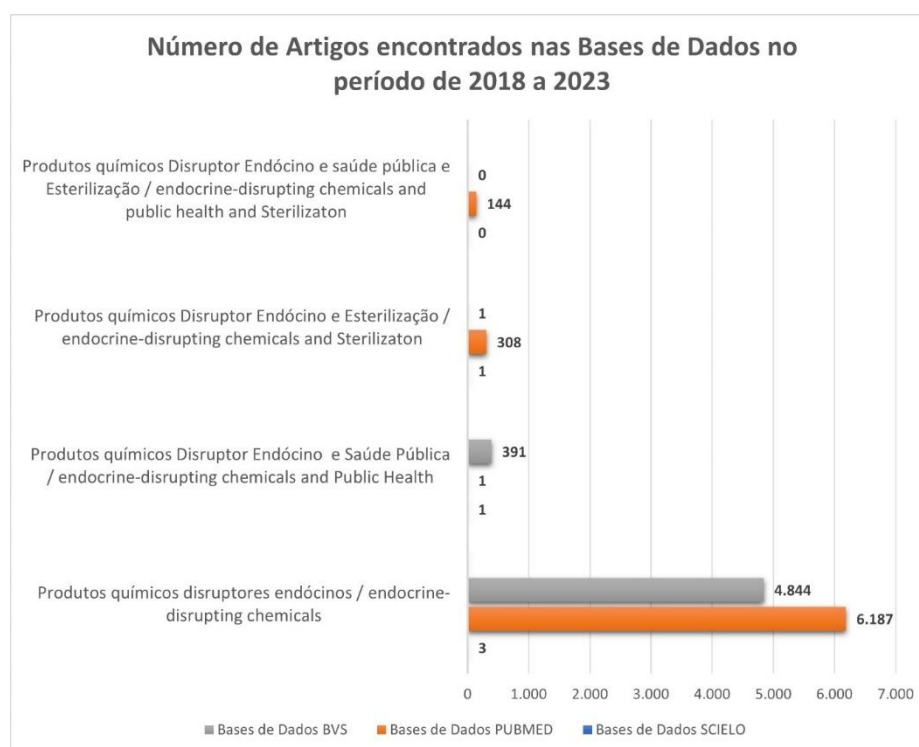


Figura 3 - Gráfico demonstrando o número de artigos publicados entre 2018 e 2023 encontrados nas bases de dados Scielo, BVS e Pubmed, inserindo o descritor “endocrine disrupting chemicals” e cruzando com “public health” e “sterilization”.

Dentre os 144 artigos encontrados, a maioria tratava-se de revisões e revisão sistemática e 3 de meta-análise. E 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 DEC, por exemplo, o óxido de etileno (ETO). O ETO é um gás vastamente utilizado na esterilização de materiais laboratoriais e hospitalares de uso único por causa do seu bom custo/benefício e pode ser um disruptores endócrinos, principalmente, do sistema reprodutor^{42,43}. Porém, um levantamento feito por Kelsy (2020)⁴², afirma que os éteres glicólicos da série E (EGEs) – encontrados em produtos farmacêuticos, protetores solares, cosméticos, tintas, corantes e tintas à base de água –, que apresentam toxicidade reprodutiva o fazem por modos de ação não endócrinos. Os EGEs são metabolizados em ácidos alcoxiacéticos, produzindo efeitos neurológicos, hematológicos, renais, hepáticos, endócrinos, teratogênicos e reprodutivos⁴⁴.

Outros estudos mostram que derivados dos 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 ovariana⁴⁵. Em ratas tratadas com MEG, a ciclicidade foi suprimida, a ovulação foi inibida e os corpos lúteos foram hipertrofiados⁴⁵.

No levantamento, um artigo de revisão de Yilmaz et al. (2020)⁴⁶ intitulado “*Endocrine disrupting chemicals: exposure, effects on human health, mechanism of action, models for testing*”

and strategies for prevention” nos chamou a atenção, pois trata-se de uma revisão que traz informações variadas e relevantes sobre os potenciais disruptores endócrinos, seus mecanismos de ação, estudos epidemiológicos para analisar seus efeitos na saúde humana, métodos de biodeteção 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 públicas⁴⁶. Destaca, ainda, que o momento da exposição aos disruptores é muito importante. Por exemplo, corrobora com a literatura que diz que fetos em desenvolvimento e neonatos são os mais vulneráveis à disrupção endócrina^{10,47-49}.

A exposição aos disruptores endócrinos no início da vida, ou mesmo antes, nas células reprodutivas paternas e maternas, pode provocar doenças na vida adulta e talvez até transgeracionais⁴. Um estudo mostrou que a exposição paterna ao bisfenol A induz patologias nos testículos e espermatozoides dos filhotes de camundongos, um mecanismo causado, provavelmente, pelo estresse oxidativo⁵⁰. Ainda, outros estudos mostraram que DECs podem passar pelo colostro¹⁸ e pelo leite materno⁵¹. É importante ressaltar que durante a amamentação, as mães estão entregando não apenas gorduras e nutrientes em seu leite, mas também substâncias químicas tóxicas que se acumulam em seus corpos durante anos, mas 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^{52,53}.

Várias substâncias foram descritas no artigo de Yilmaz et al. (2020)⁴⁶ como DECs, por exemplo, os ftalatos, que são utilizados como aditivo para deixar o plástico mais maleável, em

materiais utilizados no dia a dia, inclusive, hospitalar e laboratorial. 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 mamadeiras⁵⁴⁻⁵⁶. Alguns artigos trazem informações sobre a presença de BPA em materiais odontológicos. Resinas usadas em restaurações odontológicas contém BPA ou subprodutos deste que, quando não polimerizada corretamente, libera monômeros à base de metacrilato e seus produtos derivados para os tecidos circundantes e em contato com fibroblastos ou células mesenquimais que atuam como uma causa potencial de reações inflamatórias⁵⁷.

Experimentos com camundongos expostos ao bisfenol durante a amamentação, mostraram efeitos durante o desenvolvimento e em machos recém-nascidos ao longo de sua vida reprodutiva. Houve efeitos epigenéticos levando à transferência de quebras de fita dupla de DNA através do pronúcleo paterno dos espermatozoides para os blastômeros no blastocisto, o que pode levar a infertilidade idiopática⁵⁸.

Em relação a materiais e meios de cultura celular utilizados em rotinas laboratoriais de tecnologia de reprodução assistida (TRA), 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 cultura⁵⁹. 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)⁵⁹. 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.

Por fim, na tentativa ainda, de encontrarmos artigos que destacassem riscos ocupacionais de profissionais da área da saúde, optamos por trocar o descritor “*sterilization*” por “*disinfection*” (desinfecção), e cruzá-lo com os anteriores “*endocrine disrupting chemicals*” e “*public health*”, encontrando, assim 64 artigos no PubMed, 2 na BVS e nenhum no Scielo (pesquisado em inglês e português). Porém, a maioria dos artigos no PubMed e os 2 da BVS trazia informações sobre subprodutos da desinfecção da água potável, principalmente, aqueles gerados pela cloração. No entanto, dois estudos são destacados a seguir e que podem ser extrapolados para a exposição ocupacional aos disruptores em ambientes hospitalares e laboratoriais.

Um estudo transversal suíço pesquisou a correlação entre a exposição ocupacional materna a produtos químicos DEC's durante a gravidez e parâmetros do sêmen dos filhos na idade adulta. Este mostrou que há uma associação entre a exposição ocupacional das mães durante a gravidez a potenciais disruptores e baixo volume de sêmen e contagem total de espermatozoides, particularmente para exposição a pesticidas, ftalatos e metais pesados⁶⁰. Essas observações reforçam a necessidade de informar as profissionais grávidas sobre os perigos potenciais de se trabalhar com determinados produtos durante a gravidez e cabe aos seus supervisores, preventivamente, trocá-las de função no período gestacional.

Interessantemente, os DEC's não são só uma preocupação ambiental e/ou ocupacional. Foi o que mostrou um estudo sobre componentes orgânicos voláteis e semi-voláteis (COVs) feito com 50 mulheres que cuidavam da limpeza de suas próprias casas, usando produtos

convencionais como alvejantes, lenços de limpeza e detergentes de louça ou produtos ditos “verdes”. O ar da zona respiratória, coletado durante a limpeza com produtos convencionais, apresentou 75% de concentração mais alta de vários COVs como: clorofórmio, tetracloreto de carbono, hexaldeído e 1,4-dioxano do que com o uso de produtos “verdes”. Embora menos COVs tenham sido liberados dos produtos mais naturais, alguns com fragrância liberaram subprodutos químicos preocupantes. O mesmo experimento foi repetido em laboratório, em câmara de fluxo cilíndrico agitado e contínuo, e ambos os produtos emitiram COVs em alta concentração⁶¹.

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 DEC's 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 DEC's, 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.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflito de interesses em relação à publicação deste artigo.

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.

Todos os autores discutiram os resultados e aprovaram a versão final do manuscrito.

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 endocrinos: 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
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. 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
38. 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

39. 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
40. 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
41. 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
42. 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
43. 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
44. 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/>
45. 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
46. Yilmaz B, Terekeci 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
47. 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
48. 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
49. 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
50. 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

51. 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
52. 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
53. 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
54. 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
55. 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
56. 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
57. 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
58. 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
59. 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
60. Istvan M, Rahban R, Dananche B, et al. Maternal occupational exposure to endocrine-disrupting chemicals during pregnancy and semen parameters in adulthood: results of a nationwide cross-sectional study among Swiss conscripts. *Hum Reprod*. 2021;36(7):1948-1958. doi:10.1093/HUMREP/DEAB034
61. Calderon L, Maddalena R, Russell M, et al. Air concentrations of volatile organic compounds associated with conventional and “green” cleaning products in real-world and laboratory settings. *Indoor Air*. 2022;32(11). doi:10.1111/INA.13162

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.