

FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA DE MOSSORÓ
CURSO DE BACHARAL EM BIOMEDICINA

ANA ISABEL MESSIAS GONÇALVES
MARIA EDUARDA DE LIMA OLIVEIRA

EFEITOS ENDÓCRINOS E REPRODUTIVOS DA EXPOSIÇÃO A
ORGANOFOSFORADOS E ORGANOCLORADOS EM MULHERES:
MECANISMOS E DESAFIOS DA SAÚDE PÚBLICA

MOSSORÓ
2026

ANA ISABEL MESSIAS GONÇALVES
MARIA EDUARDA DE LIMA OLIVEIRA

**EFEITOS ENDÓCRINOS E REPRODUTIVOS DA EXPOSIÇÃO A
ORGANOFOSFORADOS E ORGANOCLORADOS EM MULHERES:
MECANISMOS E DESAFIOS DA SAÚDE PÚBLICA**

Artigo Científico apresentado a Faculdade de
Enfermagem Nova Esperança de Mossoró
(FACENE/RN), como requisito obrigatório,
para obtenção do título de Bacharel em
Biomedicina.

Orientador(a): Prof. Me. Antônio Alex de
Lima Silva.

MOSSORÓ
2026

Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró/RN – FACENE/RN.
Catalogação da Publicação na Fonte. FACENE/RN – Biblioteca Sant’Ana.

G635e Gonçalves, Ana Isabel Messias.

Efeitos endócrinos e reprodutivos da exposição a organofosforados e organoclorados em mulheres: mecanismos e desafios da saúde pública. Ana Isabel Messias Gonçalves; Maria Eduarda de Lima Oliveira. – Mossoró, 2026.

21 f. : il.

Orientador: Prof. Me. Antônio Alex de Lima Silva.
Artigo científico (Graduação em Biomedicina) – Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró.

1. Desreguladores endócrinos. 2. Pesticidas. 3. Saúde reprodutiva feminina. 4. Infertilidade. 5. Saúde pública. I. Oliveira, Maria Eduarda de Lima. II. Silva, Antônio Alex de Lima. III. Título.

CDU 612.43:618.2

**ANA ISABEL MESSIAS GONÇALVES
MARIA EDUARDA DE LIMA OLIVEIRA**

**EFEITOS ENDÓCRINOS E REPRODUTIVOS DA EXPOSIÇÃO A
ORGANOFOSFORADOS E ORGANOCLORADOS EM MULHERES:
MECANISMOS E DESAFIOS DA SAÚDE PÚBLICA**

Artigo Científico apresentado a Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró (FACENE/RN), como requisito obrigatório, para obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Antônio Alex de Lima Silva – Orientador
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

Prof. Me. Francisco Vicente de Andrade Neto – Avaliador
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

Profa. Dra. Andrea Raquel Fernandes Carlos da Costa – Avaliadora
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

EFEITOS ENDÓCRINOS E REPRODUTIVOS DA EXPOSIÇÃO A ORGANOFOSFORADOS E ORGANOCLORADOS EM MULHERES: MECANISMOS E DESAFIOS DA SAÚDE PÚBLICA

ENDOCRINE AND REPRODUCTIVE EFFECTS OF EXPOSURE TO ORGANOPHOSPHATES AND ORGANOCHLORINES IN FEMALE: MECHANISMS AND PUBLIC HEALTH CHALLENGES

**ANA ISABEL MESSIAS GONÇALVES
MARIA EDUARDA DE LIMA OLIVEIRA**

RESUMO

A exposição a pesticidas organoclorados e organofosforados tem sido associada a alterações no sistema endócrino e reprodutivo feminino, devido à capacidade desses compostos de atuar como desreguladores hormonais. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo reunir e analisar evidências científicas acerca dos efeitos endócrinos e reprodutivos decorrentes da exposição a esses pesticidas. Trata-se de uma revisão integrativa de caráter qualitativo, realizada a partir da análise de artigos científicos publicados nas bases de dados PubMed e ScienceDirect. Inicialmente, foram identificados 815 estudos, dos quais, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão e a análise das etapas de triagem e elegibilidade, 12 artigos científicos foram selecionados para compor a amostra final da pesquisa. A análise dos estudos evidenciou que a exposição a pesticidas organoclorados e organofosforados está associada à desregulação hormonal e à interferência em importantes eixos endócrinos, como o hipotálamo-hipófise-gonadal e o hipotálamo-hipófise-tireoide. Esses compostos podem alterar processos relacionados à síntese, ação e metabolismo dos hormônios, favorecendo o desenvolvimento de condições como infertilidade, síndrome dos ovários policísticos, endometriose, abortos espontâneos e alterações gestacionais. Conclui-se que a exposição a esses pesticidas representa um relevante problema de saúde pública, pois pode comprometer significativamente a saúde reprodutiva feminina. Dessa forma, torna-se fundamental ampliar estudos epidemiológicos, fortalecer estratégias de biomonitoramento e incentivar políticas públicas voltadas à redução da exposição populacional a essas substâncias.

PALAVRAS-CHAVE: desreguladores endócrinos; pesticidas; saúde reprodutiva feminina; infertilidade; saúde pública.

ABSTRACT

Exposure to organochlorine and organophosphate pesticides has been associated with alterations in the endocrine and female reproductive systems due to the ability of these compounds to act as endocrine disruptors. In this context, the present study aimed to gather and analyze scientific evidence regarding the endocrine and reproductive effects resulting from

exposure to these pesticides. This is a qualitative integrative review conducted through the analysis of scientific articles published in the PubMed and ScienceDirect databases. Initially, 815 studies were identified, of which, after applying the inclusion and exclusion criteria and analyzing the screening and eligibility stages, 12 scientific articles were selected to compose the final sample of the research. The analysis of the studies showed that exposure to organochlorine and organophosphate pesticides is associated with hormonal dysregulation and interference in important endocrine axes, such as the hypothalamic-pituitary-gonadal and hypothalamic-pituitary-thyroid axes. These compounds may alter processes related to hormone synthesis, action, and metabolism, favoring the development of conditions such as infertility, polycystic ovary syndrome, endometriosis, spontaneous abortions, and gestational disorders. It is concluded that exposure to these pesticides represents a significant public health issue, as it may substantially compromise female reproductive health. Therefore, it is essential to expand epidemiological studies, strengthen biomonitoring strategies, and encourage public policies aimed at reducing population exposure to these substances.

KEYWORDS: endocrine disruptors; pesticides; female reproductive health; infertility; public health.

1 INTRODUÇÃO

Os pesticidas desempenham papel fundamental na produção agrícola, sendo amplamente utilizados na prevenção de perdas causadas por pragas. Esses produtos atuam como inseticidas, acaricidas e nematicidas, além de contribuírem para a durabilidade e a aparência estética dos alimentos, tornando-os mais atrativos¹. Entretanto, diversos estudos alertam para o uso exacerbado dessas substâncias e para seus impactos no meio ambiente e na saúde humana, especialmente devido à presença de desreguladores endócrinos, como os organoclorados e os organofosforados – compostos à base de cloro e fósforo, respectivamente – que interferem na ação hormonal, no metabolismo e na síntese de esteroides^{2, 3, 4}.

No Brasil, os organoclorados, como o DDT, foram proibidos em 1985 devido à sua elevada resistência química e biológica à decomposição, além de sua capacidade de bioacumulação em tecidos lipídicos^{5, 6}. Já os organofosforados, como o clorpirifós, tiveram seu uso restrito em 1989 por apresentarem ação inibitória sobre a enzima acetilcolinesterase, o que pode causar efeitos tóxicos no sistema nervoso central, além de provocar bradicardia e contração dos brônquios^{7, 8, 9}. Apesar dessas restrições, há evidências de que o DDT ainda é comercializado de forma clandestina, especialmente por meios digitais, o que representa um risco significativo à saúde pública e ao meio ambiente.

Entre os efeitos na saúde humana, destacam-se aqueles relacionados ao sistema reprodutivo e à adeno-hipófise – região anterior da hipófise responsável pela regulação da secreção de hormônios essenciais para a capacidade reprodutiva feminina, como o hormônio folículo estimulante (FSH), hormônio luteinizante (LH) e prolactina¹⁰. A exposição a essas substâncias pode ocasionar maturação sexual precoce, redução da capacidade fértil, alterações no padrão cíclico reprodutivo, insuficiência ovariana precoce, endometriose, leiomiomas e complicações durante a gestação^{11, 12}. Tais alterações hormonais estão associadas a disfunções no eixo hipotálamo-hipófise-gonadal, responsável pela regulação da liberação de hormônios envolvidos na produção de estradiol e progesterona. A desregulação desse eixo pode comprometer o ciclo menstrual e a saúde reprodutiva feminina, podendo resultar, inclusive, em infertilidade^{13, 14}.

Considerando que o Brasil é um dos maiores produtores agropecuários do mundo, observa-se um aumento progressivo no uso de agrotóxicos. Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em 2024 foram liberados 663 produtos, representando um aumento significativo em relação aos 555 autorizados no ano anterior¹⁵. O crescimento expressivo do setor agropecuário brasileiro – que alcançou 15,1% em 2023 – também tem contribuído para a ampliação do uso dessas substâncias¹⁶.

Esse cenário torna-se preocupante especialmente diante da presença de desreguladores endócrinos, como organoclorados e organofosforados, capazes de interferir no metabolismo hormonal e de afetar os sistemas endócrino e reprodutivo¹². Apesar do conhecimento público acerca desses riscos, ainda se observam lacunas na literatura quanto ao impacto real e aos mecanismos de ação desses compostos na saúde endócrina e reprodutiva feminina. Além disso, há escassez de estudos epidemiológicos que investiguem de forma específica o uso em larga escala desses agrotóxicos e suas consequências no Brasil, bem como a ausência de programas de biomonitoramento.

A persistência ambiental dos organoclorados, associada à elevada toxicidade dos organofosforados, favorece a exposição contínua da população. Consequentemente, a contaminação alimentar por essas substâncias pode provocar intoxicações, transtornos mentais, distúrbios respiratórios e diversos tipos de câncer, como mama e linfoma não Hodgkin, além de comprometer os sistemas reprodutores masculino e feminino¹⁷.

Diante desse contexto, torna-se relevante realizar uma síntese das evidências disponíveis, a fim de identificar as principais conclusões e lacunas existentes no conhecimento

científico sobre o tema. Assim, formula-se a seguinte questão-problema: como a exposição a organoclorados e organofosforados afeta os parâmetros hormonais e a função reprodutiva em mulheres?

Embora essas substâncias tenham sido proibidas ou restringidas em diversos países, incluindo o Brasil, o controle e a fiscalização ainda enfrentam desafios. Os organoclorados apresentam elevada resistência à decomposição e alta lipossolubilidade, características que favorecem sua bioacumulação na cadeia alimentar⁶. Por sua vez, os organofosforados tiveram seu uso limitado devido à capacidade de inibir a enzima acetilcolinesterase, o que pode provocar efeitos tóxicos significativos^{7, 8, 9}. Além disso, a comercialização clandestina do DDT, principalmente por meios digitais, reforça o cenário de risco à saúde pública e ao meio ambiente.

Os impactos dessas substâncias na saúde feminina são significativos, pois afetam diretamente a qualidade de vida e o sistema reprodutor, especialmente em um contexto de elevada exposição populacional no Brasil. Nesse sentido, a presente revisão integrativa adota uma metodologia rigorosa para a seleção de evidências e para a avaliação da qualidade dos estudos disponíveis, fortalecendo o embasamento científico acerca do tema. Dessa forma, busca-se contribuir para a compreensão do problema por meio de uma análise crítica e transparente da literatura, capaz de subsidiar futuras pesquisas e orientar políticas públicas e práticas de saúde baseadas em evidências.

Diante disso, o objetivo da presente pesquisa foi realizar uma revisão integrativa com o propósito de reunir e analisar as evidências científicas sobre os efeitos endócrinos e reprodutivos decorrentes da exposição a agrotóxicos organoclorados e organofosforados em mulheres.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa, descritiva e exploratória, que permite a síntese do conhecimento e a análise das evidências disponíveis na literatura acerca de determinado tema, contribuindo para a compreensão e discussão dos resultados encontrados nos estudos selecionados¹⁸. Dessa forma, contribui para o debate de futuras pesquisas e busca responder à seguinte questão-problema: como a exposição a organoclorados e organofosforados afeta os parâmetros hormonais e a função reprodutiva em mulheres?

Nesse contexto, a pesquisa foi conduzida por meio de buscas nas bases de dados PubMed e ScienceDirect. Para ampliar o alcance dos resultados, foram empregados os DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) na língua inglesa, como “Organochlorines”, “Organophosphates”, “Pesticides”, “Infertility” e “Endocrine-Disrupting”, combinados com o operador booleano AND.

O fluxograma apresentado na Figura 1 descreve o processo de busca e seleção dos artigos utilizados. A partir dessas estratégias de busca, foram identificados 815 estudos, sendo 227 provenientes da base PubMed e 588 da ScienceDirect. Após a identificação dos resultados, foram excluídos 28 estudos duplicados, resultando em 792 artigos para análise dos títulos. Nessa etapa, 728 estudos foram excluídos por não apresentarem compatibilidade com a temática proposta. Posteriormente, 64 resumos foram analisados com o objetivo de verificar quais estudos apresentavam maior relevância para a presente pesquisa, sendo 32 excluídos nessa fase. Em seguida, 32 artigos foram selecionados para leitura na íntegra. Após essa etapa, 20 estudos foram excluídos por se enquadrarem nos critérios de exclusão previamente estabelecidos. Dessa forma, 12 artigos científicos foram considerados elegíveis e incluídos na presente revisão, com predominância de estudos provenientes da base PubMed, os quais serviram de base para a análise e discussão dos efeitos endócrinos e reprodutivos da exposição a agrotóxicos organoclorados e organofosforados em mulheres.

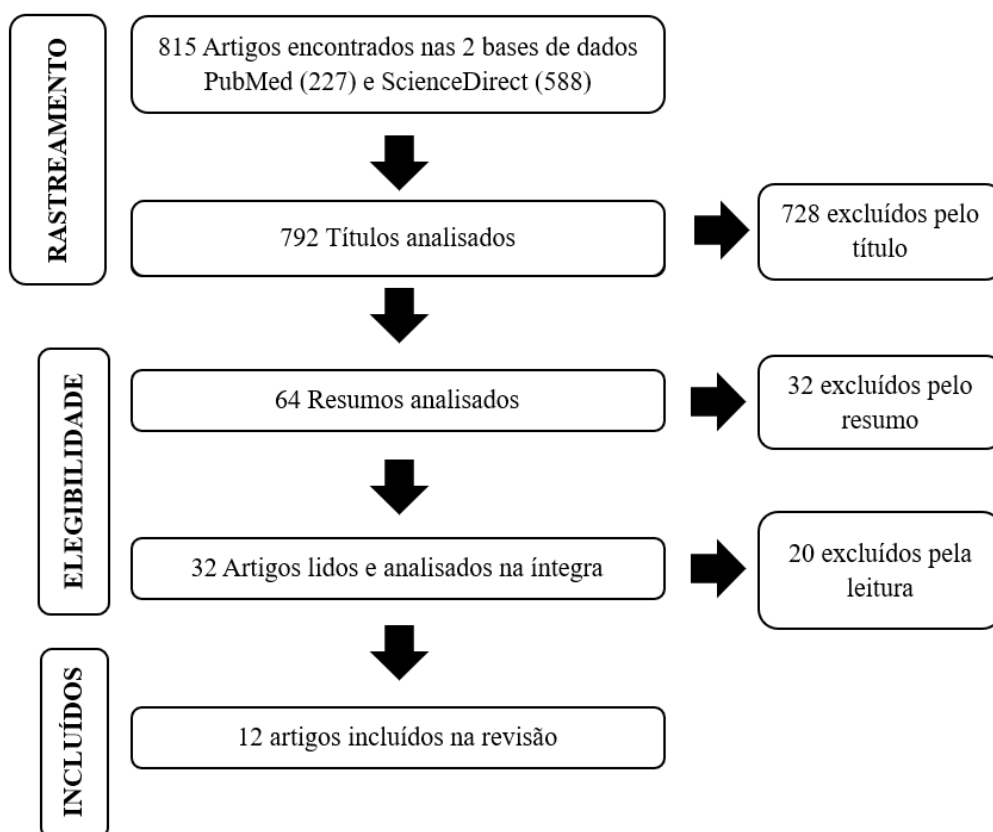
Os critérios de inclusão englobaram artigos disponíveis nas bases selecionadas, publicados entre 2016 e 2026, que abordassem diretamente os descritores definidos ou temas relacionados ao objeto deste estudo. Por sua vez, os critérios de exclusão compreenderam estudos sem relevância para a pesquisa, trabalhos incompletos, resumos, trabalhos duplicados localizados em mais de uma base de dados e artigos de revisão publicados antes de 2020. Esses critérios foram estabelecidos com o objetivo de reunir e discutir as principais evidências científicas referentes aos efeitos endócrinos e reprodutivos da exposição a agrotóxicos organoclorados e organofosforados em mulheres, destacando seus mecanismos de ação e os desafios relacionados à saúde pública.

A coleta de dados foi realizada por meio da seleção dos estudos que atenderam aos critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. As informações extraídas dos artigos selecionados – como título, autores, ano de publicação, periódico, objetivos, metodologia e principais resultados – foram organizadas e descritas, permitindo a realização de uma análise

criteriosa das evidências científicas relacionadas aos efeitos endócrinos e reprodutivos da exposição a agrotóxicos organoclorados e organofosforados em mulheres.

Por fim, a análise e a interpretação dos dados foram realizadas a partir da leitura criteriosa e da reflexão crítica dos estudos selecionados. Essa etapa teve como objetivo sintetizar o conhecimento disponível acerca dos efeitos endócrinos e reprodutivos da exposição a agrotóxicos organoclorados e organofosforados em mulheres, identificando as principais abordagens, resultados e lacunas existentes na literatura científica. A discussão foi conduzida de modo a integrar os achados teóricos e empíricos, possibilitando uma compreensão aprofundada dos mecanismos de ação desses compostos e dos desafios que representam para a saúde pública.

Figura 1: Fluxograma da busca de artigos e critérios de seleção



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se, na literatura científica, um aumento progressivo das pesquisas relacionadas aos efeitos da exposição a pesticidas organoclorados e organofosforados na saúde feminina. Nesse contexto, os estudos selecionados nesta pesquisa, apresentados no Quadro 01, foram publicados entre os anos de 2016 e 2026, abrangendo um período de dez anos. Entre esses

trabalhos, verificou-se maior concentração de publicações no ano de 2023, no qual foram identificados quatro artigos. Esse crescimento no número de estudos reflete a ampliação das investigações científicas voltadas à análise dos efeitos da exposição a pesticidas e de seus possíveis impactos na saúde pública e na saúde reprodutiva feminina.

Os estudos incluídos nesta revisão foram desenvolvidos principalmente por pesquisadores da área da saúde, com destaque para profissionais especializados em toxicologia, epidemiologia, endocrinologia, ginecologia, biologia molecular, ciências ambientais e farmacologia. A predominância dessas áreas evidencia o caráter interdisciplinar das pesquisas relacionadas aos pesticidas e aos seus efeitos no sistema endócrino e reprodutivo feminino, uma vez que a compreensão desses impactos exige a integração de diferentes campos do conhecimento.

Além disso, observa-se que os artigos analisados foram conduzidos em diferentes países, demonstrando que os efeitos dos organoclorados e organofosforados na saúde humana representam uma preocupação global. Esse cenário reflete a ampla utilização desses compostos na agricultura e os potenciais riscos associados à exposição, especialmente em populações vulneráveis, como mulheres em idade reprodutiva.

Também se verificou a predominância de estudos provenientes da base PubMed, com oito artigos selecionados, enquanto a ScienceDirect contribuiu com quatro estudos. Essa diferença pode estar relacionada à maior disponibilidade de artigos de acesso gratuito na PubMed, fator que pode ter facilitado a identificação e seleção de trabalhos relevantes para a presente pesquisa.

É importante destacar, ademais, que os estudos selecionados foram publicados em periódicos científicos internacionais de acesso aberto, com fator de impacto variando entre 1,0 e 4,303, o que favorece a disseminação do conhecimento científico e amplia o acesso às evidências disponíveis sobre os impactos dos pesticidas na saúde pública.

Quadro 01: Identificação dos estudos utilizados na construção dos resultados e discussões quanto aos nomes, autorias, bases de dados, periódicos e anos de publicação

Nº	IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDO	AUTORES	BASE DE DADOS	PERIÓDICO	ANO
1	Exposição a poluentes persistentes com atividade endócrina e endometriose – uma	Dorota Szczýsna; Katarzyna Wieczorek; Joanna Jurewicz	PubMed	Environmental Science and Pollution Research	2023

	revisão de estudos epidemiológicos atuais				
2	Investigação da relação entre abortos espontâneos, pesticidas séricos e níveis de bifenil policlorados	Jale Akgöl; Mine Kanat Pektaş	PubMed	Toxics	2023
3	Associação da exposição a pesticidas organoclorados como desreguladores endócrinos com Síndrome dos Ovários Policísticos no Norte da Índia.	Ruchika Garg; Binita Goswami; Kamna Singh ² ; Shaifali Singh; Prabhat Agrawal; Prashant Gupta; Urvashi Verma	PubMed	Journal of Mid-life Health	2025
4	Desreguladores endócrinos estrogênicos na placenta e no feto	Zi-Run Tang; Xue-Ling Xu; Shou-Long Deng; Zheng-Xing Lian; Kun Yu	PubMed	International Journal of Molecular Sciences	2020
5	O papel dos desreguladores endócrinos na infertilidade feminina	Ana Beatriz P. Silva; Filipa Carreiró; Fernando Ramos; Ana Sanches-Silva	PubMed	Molecular Biology Reports	2023
6	Síndrome do ovário policístico e pesticidas organoclorados: explorando potenciais ligações e mecanismos	Shanshan Yin; Wanjia Yang; Feiyun Lin; Mei Jia; Ying Feng; Yanhong Chen; Xiaoxia Bai; Yihan Dong; Shuang Liu; Kang Li; Xuejing Jin	PubMed	Environmental Science and Pollution Research	2024
7	Exposição a pesticidas organofosforados e piretroides antes da concepção e associação com o tempo até a gravidez em casais chineses do estudo Shanghai Birth Cohort	Yi Hu; Lin Ji; Yan Zhang; Rong Shi; Wenchao Han; Ah-Tse Tse; Rui Pan; Yiwon Wang; Guodong Ding; Jian Xu; Qingying Zhang; Yu Gao; Ying Tian	PubMed	Environmental Health Perspectives	2018
8	Concentrações de metabólitos de organofosforados na urina e resultados da gravidez em mulheres que conceberam por fertilização in vitro em Xangai, China.	Peipei Hu; Angela Vinturache; Hong Li; Ying Tian; Lei Yuan; Chen Cai; Min Lu; Jiuru Zhao; Qianqian Zhang; Yu Gao; Zhiwei Liu; Guodong Ding	PubMed	Environmental Health Perspectives	2018
9	Origem, exposição alimentar e toxicidade de contaminantes químicos alimentares desreguladores endócrinos: uma revisão abrangente.	Leila Peivasteh-roudsari; Raziye Barzegar-bafrouei; Kurush Aghbolagh Sharifi; Shamimeh Azimisalim; Marziyeh Karami; Solmaz Abedinzadeh; Shabnam	ScienceDirect	Heliyon	2023

		Asadinezhad; Behrouz Tajdar-oranj; Vahideh Mahdavi; Adel Mirza Alizadeh; Parisa Sadighara; Margherita Ferrante; Gea Oliveri Conti; Aynura Aliyeva; Amin Mousavi Khaneghah.			
10	Poluentes ambientais como disruptores emergentes da função tireoidiana: mecanismos e riscos no início da vida	Zhenggang Li; Lin Deng; Yue Zhang	ScienceDirect	Ecotoxicology and Environmental Safety	2026
11	Interrupção furtiva - Interferência de produtos químicos desreguladores endócrinos na interação hormonal com a função do eixo tireoidiano em humanos e outros animais	Anita A. Thambirajah; Michael G. Wade; Jonathan Verreault; Nicolas Buisine; Verônica A. Alves; Valerie S. Langlois; Caren C. Helbing	ScienceDirect	Environmental Research	2022
12	Explorando o impacto dos desreguladores endócrinos na regulação hormonal e no tecido adiposo na saúde e na obesidade	S Nirenjen; S Ankul Singh; RF Begum; E Arun; C Vellapandiano; J Narayanan	ScienceDirect	Endocrine Oncology	2025

Fonte: Elaboração própria (2026)

Após a seleção dos estudos que integraram esta revisão integrativa, realizou-se uma leitura inicial de cada artigo com a finalidade de identificar seus objetivos, abordagens metodológicas e principais achados, conforme apresentado no Quadro 02. Essa etapa possibilitou uma análise comparativa das evidências disponíveis, contribuindo para a análise crítica dos resultados relacionados aos efeitos endócrinos e reprodutivos da exposição a organoclorados e organofosforados.

Quadro 02: Identificação dos estudos selecionados para a construção dos resultados e discussões quanto aos títulos, objetivos, metodologia e resultados.

Nº	TÍTULO	OBJETIVOS	METODOLOGIA	RESULTADOS
1	Exposição a poluentes persistentes com atividade endócrina e endometriose – uma revisão de estudos epidemiológicos atuais	Avaliar a associação entre a exposição a desreguladores endócrinos persistentes e o risco de desenvolvimento de endometriose.	Revisão da literatura	A maioria dos estudos encontrou associação positiva entre exposição a poluentes persistentes e endometriose. Compostos como pesticidas organoclorados, PCBs, PBBs, PBDEs, PFAS e chumbo mostraram aumento do risco da doença.

2	Investigação da relação entre abortos espontâneos, pesticidas séricos e níveis de bifenil policlorados	Investigar a associação entre aborto espontâneo e níveis sanguíneos de pesticidas e bifenilos policlorados (PCBs).	Estudo caso-controle	Mulheres com aborto espontâneo apresentaram maior exposição a pesticidas e PCBs. Alguns compostos tinham quantidades significativamente mais elevados nesse grupo, indicando associação entre exposição a organoclorados e maior risco de aborto espontâneo.
3	Associação da exposição a pesticidas organoclorados como desreguladores endócrinos com Síndrome dos Ovários Policísticos no Norte da Índia.	Investigar a relação entre níveis sanguíneos de pesticidas organoclorados (OCPs) e a presença de síndrome dos ovários policísticos (SOP).	Estudo caso-controle	Mulheres com SOP apresentaram níveis significativamente mais altos de vários pesticidas organoclorados. Esses níveis se correlacionaram com aumento de andrógenos, resistência à insulina e irregularidades menstruais, sugerindo que a exposição a OCPs pode contribuir para o desenvolvimento ou agravamento da SOP.
4	Desreguladores endócrinos estrogênicos na placenta e no feto	Analisar os mecanismos de ação e os métodos de detecção de desreguladores endócrinos estrogênicos e seus efeitos na placenta e no desenvolvimento fetal.	Revisão da literatura	Os EDCs podem atravessar a barreira placentária e afetar o desenvolvimento fetal, causando alterações no sistema neuroendócrino, na função hepática e no desenvolvimento genital. Também podem provocar efeitos intergeracionais por meio de alterações epigenéticas.
5	O papel dos desreguladores endócrinos na infertilidade feminina	Analisar a relação entre desreguladores endócrinos e infertilidade feminina, destacando seus possíveis mecanismos de ação.	Revisão da literatura	Diversos desreguladores endócrinos podem interferir na homeostase hormonal e em processos reprodutivos, contribuindo para condições associadas à infertilidade feminina, como síndrome dos ovários policísticos, endometriose, irregularidades menstruais e alterações na esteroidogênese e no desenvolvimento folicular.
6	Síndrome do ovário policístico e pesticidas organoclorados: explorando potenciais ligações e mecanismos	Analisar a possível relação entre a exposição a pesticidas organoclorados e o desenvolvimento ou agravamento da síndrome dos ovários policísticos (SOP).	Revisão da literatura	Evidências sugerem que pesticidas organoclorados podem interferir na regulação hormonal e no eixo reprodutivo, contribuindo para alterações metabólicas associadas à SOP.

7	Exposição a pesticidas organofosforados e piretróides antes da concepção e associação com o tempo até a gravidez em casais chineses do estudo Shanghai Birth Cohort	Investigar se a exposição pré-concepcional a pesticidas organofosforados e piretróides está associada ao tempo até a gravidez (TTP) e à infertilidade em casais que planejavam engravidar.	Estudo de coorte prospectivo	Níveis mais elevados de metabólitos de pesticidas foram associados a maior tempo para engravidar e maior risco de infertilidade, indicando que a exposição pré-concepcional a organofosforados e piretróides pode reduzir a fertilidade.
8	Concentrações de metabólitos de organofosforados na urina e resultados da gravidez em mulheres que conceberam por fertilização in vitro em Xangai, China.	Investigar a associação entre a exposição pré-concepcional a pesticidas organofosforados e os resultados da gravidez em mulheres submetidas à fertilização in vitro (FIV).	Estudo prospectivo	Concentrações mais altas de metabólitos de organofosforados foram associadas a menores chances de implantação embrionária bem-sucedida, gravidez clínica e nascimento de bebê vivo.
9	Origem, exposição alimentar e toxicidade de contaminantes químicos alimentares desreguladores endócrinos: uma revisão abrangente.	Analisar os contaminantes químicos presentes nos alimentos que atuam como desreguladores endócrinos, abordando suas origens, formas de exposição alimentar, efeitos tóxicos à saúde humana e aspectos regulatórios, a fim de compreender seus impactos na saúde pública.	Revisão de literatura	Evidenciou a ampla presença de desreguladores endócrinos na cadeia alimentar, destacando a dieta como principal via de exposição e seus impactos no sistema hormonal.
10	Poluentes ambientais como disruptores emergentes da função tireoidiana: mecanismos e riscos no início da vida	Examinar o conhecimento existente sobre contaminantes químicos desreguladores endócrinos presentes em alimentos, considerando sua origem, exposição alimentar, impactos toxicológicos e aspectos regulatórios.	Revisão de literatura	Identificou que a contaminação ocorre por diferentes fontes, como pesticidas e embalagens, contribuindo para exposição contínua e efeitos cumulativos no organismo.
11	Interrupção furtiva - Interferência de produtos químicos desreguladores endócrinos na interação hormonal com a função do eixo tireoidiano em	Reunir e analisar o conhecimento sobre contaminantes químicos desreguladores endócrinos presentes em alimentos, com foco em sua origem, exposição alimentar, efeitos	Revisão de literatura	Os desreguladores endócrinos podem interferir em diferentes mecanismos hormonais do organismo, afetando processos biológicos e aumentando o risco de efeitos adversos à saúde,

	humanos e outros animais	toxicológicos e implicações para a saúde.		especialmente em grupos mais sensíveis.
12	Explorando o impacto dos desreguladores endócrinos na regulação hormonal e no tecido adiposo na saúde e na obesidade	Analisar como os desreguladores endócrinos interferem na função dos hormônios da tireoide, considerando a interação entre diferentes eixos hormonais no organismo.	Revisão de literatura	Os desreguladores endócrinos podem alterar a regulação dos hormônios da tireoide e interferir na interação entre diferentes sistemas hormonais, afetando o funcionamento do organismo e a saúde.

Fonte: Elaboração própria (2026)

Os artigos selecionados nesta revisão analisam os efeitos da exposição a pesticidas organoclorados e organofosforados no sistema endócrino e reprodutivo feminino. Parte dos estudos busca explicar como essas substâncias atuam como desreguladores hormonais, enquanto outros investigam suas consequências na saúde das mulheres. A análise dos trabalhos permitiu identificar três temas principais: os mecanismos de desregulação hormonal causados pelos pesticidas, os impactos na saúde reprodutiva feminina e outros efeitos no organismo relacionados à exposição a esses compostos.

Além disso, os estudos apresentam diferentes tipos de abordagem, incluindo pesquisas experimentais, estudos observacionais e revisões da literatura. Alguns trabalhos focam nos mecanismos de ação dessas substâncias no organismo, enquanto outros avaliam a relação entre a exposição e problemas reprodutivos em mulheres. De modo geral, os artigos buscam responder à questão central desta revisão integrativa sobre como a exposição a organoclorados e organofosforados pode afetar o sistema hormonal e a função reprodutiva feminina.

Szczysna *et al.*¹⁹ evidenciaram em seu estudo que o hexaclorociclohexano, hexaclorobenzeno, diclorodifenildicloroetileno e dieldrina estão associados à desregulação endócrina e a problemas reprodutivos, incluindo alterações no tecido uterino. Esses compostos, classificados como pesticidas organoclorados persistentes no ambiente, apresentaram associação com o aumento do risco de endometriose em mulheres, embora os mecanismos envolvidos ainda não estejam totalmente esclarecidos.

De acordo com Akgöl *et al.*²⁰, níveis sanguíneos elevados de pesticidas e bifenilos policlorados estão relacionados ao aumento da ocorrência de abortos espontâneos, especialmente no primeiro trimestre gestacional. Compostos como organofosforados e organoclorados, incluindo o diclorodifeniltricloroetano, atuam como desreguladores endócrinos, promovendo toxicidade direta, estresse oxidativo placentário e interferência no eixo hormonal. Como consequência, podem ocorrer diminuição da fertilidade, distúrbios menstruais, malformações fetais e perdas gestacionais.

No estudo conduzido por Garg *et al.*²¹, observou-se que níveis sanguíneos de pesticidas organoclorados (OCPs) estão associados à Síndrome dos Ovários Policísticos (SOP). Os resultados sugerem que esses compostos atuam como desreguladores endócrinos, contribuindo para o agravamento da doença. Foram identificadas associações com alterações hormonais, hiperandrogenismo, distúrbios metabólicos e resistência à insulina, embora os autores destaquem a necessidade de novos estudos para confirmação dessa relação.

Tang *et al.*²² descrevem os mecanismos de ação e detecção de desreguladores endócrinos estrogênicos, ressaltando que pesticidas organoclorados, por apresentarem caráter lipofílico, podem atravessar a placenta, atingir o cérebro fetal e ser mobilizados para a circulação, interferindo nas funções placentárias. A exposição durante a gestação foi associada a prejuízos no desenvolvimento físico, alterações hormonais, reprodutivas e tireoidianas, aumento do estresse oxidativo, maior risco de parto prematuro, impactos no crescimento infantil e maior risco de câncer, evidenciando efeitos adversos de longo prazo.

Segundo Silva *et al.*¹², desreguladores endócrinos, entre eles os pesticidas organoclorados e organofosforados, estão relacionados à infertilidade feminina, atuando como agonistas ou antagonistas hormonais. O DDT pode ligar-se a receptores hormonais, como o receptor androgênico (AR), exercer ação antagonista e aumentar a expressão do receptor de progesterona. Mesmo em baixas doses, esses compostos podem afetar os ovários, induzir apoptose folicular e comprometer o eixo hipotálamo-hipófise-ovariano (HPO), sendo associados a alterações reprodutivas e à SOP.

No estudo de Yin *et al.*²³, os pesticidas organoclorados foram apontados como fatores ambientais envolvidos na patogênese da SOP. Como desreguladores endócrinos, esses compostos interferem nas vias hormonais e na homeostase, acumulando-se no tecido ovariano e contribuindo para a desregulação hormonal. Evidências indicaram níveis séricos mais elevados desses compostos em pacientes com essa síndrome, embora os mecanismos ainda não

estejam completamente estabelecidos. A exposição pode ocorrer por inalação, ingestão de alimentos ou água contaminados e contato dérmico, estando também associada a alterações nos hormônios tireoidianos em recém-nascidos e ao risco de hipotireoidismo materno.

O estudo de coorte prospectivo conduzido por Hu *et al.*²⁴ identificou que os biomarcadores Diethylthiophosphate e 3-Phenoxybenzoic acid, indicativos de exposição a organofosforados e piretróides, estão significativamente associados ao aumento do tempo até a concepção (TTP) e à infertilidade. Assim, a exposição pré-concepcional a pesticidas ambientais em Xangai mostrou-se relacionada a maior TTP e maior risco de infertilidade.

Em outro estudo, Hu *et al.*²⁵ relataram que a exposição pré-concepcional a organofosforados, avaliada por metabólitos urinários de dialquilfosfatos (DAP), especialmente Diethylphosphate, em mulheres submetidas à fertilização *in vitro* está associada a menores chances de implantação, gravidez clínica e nascimento vivo. Embora não tenha sido observada associação com desfechos iniciais da fertilização, concentrações elevadas desses metabólitos refletem ampla exposição ambiental, principalmente por meio da dieta. Os possíveis mecanismos incluem estresse oxidativo, apoptose, genotoxicidade e toxicidade embrionária, podendo ainda sofrer influência de fatores como idade, índice de massa corporal e exposição masculina.

De acordo com Peivasteh-Roudsari *et al.*²⁶, desreguladores endócrinos, especialmente os pesticidas organoclorados, estão associados a diversos efeitos adversos, como câncer de mama, distúrbios endócrinos, danos neurológicos e imunossupressão. Esses compostos apresentam alta capacidade de bioacumulação no tecido adiposo e podem atuar como tóxicos endócrinos e teratogênicos, interferindo em vias hormonais relacionadas à reprodução, à função tireoidiana e ao metabolismo da insulina. Além disso, podem atuar como estrogênios fracos ou antiandrogênios, comprometendo o metabolismo, a síntese hormonal e o desenvolvimento do sistema endócrino.

O estudo de Li *et al.*²⁷ destacou que poluentes orgânicos persistentes, como bifenilos policlorados, dioxinas e pesticidas organoclorados, podem alterar a homeostase dos hormônios tireoidianos ao se ligarem à transtirretina, deslocarem a tiroxina, inibirem enzimas desiodinases e modificarem a sinalização do receptor tireoidiano (THR). Esses compostos também podem induzir alterações epigenéticas, comprometer a síntese hormonal e alterar a estrutura da glândula tireoide, reduzindo os níveis de triiodotironina e T4, além de provocar citotoxicidade,

danos ao DNA, apoptose e aumento da depuração hepática, contribuindo para a desregulação do eixo hipotálamo-hipófise-tireoide.

Segundo Thambiraja *et al.*²⁸, desreguladores endócrinos, como pesticidas organofosforados e organoclorados, interferem nos eixos hipotálamo-hipófise-tireoide (HPT) e hipotálamo-hipófise-gonadal (HPG), afetando a regulação endócrina e reprodutiva. Esses compostos podem ligar-se a receptores hormonais, como AR, ER e TR, promover alterações epigenéticas e modificar a expressão gênica, desregulando a sinalização hormonal. A exposição foi associada a alterações nos níveis de T3, T4, testosterona e estradiol, resultando em distúrbios metabólicos, redução da fertilidade e possíveis efeitos multigeracionais.

Por fim, Nirenjen *et al.*²⁹ demonstraram que os desreguladores endócrinos interferem na síntese, no transporte e na ação hormonal, podendo mimetizar ou bloquear hormônios e desregular diversas vias endócrinas. Esses compostos apresentam capacidade de bioacumulação em tecidos e podem atuar por meio da ligação a receptores hormonais, indução de estresse oxidativo e alterações epigenéticas. A exposição, especialmente durante fases críticas do desenvolvimento, está associada a distúrbios reprodutivos, metabólicos, neurológicos e a cânceres hormônio-dependentes, ocorrendo de forma contínua e cumulativa, o que representa um importante risco à saúde pública.

De forma geral, os estudos analisados durante a pesquisa evidenciam que os desreguladores endócrinos (EDCs), especialmente os pesticidas organoclorados e organofosforados, exercem impacto significativo na saúde reprodutiva feminina ao interferirem na síntese, ação e metabolismo hormonal^{26, 29}. Além disso, esses compostos podem atuar como agonistas ou antagonistas hormonais, ligando-se a receptores androgênicos e provocando alterações funcionais e efeitos adversos. Sua ação ocorre principalmente no eixo hipotálamo-hipófise-ovário-útero, resultando em alterações na liberação hormonal, redução da função ovariana e modificações uterinas^{12, 28}. Dessa forma, estão associados a diversas condições reprodutivas, como infertilidade, abortos espontâneos, endometriose e síndrome dos ovários policísticos (SOP), frequentemente acompanhadas por alterações hormonais e metabólicas^{12, 23, 24, 25}.

Além disso, a lipofilicidade dos compostos organoclorados favorece seu acúmulo em tecidos, como o tecido ovariano, além da capacidade de atravessar a placenta, o que pode impactar o desenvolvimento fetal, prejudicar o crescimento, aumentar o risco de parto prematuro e favorecer o surgimento de doenças a longo prazo^{22, 23}. Dessa forma, os EDCs

representam um importante problema de saúde pública, evidenciando a necessidade de ampliar as pesquisas para compreender melhor seus mecanismos de ação e contribuir para o desenvolvimento de estratégias de prevenção, além da redução da exposição a essas substâncias, visando à proteção da saúde reprodutiva feminina²⁹.

4 CONCLUSÃO

Os estudos analisados demonstraram que a exposição a pesticidas organoclorados e organofosforados está associada a alterações endócrinas e reprodutivas em mulheres. Ao longo do trabalho, foram identificados mecanismos capazes de interferir na síntese, na ação e no metabolismo dos hormônios, além de comprometer o funcionamento do eixo hipotálamo-hipófise-ovário, afetando de forma significativa a fertilidade e a saúde reprodutiva feminina.

Com base na análise dos artigos selecionados, foi possível observar associações entre a exposição a esses compostos e diversas condições clínicas, como infertilidade, síndrome dos ovários policísticos, endometriose, abortos espontâneos e alterações durante a gestação. Além disso, destacou-se a capacidade dos organoclorados de se acumularem nos tecidos e atravessarem a barreira placentária, o que pode causar efeitos adversos no desenvolvimento fetal e possíveis consequências ao longo da vida. Apesar dos avanços científicos relacionados aos mecanismos de ação desses desreguladores endócrinos, ainda existem desafios importantes, especialmente quanto à ampliação de estudos epidemiológicos, ao fortalecimento do biomonitoramento populacional e à fiscalização do uso e da comercialização dessas substâncias.

Dessa forma, é possível observar que os efeitos endócrinos e reprodutivos causados pela exposição a organoclorados e organofosforados representam um importante problema de saúde pública, principalmente em países com alto uso de agrotóxicos, como o Brasil. As evidências científicas analisadas indicam que esses compostos podem provocar desequilíbrios hormonais e alterações metabólicas, resultando em prejuízos à fertilidade feminina e impactos na qualidade de vida e na saúde das futuras gerações. Nesse contexto, torna-se fundamental incentivar novas pesquisas, fortalecer as políticas públicas de controle e fiscalização, ampliar as estratégias de prevenção e promover ações educativas que contribuam para reduzir a exposição da população a essas substâncias. Portanto, o presente estudo tem como objetivo contribuir para a ampliação do conhecimento científico e para o desenvolvimento de medidas voltadas à proteção da saúde feminina e do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

1. Damalas CA, Eleftherohorinos IG. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *Int J Environ Res Public Health*. 2011 May;8(5):1402-19. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph8051402>
2. Adeyinka A, Muco E, Regina AC, Pierre L. Organophosphates. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [cited 2025 Aug 10]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499860/>
3. López-Benítez A, Guevara-Lara A, Domínguez-Crespo MA, Andraca-Adame JA, Torres-Huerta AM. Concentrations of organochlorine, organophosphorus, and pyrethroid pesticides in rivers worldwide (2014–2024): a review. *Sustainability*. 2024;16(18):8066. Available from: <https://doi.org/10.3390/su16188066>
4. Rattan S, Zhou C, Chiang C, Mahalingam S, Brehm E, Flaws JA. Exposure to endocrine disruptors during adulthood: consequences for female fertility. *J Endocrinol*. 2017 Jun;233(3):R109-29. Available from: <https://doi.org/10.1530/JOE-17-0023>
5. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 329, de 2 de setembro de 1985. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 1985 [cited 2025 Aug 10]. Available from: <https://share.google/scC3oNAvjMuHsDX6t>
6. Flores AV, Ribeiro JN, Neves AG, Queiroz ELR. Organoclorados: um problema de saúde pública. *Ambient Soc*. 2004 Dec;7(2):111-24. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2004000200007>
7. Brasil. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Diário Oficial da União. 1989 Jul 11.
8. Ecobichon DJ, Joy R. Toxic effects of pesticides. In: Casarett JL, Doull J, editors. *Toxicology: the basic science of poisons*. 4th ed. Boca Raton: CRC Press; 1991. p. 565-622.
9. Cavaliere MJ, Calore EE, Perez NM, Puga FR. Miotoxicidade por organofosforados. *Rev Saude Publica*. 1996 Jun;30(3):267-72. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0034-89101996000300010>
10. Guyton AC, Hall JE. *Tratado de fisiologia médica*. 13ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2016.
11. Gore AC, Chappell VA, Fenton SE, Flaws JA, Nadal A, Prins GS, et al. EDC-2: the Endocrine Society's second scientific statement on endocrine-disrupting chemicals. *Endocr Rev*. 2015 Dec;36(6):E1-150. Available from: <https://doi.org/10.1210/er.2015-1010>
12. Silva ABP, Carreiró F, Ramos F, Sanches-Silva A. The role of endocrine disruptors in female infertility. *Mol Biol Rep*. 2023 Aug;50(8):7069-88. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11033-023-08583-2>
13. Herbison AE. Control of puberty onset and fertility by gonadotropin-releasing hormone neurons. *Nat Rev Endocrinol*. 2020 Aug;16(8):452-66. Available from: <https://doi.org/10.1038/nrendo.2016.70>
14. Tricotteaux-Zarqaoui S, Lahimer M, Abou Diwan M, Corona A, Candela P, Cabry R, et al. Endocrine disruptor chemicals exposure and female fertility declining: from pathophysiology to epigenetic risks. *Front Public Health*. 2024 Dec;12:1466967. Available from: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1466967>
15. Meneses BB, Piva JC. Uso de agrotóxicos no Brasil: responsabilidade civil e danos ambientais. *Facit* Bus Technol J. 2025;1(62). Available from: <https://revistas.faculdefacit.edu.br/index.php/JNT/article/view/3451/0>.
16. Brasil. Ministério da Agricultura e Pecuária. Crescimento da economia brasileira é impulsionado pela alta de 15% da agropecuária em 2023 [Internet]. Brasília (DF): MAPA; 2024

- Mar 1 [cited 2025 Aug 11]. Available from: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/crescimento-da-economia-brasileira-e-impulsionado-pela-alta-de-15-da-agropecuaria-em-2023>.
17. Lopes CVA, Albuquerque GSC. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde Debate*. 2018;42(117):518-34. doi:10.1590/0103-1104201811714.
18. Silveira RCCP. O cuidado de enfermagem e o cateter de Hickman: a busca de evidências [dissertação]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto; 2005. Available from: <https://doi.org/10.11606/D.22.2005.tde-15082007-153503>
19. Szczesna D, Wiczorek K, Jurewicz J. An exposure to endocrine active persistent pollutants and endometriosis: a review of current epidemiological studies. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2023 Feb;30(6):13974-93. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24785-w>
20. Akgöl J, Kanat Pektaş M. Investigation of the relationship between spontaneous abortion, serum pesticides, and polychlorinated biphenyl levels. *Toxics*. 2023 Oct;11(11):884. Available from: <https://doi.org/10.3390/toxics11110884>
21. Garg R, Goswami B, Singh K, Singh S, Agrawal P, Gupta P, et al. Association of organochlorine pesticide exposure as endocrine disruptors with polycystic ovarian syndrome in North India. *J Midlife Health*. 2025 Apr-Jun;16(2):201-7. Available from: https://doi.org/10.4103/jmh.jmh_50_25
22. Tang ZR, Xu XL, Deng SL, Lian ZX, Yu K. Oestrogenic endocrine disruptors in the placenta and the fetus. *Int J Mol Sci*. 2020 Feb;21(4):1519. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijms21041519>
23. Yin S, Yang W, Lin F, Jia M, Feng Y, Chen Y, et al. Polycystic ovary syndrome and organochlorine pesticides: exploring potential links and mechanisms. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2024 Dec;31(54):77845-60. Available from: <https://doi.org/10.3389/frph.2025.1563414>
24. Hu Y, Ji L, Zhang Y, Shi R, Han W, Tse LA, et al. Preconception exposure to organophosphate and pyrethroid pesticides and the time to pregnancy in Chinese couples: a prospective cohort study. *Environ Health Perspect*. 2018 Jul;126(7):077001. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6108871/>
25. Hu P, Vinturache A, Li H, Tian Y, Yuan L, Cai C, et al. Urinary organophosphate metabolite concentrations and pregnancy outcomes among women conceiving through in vitro fertilization in Shanghai, China. *Environ Health Perspect*. 2018 Aug;126(8):087004. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7526721/>
26. Peivasteh-Roudsari L, Barzegar-Bafrouei R, Aghbolagh Sharifi K, Azimisalim S, Karami M, Abedinzadeh S, et al. Origin, dietary exposure, and toxicity of endocrine-disrupting food chemical contaminants: a comprehensive review. *Heliyon*. 2023 Jul;9(7):e18140. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18140>
27. Li Z, Deng L, Zhang Y. Environmental pollutants as emerging disruptors of thyroid function: mechanisms and early-life risks. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2026 Jan;309:119581. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2025.119581>
28. Thambirajah AA, Wade MG, Verreault J, Buisine N, Alves VA, Langlois VS, et al. Disruption by stealth – interference of endocrine disrupting chemicals on hormonal crosstalk with thyroid axis function in humans and other animals. *Environ Res*. 2022 Jan;203:111906. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111906>
29. Nirenjen S, Singh SA, Begum RF, Arun E, Vellapandian C, Narayanan J. Exploring the impact of endocrine disruptors on hormonal regulation and adipose tissue in health and obesity. *J Endocrinol*. 2025 Jul;266(1):e240374. Available from: <https://doi.org/10.1530/JOE-24-0374>