

# **DISRUPTORES ENDÓCRINOS E SEUS EFEITOS NA CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E QUALIDADE DA ÁGUA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE OS RISCOS AO MEIO AMBIENTE E SAÚDE PÚBLICA**

## **ENDOCRINE DISRUPTORS AND THEIR EFFECTS ON WATER RESOURCE CONTAMINATION AND WATER QUALITY: A BIBLIOGRAPHIC REVIEW ON RISKS TO THE ENVIRONMENT AND PUBLIC HEALTH**

Palloma Alves de Lima<sup>1</sup>

Robson José Silva<sup>2</sup>

### **RESUMO**

Os Disruptores Endócrinos (DEs) são substâncias químicas que interferem nas atividades estrogênicas do meio ambiente e favorecem a incidência de doenças. Essas substâncias, quando em contato com o organismo, causam uma desregulação capaz de danificar e/ou inibir o funcionamento de um órgão endócrino. Nesse contexto, a contaminação pelos DEs pode ocorrer através de diversas vias, destacando o contato com a água e consumo de alimentos contaminados, bem como por meio de transferência biológica. Dito isso, as grandes concentrações dos DEs na água causam efeitos adversos à vida animal, como problemas reprodutivos e hormonais. Por sua vez, em seres humanos os DEs podem favorecer alterações no sistema reprodutor, disfunções no sistema nervoso e efeitos neurocomportamentais, como o autismo. Diante dessa constatação, o presente trabalho vem apresentar uma revisão bibliográfica a respeito da associação entre os DEs e seus efeitos na contaminação de recursos hídricos e qualidade da água, principalmente no que diz respeito ao meio ambiente e à saúde pública, com destaque no Transtorno do Espectro Autista (TEA). O trabalho foi desenvolvido a partir de pesquisas nas principais bases de dados eletrônicas: Periódicos CAPES, SciELO e Google Acadêmico; dentro do espaço amostral de 24 anos. Como resultado, foram observados casos em que a presença de glifosato, plastificantes e fármacos foram associados ao atraso na fala, perda de habilidade de desenvolvimento, convulsões e diagnóstico de TEA. De maneira geral, percebeu-se, na grande maioria dos trabalhos, uma relação direta entre a interferência dos disruptores endócrinos e o aumento de crianças diagnosticadas com TEA. Com o intuito de mitigar os efeitos neurocomportamentais causados pela contaminação dos corpos hídricos, foram apresentadas formas de tratamento da água para remoção dos DEs.

**Palavras-chave:** água - contaminação; disruptores endócrinos; meio ambiente - contaminação; saúde - distúrbios neurocomportamentais; autismo.

### **ABSTRACT**

Endocrine Disruptors (EDs) are chemical substances that interfere with estrogenic activities in the environment and promote the incidence of diseases. When in contact with the body, these substances cause deregulation capable of damaging and/or inhibiting the functioning of an endocrine organ. In this context, contamination by EDs can occur through several routes, including contact with water, food consumption, and biological transfer. That said, high concentrations of EDs in water cause adverse effects on animal life, such as reproductive and

---

<sup>1</sup> Bacharelada em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, 2024.

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, 2017.

hormonal problems. In turn, in humans, EDs can promote changes in the reproductive system, dysfunctions in the nervous system, and neurobehavioral effects, such as autism. In view of this finding, this paper presents a bibliographic review on the association between EDs and their effects on the contamination of water resources and water quality, especially with regard to the environment and public health, with emphasis on Autism Spectrum Disorder (ASD). The work was developed based on research in the main electronic databases: CAPES, SciELO and Google Scholar Periodicals; within the sample space of 24 years. As a result, cases were observed in which the presence of glyphosate, plasticizers and drugs were associated with speech delay, loss of developmental skills, seizures and diagnosis of ASD. In general, a direct relationship was observed in the vast majority of studies between the interference of endocrine disruptors and the increase in children diagnosed with ASD. In order to mitigate the neurobehavioral effects caused by contamination of water bodies, forms of water treatment to remove EDs were presented.

**Keywords:** water - contamination; endocrine disruptors; environment - contamination; health - neurobehavioral disorders; autism.

## INTRODUÇÃO

A água é uma substância complexa que atua como solvente universal. Em sua composição estão impurezas que comprometem ou não a sua qualidade. Dentre essas, destacam-se os vírus, bactérias, parasitas, substâncias tóxicas e elementos radioativos, causando maiores interferências na qualidade da água (Richter e Netto, 2021).

Consoante a GM/MS nº 88, de 4 de maio de 2021, a água para consumo humano deve passar por rigoroso controle e vigilância da qualidade para atender ao padrão de potabilidade. Dessa maneira, o atendimento à normativa garante a minimização ou eliminação de possíveis riscos à saúde.

A atividade estrogênica de substâncias químicas vem sendo descrita na literatura há mais de 40 anos (Bitman & Cecil, 1970). Tais substâncias, conhecidas como Disruptores Endócrinos (DEs), podem entrar em contato com o organismo por meio do consumo de água ou alimentos contaminados, pele, inalação ou da mãe para o bebê na gestação ou amamentação (Gore *et al.*, 2014).

Os DEs são capazes de danificar ou inibir diretamente o funcionamento de um órgão endócrino. Além disso, a contaminação por essas substâncias pode

causar interferências no processo metabólico de um hormônio (Gore *et al.*, 2014).

Gore *et al.* (2014) questionam a relação entre o crescente uso de produtos químicos com o aumento de doenças endócrinas pediátricas nos últimos 20 anos. Dentre as substâncias, cita-se os fertilizantes, medicamentos e componentes químicos. Segundo os autores, esses poluentes podem estar ligados a problemas reprodutivos, hormonais e distúrbios neurológicos.

Além disso, os DEs podem afetar o desenvolvimento do feto. Uma mulher grávida, ao ingerir alimentos contaminados, pode favorecer a má formação do sistema nervoso central da criança. Dessa maneira, os efeitos são nocivos ao bebê durante o período gestacional ou através da amamentação (Von Ehresntein *et al.*, 2019).

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição clínica e neurológica que acomete a capacidade de interação social e a comunicação. Apesar das causas fisiopatológicas do TEA ainda não serem bem esclarecidas, os fatores genéticos e ambientais são vistos como condições contribuintes (Pereira *et al.*, 2023).

Portanto, este estudo tem como objetivo estudar a associação acerca da exposição aos disruptores endócrinos e seus efeitos na contaminação de recursos

hídricos e qualidade da água. A pesquisa contempla assuntos relacionados ao meio ambiente e à saúde pública, partindo da identificação e classificação dos DEs e sua influência na vida aquática e distúrbios neurocomportamentais em humanos.

## METODOLOGIA

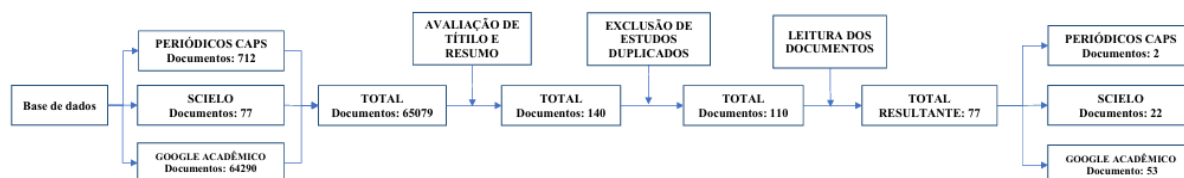
Gil (1999) define a pesquisa como sendo um procedimento racional e sistemático. Esta, por sua vez, tem o objetivo de proporcionar respostas aos problemas que são propostos.

Ademais, a pesquisa é caracterizada como uma revisão sistemática de caráter descritivo, tratando-se de um resumo das evidências relacionadas a um tema específico. Seu desenvolvimento é baseado a partir da utilização de métodos sistematizados de busca, análise crítica e síntese do conteúdo selecionado (Sampaio e Mancini, 2007).

Para a fundamentação deste trabalho, as buscas foram realizadas em três bases de dados eletrônicas: Periódicos CAPES, SciELO e Google Acadêmico, no período compreendido entre Novembro de 2023 e Julho de 2024. Para uma melhor sistematização da pesquisa, foram utilizados filtros divididos em: (a) Assunto principal: qualidade da água, contaminação da água, disruptores endócrinos, formação neurocomportamental e autismo (b) idiomas: português, inglês e espanhol; (c) tipo de documento: monografias, dissertações, artigos, manuais, teses e guias; (d) ano de publicação: de 2000 a 2024.

Inicialmente, foram encontrados 65.079 trabalhos acadêmicos, sendo 712 no Periódicos CAPES, 77 no SciELO e 64.290 no Google Acadêmico. Após uma avaliação criteriosa, foram selecionados 77 trabalhos para fundamentação deste estudo, sendo 2 no Periódicos CAPES, 22 no SciELO e 53 no Google Acadêmico (Figura 1).

Figura 1 – Diagrama de fluxo do processo de seleção dos documentos

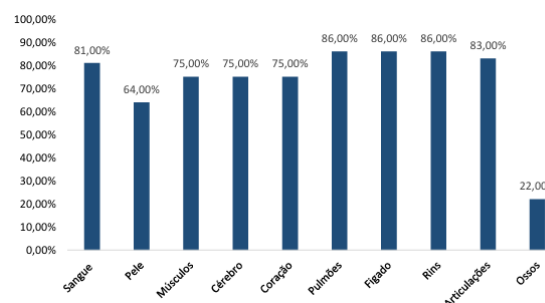


Fonte: A autora, 2024.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A água é um recurso fundamental ao equilíbrio do meio ambiente e ao funcionamento dos órgãos (Figura 2). Dentre os 2,5% de água doce disponível no planeta, cerca de 69% está presente na Antártida, Ártico e geleiras, 30% armazenada em aquíferos e 1% nos rios (Pena, 2014).

Figura 2 – Distribuição da água no corpo humano



Fonte: Adaptado de Comitê da Bacia Hidrográfica do Baixo Tietê, 2022. <https://comitebaixotiete.org/>

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA)(2005), o monitoramento

ineficiente da qualidade da água dificulta o diagnóstico das condições reais do corpo hídrico. A bacia hidrográfica do Alto Tietê-SP, por exemplo, requer atenção quanto à qualidade da água. O cenário crítico ocorre devido à intensa atividade industrial da região e lançamento de esgoto doméstico de forma indevida. Dessa maneira, as diversas substâncias químicas presentes no meio ambiente podem produzir efeitos nocivos ao ecossistema, favorecendo o desequilíbrio ecológico.

### Qualidade da água

É de conhecimento público que a água é um bem comum e finito. Através de atividades antrópicas a qualidade desse recurso é comprometida, afetando a interações ocorridas no meio ambiente. Frazão, Peres e Cury (2011) estudaram as concentrações máximas permitidas de flúor na água destinada ao abastecimento público, a fim de atender aos padrões de potabilidade.

Medeiros, Lima e Guimarães (2016) verificou que a parcela da população que reside próximo a rios e mananciais interfere na qualidade da água. Esses reservatórios podem ser utilizados como receptores de águas servidas e depósito de lixo, comprometendo a integridade do corpo hídrico e favorecendo os diversos tipos de contaminações.

De acordo com o Artigo 1º da Resolução CONAMA nº 01 de 23 de janeiro 1986, impacto ambiental diz respeito a qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente. Dessa forma, a falta de monitoramento da qualidade da água pode interferir na:

- *saúde, segurança e bem-estar da população;*
- *atividades sociais e econômicas;*
- *biota;*
- *condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;*

O Brasil apresenta cenário alarmante no que tange a geração de resíduos sólidos de origem doméstica ou industrial. Segundo o IPEA (2021), o Brasil

é um dos países que mais destina materiais, substâncias químicas e objetos à rede pública de esgotamento sanitário ou ao esgoto a céu aberto. Dessa forma, é fundamental desenvolver ações de prevenção e melhoria qualitativa de corpos d'água.

A Lei Nº 14.026/2020 estabelece diretrizes sobre o processo de universalização do saneamento básico, com o intuito de melhorar o contexto sanitário. Unindo-se ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (água potável e saneamento) (Figura 3), o novo marco legal do saneamento estima uma mudança nos serviços de água e esgoto até dezembro de 2033 (Brasil, 2020; Fachine *et al.*, 2022).

Figura 3 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Movimento Nacional ODS, 2024.  
<https://rr.movimentoods.org.br/>

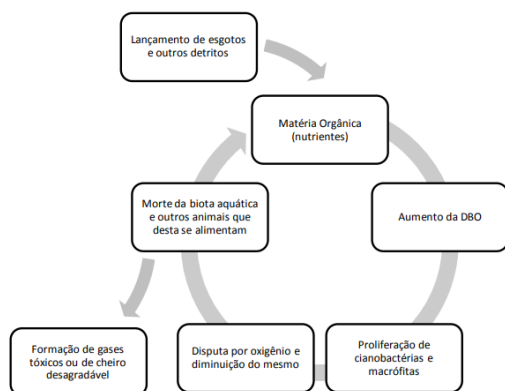
### Formas de contaminação dos corpos hídricos

A contaminação da água reflete na qualidade de vida, uma vez que este recurso é fundamental para o desenvolvimento dos seres vivos. Dentre as vias de poluição, pode-se citar o chorume proveniente dos resíduos sólidos, combustíveis fósseis, esgoto doméstico e industrial, coliformes fecais, agrotóxicos e outros produtos químicos (Nascimento, 2015).

A urbanização favoreceu a poluição das águas subterrâneas e superficiais, bem como as atividades indústrias e agrícolas (Ribeiro e Rooke, 2010). Dessa maneira, o lançamento de esgoto no corpo hídrico, sem tratamento prévio, gera a poluição de rios e bacias.

A eutrofização é o fenômeno caracterizado por provocar a morte de animais e plantas aquáticos. Isso ocorre porque durante a fase de decomposição, os resíduos orgânicos descartados consomem o oxigênio presente na água (Silva, 2021). Por sua vez, a eutrofização pode provocar: o surgimento de cianobactérias e cianotoxinas, dificuldade de navegação, alterações nas espécies, mudança de pH e coloração turva na água (Gadelha *et al.*, 2022) (Figura 4 e 5).

Figura 4 – Processo de Eutrofização



Fonte: Santos, 2014.

Figura 5 – Eutrofização na lagoa da Tijuca-RJ



Fonte: O Globo, 2012.

Monteiro, Marques e Rios (2022) relatam que as vias de contaminação com maior dificuldade de controle são: a percolação de agrotóxicos no solo, o escoamento de chorume nos rios e o descarte inadequado de efluentes. Esse poluentes possuem origem em atividades humanas. Dessa maneira, as pessoas contribuem para com a perpetuação de

substâncias nocivas no meio ambiente, como os disruptores endócrinos.

Os DEs podem ser substâncias orgânicas ou inorgânicas. Seu uso pode se dar tanto em áreas urbanas ou rurais, e podem aparecer como resíduos ou subprodutos derivados de usos industriais (Baird, 2002). Essas substâncias são encontradas no meio ambiente em concentrações da ordem de  $\mu\text{g L}^{-1}$  e  $\text{ng L}^{-1}$ , cujo excesso pode interferir na síntese, secreção, transporte, ligação, ação ou eliminação de hormônios naturais (Bila e Dezotti, 2007).

Quando presentes no meio ambiente, os DEs podem alterar a fauna da região. Logo, a maneira como os animais de vida aquática reage a esses poluentes, serve como indicativo da contaminação do corpo hídrico (a citar os peixes, crustáceos e anfíbios). Monitorar esse comportamento é essencial, uma vez que a contaminação dessas espécies reflete em danos ao meio ambiente como um todo (Bila e Dezotti, 2007).

Segundo Nascimento (2015), a água contaminada pode atuar como via de transmissão de doenças, patógenos e contaminantes, como protozoário, bactérias, vírus e os DEs. Fachine *et al.* (2022) associaram os índices de mortalidade com as condições precárias do saneamento básico no Brasil. Diante das 558 microregiões estudadas, foram registrados 64.049 óbitos devido às doenças de veiculação hídrica.

Correia *et al.* (2021) pontuam a transmissão de doenças a partir da ingestão de água contaminada e a escassez do recurso hídrico. Dentre as comorbidades causadas, destacam-se a diarreia, cólera, infecção intestinal por bactérias, febre tifoide e hepatite A e E. Dessa maneira, tal cenário reforça a precariedade nos serviços de saúde pública.

## Sistemas de tratamento

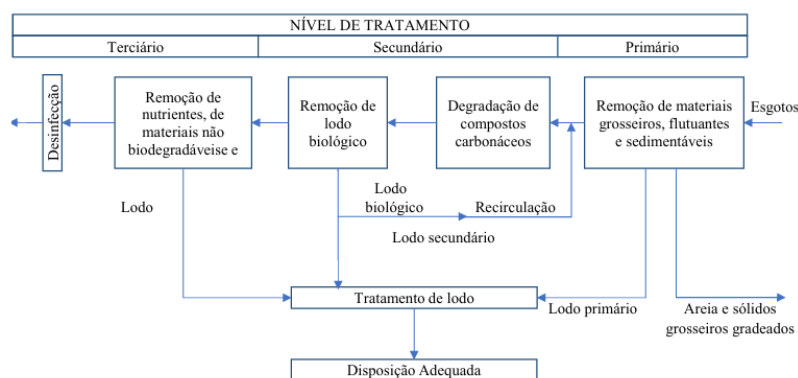
O processo de tratamento de efluentes tem como objetivo a remoção de substâncias poluentes, a exemplo os DEs.

Foram desenvolvidos métodos para detectar e quantificar substâncias contaminantes em matrizes ambientais complexas, tais como águas superficiais e subterrâneas, esgoto doméstico, efluentes industriais, sedimentos marinhos, solo e lodo biológico (Bila e Dezotti, 2007).

Os mecanismos de remoção utilizados para o tratamento de efluentes

pode ocorrer através de processo biológico ou físico-químicos (Marques, 2013). Segundo Giordano (1999), os níveis de tratamento de esgoto são divididos em: (I) preliminar, (II) primário, (III) secundário e (IV) terciário (Figura 6).

Figura 6 – Sistema convencional de tratamento de esgoto



Fonte: Adaptado de Campos, 1999.

Consoante Marques (2013), o tratamento preliminar é responsável por reter sólidos grosseiros através de peneiras, grades, caixas de areia ou diferença de densidade. Vale salientar, ainda, que a parte dos sólidos que sedimentou, formando o lodo primário, será posteriormente removida. O autor descreve o nível de tratamento primário como a fase relacionada à sedimentação ou flotação dos sólidos. Após isso, é possível remover do efluente as substâncias tóxicas, os materiais orgânicos, óleos e metais pesados dissolvidos.

O nível secundário é caracterizado pela remoção de matéria orgânica, como o nitrogênio ou fósforo. Ademais, fica reservado ao nível terciário retirar poluentes específicos, como os DEs, a fim de apresentar o efluente dentro dos padrões exigidos (Marques, 2013).

A Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de maio de 2011, dispõe as condições, parâmetros, padrões e diretrizes para o lançamento de efluentes no corpo receptor. Diante disso, o atendimento à normativa pode auxiliar na preservação do corpo

hídrico, bem como mitigar os danos causados pela contaminação da água.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em altas concentrações, os (DEs) são capazes de causar interferência não só à vida humana, mas também aos animais e meio ambiente (Gore *et al.*, 2014). Segundo Baird (2002), os DEs são classificados em:

- Naturais, quando produzidos naturalmente pelo organismo ou presentes no meio ambiente;
- Lubrificantes industriais, os quais surgem a partir de atividades industriais e do processo de combustão;
- Plastificantes, derivados da fabricação de plástico e resinas;
- Pesticidas, substâncias que compõem produtos agrícolas;
- Metais, aplicados a fins industrial, comercial e doméstico;
- Fármacos, como medicamentos para eliminar/inibir o crescimento de bactérias e durante tratamentos.

Bila e Dezotti (2007) pontuam a importância de mapear os processos de descarte dos DEs no meio ambiente. Essa



atividade visa detectar e quantificar os DEs presentes na água, esgoto, efluentes e depósitos marinhos.

O Quadro 1 apresenta a classificação dos DEs encontrados no meio

ambiente, exemplificando locais de atuação (onde podem ser encontrados, produzidos ou utilizados), bem como suas origens.

Quadro 1 – Classificação dos DEs e sua utilização

CLASSE	EXEMPLO	ATUAÇÃO	FONTE
Naturais	Fitoestrógenos	Saúde hormonal e prevenção de doenças	Soja Linhaça Nozes Legumes
Lubrificantes Industriais	Bifenilas policloradas (PCB), dioxinas, Retardadores de Chama Bromado (BFR)	Atividades industriais e processo de combustão	Queima de resíduos Processos químicos Combustão de combustíveis fósseis
Plastificantes	Bisfenol A (BPA), ftalatos, compostos perfluorados	Fabricação de plástico e resinas	Recipientes de alimentos Resina epóxi Produtos de papel térmico
Pesticidas	Glifosato, metoxicloro, Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT), clorpirifós, vinclozolin, piretróides, diazinon, malation, bifentrina, atrazina	Agricultura	Químicos para controle e/ou crescimento de plantas
Metais	Cádmio, mercúrio, arsênio, chumbo	Produção industrial, comercial e doméstica	Soldas Produtos infantis Material de construção
Fármacos	Dietilestilbestrol, antibióticos, antibacterianos, triclosan, parabenos, repelente de insetos, antitérmicos, analgésicos, antidepressivo, antiépiléticos	Tratamentos de saúde	Produtos de higiene pessoal Hospitais Indústria alimentícia

Fonte: Adaptado Cartaxo *et. al.*, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-559>.

Quando em contato com o meio ambiente e seres humanos, os tipos de DEs podem estar associados a diversas comorbidades. Graef, Locatelli e Santos (2012) relatam que os fitoestrógenos podem ser utilizados para o tratamento de reposição hormonal durante o climatério, período em que a mulher apresenta oscilação hormonal. A semelhança de propriedades estruturais e funcionais dos fitoestrógenos com o estrogênio permite a interação com a célula receptora, possibilitando a realização das atividades endócrinas. Contudo, o uso desse composto de forma desregulada pode trazer danos à saúde.

Ademais, tem-se que os pesticidas são substâncias responsáveis por combater pragas nas plantações. Entretanto, esse composto pode oferecer riscos ao meio ambiente e à saúde humana através do escoamento para compartimentos hídricos, comprometendo a qualidade da água (Sabik *et al.*, 2000). Tal cenário é enfatizado devido ao uso e comercialização de pesticidas para a agricultura, atividade fundamental para o contexto financeiro do país.

Além disso, as atividades industriais contribuem para com a poluição ambiental. As indústrias podem ser precursoras de eventuais casos de vazamentos, lançamento

de efluentes líquidos e descarte inadequado de resíduos sólidos (Juras, 2015). Diante disso, os DEs estão presentes no meio ambiente de diversas formas e a partir de diferentes origens, favorecendo a disseminação de doenças.

### **Influência dos Disruptores Endócrinos na contaminação dos corpos hídricos e meio ambiente**

O Brasil apresenta um cenário defasado no que tange o esgotamento sanitário do país (Araújo *et al.*, 2018). Apenas 56% dos efluentes gerados recebem o tratamento adequado, o que demonstra um serviço de atendimento parcial à população (SNIS, 2022). Além disso, as ETAs que operam de maneira precária podem abastecer as residências com águas que ainda contêm substâncias contaminantes (Montagner e Jardim, 2011; Campestrini e Jardim, 2017).

Em um processo ideal, o esgoto gerado recebe tratamento para que possa retornar ao corpo hídrico. A situação atinge níveis críticos quando a população recorre a meios ilícitos para descarte de efluentes. Tais desequilíbrios ambientais também podem ter a contribuição da presença dos DEs, uma vez que são excretados na urina e fezes. Assim, o esgoto lançado sem o devido tratamento pode comprometer águas superficiais, subterrâneas e para consumo (Pulz, 2014).

López-Doval *et al.* (2017) afirmam que a presença de cafeína, fármacos e plastificantes pode apresentar alta concentração em reservatórios de água. Essa condição é favorável ao cenário de risco no que tange o contexto sanitário. Segundo os autores, a concentração de cafeína, fármacos e plastificantes se dá devido à ineficiência das ETAs.

Os analgésicos e anti-inflamatórios são os principais medicamentos utilizados pelas pessoas, apresentando alto índice de comercialização (Ferreira *et al.*, 2013). Além disso, na maioria dos países, sua aquisição dispensa prescrição médica (Bisognin, Wolff e Clasissimi, 2018). A

problemática dessas substâncias se dá durante o seu processo de degradação, o qual não ocorre de maneira rápida, prolongando efeitos nocivos.

O Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (2017) afirma que os agrotóxicos são substâncias com alto potencial de contaminação dos corpos hídricos, no qual a maior parte utilizada para controle de pragas apresenta considerável toxicidade ambiental. Segundo Steffen, Steffen e Antonioli (2011), o uso contínuo de agrotóxicos, seja em baixa ou elevada concentração, favorece a contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas.

Com base na contaminação dos recursos hídricos, a atuação dos DEs pode desencadear alterações à vida aquática. Segundo Correia (2008), o pH pode alterar a fisiologia de algumas espécies de peixes quando estas são submetidas a altas concentrações de metais. A exposição ao alto teor de alumínio e a um ambiente com pH ácido, por exemplo, pode interferir no sistema reprodutivo dos peixes, uma vez que afeta a fase de maturação inicial e final da ovulação.

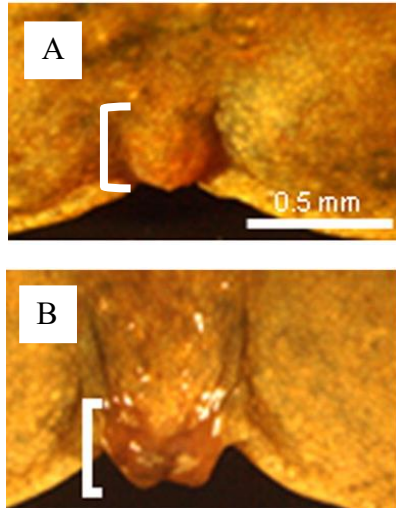
Mendes (2015) afirma que a exposição aos compostos poluentes organoestânico e ftalatos pode afetar a reabsorção do cálcio da matriz das escamas dos peixes. Consoante, Teigeler *et al.* (2021) evidenciam que os DEs derivados de produtos farmacêuticos podem causar problemas no amadurecimento e reprodução sexual dos peixes machos, bem como na sobrevivência em estágio inicial e em seu crescimento.

Hayes *et al.* (2010) realizaram estudos sobre o processo de feminização em anfíbios devido à exposição à atrazina. Os 40 sapos-de-garras-africanos escolhidos para a pesquisa eram machos, a fim de atestar a mudança de sexo causada pelo pesticida. Após 3 anos de estudo, 4 dos animais expostos à atrazina não tinham almofadas nupciais visíveis nos antebraços e possuíam lábios cloacais salientes (Figura 7), características próprias das fêmeas. A



copulação entre os machos e as fêmeas induzidas resultou em óvulos viáveis, o que comprova a influência dos DEs para o processo de feminização.

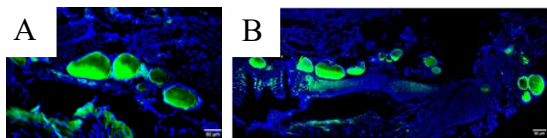
Figura 7 – Cloaca das fêmeas induzidas (A) antes e (B) depois da feminização



Fonte: Hayes *et al.*, 2010.

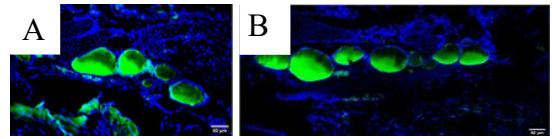
Rodrigues (2020) apresentou resultados acerca dos impactos do Diethylstilbestrol (DES) e Ioxinil (IOX) em peixes-zebra adultos. Após 60 dias de estudo, constatou que o DES não causou alterações no volume do ventrículo dos peixes, mas alterou a disposição de folículos da tireoide ao longo da aorta (Figura 8). Já o IOX, além de modificar a morfologia cardíaca, afetou o sistema hormonal da tireoide, acentuando a dispersão de folículos (Figura 9).

Figura 8 – Dispersão dos folículos (A) antes e (B) depois devido ao DES



Fonte: Rodrigues, 2020.

Figura 9 – Dispersão dos folículos (A) antes e (B) depois devido ao IOX



Fonte: Rodrigues, 2020.

Menegasso (2020) estudou o comportamento dos peixes quando expostos a fitoestrógenos em concentrações de 10, 40 e 80µg/L. Os testes neurocomportamentais foram realizados 90 dias após a fecundação, quando os peixes estavam na fase adulta. O autor constatou um comportamento ansioso e antissocial nos animais, bem como a maior eclosão de fêmeas na concentração de 10µg/L. Tais efeitos evidenciam a interferência dos DEs à existência dos peixes, uma vez que impacta as interações sociais e processo reprodutivo.

Dessa maneira, a contaminação pelos DEs interfere diretamente na sobrevivência dos animais aquáticos, tendo em vista que esses poluentes afetam o sistema reprodutor e endócrino. Logo, a contaminação do corpo hídrico pode apresentar consequências a curto ou longo prazo.

### Influência dos Disruptores Endócrinos na saúde pública

O Sistema Endócrino é responsável pela liberação de hormônios, os quais são substâncias químicas mensageiras responsáveis por aspectos como: o crescimento, desenvolvimento cognitivo, reprodução e questões neurológicas (Hall e Guyton, 2011).

Segundo Gore *et.al.* (2014), para cada hormônio há um receptor complementar à espera na célula-alvo, os quais, quando interligados, permitem o desenvolvimento das atividades endócrinas. Entretanto, os DEs podem interferir nesse processo de duas maneiras:

- assumindo a forma de hormônio e ativando o receptor de forma errada; ou

- bloqueando a ação do receptor, impedindo sua ligação com o hormônio natural.

O sistema nervoso atua em conjunto ao sistema endócrino, uma vez que auxilia no controle da circulação dos diferentes hormônios necessários para o funcionamento dos órgãos. Dentre eles, pode-se citar os testículos, ovários, pâncreas, glândulas suprarrenais, tireoide e tálamo. Logo, seu funcionamento é importante à saúde como um todo, coordenando ações de tecidos e de outras partes do corpo (Colborn *et al.*, 2002).

Segundo Gore *et al.* (2014), a exposição aos DEs pode ocorrer através de água contaminada e alimentos, absorção

cutânea, atmosfera, placenta e leite materno. Seja em altas concentrações ou não, esses poluentes são capazes de causar efeitos crônicos e duradouros à saúde. O surgimento de câncer ou alterações no organismo, por exemplo, são realidades quando se trata da contaminação pelos DEs.

Nesse contexto, o Quadro 2 apresenta possíveis vias de contaminação dos DEs as quais o homem está submetido, bem como sua origem.

Quadro 2 – Vias de Contaminação dos DEs

VIA	ORIGEM	EXEMPLO
Consumo oral de água ou de alimentos contaminados	Resíduos ou pesticidas industriais que contaminam o solo ou as águas subterrâneas; percolação de substâncias químicas a partir de recipientes de alimentos ou de bebidas; resíduos de pesticidas em alimentos ou bebidas	PCB, dioxinas, compostos perfluorados, DDT, BPA, ftalatos, clorpirifós, fitoestrógenos,
Contato com a pele e/ou por inalação	Mobiliário caseiro tratado com retardadores de chamas; pesticidas utilizados na agricultura, residências, ou para o controle de vetores de doenças públicas	BFRs, DDT, clorpirifós, vinclozolin, piretróides, PCB, dioxinas, glifosato, metoxicloro, diazinon, malation, bifentrina, cádmio, mercúrio, arsênio, chumbo
Intravenoso	Tubulação intravenosa	Ftalatos
Aplicação à pele	Alguns cosméticos, produtos de higiene pessoal, antibacterianos, protetor solar, medicamentos	Ftalatos, Triclosan, parabenos, repelente de insetos, chumbo, Dietilestilbestrol, antibióticos, antibacterianos, triclosan, parabenos, antidepressivo, antitérmicos, analgésicos, anti-epiléticos
Transferência biológica da placenta	Carga corporal materna devido às exposições prévias/atuais	Antidepressivo, analgésicos, anti-inflamatórios, entre outros
Transferência biológica do leite materno	Carga corporal materna devido às exposições prévias/atuais	Antidepressivo, analgésicos, anti-inflamatórios, entre outros

Fonte: Adaptado de GORE *et al.* (2014). [https://www.endocrino.org.br/media/uploads/PDFs/ipen-intro-edc-v1\\_9h-pt-print.pdf](https://www.endocrino.org.br/media/uploads/PDFs/ipen-intro-edc-v1_9h-pt-print.pdf)

Quando exposto aos DEs por intermédio das vias apresentadas no Quadro 2, o ser humano pode apresentar desregulação no funcionamento do

organismo. Vale ressaltar a contaminação via transferência biológica, uma vez que podem trazer riscos à saúde da mulher e da criança. Para o primeiro trimestre de

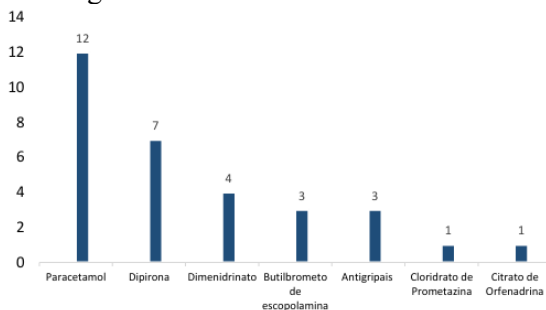
gestação os cuidados com a saúde devem ser intensificados, uma vez que é o período do desenvolvimento de órgãos e sistemas principais (Costa *et al.*,2023).

Segundo Silva *et al.* (2022), parte das doenças congênitas apresentadas pelos bebês são provenientes do hábito de automedicação das mães. Ademais, os autores pontuam sobre os fármacos à base de produtos naturais, no qual o uso sem a devida orientação médica também pode ser prejudicial. Dessa maneira, tendo em vista que os sintomas da gravidez são mais intensos no primeiro trimestre, a automedicação durante esse período configura um risco à saúde.

Consoante Rocha *et al.* (2013), os anti-inflamatórios e analgésicos são os medicamentos de maior utilização durante a gravidez. A ingestão de fármacos em excesso pode resultar em doenças alérgicas, intoxicações, resistência a patógenos, deficiência renal e alterações no sangue (Silva, 2018).

Gouveia (2019) realizou um estudo com 80 gestantes, a fim de verificar a prática de automedicação entre o grupo. Dentre essas, 31 mulheres indicaram o uso de 7 tipos de fármacos, destacando o paracetamol e a dipirona, medicamentos que podem causar problemas de saúde a longo prazo (Figura 10).

Figura 10 - Medicamentos utilizados por 31 das 80 gestantes entrevistadas



Fonte: Adaptado de Gouveia, 2019.

Além disso, vale destacar o uso da cetamina para o tratamento de depressão, transtorno de estresse pós-traumático, dores e transtornos mentais crônicos. Sampaio (2011) realizou testes em camundongos a fim de verificar efeitos semelhantes à esquizofrenia causados pela ingestão de cetamina. Por meio de testes, constatou danos celulares e inflamações no corpo dos animais, bem como a alteração nas atividades motoras e perturbação do estado emocional devido à presença do DE.

### ***Associação dos DEs com doenças neurocomportamentais***

O sistema endócrino tem forte contribuição para comportamentos regulados pelo sistema nervoso, uma vez que as atividades neurais contam com a presença de glândulas endócrinas. Dentre eles, cabe citar o desenvolvimento emocional, cognitivo e sensorial.

A perturbação do sistema nervoso pode acarretar problemas como: ansiedade, depressão, dificuldade na fala, problemas para dormir e efeitos neurocomportamentais. O Quadro 3 apresenta estudos acerca da associação dos DEs com doenças neurocomportamentais, indicando a classe do DE, estudo de caso e conclusões obtidas.

Quadro 3 – Associação dos DEs com doenças neurocomportamentais

AUTOR	CLASSE DO DE	ESTUDO DE CASO
Rebello (2014)	Natural	Após remoção da tireoide, a paciente recorreu a tratamento com produto natural à base de soja para substituição hormonal. Semanas depois queixou-se de insônia, ansiedade, estado nervoso, diarreia, arritmia e sintomas de hipotireoidismo. Ao cessar o tratamento, esses sintomas desapareceram.
Carmo (2015)	Pesticida	A exposição aos pesticidas desencadeou interferências no sistema reprodutor, aspectos neurocomportamentais, sistema imunológico e câncer.
Dutra e Ferreira (2019)	Pesticida	A exposição aos pesticidas nas microrregiões e estados estudados, seja pelo ar ou ingestão de alimentos, aumentou a incidência do nascimento de bebês com má formação congênita (anomalia em seu desenvolvimento estrutural e funcional durante a gestação).
Rueda-Rufaza <i>et al.</i> (2019)	Pesticida	Associou a exposição ao glifosato à proliferação de patógenos e o desenvolvimento de doenças neurocomportamentais, como o transtorno do espectro autista.
Shuler Faccini e Salcedo Arteaga (2022)	Pesticida	A exposição pré-natal dos pais a pesticidas refletiu no desenvolvimento de doenças congênitas nos bebês ou quadro de câncer nos primeiros anos de vida.
Caporale <i>et al.</i> (2022)	Plastificante	A mistura contendo bisfenol-A, parabens, ftalatos e compostos perfluorados apresentou associação a casos de atraso no desenvolvimento cognitivo e distúrbios neurológicos.
Moraes (2023)	Pesticida	A exposição aos DEs, principalmente nos primeiros anos de vida, prejudicou o desenvolvimento físico, emocional e cognitivo das crianças e favoreceu a incidência de doenças.
Costa <i>et al.</i> (2023)	Fármaco	A ingestão de medicamentos sem a devida orientação médica durante a fase gestacional favoreceu o nascimento de crianças com TEA.

Fonte: A autora, 2024.

Dentre as classes de DEs apresentadas no Quadro 1, os pesticidas, plastificantes e fármacos são os que possuem maior associação aos efeitos neurocomportamentais. Ferreira (2021) relacionou distúrbios neurológicos à ingestão de alimentos contaminados por pesticidas. Salientou, ainda, a contribuição do DE para a ocorrência da doença de Parkinson, distúrbio no sistema nervoso que afeta a coordenação motora.

Outrossim, Araújo *et al.* (2007) apresentou resultados para a exposição de 102 agricultores a pesticidas. Após exames

toxicológicos, aproximadamente 28,5% dos participantes apresentaram distúrbios neurocomportamentais e psiquiátricos. Constataram que a exposição diária ao DE foi capaz de comprometer as funções vitais dos trabalhadores, independente da faixa etária.

Além disso, os plastificantes são substâncias nocivas capazes de contaminar por diversas vias. Esses DEs podem estar associados a doenças como câncer, obesidade e má formação do sistema imunológico, bem como problemas reprodutivos e neurológicos (Tani, 2022).

Consoante Correia (2015), o bisfenol A é um plastificante capaz de causar problemas no sistema reprodutor, alterações genéticas e distúrbios neurocomportamentais.

Ademais, Billa e Dezotti (2007) apontam os fármacos como DEs de essencial investigação, uma vez que são nocivos mesmo em baixas concentrações. Segundo Santos *et al.* (2018), a automedicação durante a gravidez pode acometer o feto com danos irreversíveis, tendo em vista sua baixa imunidade. Comenta, assim como o exposto no Quadro 2, que esse DE é capaz de transpor a barreira placentária, inibindo os processos de desenvolvimento do bebê e favorecendo casos de distúrbios ao longo da vida.

### ***Associação dos DEs com TEA***

Shaw (2017) realizou um estudo com trigêmeos que apresentavam atraso ou perda de habilidade de desenvolvimento. Os trigêmeos foram concebidos através de inseminação intrauterina, sendo necessário o uso de hormônios e medicação à base de magnésio devido a intercorrências durante a gravidez. Por meio de exame metabólico, hemograma completo e teste de tireoide, constatou altos níveis de glifosato na urina das crianças, bem como a presença de aspartato aminotransferase no sangue (AST) (indicador de uma disfunção mitocondrial característica do autismo).

Ainda segundo o autor, o trigêmeo 1 apresentou no 34º mês de idade o diagnóstico de TEA com nível 2 de suporte. O trigêmeo 2 também foi diagnosticado com TEA no 27º mês de idade, apresentando nível 1 de suporte. A trigêmea 3, por sua vez, não recebeu o diagnóstico de TEA, mas apresentou quadro de convulsões.

Shaw (2017) informa que se fez necessário investigar os hábitos alimentares da mãe e dos trigêmeos, uma vez que a alimentação rica em insumos contaminados durante a fase gestacional, de aleitamento materno e crescimento favorece a exposição das crianças ao pesticida. A dieta dos trigêmeos era baseada em produtos não

orgânicos, o que justificou a alta concentração de glifosato.

Von Ehresntein *et al.* (2019) avaliaram a contaminação de pesticidas em dois grupos de mulheres grávidas: (I) expostas ao risco (que moravam em até 2.000 metros de serviços agrícolas) e (II) não expostas ao risco. Como resultado, o glifosato foi o pesticida mais relacionado ao nascimento de crianças com TEA, incluindo casos de deficiência intelectual. O estudo ainda ressalta que a exposição das mulheres ao glifosato durante a gravidez aumentou a chance de ocorrência de TEA em 10%.

Caporale *et al.* (2022) estudaram a associação entre a mistura de bisfenol-A, parabenos, ftalatos e compostos perfluorados com atrasos cognitivos e comportamentais em crianças. Por meio do desenvolvimento de ensaios em laboratório e testes em peixes, constataram que a mistura favoreceu a desregulação nas glândulas da tireoide e comprometeu o desenvolvimento neural desses animais.

Segundo o autor, as alterações biológicas visualizadas em células-tronco podem implicar em futuras disfunções neurocomportamentais. Tendo em vista a exposição das grávidas às substâncias presentes na mistura, 54% das crianças apresentaram atrasos na fala. Dessa maneira, os resultados indicaram que os DEs podem contribuir para o desenvolvimento de características do TEA.

Costa *et al.* (2023) realizaram estudo com 248 crianças e adolescentes com TEA. Por meio da pesquisa, constataram que a probabilidade de uma criança nascer com autismo aumentou em 1,93 vezes para os casos de automedicação durante o primeiro trimestre gestacional. Dentro desse contexto, a automedicação corresponde ao uso de antitérmicos, analgésicos, antidepressivos, antiepiléticos e antibióticos por parte da grávida. Dessa forma, o uso desregulado de fármacos deve ser revisto, principalmente no que tange o tratamento de condições clínicas sem a devida orientação profissional.

No Brasil, o suporte às pessoas com TEA ainda é um assunto negligenciado. A Lei 13.861/2019, em seu Art. 1º, determina a inclusão de informações sobre o TEA a partir do censo de 2022. Entretanto, até o presente momento, as informações não foram divulgadas em sites oficiais, o que dificulta uma visão realista do cenário atual, como o quantitativo de crianças e adultos com TEA. Enquanto isso, é essencial mapear a origem dos fatores ambientais que corroboram para com os casos de autismo.

### **Tratamento da água para remoção dos Disruptores Endócrinos**

Segundo Bila e Denzotti (2007), além de bioacumulativos, os DEs podem ser lipofílicos, ficando retidos no tecido adiposo dos seres humanos e animais. Devido a essas características, a presença de pequenas concentrações de DEs podem causar diversos danos.

Dessa maneira, faz-se necessário conhecer sobre os sistemas de tratamento de água e esgoto que buscam atenuar as concentrações elevadas de DEs no corpo hídrico. Tendo em vista a diversidade dos tipos de DEs apresentadas no Quadro 1, os tratamentos podem ser encontrados por meio de diferentes métodos, dentre os quais é possível destacar: Processo Oxidativo Avançado (POA), reator UASB e a adsorção.

#### ***Processo Oxidativo Avançado (POA)***

Araújo *et al.* (2016) descrevem a aplicação de POA para a degradação de micropoluentes presentes no esgoto. Esse processo promove a decomposição de substâncias poluentes através de processos oxidativos e produção de radicais hidroxila ( $\text{OH}^\cdot$ ) (Schoenell, 2020; Teixeira e Jardim, 2004).

Os POAs são alternativas viáveis no que tange o tratamento de efluentes. Através da sua aplicação, é possível transformar compostos de difícil degradação, como os DEs, em substâncias facilmente deterioráveis (Sirés *et. al.*, 2014). Dentre os

sistemas de tratamento por POA, pode-se citar: reações de fenton, fotofenton, eletrofenton e fotoeletroquímico (Ferro *et al.*, 2015).

Kassinis *et al.* (2009) apresentaram resultados a partir do uso de POA para remoção de pesticida. Após os testes, constatou que o processo fotofenton foi capaz de remover 100% do DE em um corpo hídrico exposto a pH de 3 a 2,5. Segundo Yang *et al.* (2014), o uso de dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) possibilitou a remoção de aproximadamente 40 e 98% do pesticida, tendo seu desempenho oscilado em função do pH da água.

Albuquerque (2017) demonstrou resultados acerca da remoção de toxinas produzidas por cianobactérias. O experimento foi baseado em três fases, sendo a última exposta ao POA. Após os testes, constataram uma efetividade de remoção de 83,3%, no qual a concentração de toxinas passou de  $3,6\mu\text{g.L}^{-1}$  para  $0,5\mu\text{g.L}^{-1}$ , atendendo aos critérios permitidos por norma.

#### ***Reator UASB***

O modelo de reator UASB (Figura 11) é uma alternativa para o tratamento de efluentes. O reator funciona a partir de fluxo ascendente, ou seja, a entrada do esgoto se dá pela parte inferior do equipamento (Jordão e Pessoa, 2009; Rodrigues, 2010) (Figura 12).

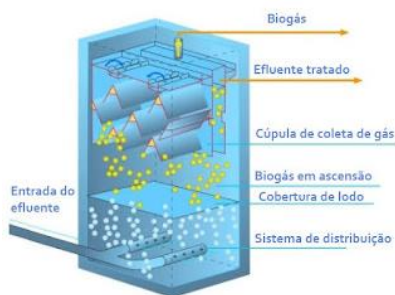
Figura 11 –Reator UASB



Fonte: Isofibra, 2020.



Figura 12 – Funcionamento do Reator UASB



Fonte: Bastos, 2023.

Dentre os benefícios cabíveis de serem citados, o fluxo ascendente do reator permite a redução do lodo e geração de biogás, tendo em vista o controle da sedimentação das partículas e aproveitamento energético (Von Sperling, 2005).

Froehner *et al.* (2011) verificaram o desempenho do reator UASB para remoção de bisfenol A em três ETEs distintas. A segunda ETE utilizou o reator UASB para o seu processo de tratamento, apresentando mais de 90% de remoção do DE. Como maior vantagem em relação às demais estações, além do percentual de remoção, o reator UASB ofereceu outros benefícios, sendo uma delas a disposição de uma nova fonte energética.

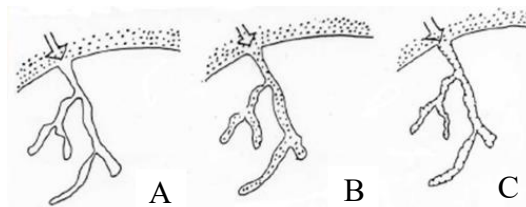
Lima *et al.* (2018) realizaram estudos em quatro ETEs na cidade de Campinas-SP para avaliar a remoção de DEs. Dentre essas, em três foi analisada a eficiência de remoção do bisfenol A. Como resultado, ETE que utilizou o reator UASB seguido de floculação química e flotadores por ar dissolvido removeu 92,40% do DE. Logo, principalmente quando combinado a outro tipo de procedimento, pode-se observar a eficiência do reator UASB para a remoção de DEs

### Adsorção

A adsorção é caracterizada pela interação entre sólidos e fluidos, podendo ocorrer por meio de processos físicos ou químicos (Tambosi, 2008). A estrutura molecular, pH e temperatura afetam a efetividade do tratamento por adsorção,

uma vez que as condições ambientais e natureza dos poluentes interferem no processo. (Tambosi, 2008) (Figura 13).

Figura 13 – Sistema de Tratamento por Adsorção



Fonte: Souza, 2015.

(A) Os contaminantes propagam sobre a superfície da partícula do adsorvente; (B) a molécula do contaminante migra para os poros da partícula do adsorvente; (C) a molécula do contaminante adere na superfície do sólido.

Dentre suas aplicações, é possível destacar a utilização do processo de adsorção em tratamento de efluentes industriais (Purkait e Dasgupta, 2005) e hospitalares (Önal *et al.*, 2007). Dentre as formas de tratamento à base do método de adsorção, pode-se citar o carvão ativado (contribui para retenção de substâncias poluentes) e os líquidos iônicos (favorece a remoção de íons nocivos) (Ambrósio *et al.*, 2021).

Bajpai *et al.* (2000) estudaram o comportamento de antibióticos diante do sólido alumina. Após os ensaios, constataram que as moléculas do fármaco foram adsorvidas na superfície do sólido. Dessa maneira, a perda do grau de liberdade do DE favoreceu seu processo de remoção.

Baccar *et al.* (2012) submeteu concentrações de naproxeno, cetoprofeno e ibuprofeno (19,78, 19,28 e 10,04 mgL<sup>-1</sup>, respectivamente) a tratamento à base de carvão ativado. Consequente aos testes, foi possível perceber, de forma correspondente, a remoção de 90,45, 88,40 e 70,07% para cada um dos DEs estudados.

Guerra *et al.* (2015) avaliaram o desempenho do Carvão Ativado Granular (CAG) para retirada de microcistina-LR (toxina produzida por cianobactérias). Após o experimento, o CAG removeu entre 80 e 100% do fármaco presente no esgoto. Dessa



forma, pode-se perceber os benefícios do tratamento para descontaminação da água.

Além disso, Malas *et al.* (2020) estudaram o uso de membranas de polietileno e líquido iônico para remoção de cádmio, níquel e zinco, metais presentes em efluente hospitalar. Como resultado, constataram uma remoção de 52,87, 51,47 e 68,05% dos respectivos DEs, atestando o desempenho da forma de tratamento.

Thasneema *et al.* (2021) avaliaram uso de líquidos iônicos à base de fosfônio para remoção de metais pesados em águas residuais. Após o estudo, foi possível observar a eficiência no tratamento do efluente através do método utilizado, uma vez que removeu totalmente o teor de arsênio, cromo, cádmio, cobre, zinco, chumbo e mercúrio presentes na água.

## CONCLUSÕES

Presentes na própria natureza ou na composição de alguns lubrificantes industriais, plastificantes, pesticidas, metais e fármacos, os DEs compõem recursos de recorrente utilização no cotidiano das pessoas. Por meio do descarte inadequado desses poluentes no meio ambiente, em especial na água, os animais aquáticos, como peixes, crustáceos e anfíbios, sofrem efeitos adversos em seu ciclo de vida.

Tendo em vista a ingestão água ou alimento contaminado como via de contaminação pelos DEs, a poluição do corpo hídrico afeta de maneira direta e indireta à saúde do ser humano.

Uma vez no organismo, os DEs podem interferir nas atividades endócrinas do corpo, tendo como efeito prejuízos no desenvolvimento da fala e linguagem, sistema reprodutor e controle emocional. Com base nisso, pode-se associar os DEs aos efeitos neurocomportamentais, sobretudo o autismo.

É evidente, portanto, que os DEs, em suas diversas classes, possuem capacidade de causar alterações hormonais e metabólicas essenciais para o desenvolvimento do ser humano, o que

compromete a qualidade de vida dos indivíduos.

Por isso, faz-se necessário monitorar a qualidade da água através de formas de tratamentos eficientes, com o objetivo de reduzir a contaminação por esses poluentes. Vale salientar a importância de investimentos no nível terciário de tratamento, de maneira a atuar especificamente na remoção dos disruptores endócrinos. Além disso, cabe o desenvolvimento de iniciativas para instruir a população, a fim de que esta também contribua para a preservação dos recursos hídricos.

Tendo em vista os resultados encontrados, mais estudos acerca da relação entre a exposição aos DEs e o autismo precisam ser realizados, de forma a mitigar os efeitos desses poluentes, sobretudo à saúde humana.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília, DF: ANA, 2005. 179 p. Disponível em: [https://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/panorama\\_da\\_qualidade\\_das\\_aguas.pdf](https://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/panorama_da_qualidade_das_aguas.pdf). Acesso em: 13 set. 2024.

ALBUQUERQUE, M.V.C. **Avaliação da degradação de microcistina –LR no tratamento de água de abastecimento em sistema convencional seguido por Processo Oxidativo Avançado (POA)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017. Disponível em: <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/2797>. Acesso em: 19 set. 2024.

AMBRÓSIO, Natália *et al.* Remoção de metais pesados de efluentes utilizando líquidos iônicos: uma revisão. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 5, p. 50189-50209, 19 maio 2021.

Disponível em:  
<https://doi.org/10.34117/bjdv.v7i5.30034>.  
Acesso em: 19 set. 2024.

ARAÚJO, Alberto José de *et al.* Exposição múltipla a agrotóxicos e efeitos à saúde: estudo transversal em amostra de 102 trabalhadores rurais, Nova Friburgo, RJ. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 115-130, mar. 2007. Disponível em:  
<https://www.scielosp.org/pdf/csc/2007.v12n1/115-130/pt>. Acesso em: 20 set. 2024.

ARAÚJO, Karla Santos de *et al.* Processos oxidativos avançados: uma revisão de fundamentos e aplicações no tratamento de águas residuais urbanas e efluentes industriais. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11, n. 2, p. 387-401, jun. 2016. Disponível em:  
<https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1862>.  
Acesso em: 23 set. 2024.

ARAÚJO, R. K.; WOLFF, D. B.; CARISSIMI, E. Fármacos em águas residuárias: efeitos ambientais e remoção em wetlands construídos. **Revista DAE**, São Paulo, v. 67, n. 218, p. 137-155, jul./set. 2019. Disponível em:  
<https://doi.org/10.4322/dae.2019.039>.  
Acesso em: 23 set. 2024.

BACCAR, M.; SARR, J.; BOUZID, M.; FEKI, P. Blanquez. Removal of pharmaceuti-lime compounds by activated carbon prepared from agricultural by-product. **Chemical Engineering Journal**, v. 211–212, p. 310-317, nov. 2012. Disponível em:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2012.09.099>.  
Acesso em: 18 set. 2024.

BAIRD, Colin. **Química ambiental**. 2. ed., Porto Alegre: Bookman, 2002, 622 p, 2002.

BAJPAI A.K., RAJPOOT M., MISHRA D.D. Studies on the correlation between structure and adsorption of sulfonamide compounds. **Colloid Surface A**, v.168, p.193-205, 31 ago. 2000. Disponível em:

[https://doi.org/10.1016/S0927-7757\(99\)00312-X](https://doi.org/10.1016/S0927-7757(99)00312-X). Acesso em: 18 set. 2024.

BILA, Daniele Maia; DEZOTTI, Márcia. Desreguladores endócrinos no meio ambiente: efeitos e consequências. **Química nova**, Rio de Janeiro, v. 30, p. 651-666, jun. 2007. Disponível em:  
<https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000300027>. Acesso em: 27 nov. 2023.

BISOGNIN, R. P.; WOLFF, D. B.; CARISSIMI, E. Revisão sobre fármacos no ambiente. **Revista DAE**, São Paulo, v. 66, n. 210, p. 78-95, abr./jun. 2018. Disponível em:  
<http://dx.doi.org/10.4322/dae.2018.009>.  
Acesso em: 20 set. 2024.

BITMAN, J. & CECIL; H. C., 1970. Estrogenic activity of DDT analogs and polychlorinated biphenyls. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 18, n. 6, p. 1108-1112, 1 nov. 1970. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf60172a019>.  
Acesso em: 20 set. 2024.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento 2022**. Brasília, DF: SNIS, 2023. Disponível em:  
<https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel>. Acesso em: 17 set. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.026 de 24 de agosto de 2020. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 158, n. 135, ago. 2020. Disponível em:  
<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=515&pagina=1&data=16/07/2020&totalArquivos=91>. Acesso em: 14 set. 2024.

CAMPESTRINI, I.; JARDIM, W. F. Occurrence of cocaine and benzoylecgonine in drinking and source water in the São Paulo State region, Brazil.

**Science of the Total Environment**, v. 576, p. 374-380, 15 jan. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.089>. Acesso em: 14 set. 2024.

CAPORALE N, LEEMANS M, BIRGERSSON L, GERMAIN PL, CHERONI C, BORBÉLY G, *et al.* **From cohorts to molecules: Adverse impacts of endocrine disrupting mixtures.** *Science Adviser*, v. 375, n. 6582, 18 fevereiro 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.abe8244>. Acesso em: 10 set.2024.

CARMO, Linna Darly Schwarzenegga Silva do. **Presença de agrotóxicos como agentes interferentes endócrino no Estado do Rio Grande do Sul.** 2015. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Pampa, Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/rii/4388>. Acesso em: 19 set. 2024.

COLBORN, Theo *et al.* **O futuro roubado.** Porto Alegre: L&PM, 2002, 354 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 10 set. 2024.

CORREIA, C Castro.; FONTOURA, M. A influência da exposição ambiental a disruptores endócrinos no crescimento e desenvolvimento de crianças e adolescentes. **Revista Portuguesa de Endocrinologia, Diabetes e Metabolismo**, v. 10, n. 2, p. 186-192, 14 abr. 2015. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rpedm.2014.10.002>. Acesso em: 19 set. 2024

CORREIA, Tiago Gabriel. **Influência do alumínio e do pH ácido sobre a fisiologia reprodutiva de peixes teleósteos continentais.** Dissertação (Mestrado em Fisiologia Geral) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: doi:10.11606/D.41.2008.tde-08072008-101214. Acesso em: 04 dez. 2023.

CORREIA, Catherine Veloso *et al.* Doenças de veiculação hídrica e seu grande impacto no brasil: consequência de alterações climáticas ou ineficiência de políticas públicas?. **Brazilian Medical Students**, v. 5, n. 8, 24 setembro 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.53843/bms.v5i8.100>. Acesso em: 21 set. 2024.

COSTA, Amanda de Andrade *et al.* Transtorno do espectro do autismo e o uso materno e paterno de medicamentos, tabaco, álcool e drogas ilícitas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 29, p. 1-12, 24 maio 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232024292.01942023>. Acesso em: 27 nov. 2023.

DUTRA, Lidiane Silva; FERREIRA, Aldo Pacheco. Tendência de malformações congênitas e utilização de agrotóxicos em commodities: um estudo ecológico. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 121, p. 390-405, abril a junho 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-1104201912108>. Acesso em: 01 dez. 2023.

CONTAMINAÇÃO potencial dos corpos hídricos por agrotóxicos em áreas de produção de uva. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Petrolina, 133, dez. 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1088285/1/BPD133.pdf>. Acesso em: 24 set. 2024.

FECHINE, Valéria Maria R. Mortalidade por doenças de veiculação hídrica e

saneamento básico no Brasil. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 22, 2022. **Anais** [...]. Disponível em: [https://www.encontro2022.abep.org.br/arquivo/download?ID\\_ARQUIVO=11315](https://www.encontro2022.abep.org.br/arquivo/download?ID_ARQUIVO=11315). Acesso em: 15 ago. 2024.

FERREIRA, Higino Alexandre. **Efeitos neurológicos associados ao uso ocupacional de praguicidas**: uma revisão. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Farmácia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2021. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/37385>. Acesso em: 04 ago. 2024.

FERREIRA, Tânia Regina *et al.* Analgésicos, antipiréticos e anti-inflamatórios não esteroides em prescrições pediátricas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 12, p. 3695, 19 nov. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013001200025>. Acesso em: 04 ago. 2024.

FERRO, Alice de Barros *et al.* **Tratamento de efluentes contendo corante através de processo eletrolítico e reação de fenton modificada**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) — Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2015. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/3919/1/Tratamento%20de%20efluentes%20contendo%20corante%20atrav%C3%A9s%20de%20processo%20eletrol%C3%ADtico%20e%20rea%C3%A7%C3%A3o%20de%20fenton%20modificada.pdf>. Acesso em: 20 set. 2024.

FRAZÃO, Paulo; PERES, Marco A.; CURY, Jaime A. Qualidade da água para consumo humano e concentração de fluoreto. **Revista de Saúde Pública**, v. 45, p. 964-973, 22 jul. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102011005000046>. Acesso em: 20 set. 2024.

FROEHNER, S.; PICCIONI, W.; MACHADO, K. S.; AISSE, M. M. Removal capacity of caffeine, hormones, and bisphenol by aerobic and anaerobic sewage treatment. **Water Air and Soil Pollution**, n. 216, p. 463-471, mar. 2011. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/222681830\\_Removal\\_Capacity\\_of\\_Caffeine\\_Hormones\\_and\\_Bisphenol\\_by\\_Aerobic\\_and\\_Anaerobic\\_Sewage\\_Treatment](https://www.researchgate.net/publication/222681830_Removal_Capacity_of_Caffeine_Hormones_and_Bisphenol_by_Aerobic_and_Anaerobic_Sewage_Treatment). Acesso em: 20 set. 2024.

GADELHA, José Eduardo F. S. *et al.* Consequências da eutrofização em corpos hídricos. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 3, n. 1, p. 1-13, mar. 2022. Disponível em: [https://revistas.unipacto.com.br/storage/publicacoes/2022/895\\_consequencias\\_da\\_eutrofizacao\\_em\\_corpos\\_hidricos.pdf](https://revistas.unipacto.com.br/storage/publicacoes/2022/895_consequencias_da_eutrofizacao_em_corpos_hidricos.pdf). Acesso em: 23 set. 2024.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIORDANO, G. **Avaliação ambiental de um balneário e estudo de alternativa para controle da poluição utilizando o processo eletrolítico para o tratamento de esgotos**. 1999. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) — Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 1999.

GOUVEIA, Amanda Dantas Pereira. **Avaliação da automedicação em gestantes do município de Campina Grande – PB**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Farmácia) - Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/11863>. Acesso em: 21 set. 2024.

GORE, A. C. *et al.* **Introdução aos Disruptores Endócrinos (DEs) um guia para governos e organizações de interesse público**. [S.l.]: Endocrine Society; IPEN, 2014. Disponível em: <https://www.endocrino.org.br/media/uploa>

ds/PDFs/ipen-intro-edc-v1\_9h-pt-print.pdf. Acesso em: 15 ago. 2024.

GUERRA, Alaine de Brito *et al.* Remoção de microcistina-LR de águas eutrofizadas por clarificação e filtração seguidas de adsorção em carvão ativado granular. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 4, p. 603-612, out/dez 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020040108649>. Acesso em: 20 set. 2024.

GRAEF, Alesandra Mara; LOCATELLI, Claudriana; SANTOS, Patricia. Utilização de fitoestrógenos da soja (*glycine max*) e angelica *sinensis* (dong quai) como uma alternativa terapêutica para o tratamento dos sintomas do climatério. **Revista Evidência: Biociências, Saúde e Inovação**, v. 12, n. 1, p. 83-96, 30 jul. 2012. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/evidencia/article/view/1442>. Acesso em: 20 ago. 2024.

HALL, John E. Guyton y Hall. **Tratado de fisiologia médica**. 12<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

HAYES, Tyrone B. *et al.* Atrazine induces complete feminization and chemical castration in male African clawed frogs (*Xenopus laevis*). **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, n. 10, p. 4612-4617, 9 mar. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.0909519107>. Acesso em: 23 set. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos**. Brasília: IPEA, 2021. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Acesso em: 30 ago. 2024.

JORDÃO, E. P., PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgoto doméstico. tratamento de esgoto doméstico**. 5<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro, 2009.

JURAS, Ilídia de Ascensão Garrido Martins (org.). **Políticas setoriais e meio ambiente**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2015. Disponível em: [https://www.google.com.br/books/edition/Pol%C3%ADticas\\_Setoriais\\_e\\_Meio\\_Ambiente/XRfhDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&dq=pol%C3%ADticas+setoriais+e+meio+ambiente&printsec=frontcover](https://www.google.com.br/books/edition/Pol%C3%ADticas_Setoriais_e_Meio_Ambiente/XRfhDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&dq=pol%C3%ADticas+setoriais+e+meio+ambiente&printsec=frontcover). Acesso em: 5 ago. 2024.

KASSINOS, D. *et al.* Homogeneous oxidation of aqueous solutions of atrazine and fenitrothion through dark and photo-Fenton reactions. **Chemosphere**, v. 74, n. 6, p. 866-872, fevereiro 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.10.008>. Acesso em: 20 set. 2024.

LIMA, E. F.; MONTAGNER, C. C.; CANTUSIO NETO, R. Determinação da capacidade de remoção de contaminantes emergentes em estação produtora de água de reúso que emprega o sistema de tratamento MBR. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO DA ASSEMAE, 48, 2018. **Anais** [...]. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2019/09/determina%C3%A7%C3%A3o-da-capacidade-de-remo%C3%A7%C3%A3o-de-contaminantes-emergentes-em-esta%C3%A7%C3%A3o-produtora-de-%C3%A1gua-de-re%C3%BAso-que-emprega-o-sistema-de-tratamento-mbr.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2024.

LÓPEZ-DOVAL, J. C. *et al.* Nutrients, emerging pollutants and pesticides in a tropical urban reservoir: Spatial distributions and risk assessment. **Science of the Total Environment**, v. 575, p. 1307-1324, 1 janeiro 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.210>. Acesso em: 18 set. 2024.

MALAS, R. *et al.* Impregnation of polyethylene membranes with 1-butyl-3-methylimidazolium dicyanamide ionic liquid for enhanced removal of Cd<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, and Zn<sup>2+</sup> from aqueous solutions. **Journal of Molecular Liquids**, v. 318, n. 113981, 15 novembro 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2020.113981>. Acesso em 18 set. 2024.

MARQUES, Larissa Rabelo. **Tratamento de esgoto**: um texto didático para o ensino médio. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/5914>. Acesso em: 24 set. 2024.

MEDEIROS, Adaelson Campelo; LIMA, Marcelo de Oliveira; GUIMARÃES, Raphael Mendonça. Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará, Brasil. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, p. 695-708, março 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015213.26572015>. Acesso em: 24 set. 2024.

MENEGASSO, Aloma Santin. **Exposição embrionária a genisteína induz comportamento ansiolítico e antissocial em zebrafish: efeitos persistentes até a fase adulta**. 2020. Dissertação (Mestrado em Bioexperimentação) - Universidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: <http://tede.upf.br:8080/jspui/handle/tede/2037>. Acesso em: 24 set. 2024.

MENDES, Victor de Sousa. **Avaliação do impacto de poluentes estrogênicos em peixes**. 2015. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.1/8423>. Acesso em: 04 dez. 2023.

MONTAGNER, C. C.; JARDIM, W. F. Spatial and seasonal variations of pharmaceuticals and endocrine disruptors in the Atibaia River, São Paulo State (Brazil). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 22, p. 1452, agosto 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-50532011000800008>. Acesso em: 15 set. 2024.

MONTEIRO, Alexandre S. S.; MARQUES, Victória S. A. S.; RIOS, Débora R. **Contaminação de águas superficiais dos rios e bacias hidrográficas**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Salvador, Bahia, 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/29816>. Acesso em: 10 set. 2024.

MORAES, Glaucia Carvalho. **Exposição de crianças aos agrotóxicos no Brasil: revisão de escopo**. 2023. Dissertação (Mestrado em Medicina Preventiva) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: [doi:10.11606/D.5.2023.tde-27022024-161659](https://doi.org/10.11606/D.5.2023.tde-27022024-161659). Acesso em: 02 dez. 2023.

NASCIMENTO, Cremilda Vidal. **Poluição das águas e doenças relacionadas: Educar para a prevenção**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Ensino de Ciências por Investigação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUBD-A3CHK8>. Acesso em: 23 set. 2024.

ÖNAL, Y.; AKMIL-BAŞAR, C.; SARICI-ÖZDEMİR, Ç. Investigation kinetics mechanisms of adsorption malachite green onto activated carbon. **Journal of hazardous materials**, v. 146, n. 1-2, p. 194-203, 19 julho 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.12.006>. Acesso em: 24 set. 2024.

- PENA, R. A. **Distribuição de água no mundo**. [S.l]: Brasil Escola, [20--]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribicao-agua-no-mundo.htm> Acesso em: 23 set. 2024.
- PEREIRA, Juliana Beatriz de Souza *et al.* Exposição ao praguicida glifosato e a ocorrência do transtorno do espectro autista: existe associação?. **Revista Saúde e pesquisa**, v. 16, n. 1, p. 503-518, jan/mar 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9206.2023v16n1.e11402>. Acesso em: 07 set. 2024.
- PULZ, Raíssa Boczko *et al.* **Desreguladores endócrinos: efeitos à saúde e remoção em estações de tratamento de esgoto**. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014. Disponível em: <https://bdta.abcd.usp.br/item/003170811>. Acesso em: 13 set. 2024.
- PURKAIT, M. K.; DASGUPTA, S.; DE, S. Adsorption of eosin dye on activated carbon and its surfactant based desorption. **Journal of environmental management**, v. 76, n. 2, p. 135-142, julho 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.01.012>. Acesso em: 14 set. 2024.
- REBELO, Cristina Ferreira. **Desreguladores Endócrinos: O caso da Soja**. 2014. Dissertação (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade de Coimbra, Portugal, 2014. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10316/79889>. Acesso em: 27 de ago. de 2024.
- RIBEIRO, Júlia Werneck; ROOKE, Juliana Maria Scoralick. Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. **Revista Paramétrica**, v. 14, n. 1, jan/jul 2022. Disponível em: <https://www.periodicos.famig.edu.br/index.php/parametrica/article/download/273/199>. Acesso em: 13 set. 2024.
- RICHTER, Carlos A.; NETTO, José Martiniano de Azevedo. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. 1ª ed. São Paulo: Blucher, 2021.
- ROCHA, R. S.; BEZERRA, S. C.; LIMA, J. W. O.; COSTA, F. S. Consumo de medicamentos, álcool e fumo na gestação e avaliação dos riscos teratogênicos. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 34, n. 2, p. 37-45, junho 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1983-14472013000200005>. Acesso em: 13 set. 2024.
- RODRIGUES, Joana Nobre. **Exposição crônica de peixes-zebra juvenis aos químicos ioxinil e diethylstilbestrol leva a alterações da morfologia cardíaca e desregulação da homeostasia do eixo hipotálamo-pituitária-tiroide**. 2020. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Portugal, 2020. p. 72. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.1/17095>. Acesso em: 01 dez. 2023.
- RODRIGUES, Luciano S. *et al.* Avaliação de desempenho de reator UASB no tratamento de águas residuárias de suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 94-100, janeiro 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000100013>. Acesso em: 18 set. 2024.
- RUEDA-RUZAFÁ, L.; CRUZ, F.; ROMAN, P.; CARDONA, D. Gut microbiota and neurological effects of glyphosate. **NeuroToxicology**, v. 75, p. 1-8, dezembro 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0161813X19300816>. Acesso em: 27 de nov. de 2023.
- SABIK, Hassan; JEANNOT, Roger; RONDEAU, Bernard. Multiresidue



methods using solid-phase extraction techniques for monitoring priority pesticides, including triazines and degradation products, in ground and surface waters. **Journal of chromatography A**, v. 885, n. 1-2, p. 217-236, 14 julho 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(99\)01084-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(99)01084-5). Acesso em: 18 set. 2024.

SAMPAIO, Rosana Ferreira; MANCINI, Marisa Cotta. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n.1, p.83-89, jan./fev. 2007. Disponível em: <https://ria.ufrn.br/jspui/handle/123456789/689>. Acesso em: 04 dez. 2023.

SAMPAIO, L. R. L. **Efeitos comportamentais e neuroquímicos da clorpromazina e clozapina no modelo de esquizofrenia induzido pela cetamina em camundongos**. 2011. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/2560>. Acesso em: 10 set. 2024.

SANTOS, Sandna L. *et al.*, Automedicação em gestantes de alto risco: foco em atenção farmacêutica. **Revista de Medicina da UFC**, Fortaleza, v.58, n.3, p.36-4, 28 set. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.20513/2447-6595.2018v58n3p36-43>. Acesso em: 10 set. 2024.

SCHOENELL, E. K. **Aplicação de osmose reversa e processos oxidativos avançados para tratamento terciário de esgoto**. Tese (Doutorado em Qualidade Ambiental) – Universidade Feevale, Novo Hamburgo, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.feevale.br/Vinculo2/000000/000021a5.pdf>. Acesso em 18 set. 2024.

SCHULER-FACCINI, L.; SALCEDO-ARTEAGA, S. Revisión: exposición prenatal y pesticidas. **Salud UIS**, v. 54, p. 1-

15, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.18273/saluduis.54.e:22014>. Acesso em 02 dez. 2023

SHAW, W. Elevated urinary glyphosate and clostridia metabolites with altered dopamine metabolism in triplets with autistic spectrum disorder or suspected seizure disorder: a case study. **Journal Integrative Medicine**, v. 16, n. 1, p. 50-57. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5312745/>. Acesso em: 27 nov. 2023.

SILVA, Ludmilla Alves *et al.* Automedicação entre gestantes e fatores relacionados: revisão integrativa. **Health of Humans**, v. 4, n. 1, p. 14-24, 14 out. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.6008/CBPC2674-6506.2022.001.0002>. Acesso em 31 ago. 2024.

SILVA, Rafaela de Moraes. **Levantamento de dados sobre os perigos associados à prática da automedicação**. 2018. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11422/15984>. Acesso em: 21 set. 2024

SILVA, Roberto. **Poluição: lixo, esgoto e metais pesados ameaçam os rios do Brasil**. São Paulo: Tera Ambiental, 31 ago. 2021 Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/poluicao-lixo-esgoto-e-metais-pesados-ameacam-os-rios-do-brasil> Acesso em: 18 set. 2024.

SIRÉS, Ignasi *et al.* Electrochemical advanced oxidation processes: today and tomorrow. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 21, p. 8336-8367, 2 abr. 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-014-2783-1>. Acesso em: 23 set. 2024.

STEFFEN, G., STEFFEN, R., ANTONIOLLI Z. I. Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos. **Tecnológica**, v. 15, n. 1, p. 15-21, 21 jan. 2011. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/2016>. Acesso em 18 set. 2024.

TAMBOSI, José Luiz *et al.* **Remoção de fármacos e avaliação de seus produtos de degradação através de tecnologias avançadas de tratamento**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/90956>. Acesso em: 18 set. 2024.

TANI, Aline Assaka. **Estudo teórico da remoção de Bisfenol A da água via microbiana**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/48110>. Acesso em: 18 set. 2024.

TEIGELER, M., Schaudien, D., Böhmer, W., Länge, R. and Schäfers, C. Effects of the Gestagen Levonorgestrel in a Life Cycle Test with Zebrafish (*Danio rerio*). **Environ Toxicol Chem**, v. 41, n. 3, p. 580-591, 4 fevereiro 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/etc.5008>. Acesso em: 27 nov. 2023.

TEIXEIRA, C.P. E JARDIM, W.F. **Processos oxidativos avançados: conceitos teóricos**. Campinas: UNICAMP; LQA, 2004. 83 p. (Cadernos Técnico, v. 3). Disponível em: <https://lqa.iqm.unicamp.br/cadernos/cadern03.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2024.

THASNEEMA, K. K. *et al.* Removal of toxic heavy metals, phenolic compounds and textile dyes from industrial waste water using phosphonium based ionic liquids. **Journal of Molecular Liquids**, v. 232, n. 114645, 1 fev. 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.molliq.2020.114645>. Acesso em 18 set. 2024.

VON EHRENSTEIN OS, LING C, CUI X, COCKBUM M, PARK AS, Yu F, WU J, Ritz B. Prenatal and infant exposure to ambient pesticides and autism spectrum disorder in children: population based case-control study. **BMJ**, Califórnia, v. 364, n. 1962, 20 março 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.1962>. Acesso em: 27 nov. 2023.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3<sup>a</sup> ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, v. 1, 452 p, 2005.

YANG, Yixin *et al.* Degradation and transformation of atrazine under catalyzed ozonation process with TiO<sub>2</sub> as catalyst. **Journal of hazardous materials**, v. 279, p. 444-451, 30 agosto 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.07.035>. Acesso em: 20 set. 2024.