

Poluentes emergentes: uma visão sistêmica

Emmerging pollutants: a systemic view

Pamela Tainá Schleger^{1*}, Paula Andressa Wunderlich de Andrade¹

¹Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC, Brasil

*Autora para correspondência: pamela.schleger@edu.udesc.br

RESUMO

A temática dos poluentes emergentes vem se destacando à medida que pesquisas mostram o efeito destes compostos nos organismos aquáticos, insinuando efeitos no organismo humano. É de conhecimento comum no meio científico que os tratamentos convencionais de efluentes de água não são capazes de remover estes compostos, fazendo com que haja um ciclo dos poluentes emergentes no meio ambiente. Este artigo visa analisar este ciclo, destacando o papel da água e a influência do saneamento básico na redução do número de vias que viabiliza a contaminação do meio ambiente por estes compostos. A análise do ciclo dos poluentes emergentes no meio ambiente permite observar que estes compostos deveriam ser removidos antes de serem despejados nos corpos hídricos, evitando efeitos sobre os organismos aquáticos, porém, ainda haveria presença destes compostos nos corpos hídricos pela recepção dos escoamentos superficiais provenientes de áreas de agricultura que recebem defensivos agrícolas, permitindo concluir que o problema não é tão fácil de ser resolvido. Viabilizar o acesso dos domicílios a rede coletora de esgoto, afim de concentrar estes compostos em uma única via, implantar tratamentos avançados nos efluentes domésticos, estimular o uso de defensivos agrícolas com formulações que não contenham estes compostos e implementar programas de monitoramento, afim de observar a concentração e os efeitos destes compostos nos cursos hídricos, seriam ações que tratariam resultados à curto prazo.

Palavras-chave: Contaminantes emergentes. Monitoramento ambiental. Qualidade da água.

ABSTRACT

The theme of emerging pollutants has been highlighted as research shows the effect of

Realização:



Apoio:



these compounds on aquatic organisms, implying effects on the human body. It is common knowledge in the scientific community that conventional effluent and water treatments are notable to remove these compounds, causing a cycle of emerging pollutants in the environment. This article aims to analyze this cycle, highlighting the role of water and the influence of basicsanitation in reducing the number of ways that allow the contamination of the environment by these compounds. The analysis of the cycle of emerging pollutants in the environment shows that these compounds should be removed before being dumped into water bodies, avoiding effects on aquatic organisms, although, there would still be a presence of these compounds in water bodies due to the reception of surface runoff from areas of agriculture that receive pesticides, leading to the conclusion that the problem is not so easy to solve. Make it possible for households to access the sewage collection network, in order to concentrate these compounds in a single way, implement advanced treatments in domestic effluents, encourage the use of agricultural pesticides with formulations that do not contain these compounds and implement monitoring programs, in order to observe the concentration and effects of these compounds in watercourses, these would be actions that would address short-term results.

Keywords: Emerging contaminants. Environmental monitoring. Water quality.

1 INTRODUÇÃO

Poluente emergente (PE) é uma expressão que faz referência aos compostos tóxicos que não são removidos pelos processos tradicionais de tratamento de água e efluentes (EMBRAPA, 2018). Dentre as características que fazem com que estes compostos causem preocupação ambiental estão alta toxicidade, persistência e bioacumulação (LU *et al.*, 2023). Entre as implicações para o tratamento dos PEs estão sua baixa concentração, as múltiplas vias com que chegam até os cursos hídricos a necessidade de tecnologias avançadas para remoção destes compostos (LU *et al.*, 2023). Entre os PEs estão fármacos, como analgésicos, antibióticos, anti-inflamatórios, psicotrópicos e outros; esteróides e hormônios; fragrâncias e compostos presentes em protetores solares e repelentes; antissépticos; surfactantes; retardantes de chamas; aditivos e agentes industriais, como o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA); aditivos de combustíveis; nanomateriais, produtos de desinfecção, como o iodo-THM, bromoácidos e outros; e bactericidas, herbicidas e inseticidas, como o 2,4-diclorofenil (2,4 DCP) e

Realização:



Apoio:



outros (EMBRAPA, 2018; BISOGNIN *et al.*, 2017 citando BARCELÓ, 2003; SILVA; COLLINS, 2011; JIANG *et al.*, 2013, BIRKHOLZ *et al.*, 2014; GAVRILESCU *et al.*, 2015). As vias que viabilizam a chegada destes compostos até os cursos hídricos são o tratamento de efluentes, que utilizando processos convencionais não é capaz de removê-los, a lixiviação em solos que comportam lavouras, resíduos sólidos dispostos irregularmente e fossas rudimentares e a contaminação do lençol freático resultante da percolação destes compostos.

Este artigo objetiva analisar o ciclo dos poluentes emergentes no meio ambiente, observando a influência do acesso à rede coletora de esgoto na redução do número de vias de contaminação do meio ambiente, os desafios para a remoção destes e ações imediatas a serem tomadas em relação a este assunto. A elaboração deste é justificada pela necessidade de uma visão sistêmica sobre os poluentes emergentes, apresentando como problema as múltiplas vias com que estes compostos chegam aos cursos hídricos.

2 METODOLOGIA

Para a elaboração deste foram realizadas revisões bibliográficas em artigos de revisão e pesquisa apresentados em resposta à pesquisa “*emerging pollutants*”, “*emerging pollutants in aquatic matrices*” e “*effects of emerging pollutants*” na plataforma *ScienceDirect*, sendo que os artigos selecionados foram publicados entre os anos de 2012 e 2023. Na plataforma Google Acadêmico os termos “contaminantes emergentes”, “contaminantes emergentes em matrizes aquáticas” e “efeitos dos contaminantes emergentes” foram pesquisados, sendo os artigos selecionados publicados entre os anos de 2011 a 2023, com foco voltado à questão dos poluentes emergentes no Brasil.

A Resolução CONAMA nº 430 de maio de 2011 e a Portaria GM/MS nº 888 de maio de 2021, que dispõem, respectivamente, sobre os parâmetros de lançamento de efluentes e de potabilidade da água, dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e informações divulgadas por órgãos estatais e pela mídia também fomentaram a realização deste trabalho.

3 RESULTADOS

Entre os poluentes emergentes de ocorrência no Brasil na última década, conforme Marson *et al.* (2022), estão 87 medicamentos e produtos de higiene pessoal, 58 pesticidas,

Realização:



Apoio:



8 hormônios, 2 drogas ilícitas, cafeína e bisfenol A, em concentrações que variaram de ng/L-µg/L dependendo da localização, composto e matriz em que são encontrados. Apesar das pesquisas sobre este assunto iniciarem no Brasil em 1995, as legislações brasileiras não regulamentam os poluentes emergentes e, por isto, estes não estão incluídos nos programas de monitoramento ambiental (MONTAGNER *et al.*, 2017).

Muitos são os estudos que indicam que apesar da baixa concentração nos corpos hídricos, estes compostos já são capazes de causar efeitos prejudiciais como interferência hormonal, genotoxicidade e desregulação endócrina nos organismos aquáticos (CORONADO-APODACA *et al.*, 2023 citando VASILACHI *et al.*, 2021). Os efeitos no organismo humano ainda não são conhecidos e comprovados, sendo definidos pelos tipos de poluentes emergentes à que se está submetido e à exposição prolongada a estes compostos (MONTAGNER *et al.*, 2017).

Uma das problemáticas dos poluentes emergentes é a difusão destes pela ação da água. A água, considerada um solvente universal em virtude da facilidade com que interage com diversos compostos, transporta os poluentes emergentes pelos compartimentos ambientais. A Figura 1 apresenta, de forma simplista, com vistas à dispersão dos poluentes emergentes pela água, as vias que viabilizam a inserção dos poluentes emergentes e o ciclo destes no meio ambiente.

Os efluentes podem ser considerados a via de maior contribuição para a entrada dos poluentes emergentes no meio ambiente (MONTAGNER *et al.*, 2017; CARTAXO *et al.*, 2020 citando LUO *et al.*, 2014). Através da figura é possível observar que os poluentes emergentes presentes no efluente doméstico possuem vias diferentes de chegada nos corpos hídricos: o efluente que é encaminhado à ETE pela rede coletora de esgoto chega de forma direta, pelo despejo do efluente tratado; já o efluente disposto em fossas rudimentares e/ou despejado no solo chega de forma indireta, transportados pelo escoamento superficial e pelo lençol freático. Ainda, o escoamento superficial e o lençol freático são as vias responsáveis pela chegada dos poluentes emergentes presentes em defensivos agrícolas.

Os defensivos agrícolas vêm ganhando destaque na questão dos poluentes emergentes no Brasil em virtude do país ser o maior consumidor mundial deste produto: em 2020, 686,35 mil toneladas de ingredientes ativos foram comercializados aqui (IBAMA, 2020). A inserção de novos princípios ativos no mercado nacional e,

Realização:

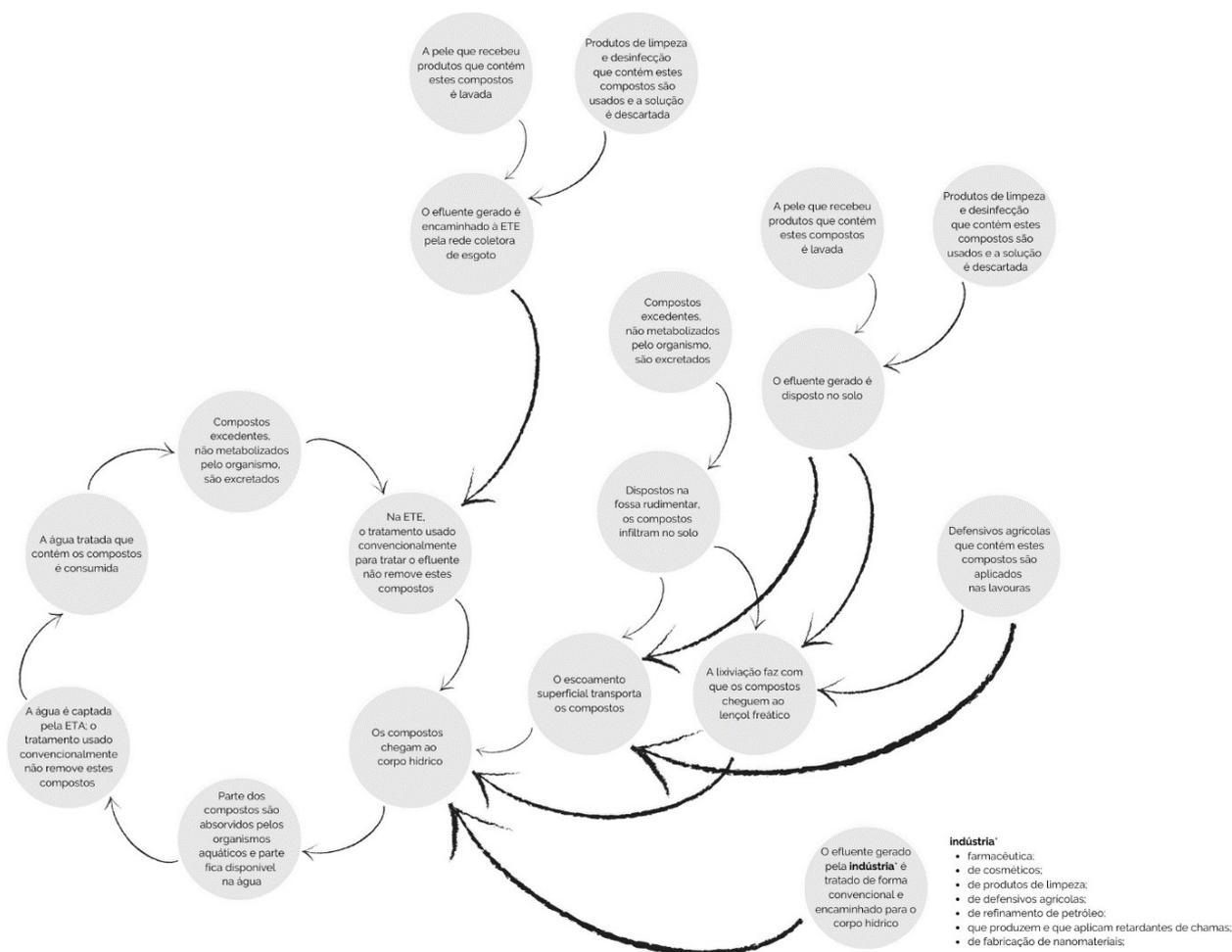


Apoio:



consequentemente, nos corpos hídricos, causa preocupação pelo fato dosefeitos destes no meio ambiente serem desconhecidos: em 2020, 493 pesticidas foram liberados para uso no país, com 4 princípios ativos novos (G1, 2021).

Figura 1 – Vias de inserção e ciclo dos poluentes emergentes no meio ambiente.



Fonte: As autoras (2023)

O despejo de efluentes de indústrias que manipulam compostos considerados poluentes emergentes requer atenção quanto à efetividade do tratamento de efluentes adotado, visto que quando não inativados estes compostos podem interagir com a matéria orgânica presente no curso hídrico, gerando compostos imprevisíveis.

Por fim, a figura permite verificar que os corpos hídricos são o destino dos poluentes emergentes no meio ambiente e que a continuidade do ciclo destes compostos é sustentada pela ineficácia dos tratamentos de água e efluentes empregados atualmente.

Realização:



Apoio:



Cientes de que a interação entre poluentes emergentes pode alterar a toxicidade individual dos compostos envolvidos e visando evitar efeitos no ambiente aquático, tratamentos para a remoção destes compostos devem ser implantados antes deste ponto.

4 DISCUSSÃO

Uma maneira de reduzir a quantidade de poluentes emergentes que chegam ao meio ambiente é incentivar a desativação de fossas rudimentares e a instalação de fossas sépticas, e promover o acesso dos domicílios à rede coletora de esgoto.

Estando os compostos concentrados em uma única via, a identificação e a quantificação dos poluentes emergentes presentes no efluente seria possível, oportunizando estudos de viabilidade financeira de implementação de tratamentos avançados capazes de remover estes compostos. Alguns processos de tratamento avançado são capazes de remover mais de um tipo de poluente emergente, o que o torna mais interessante, viável e econômico.

Na atual situação, incentivar a realização de pesquisas científicas sobre os poluentes emergentes viabilizaria o conhecimento da situação do país em relação a este assunto. Ainda, a implantação do monitoramento destes compostos é capaz de fomentar a regulamentação dos poluentes emergentes, definindo valores aceitáveis para cada composto identificado.

A questão dos poluentes emergentes que chegam aos corpos hídricos provenientes de defensivos agrícolas é complexa, isto porque não é viável direcionar o fluxo de água do solo para as ETEs, fazendo com que esta via não possa ser suprimida. Ainda, o consumo de defensivos agrícolas tem aumentado significativamente, resultando no aumento da concentração dos compostos provenientes destes nos corpos hídricos e anualmente novos princípios ativos são inseridos no mercado de defensivos agrícolas nacional, propiciando a chegada de novos poluentes emergentes aos corpos hídricos. Neste caso, ações de conscientização sobre os efeitos destes compostos no meio ambiente e de incentivo à troca de defensivos agrícolas com estes compostos por outros, de mesma ação e menor toxicidade, devem ser realizadas com os agricultores.

5 CONCLUSÃO

A problemática dos poluentes emergentes está relacionada à difusão destes

Realização:



Apoio:



compostos pela água. Neste sentido, viabilizar o acesso dos domicílios a rede coletora de esgoto, afim de concentrar estes compostos em uma única via, e implantar tratamentos avançados nos efluentes seriam ações que tratariam resultados significativos à curto prazo. A substituição de defensivos agrícolas que contém compostos considerados poluentes emergentes e a implementação de programas de monitoramento destes compostos no meio ambiente podem reduzir a presença destes compostos no meio ambiente e subsidiar a regulamentação destes.

REFERÊNCIAS

- BISOGNIN, R. P.; WOLFF, D. B.; CARISSIMI, E. Revisão sobre fármacos no ambiente. **Revista DAE**, v. 66, n. 210, p. 78-95, abr/jun 2018.
- CARTAXO, A.S. B. *et al.* Contaminantes emergentes presentes em águas destinadas ao consumo humano: ocorrência, implicações e tecnologias de tratamento. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p.61814-61827, ago. 2020.
- CORONADO-APODACA, K. G. *et al.* Occurrence, transport and detection techniques of emerging pollutants in groundwater. **MethodsX**, v. 10, 2023.
- EMBRAPA. Contaminantes emergentes podem ser uma ameaça na água para consumo humano. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/32796742/contaminantes-emergentes-podem-ser-uma-ameaca-na-agua-para-consumo-humano>
- G1. Número de agrotóxicos registrados em 2020 é o mais alto da série histórica; maioria é genérico, diz governo. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2021/01/14/numero-de-agrotoxicos-registrados-em-2020-e-o-mais-alto-da-serie-historica-maioria-e-produto-generico.ghtml>.
- IBAMA. Relatório de comercialização de agrotóxicos. Brasília/DF, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>.
- LU, J. *et al.* Iron-based biochar as efficient persulfate activation catalyst for emerging pollutants removal: a review. **Chinese Chemical Letters**, mar.2023.
- MARSON, E. *et al.* A review toward contaminants of emerging concern in Brazil: Occurrence, impact and their degradation by advanced oxidation process in aquatic matrices. *Science of The Total Environment*, v. 836, ago. 2022.
- MONTAGNER, C. C.; VIDAL, C.; ACAYABA, R. D. Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do Brasil: cenário atual e aspectos analíticos, ecotoxicológicos e regulatórios. **Revista Química Nova**, v. 40, n. 9, p. 1094-1110, 2017.

Realização:



Apoio:

