Resíduos de Sertralina e seus metabólitos no Ambiente: riscos ecotoxicológicos associados ao uso e descarte

Autor(res)

Rosemary Matias
Ana Carolina Fedatto
Gilberto Gonçalves Facco
Silvia Cristina Heredia Vieira

Categoria do Trabalho

Pós-Graduação

Instituição

CENTRO UNIVERSITÁRIO ANHANGUERA DE CAMPO GRANDE

Introdução

O cloridrato de sertralina (SER) é um antidepressivo amplamente utilizado no tratamento de transtornos como depressão, ansiedade, estresse pós-traumático e fobia social. Seu mecanismo de ação baseia-se na inibição seletiva da recaptação de serotonina no sistema nervoso central, promovendo maior disponibilidade desse neurotransmissor nas sinapses. Após administração oral, é metabolizado predominantemente no fígado por enzimas do citocromo P450, originando metabólitos como a desmetilsertralina, além de compostos carboxílicos, hidroxilados e conjugados inativos (Neuparth et al., 2019).
Estudos têm demonstrado a presença da SER e de seus metabólitos em diferentes compartimentos ambientais, especialmente em águas superficiais e termais, revelando sua persistência mesmo após processos convencionais de tratamento de efluentes (RANGEL et al., 2023). Além disso, a SER pode se acumular em sedimentos e organismos aquáticos, resultando em efeitos adversos como alterações na atividade locomotora, no comportamento alimentar, nas interações predador-presa e na reprodução (Minguez et al., 2015).
A eliminação da sertralina ocorre principalmente pelas fezes e, em menor proporção, pela urina. Assim, tanto o fármaco inalterado quanto seus metabólitos alcançam corpos hídricos por meio da excreção humana e do descarte inadequado de medicamentos. A persistência dessas substâncias no ambiente gera preocupações ecotoxicológicas, pois, mesmo em baixas concentrações, podem alterar o metabolismo de organismos aquáticos, afetando comportamento, reprodução e equilíbrio ecológico (Yang et al., 2019; Evangelista et al., 2023). Nesse cenário, torna-se essencial aprofundar a investigação sobre os impactos ambientais da SER e de seus derivados, bem como adotar estratégias de gerenciamento e descarte que reduzam riscos à biota aquática (Gornik et al., 2020).

Objetivo

Investigar os potenciais efeitos ecotoxicológicos da sertralina e de seus metabólitos eliminados no ambiente, considerando sua ampla utilização clínica, vias de excreção e descarte inadequado, a fim de compreender os riscos associados à presença desses compostos em ecossistemas aquáticos.

Material e Métodos

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, fundamentada em levantamento bibliográfico e análise documental. O recorte temporal da pesquisa compreendeu o período de 2015 a 2025, assegurando a inclusão de estudos atualizados sobre a sertralina e seus efeitos ambientais. As fontes consultadas abrangeram bases científicas reconhecidas, como Scopus, Web of Science, PubMed e Scielo, além de documentos técnicos e normativas ambientais nacionais e internacionais voltadas ao gerenciamento de resíduos farmacêuticos.

A técnica de análise utilizada foi a Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016), estruturada em três fases. A primeira fase, de pré-análise, consistiu na leitura flutuante do material, incluindo artigos científicos, relatórios técnicos e legislações ambientais relacionadas à presença de fármacos em corpos hídricos. A segunda fase correspondeu à exploração do material, na qual foram extraídas unidades de registro sobre o uso clínico da sertralina, seu metabolismo, as vias de excreção, os processos de degradação e os impactos decorrentes do descarte inadequado. Por fim, a terceira fase abrangeu o tratamento e interpretação dos resultados, organizando-se categorias analíticas relacionadas à presença de resíduos de sertralina no ambiente, aos efeitos ecotoxicológicos em organismos aquáticos e às lacunas observadas nas políticas e regulamentações existentes.

Essa metodologia possibilitou sistematizar criticamente o conhecimento sobre o ciclo ambiental da sertralina, destacando não apenas as evidências científicas acumuladas, mas também os limites da produção acadêmica nesse campo. Além disso, permitiu identificar riscos associados à persistência do fármaco em ecossistemas aquáticos e discutir a relevância de estratégias de mitigação, incluindo o fortalecimento de políticas públicas, práticas de educação ambiental e aprimoramento dos sistemas de gerenciamento e descarte de resíduos farmacêuticos.

Resultados e Discussão

A sertralina, antidepressivo da classe dos inibidores seletivos da recaptação de serotonina (ISRS), tem sido amplamente detectada em ambientes aquáticos, reflexo do aumento do consumo humano e da baixa eficiência das estações de tratamento de esgoto (Silva et al., 2023). A presença persistente desse fármaco suscita preocupações ambientais em razão de seus efeitos adversos em diferentes níveis tróficos. Estudos apontam que a exposição contínua ou aguda pode comprometer funções metabólicas, fisiológicas e reprodutivas de vertebrados e invertebrados (Neuparth et al., 2019).

A análise de conteúdo (Bardin, 2016) permitiu agrupar os achados em três categorias principais: (i) efeitos ecotoxicológicos e bioacumulação; (ii) deficiências nos processos de tratamento de águas; (iii) lacunas na legislação e gestão de resíduos.

Categoria 1– Efeitos ecotoxicológicos e bioacumulação: Invertebrados demonstraram elevada capacidade de acumular poluentes, atuando como biomarcadores da qualidade da água. Essa bioacumulação repercute em peixes, que, ao ocuparem posição central na cadeia alimentar, acabam amplificando os impactos da contaminação (Sehonovas et al., 2018). Em peixes e anfíbios, a sertralina foi associada a alterações comportamentais, reprodutivas e no desenvolvimento embrionário. Em larvas de peixe-zebra, verificaram-se mudanças significativas na expressão gênica, com destaque para genes relacionados ao sistema nervoso e imunológico (Subedi et al., 2021). Estudos in vitro também confirmaram efeitos como estresse oxidativo e apoptose, sugerindo riscos de longo prazo à homeostase celular.

Categoria 2 – Deficiências no tratamento de águas residuárias: Grande parte dos efeitos observados está associada à baixa eficiência das Estações de Tratamento de Águas Residuárias (ETARs). Processos convencionais de decantação e ativação biológica não conseguem eliminar compostos polares como a sertralina, favorecendo sua persistência em corpos receptores (Gornik et al., 2020; Wang et al., 2025). Nesse contexto,

pesquisas recentes têm enfatizado a necessidade de adotar tecnologias avançadas, como oxidação química, adsorção em carvão ativado e membranas filtrantes, que apresentam melhores resultados na remoção de fármacos psicotrópicos.

Categoria 3 – Lacunas na legislação e gestão de resíduos: Outro aspecto crítico identificado refere-se ao manejo inadequado de medicamentos vencidos ou não utilizados. Apesar da existência de planos de gerenciamento de resíduos em serviços de saúde, muitos profissionais ainda desconhecem práticas corretas de descarte, favorecendo a contaminação difusa (Silva et al., 2023). A análise revelou que a legislação ambiental permanece fragmentada, sem diretrizes específicas para resíduos psicotrópicos, o que dificulta a fiscalização. Além disso, carece de monitoramento sistemático dos níveis de sertralina e metabólitos em ambientes aquáticos, limitando a avaliação dos riscos ecológicos e sanitários.

Em síntese, os resultados da revisão reforçam que a sertralina constitui um contaminante emergente de relevância ecotoxicológica. Os efeitos sobre organismos aquáticos, aliados às limitações do tratamento convencional e às falhas de gerenciamento, demonstram a urgência de investigações interdisciplinares. O fortalecimento de políticas públicas, a educação ambiental e o desenvolvimento de tecnologias inovadoras de tratamento são medidas indispensáveis para reduzir os riscos e preservar a integridade dos ecossistemas aquáticos (Liu et al., 2025).

As três categorias identificadas pela análise de conteúdo, efeitos ecotoxicológicos e bioacumulação, deficiências no tratamento de águas e fragilidades na legislação e gestão de resíduos, evidenciam a complexidade do problema ambiental. Elas ressaltam a importância do monitoramento contínuo e de estratégias integradas de mitigação, destacando o papel da pesquisa científica no suporte a políticas públicas e soluções tecnológicas sustentáveis.

Conclusão

A revisão evidencia que a sertralina e seus metabólitos representam contaminantes emergentes de grande preocupação ecotoxicológica, com efeitos que vão desde a bioacumulação em organismos até falhas de remoção nos sistemas de tratamento. As lacunas regulatórias e de gestão reforçam a urgência de ações integradas que unam pesquisa científica, inovação tecnológica e políticas públicas, assegurando estratégias eficazes de mitigação e preservação da qualidade dos ecossistemas aquáticos diante desse desafio crescente.

Agências de Fomento

FUNDECT-Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul

CAPES-Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

FUNADESP-Fundação Nacional de Desenvolvimento do Ensino Superior Particular

CNPq-Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Referências

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.

EVANGELISTA, P.A. et al. Presence and ecotoxicity of residual antidepressants in environmental samples. Environ. Nanotechnol. Monit. Manag., v. 20, p.100847, 2023.

GORNIK, T. et al. Determination and photodegradation of sertraline residues in aqueous environment. Environ Pollut, v.256, p.113431, 2020.

LIU, Y. et al. Environmental behavior, risks, and management of antidepressants in the aquatic environment. Environ. Sci.: Process. Impacts, v.27, p.1196, 2025.

MINGUEZ, L. et al. Transgenerational effects of two antidepressants (sertraline and venlafaxine) on Daphnia magna life history traits. Environ. Sci. Technol., v.49, n.2, p.1148-1155, 2015.

NEUPARTH, T. et al. Does the antidepressant sertraline show chronic effects on aquatic invertebrates at environmentally relevant concentrations? A case study with the keystone amphipod, Gammarus locusta. Ecotoxicol. Environ. Saf., v.183, p.109486, 2019.

RANGEL, E.M. et al. Antidepressivos: do descarte incorreto aos danos ambientais. J. Health Res, v.1, p.1-12, 2023.

SEHONOVA, P. et al. Effects of waterborne antidepressants on non-target animals living in the aquatic environment: A review. Sci Total Environ, v.631, p.789-794, 2018.

SILVA, V.W.P. et al. Descarte de medicamentos e os impactos ambientais: uma revisão integrativa da literatura. Cien. Saude Colet, v. 28, p.1113-1123, 2023.

SUBEDI, B. et al. Gene alteration in zebrafish exposed to a mixture of substances of abuse. Environ Pollut., v.1, n. 278, p.116777, 2021.

WANG, A.-G. et al. Fate and transformation of psychotropic drugs in urban wastewater systems and receiving rivers via the integration of targeted and suspect screening analysis. Water Res., v.276, p.123292, 2025.

YANG, Z. et al. Aquatic ecotoxicity of an antidepressant, sertraline hydrochloride, on microbial communities. Sci. Total Environ., v.654, p.129-134, 2019.