

## TENDÊNCIAS NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO PARA A REMOÇÃO DE COMPOSTOS FARMACOLÓGICOS

Roseanne Veloso de Camargo<sup>1</sup>

Giovanna Lourenco Campos<sup>2</sup>

Sergio Carlos Bernardo Queiroz<sup>3</sup>

**Grupo 01 – Tecnologia Ambiental: Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos (sólidos e líquidos)**

### *Resumo*

Muitos são os avanços da tecnologia para melhorar a qualidade de vida, dentre estes, os aprimoramentos da indústria farmacêutica, e assim, o consumo de fármacos aumenta a cada ano. Entretanto, a consequência direta deste fato é o descarte e contaminação de vários tipos de corpos d'água, mesmo após o tratamento da água, dada a dificuldade de remoção dessas substâncias na água. Felizmente, várias formas de tratamento da água têm sido estudadas, e entre elas, os tratamentos físico-químicos e biológicos são os mais comuns. Este trabalho tem como objetivos levantar referencial teórico existente e recente, e apontar os principais métodos e técnicas para tratamento de água, que permitam a eficaz remoção de substâncias provenientes de fármacos e desreguladores endócrinos a partir de levantamento de referencial teórico existente e recente, visando à orientação para a sua utilização e identificação de tendências. Foi utilizada a seguinte pergunta chave para nortear a pesquisa: “Quais as principais tendências, em pesquisas acadêmicas, para o tratamento de água para remoção de compostos farmacológicos?”, objetivando identificar e analisar os trabalhos que investigaram tratamento de água e verificaram sua eficiência. Há uma forte tendência na produção de materiais adsorventes, provenientes da utilização de resíduos, especialmente do setor agrícola na produção de biocarvões, sendo que o carvão ativado é o material mais frequentemente estudado e cujo uso tem sido recomendado pela comunidade acadêmica.

Palavras-chave: Saneamento Ambiental; Microcontaminantes; Fármacos.

## INTRODUÇÃO

Fármacos e desreguladores endócrinos são encontrados cada vez mais frequentemente em recursos hídricos (KHAN et al., 2020), atingindo as bacias hidrográficas por meio dos efluentes e águas de redes de drenagem urbana que recebem

<sup>1</sup> Aluna do programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Tocantins, e-mail: [roseanne.camargo@uft.edu.br](mailto:roseanne.camargo@uft.edu.br).

<sup>2</sup> Aluna do curso de Graduação em Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Tocantins, e-mail: [giovanna.campos@mail.uft.edu.br](mailto:giovanna.campos@mail.uft.edu.br).

<sup>3</sup> Prof. Dr. do programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Tocantins, e-mail: [sergioqueiroz@uft.edu.br](mailto:sergioqueiroz@uft.edu.br).

contribuições de efluentes domésticos. A contaminação dos recursos hídricos com fármacos tem se mostrado cada vez mais relevante e emergente para a comunidade científica, devido ao seu potencial de reatividade em organismos da biota aquática, além do próprio homem (KHAN et al., 2020).

A política de saneamento emergiu no Brasil da necessidade de administrar os diversos usos dos recursos hídricos assim como promover sua preservação, e configura matéria de extrema importância para a sociedade. Estima-se que 16,5% dos brasileiros ainda não são contemplados com a rede de abastecimento de água tratada para consumo humano (SNS, 2019; MURTHA, CASTRO e HELLER, 2015). Posto isto, é emergente a preocupação com contaminantes nos sistemas de abastecimento de água e também nos sistemas de tratamento de efluentes. Tais substâncias causam impactos nas formas de vida aquática e terrestre, além da vida humana (PROSAB, 2009; DE JESUS GAFFNEY, 2014; AL-QAIM, 2015; CASTRO, 2018; RODRIGUES, 2018).

Tendo em vista essa problemática, os objetivos do presente trabalho foram levantar referencial teórico existente, recente, e apontar os principais métodos para tratamento de água, que permitam a eficaz remoção de substâncias provenientes de fármacos e desreguladores endócrinos a partir de levantamento de referencial teórico.

## METODOLOGIA

Para a confecção do presente trabalho, foram realizadas pesquisas nas bases de dados *online*: Google Acadêmico, Science Direct, Scielo, além de repositórios institucionais diversos como da UnB e USP, e pesquisa bibliográfica em livros. Foram utilizadas diferentes palavras-chave e combinações, com foco nos termos “técnicas de tratamento de água para consumo humano” e “remoção de fármacos”, com variações terminológicas, além de uso de nomenclaturas de substâncias ativas. Dentre os resultados obtidos foram filtrados os pertencentes a um universo restrito aos 10 últimos anos.

Segundo Sampaio e Mancini (2007), a etapa inicial para a elaboração da revisão é a definição de uma pergunta chave que irá nortear a pesquisa científica. Para este estudo, a questão principal foi “Quais as principais tendências, em pesquisas acadêmicas, para o

tratamento de água para remoção de compostos farmacológicos?”. Dentre os artigos encontrados, foi realizada a leitura com enfoque nos métodos de tratamento de água. Os resultados selecionados por afinidade com o tema e identificação de um método de tratamento abordado pelos autores, foram compilados em uma tabela, a partir da qual foram contabilizados os métodos mais recorrentes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os fármacos comumente encontrados em águas estão os antibióticos e anti-inflamatórios não-esteroidais (SOUZA, 2018; FERREIRA, ARROYO e BARROS, 2018). Para melhor enumerar os métodos de tratamento, buscou-se compreender as rotas das substâncias, esquematizando-se na figura 1, o entendimento dos autores sobre as principais rotas de trânsito e contato dos fármacos com os ecossistemas aquáticos.

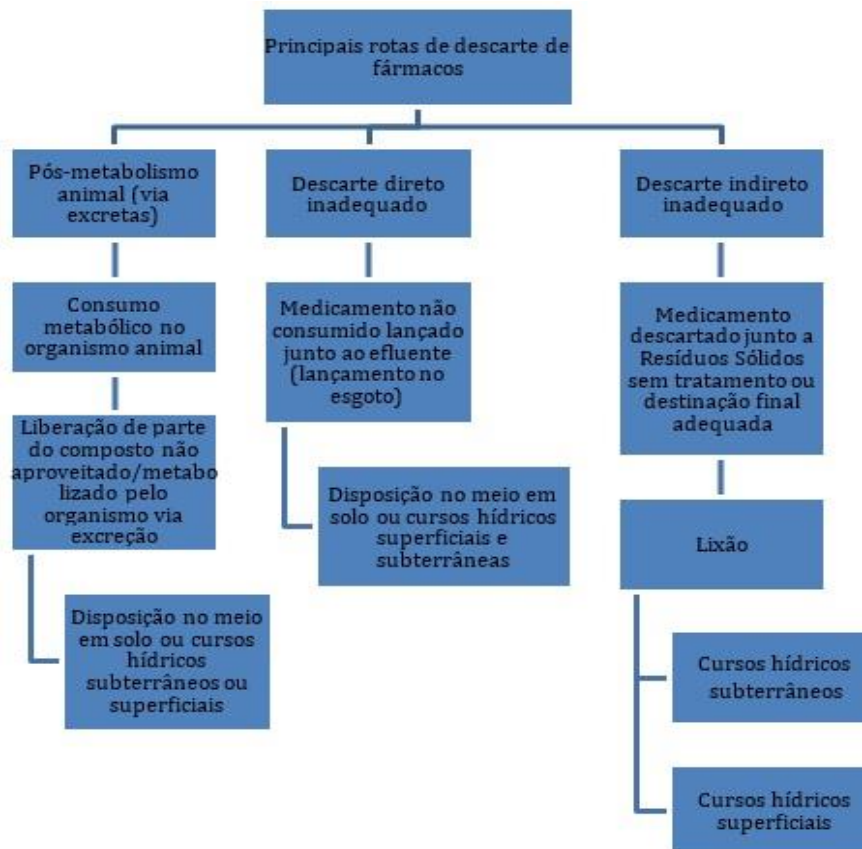


Figura 1: Rotas simplificadas de trânsito dos fármacos no meio ambiente.  
Fonte: Adaptado de Reis Filho, Barreiro, Vieira e Cass (2007) e autores.

Foi frequentemente indicado o uso de processos oxidativos, assim como três métodos apontados por alto custo econômico, sendo necessário uma análise de viabilidade para sua escolha: o uso de radiação Ultravioleta, a ozonização e o tratamento por membranas. Há uma forte tendência na produção de materiais adsorventes, provenientes da utilização de resíduos, especialmente do setor agrícola na produção de biocarvões (MARTINS et al., 2019) e de hidrocarbonetos, como diferenciaram Zhang et al. (2020). Dentre os mais de quarenta trabalhos selecionados, cujos resultados foram compilados e tabelados, mais de 20% estudaram o carvão ativado como material para remoção dos compostos, dentre doze métodos abordados pelos autores. Ainda no campo dos estudos com carvão ativado, Borges et al. (2016) demonstraram elevada capacidade da remoção de fármacos através da filtração do carvão ativado com biofilme bacteriano. Cabe ressaltar ainda, a interface deste tema com a gestão de resíduos sólidos, no sentido de prevenção do descarte inadequado direto ou indireto.

O tratamento de água para a remoção de fármacos têm sido um tema recorrente na literatura científica. A humanidade faz amplo consumo de substâncias farmacológicas, e os atuais índices de envelhecimento têm indicado um uso cada vez mais frequente dos compostos. Vários fatores exercem influência, desde o comportamento do consumidor para o descarte do fármaco não utilizado, até o tipo de tratamento de efluente disponível para o efluente lançado, se é ligado à rede pública, ou se é tratado localmente; até mesmo se o consumidor lança o medicamento na rede diretamente.

## CONCLUSÕES

Observou-se que nos estudos analisados dentro do universo amostral desta pesquisa (mais recentes), a maior parte dos trabalhos levantados recomendou o uso de carvão ativado, especialmente biocarvões, para adsorção, demonstrando uma forte tendência no uso deste tipo de tratamento para a remoção de compostos farmacológicos.

## REFERÊNCIAS

AL-QAIM, F. F. E. A. Investigation of the Environmental Transport of Human Pharmaceuticals to Surface Water: A Case Study of Persistence of Pharmaceuticals in Effluent of Sewage Treatment Plants and Hospitals in Malaysia. *J. Braz. Chem. Soc.*, v. 26, n. 6, p. 1124-1135, 2015.

- BORGES, R. M. E. A. Uso de filtros de carvão ativado granular associado a microrganismos para remoção de fármacos no tratamento de água de abastecimento. *Eng. Sanit. Ambient.*, v. 21, n. 4, p. 709-720, dez 2016.
- CASTRO, P. B. N. Antibióticos e o ecossistema fluvial: um estudo de caso da bacia hidrográfica do Rio Caratinga. Universidade Federal de Ouro Preto. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. PROAMB. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Ouro Preto, p. 112f. 2018
- Consulta pública medicamentos. IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA DE MEDICAMENTOS. Ministério do Meio Ambiente. 2017. Disponível em: <<http://consultaspublicas.mma.gov.br/medicamentos/>>. Acesso em: 08 dez 2019.
- DE JESUS GAFFNEY, V. E. A. Occurrence of pharmaceuticals in a water supply system and related human health risk assessment. *Water Research*, v. 30, n. 10, p. 1-10, oct 2014.
- FERREIRA, R. C.; ARROYO, P. A.; BARROS, M. A. S. D. Application of activated carbon dendê in nature and functionalized on amid acid in paracetamol adsorption. *Matéria*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, 2018.
- KHAN, N.A. et al. Recent trends in disposal and treatment technologies of emerging-pollutants- A critical review. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. V.122, n.115744, Jan.2020. Disponível: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165993619305722>>. Acesso: 05 jul. 2020.
- MARTINS, D. D. S.; et al. Eficiência de biocarvões na remoção de metais pesados. *Acta Brasiliensis*, [S.l.], v. 3, n. 3, p. 131-138, set. 2019.
- MURTHA, N. A.; CASTRO, J. E.; HELLER, L. Uma perspectiva histórica das primeiras políticas públicas de saneamento e de recursos hídricos no Brasil. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. XVIII, n. 3, p. 193-210, jul-set 2015.
- PROSAB. Remoção de microrganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano. PROSAB. Belo Horizonte, p. 392 p. 2009.
- RODRIGUES, J. S. E. A. Presença de fármacos e hormônios na água: uma análise cienciométrica. *Research, Society and Development*, v. 7, n. 6, p. 01-22, 2018.
- SAMPAIO, R. F., MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: Um guia para síntese criteriosa de evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11(1), p. 83-89. 2007.
- SNS, B. - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2017. SNS/MDR. Brasília, p. 226p. 2019.
- SOUZA, B. P. E. A. Oxidação de fármacos por cloro e formação de subprodutos em amostras aquosas em escala de bancada. *Eng. Sanit. Ambient*, v. 33, n. 2, p. 207-216, abril 2018.
- ZHANG X.; et al. Bio/hydrochar Sorbents for Environmental Remediation. *Energy & Environmental Materials*. V. 0, pp. 1-16, 2020. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/eem2.12074>>. Acesso em: 10 jul. 2020.