

REMOÇÃO DE IBUPROFENO POR MEIO DA ADSORÇÃO COM CARVÃO ATIVADO DE COCO DE BABAÇU FUNCIONALIZADO COM ÓXIDO DE GRAFENO

Eduarda Freitas Diogo Januário¹, Taynara Basso Vidovix², Lennon Alonso de Araujo³, Yasmin Jaqueline Fachina⁴, Rosângela Bergamasco⁵, Angélica Marquetotti Salcedo Vieira⁶

¹ Doutoranda em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Bolsista CNPq, eduardafjanuario@gmail.com

² Doutoranda em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, taynaravidovix@gmail.com

³ Doutorando em Biotecnologia Ambiental, Universidade Estadual de Maringá, Bolsista CNPq, alonso_new@live.com

⁴ Acadêmica do curso de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, bolsista PIBIC/CNPq, yasminjaqf@gmail.com

⁵ Docente em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá. rbergamasco@uem.br

⁶ Docente em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá. amsvieira@uem.br

RESUMO

A poluição das águas superficiais por resíduos farmacêuticos causa impactos aos seres aquáticos, visto que estes fármacos, quando atinge os recursos hídricos, mesmo em baixas concentrações, são mutâgenos e cancerígenos. O ibuprofeno é um remédio antiinflamatório amplamente utilizado para o tratamento de dores e febres, o que torna sua presença frequente em águas superficiais. Sabendo que as técnicas convencionais de tratamento de água não removem totalmente os fármacos, é necessário a aplicação de técnicas avançadas para removê-los, como o processo de adsorção. Considerando o pressuposto, o objetivo do presente trabalho é remover ibuprofeno de soluções aquosas por meio da técnica de adsorção com carvão ativado de coco de babaçu funcionalizado com óxido de grafeno. O resultado obtido foi satisfatório, visto que aproximadamente 79% do fármaco foi removido, alcançando uma capacidade de adsorção de 23.37 mg g⁻¹. Assim, este trabalho abre portas para explorar este material adsorvente para remoção de fármacos existentes em efluentes aquáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Fármacos; Método avançado; Remoção; Tratamento de água.

1 INTRODUÇÃO

Os contaminantes emergentes são frequentemente encontrados nos recursos hídricos, gerados naturalmente ou devido aos processos industriais. Tais contaminantes podem prejudicar a saúde dos seres vivos e os ecossistemas aquáticos (MULLEROVA et al., 2019). As principais causas de compostos farmacêuticos presentes no meio ambiente são a grande oferta de tratamentos médicos e medicamentos, a vasta acessibilidade e o aumento populacional. O ibuprofeno merece destaque por ser um antiinflamatório não-esteroidal amplamente utilizado como analgésico, para o tratamento de dores e febres (FRÖHLICH et al., 2018). Diversas pesquisas apontam que o ibuprofeno é encontrado em águas superficiais, sendo, portanto, um motivo de preocupação (COMBER et al., 2018; LI, 2014).

Os processos convencionais de tratamento de água não removem completamente esses compostos. Logo, várias técnicas são propostas para remover os compostos farmacêuticos de matrizes líquidas, tais como, precipitação, processo de filtração por membranas, oxidação química, adsorção, troca iônica, extração, catálise, entre outras (BELUCI et al., 2019; FONSECA COUTO; LANGE; SANTOS AMARAL, 2018; SHARMA; BHATTACHARYA, 2017). A adsorção se destaca, dentre essas técnicas, por ser um processo eficaz, econômico, fácil projeção, não produz subprodutos tóxicos e possui baixa necessidade de energia (FAHIMI et al., 2020).

Vários tipos de resíduos, como casca de arroz, coco, cinza de processo industrial, turfa, lodo residual, entre outros, têm sido empregados para a produção de carvão ativado (STREIT et al., 2021). Dentre eles, o coco de babaçu tem grande destaque no processo de adsorção, visto que várias pesquisas relatam sua versatilidade e reciclabilidade (VIDOVIX; FREITAS; JANUÁRIO, 2019). Além disso, as nanofolhas de óxido de grafeno (OG)

apresenta propriedades únicas (elétricas, mecânicas, ópticas e químicas) e grupos funcionais (hidroxila, epóxi e carboxila) que auxiliam no processo de adsorção (FACHINA et al., 2020).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a remoção e capacidade adsorptiva do ibuprofeno em um novo adsorvente, feito de carvão ativado de coco de babaçu funcionalizado com óxido de grafeno.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 PREPARO DO BIOSSORVENTE

A metodologia deste trabalho foi baseada na pesquisa de Wernke et al. (2021). Primeiramente, misturou-se uma proporção 1:1 (v/m) de óxido de grafeno (50 mL) e carvão ativado de coco de babaçu (50 mg) que, posteriormente, foi agitada e aquecida a 150°C até a evaporação completa da fase líquida. Em seguida, o material foi seco em estufa a 100°C por 24 horas e, depois disso, foi levado à mufla para o tratamento térmico (350°C). Por fim, o material adsorvente foi macerado para obtenção de uma granulometria menor para seguir com os testes de adsorção. Além disso, fez-se o potencial zeta (Beckman Coulter - Delsa™ Nano) do material para avaliar suas cargas superficiais na faixa de pH 2 a 12.

2.2 TESTE DE ADSORÇÃO DE IBUPROFENO

O ensaio de adsorção foi realizado em batelada e em duplicata, em uma mesa agitadora (Tecnal TE – 4200) com controle de temperatura (150 rpm e 25 °C) durante 24 horas. Avaliou-se a capacidade de adsorção e remoção do ibuprofeno em 20 mg do material adsorvente em contato com 20 mL de solução de ibuprofeno a 30 mg L⁻¹. Após o tempo de contato, as duas amostras foram filtradas em membranas de acetato de celulose (Millipore) com tamanho de poros de 0,45 µm e a concentração final de ibuprofeno foi verificada em espectrofotômetro UV-VIS (HACH DR 5000). As Equações 1 e 2 determinam a capacidade de adsorção e remoção de ibuprofeno, respectivamente:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_1) \cdot V}{m} \quad \text{Equação 1}$$

$$R = \left(1 - \frac{C_1}{C_0}\right) \times 100\% \quad \text{Equação 2}$$

em que q_e é a capacidade adsorptiva (mg g⁻¹); C_0 e C_1 são as concentrações antes e após o processo de adsorção (mg L⁻¹), respectivamente, V é o volume da solução de ibuprofeno (L) e m é a massa do material adsorvente (g).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta o potencial zeta do material adsorvente, em que é possível observar que cargas superficiais são predominantemente negativas na faixa de pH 4-12, sugerindo que a adsorção não ocorreu por forças eletrostáticas, visto que o ibuprofeno se trata de um ânion também carregado negativamente (JABER et al., 2021). Estes resultados facilitam para compreender os mecanismos de adsorção em estudos futuros.

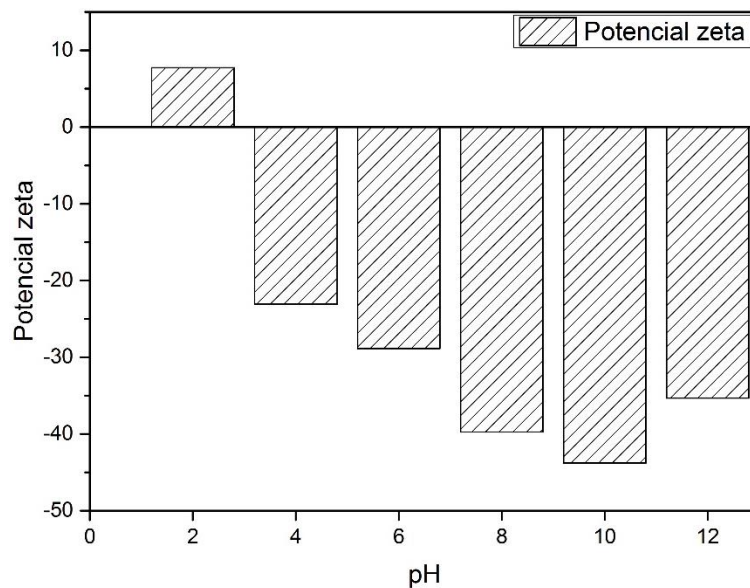


Figura 1: Potencial zeta do carvão ativado de coco de babaçu funcionalizado com óxido de grafeno
Fonte: Autores

A capacidade de adsorção de ibuprofeno no carvão ativado de coco de babaçu funcionalizado com óxido de grafeno foi satisfatória ($23,37 \text{ mg g}^{-1}$), alcançando uma remoção de 78,95% deste contaminante. Com este resultado inicial, o processo de adsorção será otimizado, por meio de novos experimentos, como teste de massa, pH, ensaio cinético e isotérmicas, visando avaliar as melhores condições experimentais e compreender os mecanismos de adsorção.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos por este trabalho demonstram que o material adsorvente obtido do carvão ativado de babaçu funcionalizado com óxido de grafeno tem grande aplicabilidade, visto que apresentou ótima capacidade adsorptiva e remoção próxima a 79% de ibuprofeno. Isso demonstra a eficiência do material adsorvente em tratamento de água e efluentes, pois a adsorção é um processo interessante economicamente e menos agressiva ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- BELUCI, N. C. L. et al. Hybrid treatment of coagulation/flocculation process followed by ultrafiltration in TiO₂-modified membranes to improve the removal of reactive black 5 dye. **Science of The Total Environment**, v. 664, p. 222–229, maio 2019.
- COMBER, S. et al. Active pharmaceutical ingredients entering the aquatic environment from wastewater treatment works: A cause for concern? **Science of the Total Environment**, 2018.
- FACHINA, Y. J. et al. Graphene oxide functionalized with cobalt ferrites applied to the removal of bisphenol A: ionic study, reuse capacity and desorption kinetics. **Environmental Technology (United Kingdom)**, 2020.
- FAHIMI, A. et al. New eco-materials derived from waste for emerging pollutants adsorption:

The case of diclofenac. **Materials**, 2020.

FONSECA COUTO, C.; LANGE, L. C.; SANTOS AMARAL, M. C. **A critical review on membrane separation processes applied to remove pharmaceutically active compounds from water and wastewater** *Journal of Water Process Engineering*, 2018.

FRÖHLICH, A. C. et al. Three-dimensional mass transfer modeling of ibuprofen adsorption on activated carbon prepared by sonication. **Chemical Engineering Journal**, 2018.

JABER, N. et al. Characterization ex vivo skin permeation and pharmacological studies of ibuprofen lysinate-chitosan-gold nanoparticles. **Journal of Drug Delivery Science and Technology**, 2021.

LI, W. C. **Occurrence, sources, and fate of pharmaceuticals in aquatic environment and soil** *Environmental Pollution*, 2014.

MULLEROVA, S. et al. Magnetically modified macroalgae *Cymopolia barbata* biomass as an adsorbent for safranin O removal. **Materials Chemistry and Physics**, 2019.

SHARMA, S.; BHATTACHARYA, A. Drinking water contamination and treatment techniques. **Applied Water Science**, 2017.

STREIT, A. F. M. et al. Adsorption of ibuprofen, ketoprofen, and paracetamol onto activated carbon prepared from effluent treatment plant sludge of the beverage industry. **Chemosphere**, 2021.

VIDOVIX, T. B.; FREITAS, E.; JANUÁRIO, D. Bisfenol A adsorption using a low-cost adsorbent prepared from residues of babassu coconut peels. **Environmental Technology**, v. 0, n. 0, p. 1–13, 2019.

WERNKE, G. et al. Ag and CuO nanoparticles decorated on graphene oxide/activated carbon as a novel adsorbent for the removal of cephalixin from water. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, 2021.