Resumo nº 31

DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS DESPOLUENTES PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Bruno Carvalho Martins[1], Ana Paula Spezia Darif[2], Luiz Jardel Visioli[3], Heveline Enzweiler[4]

1 Bolsista IC/UDESC/CEO

2 Estudante UDESC/CEO

3. Professor UDESC/Oeste

4 Professora Coordenadora do projeto UDESC/CEO

INTRODUÇÃO

O descarte inadequado de resíduos industriais tem contribuído significativamente para a contaminação dos corpos hídricos, por conta dos poluentes emergentes presentes no mesmo. Entre esses poluentes emergentes estão fármacos, corantes, cafeína entre outros. Esses compostos têm despertados preocupações devido à sua persistência no meio ambiente, potencial de bioacumulação e toxicidade (Yuan et al., 2025). Entre os fármacos frequentemente detectados no meio ambiente, destaca-se o ibuprofeno, amplamente utilizado no tratamento de dores, febre e processos inflamatórios (Sruthi et al., 2021). Entretanto, a remoção eficiente desses contaminantes ainda representa um desafio, uma vez que os sistemas convencionais de tratamento nem sempre são capazes de eliminá-los completamente. Nesse contexto, os Processos Oxidativos Avançados (POA) têm se mostrado uma alternativa promissora, especialmente a fotocatálise, que promove a degradação de compostos orgânicos por meio da geração de radicais hidroxila altamente reativos (Noorani et al., 2025).

Dentre os catalisadores utilizados na fotocatálise, destaca-se o Pd-TiO_2/ZSM-5, composto pela zeólita ZSM-5 como suporte, pelo TiO_2 como fase ativa e pelo paládio (Pd) como co-catalisador, apresentando elevada atividade fotocatalítica (Enzweiler et al., 2020). Além disso, materiais produzidos a partir de biopolímeros, como as membranas de quitosana, têm recebido atenção devido à sua capacidade de adsorção, baixo custo, biodegradabilidade e caráter sustentável (Das & Patel, 2024; Hsu et al., 2024). Diante disso, o presente estudo teve como principal objetivo avaliar o reuso da membrana de quitosana com o Pd-TiO_2/ZSM-5 imobilizado para a degradação do ibuprofeno.

DESENVOLVIMENTO

Inicialmente, preparou-se uma solução de ibuprofeno na concentração de 10 ppm. Posteriormente, foi confeccionado uma membrana de hidrogel à base de quitosana, serragem de pinus, ácido acético e glutaraldeído com uma concentração de 15% de catalisador em relação a massa de quitosana (equivalente a 0,06 g de catalisador). A membrana foi levada a uma estufa a 60ºC por 24h para reticulação da mesma.

A membrana foi fixada em um copo de quartzo e inserida dentro de um reator batelada a uma temperatura de 25°C. O meio reacional ficou em agitação no escuro durante os primeiros 30 min. Após isso, ligou-se uma lâmpada UVC de 7W posicionada no centro do reator e a solução ficou sob o efeito da luz durante 300 min. Ao término da reação, a membrana foi removida do copo de quartzo, lavada com água destilada e submetida à secagem em estufa a 60 °C por 24 horas. Após esse período, a membrana seca foi reutilizada em um novo ciclo reacional. Após a retirada das amostras, elas foram analisadas utilizando um espectofotômetro UV-Vis de bancada (Bel, UV-M51). As concentrações de ibuprofeno foram determinadas por

meio de medidas de absorbância no comprimento de onda de 220 nm. Foram realizadas 3 reações, uma fotólise (reação sem catalisador), o primeiro ciclo de uso da membrana e o reuso da mesma (2º ciclo).

RESULTADOS

O experimento de fotólise, sem catalisador, resultou em 44,68% de degradação do ibuprofeno após 300 min de exposição à irradiação UVC, o 1º ciclo de uso da membrana resultou em 51,30%, enquanto no 2º ciclo o percentual de degradação foi menor, 40,09%. A diminuição do percentual de degradação de um ciclo para o outro pode estar relacionada à inativação do catalisador, caracterizada pela perda gradual de sua atividade/seletividade com o tempo (Argyle; Bartholomev, 2015). Além disso, o processo de lavagem da membrana entre um ciclo e outro pode ocasionar na remoção de parte do catalisador imobilizado. (Nelson; Mecha; Kumar, 2025).

Outro fator a ser observado refere-se à estabilidade da membrana. A figura 1 mostra que a membrana apresentou fraturas/fragmentações após o término do 2º ciclo, mas que ela ainda estava em condições de ser utilizada. Entretanto, como o 2º ciclo apresentou um percentual de degradação menor que o da fotólise (44,68%), não se tem motivos para continuar realizando mais reações com a mesma membrana.

A partir destes resultados observa-se que o reuso da membrana fez com que o percentual de degradação do ibuprofeno diminuísse a ponto de ficar menor que o percentual de degradação da fotólise. Esse comportamento sugere que, por mais que a membrana esteja estável após o término do primeiro ciclo, para o seu reuso é essencial reavaliar a composição e/ou condições de síntese do material de imobilização.

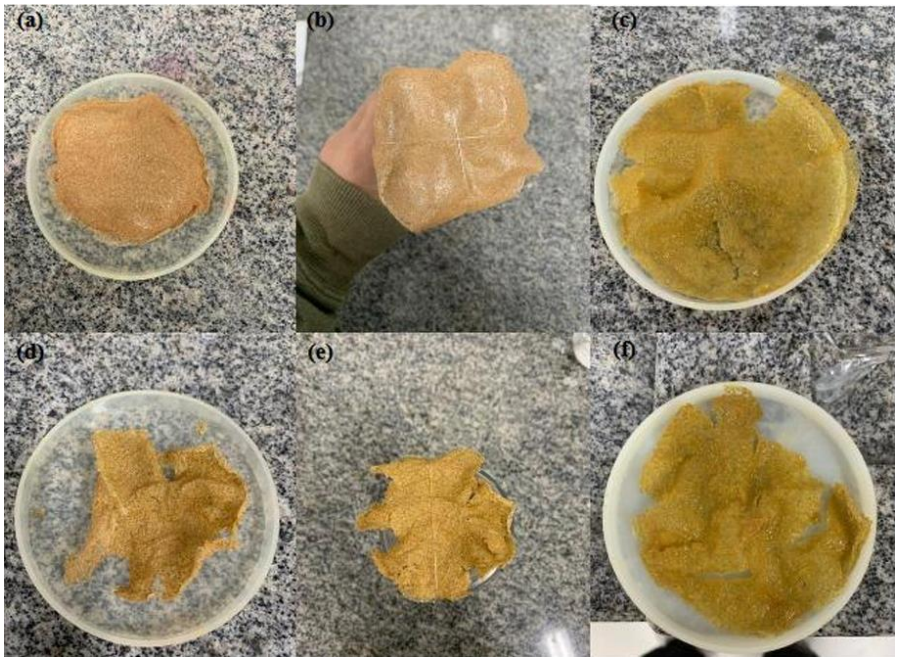
CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análise dos resultados, verificou-se que a imobilização do catalisador promoveu bons resultados após primeiro ciclo, mas que novos estudos necessitam ser realizados para ampliação da viabilidade de reuso.

Palavras-chave: catalisador; ibuprofeno; membrana; reuso.

ANEXOS

Figura 1. *Membrana antes do 1º ciclo (a, b), após o 1º ciclo (c), antes do 2º ciclo (d, e), após o 2º ciclo (f).*



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

YUAN, S. et al. Effective removal of composite emerging composite pollutants by irradiation: Composite process, composite mechanism and removal process. Journal of Water Process Engineering, v. 72, p. 107555, 3 abr. 2025;

Sruthi, L., Janani, B., & Sudheer Khan, S. (2021). Ibuprofen removal from aqueous solution via light-harvesting photocatalysis by nano-heterojunctions: A review. Separation and Purification Technology, 279(119709), 119709.

PEER MUHAMED NOORANI, K. R. et al. Recent advances in remediation strategies for mitigating the impacts of emerging pollutants in water and ensuring environmental sustainability. Journal of Environmental Management, v. 351, p. 119674, 1 fev. 2024.

ENZWEILER, H. et al. Catalyst concentration, ethanol content and initial pH effects on hydrogen production by photocatalytic water splitting. Journal of photochemistry and photobiology. A, Chemistry, v. 388, n. 112051, p. 112051, 2020.

DAS, T.; PATEL, D. K. Efficient removal of cationic dyes using lemon peel-chitosan hydrogel composite: RSM-CCD optimization and adsorption studies. International Journal of Biological Macromolecules, p. 133561–133561,

NELSON, K.; MECHA, A. C.; KUMAR, A. Performance and reusability features of solar-driven N-TiO2-PVDF hybrid photocatalytic membrane for sulphamethoxazole degradation. Results in Materials, v. 27, p. 100750, 11 ago. 2025.

ARGYLE, M.; BARTHOLOMEW, C. Heterogeneous Catalyst Deactivation and Regeneration: A Review. Catalysts, v. 5, n. 1, p. 145–269, 26 fev. 2015.4