

## DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA DE UM EFLUENTE TÊXTIL UTILIZANDO ZnO OU ZnO/OG

Thiago Henrique Rego da Silva (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Juliana Carla Garcia Moraes (Orientador). E-mail: jcgmmoraes@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Maringá, PR.

**Ciências Exatas e da Terra, Química, Química Analítica/Análise de Traços e Química Ambiental.**

**Palavras-chave:** poluentes; efluentes têxteis, catalisadores híbridos.

### RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência dos catalisadores híbridos a base de óxido de zinco (ZnO) e pequenas inserções de óxido de grafeno (OG) em cinco proporções distintas (0,10; 0,50; 1,0; 2,5 e 5,0%) na degradação fotocatalítica de um efluente têxtil (ET) da região de Maringá. A caracterização físico-química das propriedades dos materiais sintetizados mostrou a modificação do ZnO pela inserção de OG, sendo que a proporção mais adequada à aplicação fotocatalítica foi de ZnTe/OG 5,0%, com resultados de degradação molecular do ET bastante promissoras (~80% em 120 min de irradiação para comprimentos de onda na região visível do espectro) em pH ácido (4,0).

### INTRODUÇÃO

Os corantes são utilizados em vários ramos de produção como as indústrias: farmacêuticas, de cosméticos, alimentícia, tintas, têxtil, etc. Nas indústrias têxteis e de vestuário a utilização desse segmento de insumo, os corantes, que são consumidos em grande quantidade, gerando, consequentemente, alta monta de água residual que os contém devido a não fixação de boa parte deles à fibra dos tecidos. As fábricas têxteis de tamanho médio consomem cerca de 200 L de água por kg de tecido processado por dia. Domingues *et al.* (2019, p. 2336) cita que o tingimento têxtil e tratamento de acabamento dado a um tecido gera cerca de 17 a 20% das águas residuais industriais. A quantidade de corantes sintéticos que são lançados para o meio ambiente provoca uma grande preocupação devido à sua toxicidade e dificuldade de degradação no meio aquático, que pode acarretar formação de subprodutos também tóxicos. Com isso, inúmeras pesquisas estão

sendo desenvolvidas visando implementar métodos que minimizem o impacto ambiental desses resíduos por meio de diversas técnicas. A fotocatalise se baseia na geração de radicais altamente reativos, tais como o radical hidroxila ( $\text{HO}^\bullet$ ), que é um oxidante forte, não seletivo que reage com a maioria dos compostos orgânicos de forma muito rápida, sendo um método de baixo custo e amigo do meio ambiente, tornando-o um grande aliado para o tratamento de águas residuais contendo corantes conforme consta em Raasol *et al.* (2023, p. 136616). O catalisador híbrido tem uma capacidade ótima de absorção de luz, alta eficiência de separação de carga fotogerada e notável capacidade redox, possui também vantagens para serem utilizados como semicondutores no processo de fotocatalise de poluentes inorgânicos e orgânicos. Segundo Nuengmatcha *et al.* (2023, p. 246), os catalisadores híbridos por serem usados na fase sólida são fáceis de remover e podem ser reciclados várias vezes sem perda significativa em sua atividade catalítica. Usando a fotocatalise junto com catalisador heterogêneo pode ser uma abordagem melhor para a remediação ambiental por isso existem diversos estudos utilizando catalisadores híbridos para remoção de corantes poluentes.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Síntese e caracterização dos catalisadores*

A impregnação dos compostos de ZnO com OG foi realizada por dispersão das suspensões aquosas do ZnO e do OG em condições adequadas de agitação e posterior secagem a  $150^\circ\text{C}$  por 24 h. Os catalisadores foram caracterizados através das análises de: DRX; FTIR; Espectroscopia micro-Raman; MEV; Análise Textural; Espectroscopia Fotoacústica (PAS) para cálculo da energia de *band gap*; Ponto de Carga Zero ( $\text{pH}_{\text{pcz}}$ ).

### *Ensaio de fotodegradação*

As reações de fotodegradação foram conduzidas em um reator do tipo batelada com lâmpadas de vapor de Hg sem bulbo de 250W. Todos os catalisadores foram utilizados em suspensão (250 mL inicial), com retiradas de alíquotas de 1,5 mL nos tempos de 0, 15, 30, 45, 60, 90 e 120 min, que foram filtradas em filtros de seringa com membranas de  $0,2\ \mu\text{m}$  de porosidade. Testes de fotólise e de adsorção foram realizados com intuito de avaliar a contribuição de cada processo na remoção da matéria orgânica do ET. As amostras foram monitoradas via espectrofotometria UV-

Vis, avaliando-se os efeitos do pH na degradação do ET, para isso os experimentos foram conduzidos em pH 4,0; 9,0 (através de ajustes com adição de HCl ou NaOH 0,10 mol L<sup>-1</sup>, respectivamente) e no pH característico do próprio efluente (~ 6,25) quando coletado na lagoa de tratamento; tipo de catalisador (ZnO ou ZnO/OG 0,10; 0,50, 1,00; 2,50 e 5,00%); concentração de catalisador (0,5; 1,0; e 2,0 g L<sup>-1</sup>).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto à caracterização dos catalisadores, para avaliar a impregnação do ZnO com OG, bem como o aspecto dos aglomerados formados, foram obtidas micrografias por MEV, que mostrou a estrutura do OG que se apresenta em forma de folhas variam entre 1 e 5 µm de comprimento e possui espessura de poucos nanômetros. Com a impregnação dos compostos, as folhas de OG serviram de suporte para as nanoesferas de ZnO. A análise de DRX do composto ZnO/OG apresentou um indicativo da restauração da estrutura do grafite, que ocorre após o processo de redução do OG em rOG, a remoção desses grupos oxigenados favorece a interação atrativa por ligações de van der Waals e  $\pi$ - $\pi$  entre folhas vizinhas, causando a formação de aglomerados irreversíveis e o empilhamento das folhas. Os espectros de FTIR mostraram a hibridização do ZnO/OG e a espectroscopia Raman permitiu a determinação de interessantes parâmetros físico-químicos, tais como: organização estrutural, qualidade das amostras e funcionalidades. Quanto ao pH<sub>pcz</sub> os valores obtidos para os catalisadores híbridos ZnO/Gr 0,10%, 0,50%, 1,0%, 2,5% e 5,0% foram, respectivamente, 7,5; 7,4; 7,6; 7,4 e 7,3.

Os resultados mostram que a ação dos catalisadores híbridos na degradação do ET foi mais eficiente em relação ao ZnO puro, tanto pelo aumento na capacidade adsorptiva trazido pelo OG quanto pela maior atividade fotocatalítica. Há indícios de que a diminuição da energia necessária para formação do par elétron-lacuna, considerando as propriedades óticas dos catalisadores híbridos, acompanhada da menor taxa de recombinação devido ao caráter condutor do OG, foram significativas no aumento da remoção de matéria orgânica observadas para o ZnO/OG 5,0%. Por este motivo, este foi utilizado nas etapas seguintes de otimização. O pH ácido mostrou-se mais eficiente para degradação do ET uma vez que possibilitou uma maior adsorção entre o catalisador e o substrato devido às cargas superficiais do ZnO/OG opostas às cargas dos corantes dissociados presentes no ET. O aumento da massa de catalisador de 0,50 a 2,0 g L<sup>-1</sup> não implementou melhora nos resultados de degradação, pois o aumento da turbidez do sistema dificulta a penetração efetiva da luz, o que dificulta a fotocatalise, dessa forma, massas acima de 1,0 g L<sup>-1</sup> de ZnO/OG não se fazem benéficas ao processo de fotodegradação.

## CONCLUSÕES

Dentre os materiais testados (ZnO e ZnO/OG 0,10, 0,50; 1,0; 2,5 e 5,0%), o catalisador híbrido ZnO/OG 5,0% de impregnação apresentou os melhores resultados quanto às propriedades fotocatalíticas na região UV para degradação de efluente têxtil em meios ácidos e levemente ácidos, obtendo seu nível máximo de ~80% de degradação em 120 min de irradiação para a porção visível do espectro UV-Vis do ET.

## AGRADECIMENTOS

CNPq

## REFERÊNCIAS

DOMINGUES, F. S., GERALDINO, H. C. L., FREITAS, T. K. F. DE S., DE ALMEIDA, C. A., FIGUEIREDO, F. F. DE, & GARCIA, J. C. Photocatalytic degradation of real textile wastewater using carbon black-Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> composite catalyst under UV/Vis irradiation. **Environmental Technology**, v. 42, n. 15, p. 2335-2349, janeiro. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31852357/>. Acesso em: Maio 2024.

NUENGMATCHA, P.; KUYOYOGSUY, A.; PORRAWAKUL, P.; PIMSEN, R.; CHANTHAI, S. Efficient degradation of dye pollutants in wastewater via photocatalysis using a magnetic zinc oxide/graphene/iron oxide-based catalyst. **Water Science and Engineering**, v. 16, n. 3, p. 246-251, setembro. 2023. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/367968256\\_Efficient\\_degradation\\_of\\_dye\\_pollutants\\_in\\_wastewater\\_via\\_photocatalysis\\_using\\_a\\_magnetic\\_zinc\\_oxidegraphene\\_iron\\_oxide-based\\_catalyst](https://www.researchgate.net/publication/367968256_Efficient_degradation_of_dye_pollutants_in_wastewater_via_photocatalysis_using_a_magnetic_zinc_oxidegraphene_iron_oxide-based_catalyst). Acesso em: Maio 2024.

RASOOL, A.; KIRAN, S.; GULZAR, T.; ABRAR, S. Biogenic synthesis and characterization of ZnO nanoparticles for degradation of synthetic dyes: A sustainable environmental cleaner approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 398, n. 2, p. 136616-136625, fevereiro. 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/368819779\\_Biogenic\\_synthesis\\_and\\_characterization\\_of\\_ZnO\\_nanoparticles\\_for\\_degradation\\_of\\_synthetic\\_dyes\\_A\\_sustainable\\_environmental\\_cleaner\\_approach](https://www.researchgate.net/publication/368819779_Biogenic_synthesis_and_characterization_of_ZnO_nanoparticles_for_degradation_of_synthetic_dyes_A_sustainable_environmental_cleaner_approach)

33° Encontro Anual de Iniciação Científica  
13° Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



10 e 11 de Outubro de 2024

cterization of ZnO nanoparticles for degradation of synthetic dyes A sustainabl  
e environmental cleaner approach. Acesso em: Maio 2024.

