



# FOTOCATALISADOR DE GRAFENO MAGNÉTICO SUPORTADO EM SUBPRODUTOS INDUSTRIAIS

*Maria Gabriela Morais da Silva<sup>1</sup>, Maria Eliana Camargo Ferreira<sup>2</sup>, Eduarda Gameleira Bernardino<sup>3</sup>, Natália Ueda Yamaguchi<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso De Engenharia De Produção, Bolsista PIBIC/CNPq-UNICESUMAR, Campus Maringá-PR.  
mariagabrielamoraes1357@gmail.com

<sup>2</sup>Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá-PR.  
camargo\_ferreira@hotmail.com

<sup>3</sup> Mestra em Tecnologias Limpas pelo Programa De Pós-Graduação em Tecnologias Limpas,  
UNICESUMAR, Campos Maringá-PR. eduardagbernardino@gmail.com

<sup>4</sup> Orientadora, Docente do Curso De Engenharia De Produção e Programa De Pós-Graduação em Tecnologias Limpas,  
UNICESUMAR, Campus Maringá-PR. natalia.yamaguchi@unicesumar.edu.br

## RESUMO

Fármacos, incluindo a hidroxicloroquina, são compostos químicos presentes em medicamentos e que se tornaram contaminantes emergentes persistentes no meio ambiente, especialmente após a pandemia de COVID-19. A crescente utilização deste medicamento aumentou as preocupações com sua presença em corpos d'água e os possíveis efeitos ambientais e à saúde. A busca por tecnologias eficientes de remoção desses contaminantes da água tem se intensificado. Entre as opções, a fotocatalise heterogênea tem se destacado como alternativas promissoras. Esses métodos são considerados avançados e utilizam reações de oxidação para degradar os fármacos e outras substâncias indesejáveis. Nesse contexto, a presente pesquisa tem por objetivo sintetizar e testar dois fotocatalisadores inovadores compostos por grafeno e ferrita de manganês suportados em subprodutos industriais, mais especificamente cinzas de madeira e carvão ativado de osso bovino. Os materiais serão aplicados como fotocatalisadores, para a degradação da hidroxicloroquina, e então as condições ideais de operação serão encontradas variando aspectos operacionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Contaminantes; Fotocatálise Heterogênea; Tecnologias.

## 1 INTRODUÇÃO

Contaminantes persistentes emergentes são poluentes que representam uma potencial ameaça ao meio ambiente e à saúde humana devido aos seus efeitos nocivos a longo prazo. Eles incluem herbicidas, hormônios, corantes e fármacos (NIPPES et al., 2021). Especificamente, os fármacos são compostos emergentes provenientes de efluentes domésticos, atividades industriais e hospitalares. Devido ao amplo uso mundial e suas propriedades físico-químicas complexas, esses compostos podem causar impacto no ecossistema aquático (ZENKER et al., 2014).

Durante a pandemia de COVID-19, vários medicamentos foram testados para tratar a doença, incluindo a hidroxicloroquina. Como resultado, houve um aumento significativo em sua produção e uso após esse período. (NIPPES et al., 2022). A hidroxicloroquina é um composto altamente persistente e bioacumulativo, permitindo que se espalhe pela cadeia alimentar e afete diversos organismos. Seu uso extensivo também gera preocupações com o descarte inadequado, resultando em efluentes contaminados e potencial contaminação de cursos d'água. (DABIĆ; BABIĆ; ŠKORIĆ, 2019; RAMESH et al., 2018).

Diante da necessidade de remover completamente contaminantes emergentes, surge a importância do desenvolvimento de metodologias eficientes. A fotocatalise heterogênea é um processo avançado que visa gerar processo oxidativo avançado (POA), como o radical hidroxila ( $\bullet\text{OH}$ ), através da conversão de energia luminosa em energia



química por semicondutores sólidos. Essas espécies reativas atacam as moléculas dos poluentes, promovendo reações redox para sua degradação catalítica. (GÓMEZ-AVILÉS *et al.*, 2019; MUELAS-RAMOS *et al.*, 2022).

O objetivo é avaliar a eficiência de fotocatalisadores de grafeno de ferrita de manganês suportados em cinzas e carvão de osso bovino na degradação do fármaco hidroxyclorequina em um reator batelada equipado com um sistema de recuperação de magnético de fotocatalisadores.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a síntese do nanocompósito foi realizada segundo a metodologia proposta por (FEREIRA, 2022). Nesta pesquisa, serão testados dois nanocompósitos de grafeno com ferrita de manganês, suportado em resíduos industriais para determinar sua atividade fotocatalítica. O fotocatalisador será disperso em uma solução de hidroxyclorequina (10 ppm) e será agitado magneticamente. Inicialmente, o equilíbrio de adsorção será alcançado sem luz por 40 minutos. Em seguida, as amostras serão expostas à luz solar, entre 10:00 e 16:00, e a cada 20 minutos, alíquotas serão retiradas e a concentração remanescente de contaminante será aferida com o auxílio de um espectrofotômetro, ajustado para o comprimento de onda de 343 nm e baseado em sua curva de calibração previamente obtida em diferentes concentrações, e a eficiência de remoção será calculada conforme Equação (KARGAR *et al.*, 2021; NIPPES *et al.*, 2022).

$$\text{Eficiência de remoção (\%)} = ((C_0 - C_f) / C_0) \cdot 100$$

Onde  $C_0$  é a concentração inicial de hidroxyclorequina e  $C_f$  é a concentração no tempo

A intensidade da luz solar será medida no ato de coleta de cada alíquota, com o auxílio de um luxímetro. Além disso, para encontrar as melhores condições de degradação e entender a influência de cada parâmetro na eficiência, serão variadas a concentração de catalisador, a concentração inicial do contaminante, o tempo de contato, o pH do meio e a concentração de  $H_2O_2$ .

## 3 RESULTADOS ESPERADOS

A partir da metodologia aplicada espera-se alcançar uma eficiência de remoção satisfatória e reduzir significativamente a concentração inicial do fármaco hidroxyclorequina. Com isso, pretende-se comprovar a eficiência dos fotocatalisadores sintetizados, tendo em vista que ambos materiais têm amplo potencial fotocatalítico, como já comprovados por pesquisas anteriores.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a metodologia descrita, espera-se ter um resultado satisfatório e comprovar a eficiência dos materiais utilizados para fotodegradação da hidroxyclorequina.



Além disso, considerando o significativo potencial fotocatalítico dos quatro materiais utilizados, a aplicação de cada material será avaliada individualmente, visando explorar ao máximo suas capacidades. Por fim, leva-se em conta que os materiais de suporte são rejeitos industriais e seriam descartados, sendo assim, sua utilização pode ser considerada uma ação sustentável.

## REFERÊNCIAS

FERREIRA, M.E.C. et al. Synergistic Mechanism of Photocatalysis and Photo-Fenton by Manganese Ferrite and Graphene Nanocomposite Supported on Wood Ash with Real Sunlight Irradiation. **Catalysts**, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/catal12070745>.01.08.2023

DABIĆ, D.; BABIĆ, S.; ŠKORIĆ, I. The role of photodegradation in the environmental fate of hydroxychloroquine. **Chemosphere**, v. 230, p. 268–277, 2019. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.05.032>

GÓMEZ-AVILÉS, A. et al. C-modified TiO<sub>2</sub> using lignin as carbon precursor for the solar photocatalytic degradation of acetaminophen. **Chemical Engineering Journal**, v. 358, p. 1574–1582, 2019. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.10.154>

NIPPES, R. P. et al. Hydroxychloroquine Adsorption in Aqueous Medium Using Clinoptilolite Zeolite. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 233, n. 8, p. 287, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05787-3>

NIPPES, R. P. et al. Hydroxychloroquine Adsorption in Aqueous Medium Using Clinoptilolite Zeolite. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 233, n. 8, p. 287, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05787-3>

KARGAR, F. et al. Synthesis of modified beta bismuth oxide by titanium oxide and highly efficient solar photocatalytic properties on hydroxychloroquine degradation and pathways. **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry**, v. 419, p. 113453, 2021. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2021.113453>

ZENKER, A. et al. Bioaccumulation and biomagnification potential of pharmaceuticals with a focus to the aquatic environment. **Journal of Environmental Management**, v. 133, p. 378–387, 2014. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.12.017>