

Fotodegradação de Rodamina B sobre BiOBr irradiado por luz policromática

Rayza B. Lima^{1,2*}, Gabriel S. Sales¹, Leonardo P. Alves², Rejane M. P. Silva², Gustavo O. M. Gusmão², Marcio A. P. Almeida³ Geraldo E. Luz Jr.^{1,2}

PPGQ, Universidade Federal do Piauí-UFPI, Teresina, PI, 64049-550, Brasil¹

GrEEenTeC-PPGQ, Universidade Estadual do Piauí-UESPI, Teresina, PI, 64002-150, Brasil²

PPGAERO, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, 65085-580, Brasil³

rayzaborbadelima@gmail.com*

Resumo/Abstract

RESUMO – O oxibrometo de bismuto (BiOBr) é um semicondutor que absorve na região do visível. Nesse trabalho, o BiOBr foi sintetizado pelo método hidrotermal para degradação fotocatalítica de Rodamina B (RhB). Para tanto, as propriedades estruturais, morfológicas e ópticas foram investigadas. Os resultados obtidos indicaram a formação de cristais de BiOBr na forma de placas. Os testes fotocatalíticos realizados sob irradiação policromática por 150 min apresentaram degradação de 100% do corante. Diante do exposto, o BiOBr demonstrou excelente performance para fotocatalise de corante do tipo RhB, o que contribui para potenciais estudos da área.

Palavras-chave: corante, fotocatalisador, irradiação policromática.

ABSTRACT – Bismuth oxybromide (BiOBr) is a semiconductor that absorbs in the visible region. In this paper, BiOBr was synthesized hydrothermally for the photocatalytic degradation of Rhodamine B (RhB). The structural, morphological, and optical properties were investigated. The results indicated the formation of plate-like BiOBr crystals. Photocatalytic tests performed under polychromatic irradiation for 150 min showed 100% degradation of the dye. Therefore, BiOBr demonstrated excellent performance for the photocatalysis of RhB dyes, which contributes to potential studies in this area.

Keywords: dye, photocatalyst, polychromatic irradiation.

Introdução

A contaminação de água potável devido ao crescimento populacional, descarga agrícola, saneamento inadequado, rápida industrialização, etc. (1) tem causado preocupação em função da limitação de fontes de água doce. Diante disso, compostos de oxihaleto de bismuto (BiOX, X = Cl, Br, I) têm recebido muito interesse em pesquisas para fotodegradação de poluentes de água devido ao baixo custo e alta eficiência fotocatalítica (2). O oxibrometo de bismuto (BiOBr) apresenta-se como um candidato adequado por sua excelente mobilidade dos portadores de carga e ampla absorção de luz visível (3). Em vista disso, utilizar um semicondutor para degradação de corante é viável para esse campo de estudo. Dessa forma, o presente trabalho pretende degradar Rodamina B (RhB) utilizando BiOBr.

Experimental

Síntese de BiOBr

Os cristais de BiOBr foram obtidos dissolvendo-se 0,476 g de KBr em 100 mL de água deionizada. Em seguida, foi adicionado 1,95 g de Bi(NO₃)₃·5H₂O sob agitação constante por 30 min. A suspensão resultante foi aquecida a 120 °C por 24 h em autoclave de aço inoxidável selada com Teflon. A suspensão foi lavada e seca em estufa a 60 °C (4).

Caracterizações

Difratômetro de raios X (XRD) (Bruker, modelo D8 Advance) equipado com radiação CuK α foi usado para avaliar a estrutura cristalina na faixa de 2 θ de 5° a 70°. O Raman por um espectrômetro (Labram Horiba Evolution) utilizando um laser como fonte de excitação (532 nm).

A morfologia das amostras foi investigada usando um microscópio eletrônico de varredura (MEV) por emissão de campo (JEOL 7100FT) com resolução de 1,2 nm operado a 30 kV. As propriedades ópticas foram obtidas por espectroscopia UV-vis usando um espectrofotômetro Shimadzu UV-2600. A cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) foi desenvolvida por sistema Shimadzu composto de bomba binária (LC-20AD), forno de coluna (CTO-20AC) e detector UV-vis (SPD-20A) a 554 nm.

Testes fotocatalíticos

A eficiência fotocatalítica foi investigada com 100 mL de RhB (pH 6,2) a 1×10^{-5} mol L⁻¹ e 50 mg de BiOBr, sob agitação constante e a 25 °C de temperatura. Utilizou-se um fotoreator com lâmpada policromática Osram ultra-vitalux® de 315-700 nm. Após 30 min no escuro, para alcançar o equilíbrio adsorção/dessorção, o teste foi realizado por 150 min de irradiação policromática.

Resultados e Discussão

A Fig.1 (a) mostra o padrão de DRX para a amostra de BiOBr, no qual demonstrou-se bem indexado com o cartão cristalográfico nº 5035 para estrutura tetragonal com grupo espacial $P4/nmm$ (5). O espectro de Raman, Fig.1 (b), apresentou modos ativos dos tipos E_{1g} ($93,8\text{ cm}^{-1}$) e A_{1g} (114 cm^{-1}) relacionados aos modos vibracionais de alongamento interno Bi-Br (6). O modo ativo com baixa intensidade em 163 cm^{-1} é atribuído ao alongamento Bi-Br interno de E_g (7). A banda em $382,6\text{ cm}^{-1}$ corresponde aos modos E_g e B_{1g} associado ao movimento interno dos átomos de oxigênio (6,7). A imagem de MEV demonstrou uma morfologia na forma de placas (4), além disso, o tamanho das partículas de BiOBr foi estimado em aproximadamente $0,9\text{ }\mu\text{m}$.

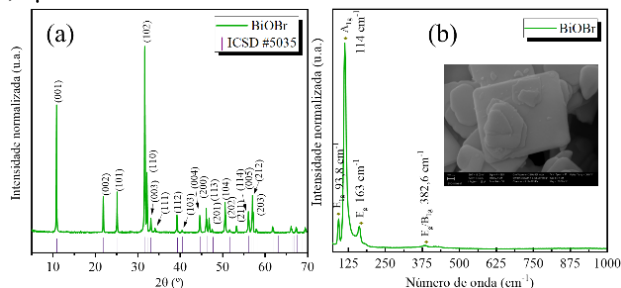


Figura 1. (a) padrão de DRX, (b) espectro de Raman (inserção: MEV da amostra de BiOBr)

O desempenho fotocatalítico de BiOBr sob irradiação policromática, Fig. 2 (a-b), mostra uma redução de 100% na concentração de RhB após 150 min de irradiação. Em contrapartida, na ausência do catalisador (fotólise) não foi observada mudança significativa na concentração do corante. Além dos espectros de UV-vis observados, as amostras no tempo inicial e em 150 min também foram analisadas por HPLC como pode ser observado na Fig. 2 (c). O cromatograma mostra uma redução na intensidade do sinal após o teste catalítico (150 min), corroborando com os dados apresentados por UV-vis em que a degradação foi efetiva.

Além disso, o cromatograma não apresentou sinais distintos, sugerindo que não houve a formação de moléculas intermediárias após o teste fotocatalítico. O diagrama de energia, Fig. 2 (d), foi proposto com base em estudos fotoeletroquímicos e absorção de UV-vis para BiOBr e RhB realizados conforme metodologia do grupo (8). O diagrama propõe o mecanismo de degradação na interface semicondutor/corante, implicando na oxidação de RhB na superfície de BiOBr em forma de placas, posto que o potencial (V) da banda de valência (BV) de BiOBr é mais positivo do que o HOMO a molécula de RhB. Por isso, os buracos fotogerados na BV de BiOBr podem oxidar RhB.

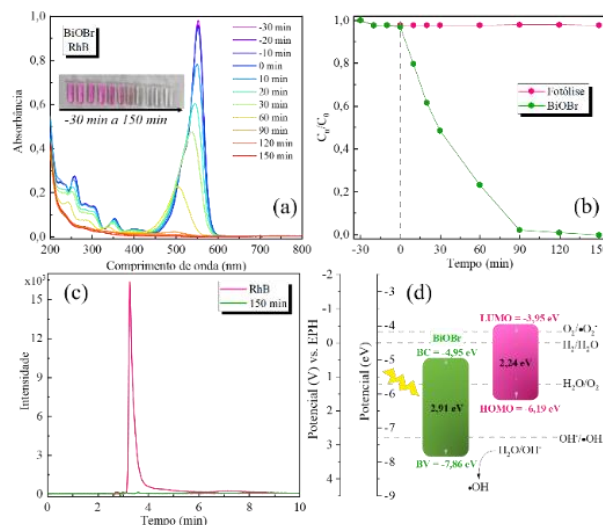


Figura 2. (a) espectro de UV-vis durante a degradação de RhB, (b) gráfico de degradação e fotólise, (c) cromatograma da amostra de RhB antes e após 150 min de teste e (d) diagrama de energia de BiOBr e RhB

Conclusões

A síntese de BiOBr na forma de placa foi bem-sucedida e apresentou-se na estrutura tetragonal conforme dados de DRX. Além disso, o semicondutor demonstrou-se eficiente no processo de degradação de RhB, alcançando 100% de degradação em 150 min de irradiação policromática. Com isso, os resultados obtidos corroboram para uma atividade fotocatalítica bastante promissora de BiOBr frente a oxidação do corante RhB.

Agradecimentos

Os agradecimentos são estendidos aos colegas mencionados no início deste trabalho, bem como às respectivas instituições parceiras.

Referências

- Khan, S. T. & Malik, A. J. *Hazard. Mater.* **2019**, 363, 295–308.
- Jin, X., Ye, L., Xie, H. & Chen, G. *Coord. Chem. Rev.* **2017**, 349, 84–101.
- Zhang, J., Zhang, L., Shen, X., Xu, P. & Liu, J. *CrystEngComm.* **2016**, 18, 3856–3865.
- Guo, Y. *et al. J. Mater. Chem. A.* **2018**, 6, 7500–7508.
- Santana, R. W. R. *et al. J. Phys. Chem. Solids.* **2023**, 173, 111093.
- Silva, L. M. B. *et al. J. Alloys Compd.* **2025**, 1010, 177323.
- Zhang, D., Li, J., Wang, Q. & Wu, Q. *J. Mater. Chem. A.* **2013**, 1, 8622–8629.
- Reis, R. Y. N. *et al. Surfaces and Interfaces.* **2020**, 21, 100675.