

Catalisadores a base de nióbio e lítio para oxidação de rodamina B em fase líquida

Tamara C. Monteiro¹, Fabio C. Riemke², Humberto V. Fajardo¹, Adilson C. Silva¹

¹Departamento de química, Universidade Federal de Ouro Preto. ²Departamento de química, Universidade Federal de Pelotas

Resumo/Abstract

No nosso dia a dia são notáveis os problemas ambientais causados por efluentes industriais, em especial, os contendo corantes. Sabe-se que o tratamento desses efluentes não é fácil, pois possuem estruturas complexas e de difícil biodegradação. Em especial, a rodamina B (Rb), é um corante que possui alta estabilidade química e é considerada altamente tóxica. Sua complexa estrutura, o torna resistente à degradação, sendo importante o estudo e utilização de métodos de degradação eficiente.

Os processos tipo Fenton têm sido os mais utilizados para a degradação de corantes. Nos últimos anos, o nióbio tem atraído atenção como um metal promissor para sistemas do tipo Fenton.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de catalisadores baseados em Nb de promover a degradação da rodamina B (Rb) usando processo do tipo Fenton. Foram avaliados diferentes parâmetros a fim de otimizar as condições para degradação do corante.

Dados de DRX sugerem que catalisadores são compostos de niobato de lítio e Nb_2O_5 . Os catalisadores com proporção 4:1 Li/Nb ou Nb/Li apresentaram maiores capacidades de degradação do corante, com remoção de 78% ou 82% da coloração após 120 minutos.

Palavras-chave: Nióbio, lítio, rodamina b, oxidação

ABSTRACT –

In our daily lives, the environmental problems caused by industrial effluents, especially those containing dyes, are notable. It is known that treating these effluents is not easy, as they have complex structures and are difficult to biodegrade. Rhodamine B (Rb), in particular, is a dye with high chemical stability and is considered highly toxic. Its complex structure makes it resistant to degradation, making it important to study and utilize efficient degradation methods. Fenton-type processes have been the most widely used for dye degradation. In recent years, niobium has attracted attention as a promising metal for Fenton-type systems.

Therefore, this study aimed to evaluate the ability of Nb-based catalysts to promote the degradation of rhodamine B (Rb) using the Fenton process. Various parameters were evaluated to optimize the conditions for dye degradation.

XRD data suggest that the catalysts are composed of lithium niobate and Nb_2O_5 . Catalysts with a 4:1 Li/Nb or Nb/Li ratio exhibited greater dye degradation capabilities, with 78% or 82% color removal after 120 minutes.

Keywords: Niobium, lithium, rhodamine b, oxidation

Introdução

A presença de corantes em efluentes industriais é uma preocupação crescente devido aos seus impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana. Os corantes são utilizados em larga escala pela indústria química, têxtil, farmacêutica, alimentícia entre outras. São substâncias com alto potencial de toxicidade e baixa biodegradação. Um exemplo de corante orgânico amplamente utilizado na indústria é a rodamina B (Rb), um corante altamente tóxico e que apresenta comportamento cancerígeno e mutagênico, além de ser considerado um grave problema para a vida aquática, pois impede a penetração da luz e, portanto, diminui a fotossíntese e interfere nos processos de purificação natural.¹

Os principais métodos para tratamento de efluentes contendo corantes são coagulação, tratamentos biológicos,

adsorção, tratamento de membrana e processos oxidativos avançados (POA's).¹ Os processos oxidativos avançados têm se tornado alvo de muitas pesquisas por se mostrarem promissores para a remoção/degradação de componentes orgânicos de efluentes industriais frente aos processos convencionais. A fim de superar as desvantagens do Processo Fenton, muitos estudos estão sendo voltados para síntese de novos catalisadores heterogêneos que possuem uma alta atividade catalítica. Dentre as possibilidades, o nióbio é um material de grande importância na área de catálise como suporte ou óxido metálico, devido à sua baixa citotoxicidade, excelente estabilidade química e resistência à corrosão em meios ácidos e básicos, bem como sua alta estabilidade termodinâmica. Vários artigos mostram que materiais contendo nióbio em presença de H_2O_2 formam espécies altamente reativas.²

Diante disso, foram avaliados a capacidade de catalisadores de niobato de lítio de promover a degradação do corante rodamina B. Foram avaliados diferentes parâmetros, como tempo, volume de H_2O_2 , entre outros, a fim de otimizar as condições para a máxima eficiência de degradação do corante.

Experimental

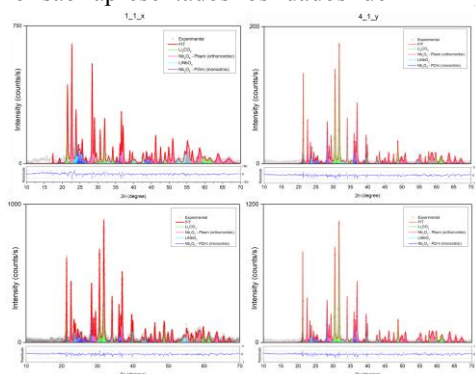
Síntese e Caracterização dos catalisadores.

Os catalisadores foram preparados pelo método de combustão induzida por micro-ondas e caracterizados utilizando diferentes técnicas físico-químicas.

Para os testes catalíticos utilizou-se 10 mg de catalisador, 0,2 mL de H_2O_2 (synth) e 10,0 mL da solução estoque de Rb 20 $mg L^{-1}$ sob agitação constante em temperatura ambiente. As reações foram monitoradas nos tempos de 15, 30, 45 e 90 minutos. Todas as amostras foram analisadas por Espectrofotometria UV/VIS no comprimento de onda de 546 nm.

Resultados e Discussão

Abaixo são apresentados os dados de DRX para os



materialis.

Figura 1: Difração de raios-x para os materiais.

Observa-se pela Fig.1 que o material apresenta niobato de Li e Nb_2O_5 .

Abaixo são apresentados dados de oxidação de Rb.

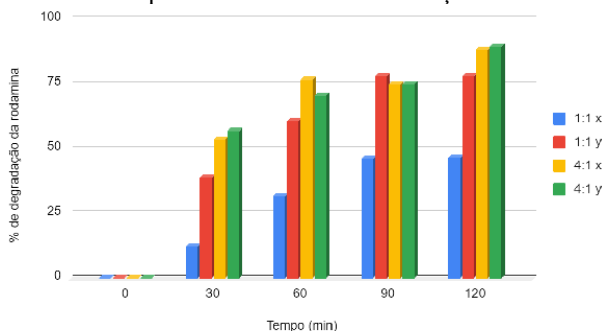


Figura 2. Cinética de degradação de Rodamina B.

Condições: Temper. = 25 °C, [Rb] = 20 $mg L^{-1}$, pH = 7.

Observa pela Fig. 2 que os catalisadores apresentaram elevada capacidade de remoção de cor. O catalisador 4:1 y foi capaz de remover cerca de 90% da coloração após 120 minutos de reação. Para o catalisador 4:1 y, também foi avaliado o efeito do Ph na descoloração da solução. Abaixo são apresentados os dados obtidos.

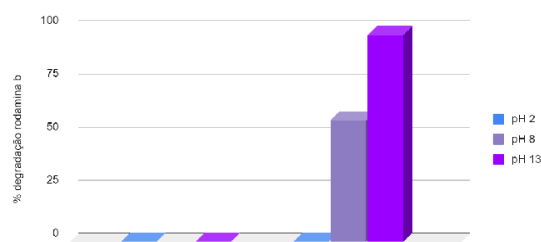


Figura 3. Efeito do pH na degradação de Rodamina B.

Condições: Temper. = 25 °C, Conc. de rodamina = 20 $mg L^{-1}$, tempo 30 min.

Interessante notar na Fig. 3 que o pH é um parâmetro que altera consideravelmente a remoção de cor. Observa-se que em pHs mais elevados (8 e 13) a oxidação da rodamina é aproximadamente 52% e 100%. Os intermediários da degradação foram analisados por ESIMS. Abaixo são apresentados os dados.

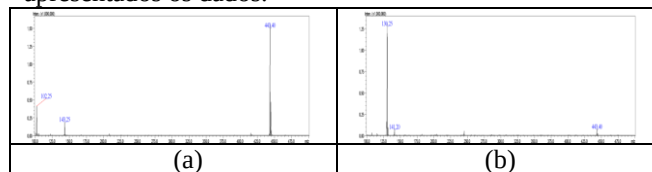


Figura 4. ESI-MS para o padrão (a) e reação após 90 min. (b).

Para o padrão (Fig.4a) observa-se um pico m/z em 443, enquanto após 90 min de reação esse pico diminui e surge um novo pico m/z em 130, sugerindo que a Rb pode estar sendo degradada e formar intermediários de menor massa.

Conclusões

Dados de DRX mostram que os materiais são compostos majoritariamente de niobatos de lítio. Os materiais que tem as maiores diferenças na proporção Nb e Li são mais ativos, a remoção de cor alcançou mais de 90% nas melhores condições. Maiores pHs levam a maiores capacidades de remoção de cor da solução.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPEMIG, Projeto APQ-06627-24 CNPQ, DEQUI-UFOP.

Referências

1. K.C. Pavithra, P.S. Kumar, V. Jaikumar, P.S. Rajan, *J. Ind. Eng. Chem.* **2019**, 75, 1-19.
2. R. P.Nippes, P.D. Macruz, A. D. Gomes, C.P. Girroto, M.H.N.O. Scaliante, M Souza. *Reaction Kin., Mechan.Catal.* **2022**, 135:2697–2717