

# FOTOCATALISADORES PARA DEGRADAÇÃO DE CORANTE TÊXTIL EM PROCESSO FOTO-FENTON HETEROGÊNEO

Jhonatan Douglas Moura de Oliveira<sup>1</sup>; José Geraldo Andrade Pacheco<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Química.- CTG –UFPE; E-mail: jhondouglas@msn.com,

<sup>2</sup>Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Química – CTG – UFPE. E-mail: Geraldo.ufpe@gmail.com

**Sumário:** Neste trabalho foram realizados testes catalíticos na degradação corantes Remazol RB5 com sistemas de catalisadores do tipo: LV (lama vermelha), LV AFe10Mo e estrutura espinélio de ferrita ( $\text{Ni}_{0,2}\text{Cu}_{0,3}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ). O objetivo principal foi investigar o desempenho desses catalisadores em diferentes condições de pH e volume de peróxido. Os testes foram realizados seguindo o método foto-Fenton heterogêneo. Dentre os sistemas estudados, o catalisador espinélio de ferrita foi o que apresentou melhor desempenho, levando uma degradação 96% do corante em apenas 10 min. de reação. A Lama Vermelha exibiu um desempenho de 99%, porém, com um tempo maior de reação, cerca de 60 min. para degradação completa do corante.

**Palavras-chave:** catalisador; corante; degradação; foto-fenton heterogêneo; oxidação;

## INTRODUÇÃO

Os corantes são utilizados em diversas indústrias importantes, especialmente têxtil, onde o pólo têxtil do estado de Pernambuco é um dos grandes centros de beneficiamento têxtil do país, papel e de alimentos, gerando efluentes fortemente coloridos que causam prejuízo estético e danos ao meio ambiente e à saúde humana (Sun *et al.*, 2007; Zhou e He, 2007). Anualmente são produzidas 800.000 toneladas de corantes em todo o mundo, sendo 50% do tipo azo corantes, como o corante reativo remazol preto-B. Estima-se que cerca de 15% dos corantes sintéticos da indústria têxtil são perdidos durante sua manufatura ou na utilização nos processos industriais (Sun *et al.*, 2007; Zhou e He, 2007; Banerjee *et al.*, 2007).

Os radicais  $\cdot\text{OH}$  provém das reações espontânea do  $\text{H}_2\text{O}_2$  com o  $\text{Fe}^{2+}$  (Equação 1) que consiste na essência da técnica Fenton, quando em excesso, o reagente Fenton pode ocasionar reações indesejáveis descritas nas Equações 2-4 conforme afirma Prato-Garcia e Buitrón (2013).



Esses radicais são responsáveis pelo rompimento das ligações duplas covalentes entre o N e uma ligação covalente entre N e uma espécie aromática do cromóforo do azocorante, de acordo com a Fig. 1.

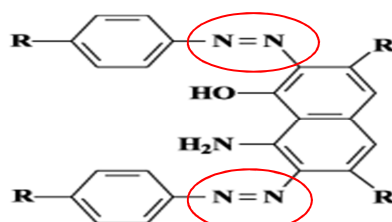
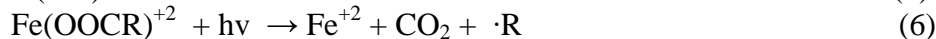


Fig. 1. Exemplo de uma estrutura química característica de um grupo cromóforo de um azocorante.

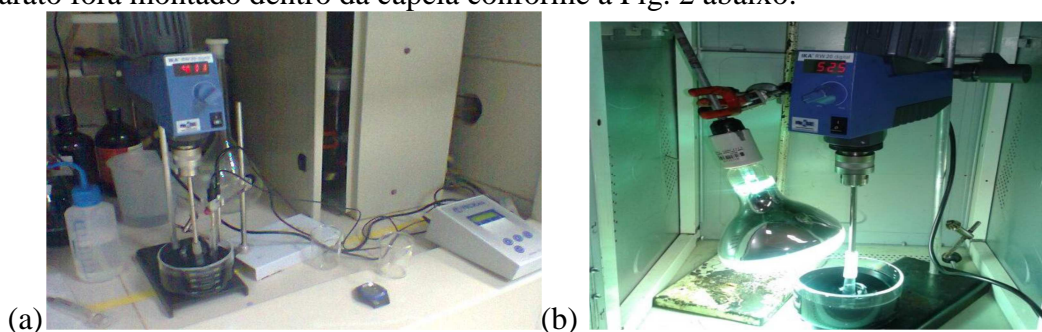
O processo Fenton possui uma desvantagem importante segundo Prato-Garcia e Buitrón (2013) e Módenes *et al.* (2012), consiste numa redução gradual na velocidade de degradação do corante o qual pode ser atribuído à formação de  $\text{Fe}^{3+}$  com ligantes orgânicos (carboxílicos). Esses complexos formados são estáveis e inibem a formação de radicais. Quando usado luz solar no processo, foto Fenton solar, os complexos de hidróxi e complexos orgânicos podem originar novos radicais, consoante às Equações 5-6 (Dias *et al.*, 2013).



Uma alternativa para vencer estas desvantagens está na busca de catalisadores para uso no processo foto-Fenton heterogêneo em condições de pH pouco ácido com uso de peróxido de hidrogênio para acelerar a velocidade de reação e catalisadores com propriedades magnéticas que possa ser facilmente recuperado para reuso após o tratamento do efluente. Foram reportados catalisadores a base de lama vermelha (LV) que é um resíduo originado do processo de Bayer de produção de alumínio e apresenta em sua composição o  $\text{TiO}_2$ , de acordo com Sushil e Batra (2008). Saputra *et al.* (2012) aplicou a LV suportado com cobalto para produção de radicais de sulfeto na degradação de fenol na fase aquosa. Oliveira *et al.* (2014) estudou o resíduo de LV modificada para a degradação de corante lipofílico Sudão IV, tiofeno, quinolina e dibenzotiofeno.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram usados os seguintes materiais: balão volumétrico de 2 L para preparo de solução de 50 ppm de corante RB5, provetas de 250 e 50 mL, Seringas de 10 e 20 mL, béquer de 100 mL, frascos âmbar etiquetados e com tampa (a quantidade depende de quantos ensaios irá se fazer), pipetas e pêra, Corante remazol preto B 133% (DyStar) (C.I. Reactive Black 5 – RB5 ( $\text{C}_{26}\text{H}_{21}\text{O}_{19}\text{N}_5\text{S}_6\text{Na}_4$ ), P.M.=986, C.I. 20505, CAS 17095-24-8, peróxido de hidrogênio 30% ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) Vetec ( $\geq 30\%$ , P.M.= 34,02), ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) F. Maia (95 – 98%), sulfito de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) P.A. ACS ( $\geq 98\%$ , P.M.=126,04), hidróxido de sódio (NaOH) Merck ( $\geq 99\%$ , P.M.=40,0) solução inibidora com concentração de 0,1M de  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , 0,1M. Os testes de degradação usaram os equipamentos reator com agitação, caixa de reação fotocatalítica, balança analítica, filtro à vácuo, pHmetro, cronômetro. Todo o aparato fora montado dentro da capela conforme a Fig. 2 abaixo:



**Fig. 2:** (a) Aparato montado dentro da capela; (b) Aparato montado dentro da caixa de reação fotocatalítica.

#### Método para degradação do corante RB5

Inicialmente foi realizada adsorção do corante no sistema da Fig. 2(a), com o pHmetro, sistema de agitador, reator de 300 mL com a solução do corante RB5 e catalisador que foi deixado sob agitação sem luz por 30 minutos, depois foi realizada uma coleta de 10 mL e filtrado a vácuo e armazenado em vidro âmbar devidamente etiquetado.

A degradação do RB5 foi realizada após a adsorção inicial numa caixa de reação fotocatalítica com luz ULTRA-VITALUX 300W 230V E27 - 1000h – OSRAM, conforme

a Fig. 1(b), para que a solução reagisse sob efeito da luz. Foi utilizada uma seringa de 20 mL (para coletar 15mL após 10, 35, e 60 min. ; Pipeta de 10 mL; Frascos âmbar com tampa (a quantidade depende do experimento).

## RESULTADOS

Foi realizado testes de degradação de corante RB5 de concentração a 50ppm com três catalisadores: Espinélio de ferrita ( $\text{Ni}_{0,2}\text{Cu}_{0,3}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ), Cuprospinel ( $\text{CuFe}_2\text{O}_4$ ) e Lama Vermelha com variação de pH 6 a 11 e peróxido de Hidrogênio de 5 a 39 mM.

A Fig.3 apresenta o desempenho do FNiCuZn na degradação do corante na faixa de pH 6-11 e 5-39 mM de  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

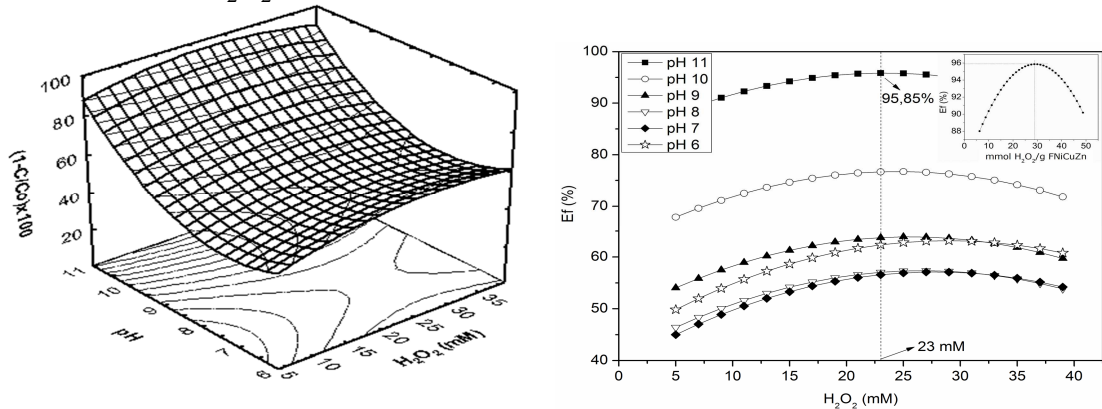


Fig 3. Degradação de corante RB5 no processo FNiCuZn/ $\text{H}_2\text{O}_2$ /UV-Vis.

Na figura 4 é apresentada degradação do corante com o catalisador de lama vermelha LV sob radiações de  $8,5 \text{ W m}^{-2}$  e  $36 \text{ W m}^{-2}$ . Observou-se que houve degradação de 99% de eficiência com concentração inicial de  $\text{H}_2\text{O}_2$  igual a 11 mM e pH 3.

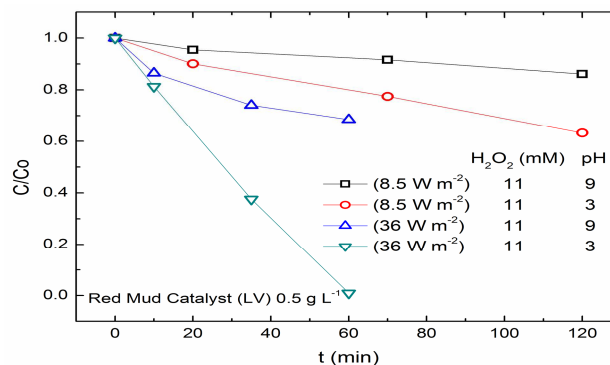


Fig 4. Efeito na degradação de corante RB5 através de processo Cat/ $\text{H}_2\text{O}_2$ /UV utilizando radiação de  $8,5 \text{ W m}^{-2}$  e  $36 \text{ W m}^{-2}$ . Curva de decaimento na degradação do corante RB5.

## DISCUSSÃO

A degradação do RB5 com o melhor catalisador de espinélio de ferrita levou a uma eficiência de 96% com concentração de 23mM de  $\text{H}_2\text{O}_2$  com pH 11. Este pH está fora da faixa típica do processo foto-Fenton. Quanto a Lama Vermelha, percebe-se que aumentando a potencia de radiação, ocorre uma degradação de ~99% em 60 min de reação.

## CONCLUSÕES

O processo oxidativo avançado (POA) do tipo foto-Fenton heterogêneo mostrou-se eficiente na degradação do corante têxtil RB5. Observou-se um destaque na degradação me presença do óxido misto do tipo espinélio de ferrita que levou a 96% de eficiência em 10 min de reação.

Para trabalhos futuros, recomenda-se uma análise do grau de toxicidade dos subprodutos gerados pela degradação do corante RB5 e do efluente real.

### AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de fazer esse trabalho, ao CNPq por custear financeiramente a pesquisa, ao professor Fernando Ferreira Dias da UFRPE por sua ajuda e colaboração, além da UFMG e da UFCG pelo apoio na preparação dos catalisadores.

### REFERÊNCIAS

- Banerjee, P., DasGupta S. & De S. 2007 *Journal of Hazardous Materials* 140: 95–103.
- Dias, F. F. S., Lira, R. J., Chiavone-Filho, O., Carvalho, F. O. & Pacheco, J. G. 2013 *Degradation of Reactive Black 5 dye by photo-Fenton process in a PTC reactor with modeling and optimization using ANN. Scientia Plena*, 9 (10), 104201-1 - 12.
- Dias, F. F. S., Oliveira, A.A.S., Arcanjo, A.P.; Moura, F. C. C.; & Pacheco, J. G. 2014. *CICat* 2014.
- Módenes, A.N., Espinoza-Quiñones, F.R., Manenti, D.R.; Borba, F.H.; Palácio, S.M. & Colombo, A. 2012 *Journal of Environmental Management* 104: 1-8.
- Oliveira, A.A.S., Teixeira I. F, Christofani, T., Tristão, J. C., Guimarães, I. R. & Moura, F. C. C. 2014 *Appl Catal B: Environmental* 144: 144– 151.
- Oliveira, A.A.S., Teixeira I. F., Ribeiro, L.P.; Tristão, J. C., Dias, A. & Lago, R.M. 2010 *J. Braz. Chem. Soc.* 21: 2184-2188.
- Prato-Garcia, D. & Buitrón, G. 2013 *Journal of Environmental Management* 131: 66-73.
- Saputra, E., Muhammada, S., Suna, H., Anga, H. M., Tadéa, M. O. & Wanga, S. 2012 *Catal Today* 19068-72.
- Sun, J-H., Sun, S-P., Wang, G-L. & Qiao, L-P. 2007 *Dyes and Pigments* 74: 647-652.
- Sushil, S. & Batra, V.S. 2008 *Applied Catalysis B: Environmental* 8164–77.
- Zhou, M. & He, J. 2007 *Electrochim. Acta* 53:1902–1910.