

1.06.03 – Físico-química.

DESENVOLVIMENTO DE UM TRATAMENTO DE EFLUENTES ATRAVÉS DE PROCESSOS OXIDATIVOS E REDUTIVOS UTILIZANDO CATALISADORES HETEROGÊNEO PARA REAÇÃO DE FENTON.

Fábio A. Seixas^{1*}, Josealdo Tonholo², Carmem L.P.S. Zanta³

1. Estudante de IC do Instituto de Química e biotecnologia da UFAL

2. Pesquisador do Instituto de Química e biotecnologia da UFAL

3. Pesquisadora do Instituto de Química e biotecnologia da UFAL/ Orientadora

Resumo:

A busca por processos simples e eficientes de tratamento de efluentes, vão de encontro às propriedades dos processos oxidativos e redutivos utilizando Fe^0 . Dentre os processos oxidativos destacasse a reação de Fenton devido a grande eficiência na degradação de poluentes orgânicos. O único inconveniente é a necessidade do rigoroso controle do pH e a formação de lodo ($(FeOH)_x$). Este projeto buscou desenvolver um sistema de tratamento de efluente utilizando catalisador heterogêneo para a reação de Fenton e foto-Fenton. Como catalisador utilizou-se lã de aço comercial. O efluente tratado foi uma solução contendo o corante amarelo sol. O processo redutivo (Fe^0) apresentou pouca eficiência para a redução da concentração do corante. Já o processo Fenton levou a redução de ~64% do corante em batelada e ~84% no reator em fluxo contínuo. O processo foto-Fenton foi o que apresentou melhor resultados, a redução de 91,51 % do corante do efluente. Porém observou-se a formação de lama após a reação.

Autorização legal: Esse trabalho não requer autorização para execução.

Palavras-chave: Reação de Fenton, tratamento de efluentes, catalisadores heterogêneo.

Apoio financeiro: CNPq

Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição: UFAL

Introdução:

Os corantes são amplamente utilizados em várias áreas industriais, na indústria têxtil, papel, borracha, cosméticos, plásticos, etc. Com isso, a quantidade de corantes lançado no meio ambiente é grande (ESPARZA, 2010). O meio ambiente é afetado, pois o resíduo dessa substância pode promover a interferência em processos luminosos e mutação nos seres que vivem nesse meio. Corantes azos, como este utilizado no estudo, têm como característica ser cancerígeno e mutagênico para o ecossistema aquático (MARMITT, FREIBERG & STÜLP, 2008). Nota-se que é fundamental o tratamento adequado de efluentes que contenha essas substâncias.

Como um método promissor na área de tratamento de efluente, devido a sua eficiência na degradação de compostos orgânicos e custo baixo, tem-se as reações de Fenton e foto-Fenton. A eficiência desses processos é associada ao radical hidroxila que tem um potencial redox alto ($E^{\circ} = 2,80V$), o que promove a degradação dos compostos orgânicos resultando em CO_2 e H_2O . Na reação de Fenton o radical hidroxila é gerado pela decomposição do peróxido de hidrogênio catalisada pelos íons de $Fe(II)$.

Apesar de eficiente, a reação de Fenton apresenta dois inconvenientes, um é a necessidade do controle rigoroso do pH ($pH \sim 3,0$) e a geração de lama residual ($(FeOH)_x$), após o ajuste final de pH. Para minimizar esses efeitos catalisadores heterogêneos estão sendo desenvolvidos buscando elevada eficiência em pH neutro gerando pouco resíduo.

Um dos desafios do processo Fenton heterogêneo são os reatores e foto-reatores que permitam elevada vazão, eficiência fotoquímica e mobilização do catalisador.

Dentro desse contexto, este trabalho objetivou desenvolver um reator de fluxo contínuo para o tratamento de um efluente contendo corante, utilizando-se catalisadores

heterogêneos ($\text{Fe}^0/\text{Fe}^{2+}$) para a reação de Fenton e foto-Fenton.

Nesse estudo optou-se por utilizar lã de aço comercial como catalisador heterogêneo devido à facilidade de aquisição, homogeneidade e o custo baixo (CAMARGO, PIRES & AZEVEDO, 2010).

Metodologia:

Nesse estudo o efluente utilizado foi o corante E-110 (amarelo sol) em uma concentração constante de 100 ppm. O método empregado para o tratamento foi o processo de Fenton e foto-Fenton, onde se utilizou lã de aço comercial como catalisador. O parâmetro utilizado para avaliação da eficiência do processo foi a diminuição de concentração do corante analisada pela redução da banda de absorção da solução na região UV/VIS (478 nm). Para isso alíquotas de solução foram coletadas e analisadas em intervalos de tempo pré-determinados até completar 60 minutos de reação.

Em um reator de batelada (béquer) com volume de 250 mL realizou-se a reação variando-se a massa de lã de aço em 1,0 g, 0,75 g e 0,5 g, com agitação magnética de 300 rpm, e sem adição de peróxido de hidrogênio.

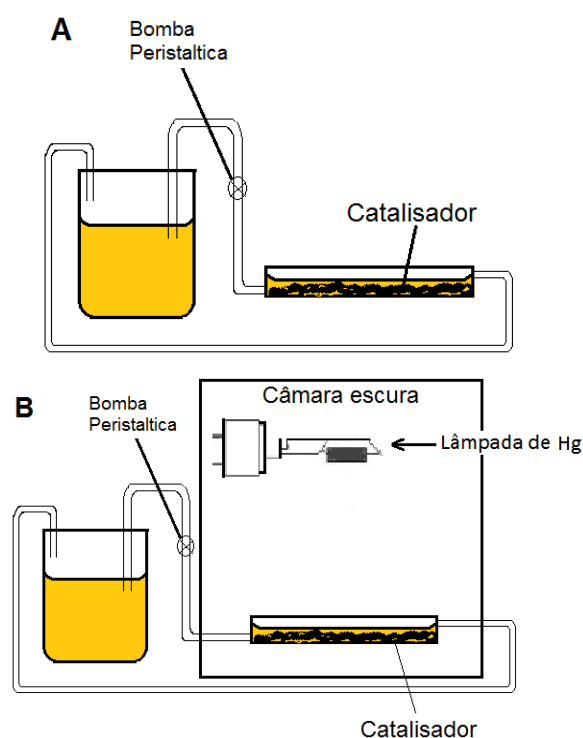
Na segunda etapa repetiu-se o mesmo procedimento anterior, porém com adição de 5 mmol L⁻¹ de peróxido de hidrogênio.

Na terceira etapa do projeto foi utilizado um reator de fluxo leito contínuo (Figura 2A), com um volume de 450 mL e uma vazão de 92 mL / minutos. Utilizando uma massa de 7,60 g da lã de aço variando-se a concentração de peróxido de hidrogênio de 0, 5, 10 e 20 mmol L⁻¹. O sistema foi montado com um reservatório contendo o efluente e uma bomba de sucção para conduzir o efluente do reservatório para o reator e ao mesmo tempo conduzir o efluente do reator para o reservatório fechando um ciclo.

Na quarta etapa, foi montado o mesmo sistema da etapa anterior, porém com uma quantidade constante de 5 mmol L⁻¹ H₂O₂ e 7,60 g da lã de aço sob a emissão de radiação de luz artificial com lâmpada de mercúrio, variando entre 80 W e 125 W.

Os sistemas dos reatores de Fenton e foto-Fenton de fluxo contínuo estão representados na Figura 1A e 1B, respectivamente.

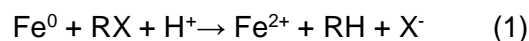
Figura 1: **A)** Reator fluxo leito para reação de Fenton heterogênea; **B)** Reator fluxo leito para reação de foto-Fenton heterogênea.



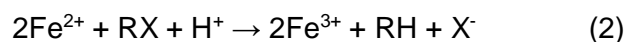
Resultados e Discussão:

No primeiro procedimento que consisti na reação em batelada avaliando apenas o processo redutivo, ou seja, sem uso do H₂O₂, resultou na redução de apenas 11,03 %; 1,27 % e 3,84% do corante utilizando 1,0 g; 0,75 g e 0,5 g de catalisador, respectivamente.

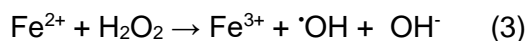
A reação 1 é a reação global que pode ocorrer entre o corante e o ferro zero do catalisador. Essa reação costuma ocorrer sob condições termodinâmicas muito favoráveis.



Em um sistema aquoso com ferro de valência zero, além do Fe⁰ o Fe²⁺ também pode atuar como espécie redutiva, tal como demonstrado na Equação 2. Os íons ferrosos são agentes redutores capazes de promover a dealogenação de alguns haletos de alquila ou a redução de outros compostos, mas estas reações costumam apresentar uma cinética muito lenta (MATHESON e TRATNYEK, 1994), o que justifica a baixa eficiência.



No mesmo estudo, porém com uso do peróxido de hidrogênio, caracterizando a reação de Fenton (Equação 3), resultaram na redução de 64,71 %, 62,23 % e 44,41 % do corante com uso de 1,0 g, 0,75 g e 0,5 g da lã de aço.



A eficiência da reação de Fenton está associada ao radical hidroxila formado que é um excelente agente oxidante.

No reator de fluxo contínuo foi utilizada uma massa de 7,6 gramas de lã de aço no tratamento de 450 mL de efluente. Para esse estudo obteve-se a redução de 72,96 % da redução do corante sem adição do peróxido de hidrogênio (processo redutivo), já com a adição de 90, 180 e 360 ppm de H_2O_2 as reduções foram de 79,78 %, 84,65 % e 70,67 % da redução do corante, respectivamente.

Na reação foto-Fenton no reator em fluxo contínuo as reduções foram de 90,58 % para 80 W e 91,51 % para 125 W emitidos. Comprovando a maior eficiência do processo fotocatalítico.

Apesar da elevada eficiência do processo em fluxo contínuo observou-se ao final do processo a precipitação do lodo. Infelizmente, mesmo no processo heterogêneo a formação do lodo é inevitável. Novos estudos deverão ser realizados otimizando a eficiência do processo de oxidação/redução com o mínimo de lodo possível.

Conclusões:

O processo redutivo (Fe^0) apresentou pouca eficiência para a redução da concentração do corante. Já o processo Fenton levou a redução de ~64% do corante em batelada e ~84% no reator em fluxo contínuo. O processo foto-Fenton foi o que apresentou melhor resultados promovendo a redução de 91,51 % do corante do efluente. Porém após a reação observou-se a formação de lama devido ao ferro dissolvido. Como a formação de lama é inevitável, mesmo no processo heterogêneo, pretende-se otimizar o processo buscando a maior eficiência com a menor geração possível de lama residual.

Referências bibliográficas

CAMARGO, PIRES & AZEVEDO, monitoramento da fotodegradação do corante *Acid Black 1* via processo Fenton modificado;

2010;

ESPARZA, P. et al. Photodegradation of dye pollutants using new nanostructured titânia supported on volcanic ashes. *Revista Applied Catalysis A: General*. Vol. 388, p. 7-14, 2010.

TAUCHERT; PERALTA-ZAMOR; degradação de corante têxteis por processos fundamentais no uso de ferro metálico, 2004;

MARMITT, FREIBERG & STÜLP; avaliação da degradação de corantes por processos oxidativos avançados, 2008;

Matheson, L. J.; Tratnyek, P. G.; *Environ. Sci. Technol.* **1994**, 28, 2045.