DESCOLORAÇÃO DE CORANTE AZO VIA SISTEMA FOTO-FENTON

Emily Nascimento Leite (PROVIC/UEPG), Elaine Regina Lopes Tiburtius (Orientadora), e-mail: erltiburtius@gmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Química

Química, Química Ambiental.

Palavras-chave: corante têxtil, degradação, foto-Fenton, lâmpada de LED.

Resumo

Buscando avaliar a eficiência do sistema foto-Fenton, tendo como fonte de energia uma lâmpada de LED/VIS de 50 W (4500 lumens), alternativa às lâmpadas de vapor de mercúrio, realizou-se a degradação do corante Preto Reativo 5 (PR5), amplamente usado em indústrias têxteis. A otimização do sistema foi realizado utilizando inicialmente um planejamento Doehlert. Os resultados indicaram uma região onde seria possível obter a melhor resposta e a partir desta foi realizado outro planejamento (2^2 com ponto central) que mostrou a melhor região com a máxima porcentagem de degradação do corante PR5 (50 mg L^{-1}). Os valores para a concentração de Fe^{2+} e H_2O_2 foram respectivamente, 25mg L^{-1} e 60mg L^{-1}. Avaliando a degradação em tais condições o sistema mostrou-se bastante eficiente, obtendo taxas de degradação de 95% em apenas 5 minutos de reação. A substituição da lâmpada de vapor de mercúrio pela lâmpada de LED foi a principal vantagem do sistema utilizado.

Introdução

Parte da preocupação com a poluição ambiental vem da contaminação dos recursos hídricos naturais. Uma grande parcela da contaminação deve-se as indústrias têxteis, que geram grandes volumes de efluentes, os quais muitas vezes acabam sendo descartados inadequadamente. A maior preocupação, entretanto, está relacionada com a descarga de resíduos contendo corantes do tipo azo, os quais podem ser biotransformados no ambiente, gerando produtos de elevado poder carcinogênico e mutagênico [1]. Avaliando-se que por volta de 20% destes corantes são descartados nos efluentes, tem se buscado meios eficientes para degradação de tais. Os Processos Oxidativos Avançados (POAs) são fundamentados na formação do radical hidroxila (HO•), um forte agente oxidante. Tal radical pode ser formado por meio da reação de íons Fe^{+2} com H_2O_2 (Fenton), a qual pode ser ainda mais eficiente quando sob radiação UV (foto-Fenton). Muitos processos chegam a utilizar as lâmpadas de mercúrio para tal função, porém vários inconvenientes estão associados a estas, tal como a baixa eficiência fotônica resultando em alto consumo de energia e ao descarte do mercúrio. Por outro lado, as lâmpadas de LED possuem maior eficiência na conversão de eletricidade em luz e não possuem metal perigoso ao meio ambiente, como é o caso do mercúrio [2]. Deste modo, o principal objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência do processo foto-Fenton na degradação do corante azo, Preto Reativo 5 (PR5), utilizando-se como fonte de radiação uma lâmpada de LED/VIS.

Materiais e Métodos

Os principais reagentes utilizados foram: soluções de 50mg L^{-1} de corante Preto Reativo 5 (PR5)(Sigma-Aldrich), peróxido de hidrogênio (Neon, 35%), sulfato de ferro II (Vetec), e ácidos e bases de grau analítico P.A. Posteriormente ao preparo da solução de PR5, corrigiu-se o pH em 3,0 e utilizou-se, para o processo de degradação, um reator convencional de bancada de capacidade de 250mL, sendo a radiação proporcionada por uma lâmpada de LED de 50W de potência (4500 lumens). Para otimizar o processo de degradação utilizou-se planejamento fatorial de experimentos, avaliando a concentração de íons Fe^{2+} e de H_2O_2. Para parar a reação de Fenton utilizou-se bissulfito de sódio, sendo 1mL de bissulfito para 10mL de amostra. A análise das respectivas absorbâncias foi realizada no espectrofotômetro da Varian Cary model 50 utilizando-se uma cubeta de quartzo.

Resultados e Discussão

Para determinar a melhor condição para a degradação do corante azo PR5 utilizando uma lâmpada de LED fez-se o uso de um planejamento Doehlert que permite avaliar variáveis que apresentam efeitos pronunciados em um número maior de pontos estudados [3]. As variáveis avaliadas foram a concentração de ferro e de peróxido de hidrogênio. Os ensaios foram realizados no tempo de 1minuto e a resposta dos ensaios foi a redução da concentração determinada via método colorimétrico. Os dados foram tratados e os resultados podem ser visualizados por meio do gráfico de contorno (Figura 1-A) e de Pareto (Figura 1-B).

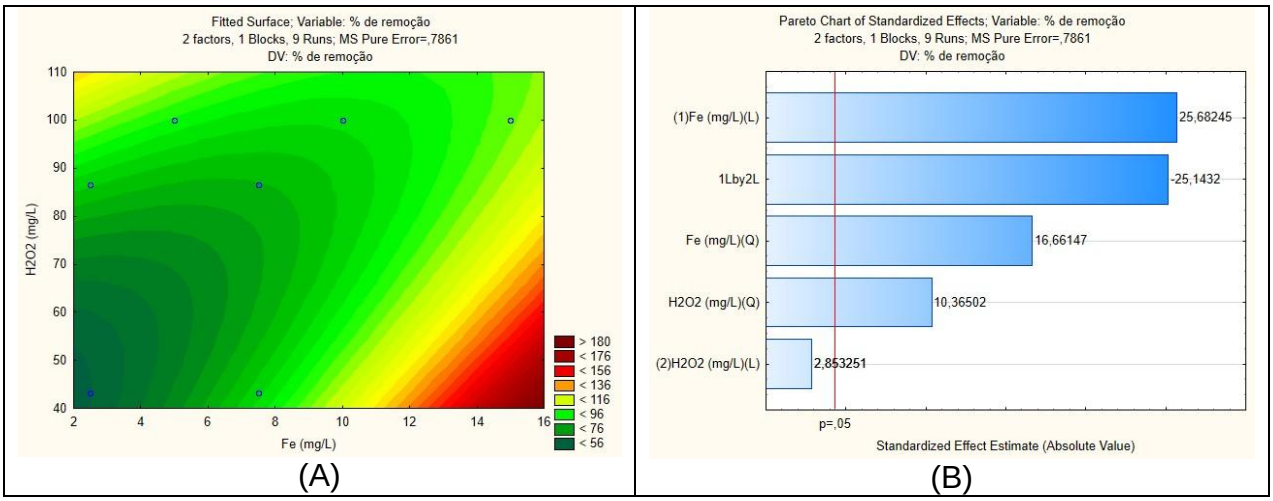


Figura 1 – Gráfico de contorno (A) e Gráfico de Pareto (planejamento inicial)

Nota-se que a região mais próxima da área em vermelho é onde obtêm-se a melhor resposta, ou seja, utilizando-se $[Fe^{2+}]$ = 15 mg L^{-1} e $[H_2O_2]$ = 100 mg L^{-1}. Tal resposta pode ser ainda evidenciada quando analisa-se o gráfico de Pareto (Figura 1-B). Neste verifica-se que a primeira barra, sendo esta a mais significativa da degradação, representa a concentração de ferro. Seguindo desta aparece o fator 1by2, que representa a interação entre o ferro e o H_2O_2, e que apresenta, a frente da barra, um valor de sinal negativo. Tal sinal expressa que um dos valores estará em nível alto (+) e o outro em nível baixo (-), deste modo resultando no valor negativo da relação entre ambos. Sabendo que o ferro foi o mais significativo dentre todos em

nível alto, implica que a concentração de H_2O_2 deve estar em nível baixo, para que assim seja satisfeito o sinal da relação entre ambos (1by2). Considerando todos os resultados anteriores, realizou-se mais um planejamento 2^2 para definir a condição ótima. Neste utilizou-se $[Fe^{2+}]$=15 mg L^{-1} e $[H_2O_2]$= 40 mg L^{-1} como ponto central.
Por meio da análise gráfica dos resultados obtidos visualiza-se, na figura 2-A, que as condições representadas na região vermelha determinam as que obtiveram as melhores taxas de degradação, tal como em $[Fe^{2+}]$ = 25mg L^{-1} e $[H_2O_2]$ = 60mg L^{-1}.

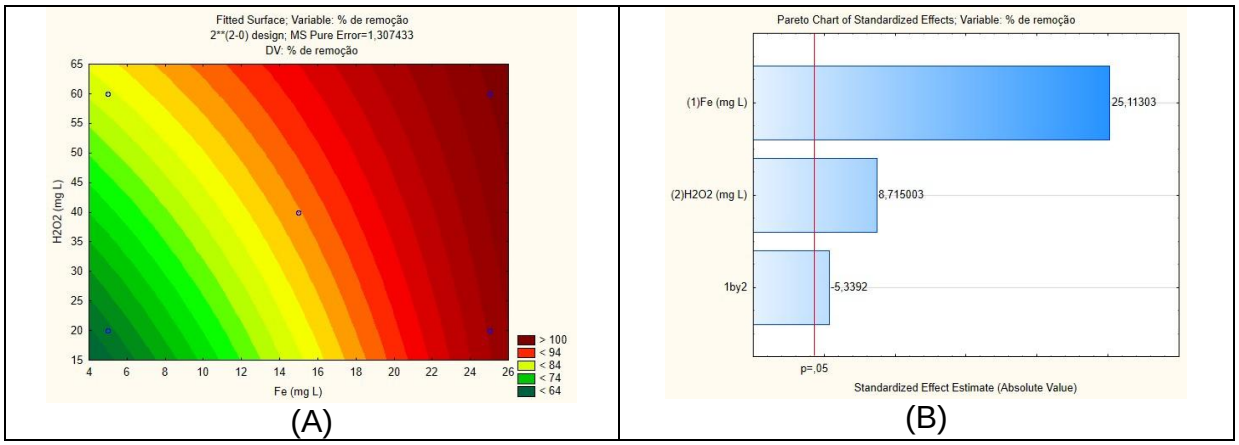


Figura 2 – Gráfico de Contorno e Gráfico de Pareto (segundo planejamento)

Tal resultado pode ser confirmado pelo gráfico de Pareto (Figura 2-B). Por meio deste nota-se que tanto o H_2O_2 quanto os íons Fe^{2+} foram significativos no processo de degradação. Além disso, observa-se também que os valores no gráfico para ambos são positivos, ou seja, que os melhores níveis destes para degradação são em níveis altos, exatamente a condição demonstrada no gráfico de contorno (Figura 2-A). Posteriormente, realizou-se uma cinética de degradação utilizando-se a melhor condição ($[Fe^{2+}]$= 25mg L^{-1}, $[H_2O_2]$= 60mg L^{-1} e [PR5]= 50mg L^{-1}). Os resultados são mostrados na Figura 3.

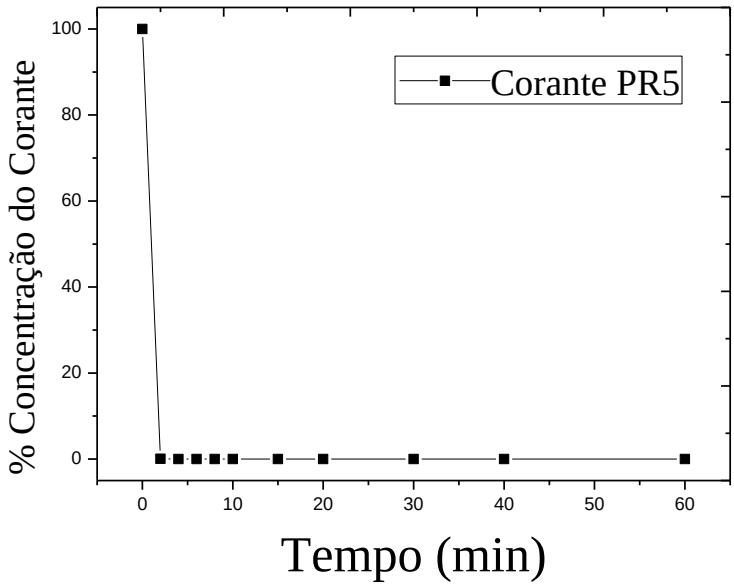


Figura 3 – Gráfico da Cinética da reação na melhor condição

A rápida remoção da cor (< 5min) deve-se à quebra da dupla ligação entre os átomos de nitrogênio (N=N) presentes no grupo cromóforo do corante [4]. Neste tipo de processo, os principais responsáveis por atacar a dupla ligação presente no corante são os radicais hidroxila formados a partir dos reagentes de Fenton. Os resultados obtidos neste trabalho mostraram-se ainda melhores do que já relatados na literatura. Por exemplo, Ferreira *et al.* (2016) avaliaram a degradação do corante PR5 utilizando TiO_2 e lâmpada de UV-A-LEDs, e obtiveram a porcentagem de descoloração do corante de 70%.

Conclusões

Por meio dos resultados obtidos conclui-se que o processo de degradação proposto se mostrou muito promissor. A otimização do processo de degradação permitiu encontrar uma região ótima para degradação do corante (PR5 50mg L^{-1}) sendo esta utilizando $[Fe^{2+}]$=25mg L^{-1} e $[H_2O_2]$=60mg L^{-1}. Nestas condições a taxa de degradação observada foi de 95%. A principal vantagem que este sistema apresenta é a substituição da lâmpada de vapor de mercúrio por uma lâmpada de LED-visível. Esta, além de reduzir custos com energia, permite a substituição das lâmpadas de vapor de mercúrio, danosas ao ambiente.

Agradecimentos

UEPG, C-LABMU, GDMIT e ao PET Química.

Referências

[1] SOUZA, K. V., PERALTA-ZAMORA, P., ZAWADZKI, S. F. Imoblização de ferro (II) em matriz de alginato e sua utilização na degradação de corantes têxteis por processos Fenton. **Revista Quimica Nova**, v. 31, p.1145-1149, 2008.

[2] FERREIRA, Leonor C. et al. Photocatalytic oxidation of Reactive Black 5 with UV-A LEDs. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.4, n.1, p.109-114, Mar/2016.

[3] TEÓFILO, R. F., FERREIRA, M. M. C. Quimiometria II: Planilhas eletrônicas para cálculos de planejamentos experimentais, um tutorial. **Revista Química Nova**, v.29, n.2, p.338-350, 2006.

[4] CÂMARA, Arthur Medeiros. **Corantes azo: características gerais, aplicações e toxicidade.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2017.