

# AVALIAÇÃO DE PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS PARA REMOÇÃO DE CORANTES TÊXTEIS PRESENTES EM ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Evelyn Cristine Miná Barbosa <sup>1</sup>  
Fernando Fernandes Vieira <sup>2</sup>

## INTRODUÇÃO

A poluição dos recursos hídricos é uma das preocupações atuais tanto em países ricos como também em países em desenvolvimento. Uma das fontes dessa contaminação são as indústrias, que realizam o lançamento de efluentes industriais, algumas vezes até sem o devido tratamento, nos mananciais. Entre as indústrias responsáveis por esses lançamentos, temos a indústria têxtil, que produz efluentes de alta carga poluidora, com alta concentração de matéria orgânica e fortemente tingidos pelos corantes que não se fixaram à fibra dos tecidos.

Esses efluentes conferem cor às águas dos mananciais causando, além da degradação da qualidade da água, impactos negativos no valor estético do corpo d'água. Águas que apresentam alto valor de cor, reduzem a penetração da luz solar, o que prejudica o processo de fotossíntese, bem como diminui o oxigênio dissolvido, inibindo o crescimento da biota aquática.

Os tratamentos para águas residuárias podem ser feitos através de tratamentos biológicos, processos de membranas, processos oxidativos avançados, técnicas eletroquímicas e processos de adsorção. Os processos oxidativos avançados têm sido extensivamente estudados devido ao seu potencial como alternativas ou complementos aos processos convencionais de tratamento de efluentes, uma vez que os radicais hidroxila gerados são altamente reativos e pouco seletivos, podendo atuar na oxidação química de uma vasta gama de substâncias (MELO et al., 2009).

Devido ao aumento da complexidade no tratamento de águas residuárias, esses processos têm sido alvo de maior atenção e de um número cada vez maior de estudos, visto que há a necessidade de busca de novas tecnologias para o tratamento desse tipo de rejeito.

Os processos oxidativos avançados (POAs) são processos de oxidação química, baseados na geração de radicais livres, principalmente o radical hidroxila, que é uma espécie extremamente reativa e pouco seletiva. O radical hidroxila possui alto poder oxidante e pode promover a degradação de vários compostos poluentes de forma efetiva.

O radical hidroxila reage rápida e indiscriminadamente com muitos compostos orgânicos de diferentes formas, como por adição à dupla ligação ou por abstração do átomo de hidrogênio em moléculas orgânicas alifáticas (SOUZA et al., TIBURTIUS & PERALTA-ZAMORA, 2004). O resultado dessas reações é a formação de radicais orgânicos que reagem com o oxigênio, dando assim início à uma série de reações de degradação, que podem resultar em espécies inócuas, como o CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O (SAFARZADEH-AMIRI et al., 1997).

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [evelyncmina@gmail.com](mailto:evelyncmina@gmail.com);

<sup>2</sup> Professor orientador Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA, Centro de Ciências e Tecnologia - CCT, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [fernanvieira@gmail.com](mailto:fernanvieira@gmail.com)

Como principais vantagens do processo  $H_2O_2/UV$ , podemos citar que se trata de um procedimento de operação simples, que apresenta estabilidade térmica e no qual não há problemas de transferência de massa. Quanto aos pontos negativos temos o custo do processo e que a taxa de oxidação química do poluente é limitada pela taxa de formação dos radicais hidroxilas.

## **METODOLOGIA**

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Pesquisa em Ciências Ambientais (LAPECA) pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Para a realização dos experimentos foi preparada uma solução estoque do corante de 2000 mg/L. A partir dessa solução foram preparadas as soluções de diferentes concentrações.

Para avaliar a remoção do corante têxtil Tupy através dos processos oxidativos avançados, foi empregada a técnica do planejamento fatorial, onde foram analisadas as influências da concentração inicial da solução de corante, do tempo de exposição à irradiação UV e da quantidade de lâmpadas UV utilizadas (cada lâmpada com 20 Watts). Foram considerados os níveis inferior, central e superior para cada variável. Para a concentração inicial, os níveis foram de 400, 500 e 600 mg/L, respectivamente. Para a variável tempo, os níveis foram de 60, 90 e 120 minutos, respectivamente. Quanto à quantidade de lâmpadas UV utilizadas, os níveis inferior, central e superior, foram de 1, 2 e 3 lâmpadas, respectivamente.

Desse modo, pelo planejamento fatorial foram determinados 11 experimentos. Desses, 8 experimentos com as três variáveis se alternando entre os níveis superior e inferior, de modo que todos os experimentos apresentassem condições diferentes entre si. Também foram determinados 3 pontos centrais, nos quais as três variáveis apresentavam os valores atribuídos apenas aos níveis centrais, resultando em 3 experimentos com as mesmas condições. Em todos os ensaios, foram adicionados 30 mL de uma solução de 300 g/L de peróxido de hidrogênio ao iniciar, e em seguida, em intervalos de 30 minutos. Após o fim dos ensaios, foram medidas as absorvâncias das soluções com o corante no espectrofotômetro.

Após realização dos experimentos determinados no planejamento fatorial, foi escolhido o experimento que apresentou melhor eficiência para analisar a cinética de degradação do corante, para que fosse repetido o experimento nas mesmas condições, porém com realizando coletas de 10 em 10 minutos e leituras de sua absorvância no espectrofotômetro. Também foi adicionados 30 mL da solução de 300 g/L de peróxido de hidrogênio ao iniciar, e em seguida, em intervalos de 30 minutos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Para construção da curva de calibração, foi realizada uma diluição da solução estoque do corante para uma solução de concentração igual a 100 mg/L, a qual foram realizadas leituras no espectrofotômetro para uma varredura dos comprimentos de onda, com o objetivo de encontrar o comprimento de onda com a absorvância máxima. Foram realizadas leituras dos comprimentos de 400 a 550 nm e constatou-se que a absorvância máxima ocorreu no comprimento de 495 nm, o qual foi utilizado em todas as leituras posteriores.

Em seguida, foi feita a construção da curva de calibração, realizando leituras com as concentrações de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500 e 1000 mg/L. A partir do gráfico gerado, foi obtida a equação que encontraremos a concentração da solução de corante através dos valores de absorvância.

Com esses dados, foram realizados os experimentos pré-determinados no planejamento fatorial. Os melhores resultados obtidos foram nos experimentos em que foram utilizadas as três lâmpadas, totalizando 60 W, e com o maior tempo de exposição à irradiação UV, de 120 minutos. Nesses experimentos, foi possível chegar a um percentual de remoção de 97,5% e de 97,95% para os ensaios com concentrações iniciais de 600 mg/L e 400 mg/L, respectivamente. O experimento com a menor eficiência de remoção do corante, de apenas 9,32%, foi o experimento com concentração inicial de 400 mg/L, com o tempo de exposição de 60 minutos e apenas uma lâmpada UV utilizada.

Para análise dos dados foi utilizado o software Statistica, disponibilizado pelo Programa de Pós-graduação da Universidade Estadual da Paraíba. Através desse software, foi elaborado o diagrama de Pareto para avaliar a influência dos três fatores (concentração da solução inicial de corante, tempo de exposição à irradiação UV e quantidade de lâmpadas UV utilizadas) no processo de degradação do corante. Através desse diagrama, estabelecendo um nível de confiança de 95%, concluiu-se que o único fator com interferência significativa no processo foi a quantidade de lâmpadas UV utilizadas, tendo também uma influência positiva, o que significa que quanto maior o número de lâmpadas utilizadas, consequentemente maior será a remoção do corante.

Com o objetivo de construirmos um modelo representativo para a degradação do corante através do processo estudado, foi realizado um estudo de análise de regressão através do software Statistica, através do qual foi obtido um modelo com o coeficiente independente de valor 63,7849 e o coeficiente que representa a variação da irradiação UV de 28,1247. Como determinado anteriormente pelo diagrama de Pareto, as variáveis tempo e concentração inicial não possuem interferência significativa no processo, sendo este o motivo de apenas o coeficiente referente à variação da radiação UV ser considerado no modelo construído. Para este modelo, foi obtido um coeficiente de determinação  $R^2$  máximo de 0,84814 e um  $R^2$  ajustado de 0,62063, ou seja, o modelo determinado pode explicar até no máximo 84,814% dos dados com uma confiança de 95%.

Para o ensaio de cinética, foi escolhida a melhor condição experimental, que foi a de concentração inicial de 400 mg/L, tempo de exposição à irradiação UV de 120 minutos e 3 lâmpadas UV utilizadas. Nesse ensaio foi possível conseguir um percentual de remoção do corante de 79,55%. Para os dados obtidos, foi aplicado o modelo cinético de 1ª ordem, no qual foi obtida a constante cinética  $k$  de  $-0,0062 \text{ min}^{-1}$  e um coeficiente de determinação  $R^2$  de 0,9808.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desse trabalho foi possível constatar que os processos oxidativos avançados apresentam uma ótima eficiência na degradação de corantes têxteis, chegando a aproximadamente 98% de remoção, sendo assim uma excelente opção de tratamento para águas residuárias que apresentem como característica principal uma cor elevada.

Através do software utilizado, foi possível determinar um modelo com um bom coeficiente de determinação de 0,84814. Com relação à cinética de degradação do corante, constatou-se que ela segue um modelo de cinética de primeira ordem, com um elevado coeficiente de determinação de 0,9808.

Constatou-se, através do diagrama de Pareto, que a variável com influência considerável nos resultados é a quantidade de irradiação UV recebida pelo efluente durante o processo. Isso foi constatado nos experimentos realizados, uma vez que obtivemos os maiores percentuais de remoção nos ensaios em que foram utilizados a maior quantidade de lâmpadas UV, apresentando uma média de remoção de corante de 93,98%, mesmo considerando os

experimentos com o menor tempo de exposição. Os ensaios com piores percentuais de remoção foram os ensaios em que se utilizou apenas uma lâmpada UV.

Assim, podemos considerar um processo flexível quanto à concentração das soluções e o tempo de exposição à radiação, ao mesmo tempo em que mantém uma alta aficiência de remoção do corante. Porém, ainda torna-se necessário um estudo mais extenso quanto à eficiência desse processo em larga escala e para efluentes que apresentem concentrações de cor muito elevadas, para assim concluir a viabilidade da aplicação dos processos oxidativos avançados para tratamentos de resíduos provenientes de indústrias têxteis.

**Palavras-chave:** Processos oxidativos avançados, corantes têxteis, águas residuárias.

## REFERÊNCIAS

MELO, S. A. S. et al. Degradação de fármacos residuais por processos oxidativos avançados. Química Nova. Sociedade Brasileira de Química, v. 32, n. 1, p. 188-197, 2009.

SAFARZADEH-AMIRI, A.; BOLTON, J. R.; CATER, S. R. Ferrioxalate-mediated photodegradation of organic pollutants in contaminated water. Wat. Res., v.31, p.787-798, 1997.

TIBURTIUS, E. R. L.; PERALTA-ZAMORA, P. P. contaminação de águas por BTXS e processos utilizados na remediação de sítios contaminados. Química Nova, v.27, n.3, p.441-446, 2004.

SOUZA, B. M. de. Avaliação de processos oxidativos avançados acoplados com carvão ativado granulado com biofilme para reuso de efluentes de refinaria de petróleo. 2010; 160f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.