

II SEMANA DE QUÍMICA

QUÍMICA: O ELO SOCIEDADE-INDÚSTRIA

12 a 16 de Agosto de 2019
Universidade Regional do Cariri

DEGRADAÇÃO DE CORANTES POR FOTOCATÁLISE SOLAR

Francisco Dandrley Edgar Silva¹, Raira da Silva Nunes Pereira², Willian Fernando Domingues Vilela³

Introdução

Os efluentes industriais são responsáveis por grande parte desta poluição hídrica, em especial a indústria de corantes. Já que a produção de um quilo de tecido demanda o consumo de 150 litros de água, com descarte de 88% do volume de efluentes gerado e 12% desperdiçado durante o processo produtivo⁴. Esses dados só ressaltam informações como: efluentes provindos de indústrias que utilizam corantes são umas das que mais afeta o meio ambiente. Visto que, no processo de produção há a utilização de corantes que consequentemente irá gerar efluentes com elevada taxa de toxicidade, compostos orgânicos, substâncias recalcitrantes e com intensa coloração, gerando impactos substanciais na saúde da população e nos ecossistemas aquáticos⁵.

Um dos desafios da indústria é tratar esses efluentes antes de devolver ao ambiente, visto que os métodos convencionais (primários e secundários) se mostram ineficientes para muitas classes de contaminantes. Neste sentido, a utilização dos Processos Oxidativos Avançados (POAs) aparece como uma importante estratégia de geração de tecnologia para tratamento de efluentes industriais. Os POAs têm como principal característica a formação de radicais hidroxila ($\text{OH}\cdot$). Os POAs podem levar a degradação completa dos resíduos, tendo também seu produto final transformado em CO_2 e H_2O a partir dos contaminantes orgânicos degradados⁶. Dentre os POAs, a fotocatálise é um dos mecanismos mais promissores, visto que o catalisador (TiO_2 , ZnO , Fe_2O_3 , CdS , ZnS etc.) pode ser excitado por radiação solar ou artificial⁷, mostrando eficiente para degradação de inúmeros corantes⁸. Desde modo, este trabalho avaliou a degradação de uma mistura de corantes (Vermelho Remazol e Cristal Violeta) por fotocatalise solar, utilizando o TiO_2 como catalisador. Para isso, foi

¹ Universidade Federal do Cariri, email: danrley.silva@gmail.com

² Universidade Federal do Cariri, email: raira.pereira.pesquisa@gmail.com

³ Universidade Federal do Cariri, email: willian.vilela@ufca.edu.br

⁴ LEÃO, M. D. et al. **Controle ambiental na indústria têxtil: acabamento de malhas**. 1ª edição. Projeto Minas Ambiente. Editora Segrac: Belo Horizonte, 2002.

⁵ DIAS, Márlen Guerra ; AZEVEDO, E. B. . Photocatalytic decolorization of commercial acid dyes using solar irradiation. **Water, Air and Soil Pollution (Print)**, v. 204, p. 79-87, 2009.

⁶ ARAÚJO, F. V. F., YOKOYAMA L., TEIXEIRA, L. A. C. Remoção de cor em soluções de corantes reativos por oxidação com $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$. **Química Nova**, v.29, n.1, p.11-14, 2006.

⁷ VILELA, W. F. D. ; MINILLO, A. ; Rocha, O. ; VIEIRA, E.M. ; AZEVEDO, E. B. . Degradation of [D-Leu]-Microcystin-LR by Solar Heterogeneous Photocatalysis (TiO_2). **Solar Energy**, v. 86, p. 2746-2752, 2012.

⁸ CASTILLO, E. J. L.; GALVIS, E. A. S.; LOSADA, L. M.; PALMA, R. A. T.; RESTREPO, E. A. O. Tratamiento De Aguas Contaminadas Con Colorantes Mediante Fotocatálisis Con TiO_2 Usando Luz Artificial Y Solar. **Producción + Limpia**, v. 12, n. 2, p. 50-60, 2017.

II SEMANA DE QUÍMICA

QUÍMICA: O ELO SOCIEDADE-INDÚSTRIA

12 a 16 de Agosto de 2019
Universidade Regional do Cariri

construído um reator, segundos os princípios estabelecidos⁹ e degradação acompanhado via análises espectro UV-Vis. A tecnologia apresenta grande potencial para aplicação no contexto regional, visto que o semiárido nordestino possui grande incidência solar durante todo ano.

Objetivo

Construção de um reator solar para degradação de compostos orgânicos, utilizando fotocatalise solar.

Metodologia

Foram utilizados uma mistura de corantes em elevada concentração (vermelho remazol gran e o corante Cristal Violeta) em solução preparada com água potável da rede pública, visando mimetizar um efluente complexo da indústria têxtil.

Para a degradação dos corantes foi utilizado o sistema esquematizado na Figura 1, onde o efluente circula no sistema passando sobre uma placa com ângulo variável, contendo TiO_2 em sua superfície. Inicialmente a placa de vidro foi devidamente limpa utilizando detergente e ácido nítrico 10%. Em seguida, foi preparado uma suspensão de TiO_2 (1%) (anatase puro/synt) e com um borrifador foram realizadas 10 aplicações na superfície do vidro jateado. Entre cada aplicação foi realizada a secagem utilizando um secador de cabelo¹⁰.

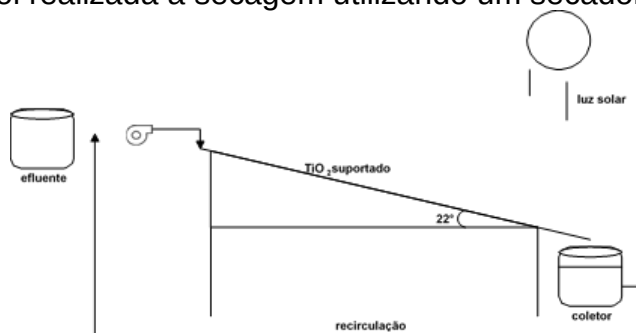


Figura 1. Esquema do reator solar de leito fixo e filme delgado¹¹

Para os testes do reator, foram escolhidos corantes pelo fácil acompanhamento da descoloração, já que o desaparecimento da cor pode ser observado e notado a olho nu.

A princípio, o procedimento foi realizado para ambos os processos, tanto para a fotocatalise, quanto para a fotólise (sem o catalisador). O volume de efluente concentrado foi de 6 L, com vazão de $27,4 \text{ mL.s}^{-1}$.

A remoção do contaminante (corante) foi acompanhada através da retirada de amostras em intervalos de 1 h e acompanhamento da descoloração a olho nu e

⁹ NOGUEIRA, R. F.P.; JARDIM, W. F. **Heterogeneous Photocatalysis and its environmental applications**. Química Nova, v.21, n, p. 69-72, 1998.

¹⁰ VILELA, W. F. D. ; MINILLO, A. ; Rocha, O. ; VIEIRA, E.M. ; AZEVEDO, E. B. . Degradation of [D-Leu]-Microcystin-LR by Solar Heterogeneous Photocatalysis (TiO_2). **Solar Energy**, v. 86, p. 2746-2752, 2012.

¹¹ NOGUEIRA, R. F.P.; JARDIM, W. F. **Heterogeneous Photocatalysis and its environmental applications**. Química Nova, v.21, n, p. 69-72, 1998.

II SEMANA DE QUÍMICA

QUÍMICA: O ELO SOCIEDADE-INDÚSTRIA

12 a 16 de Agosto de 2019
Universidade Regional do Cariri

por análises espectrofotométricas, utilizando um espectrofotômetro Shimadzu UV-1800.

Resultados

O reator construído é exibido na Figura 2. As partes principais do reator são: (a) reservatório superior construído com um cano (60mm) e saída uniformes espaçadas em 5mm para máxima uniformização da lâmina d'água na superfície do vidro; (b) placa de vidro jateado com TiO_2 (anatase) depositado; (c) reservatório inferior; (d) registro para retirada de ar do sistema; (e) bomba centrífuga (34W); (f) registro para esgotamento do sistema. O efluente depositado no reservatório inferior é bombeado (bomba posta no interior de um circuito de by-pass para que faça o controle de vazão) até o reservatório superior, onde efluente é despejado uniformemente sobre a placa de vidro, local onde o contaminante reage com o radical hidroxila produzido pela reação do catalisador excitado com a água. Inúmeros ciclos são necessários para descontaminação e possível mineralização dos compostos orgânicos presentes no efluente. Para o processo de degradação utilizando a fotocatalise foram realizados testes com duração de 20 h divididos em três dias entre 08h:30 min e 17h:30 min em cada dia, buscando a máxima incidência solar, com o reator apontado para o sul.

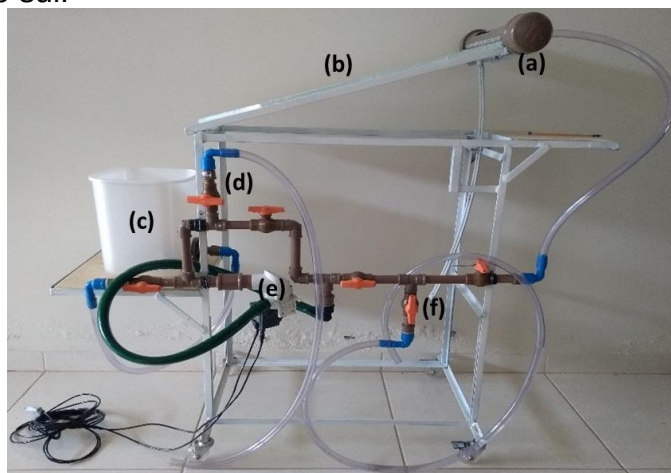


Figura 2. Reator fotocatalítico construído.
Fonte: Autor.

Como resultado da degradação utilizando a presença do TiO_2 , foi observado visualmente a descoloração por meio deste processo como mostra a Figura 3. Os POAs têm potencial de mineralizar todos os compostos orgânicos presentes, ou seja, convertê-los a CO_2 e água. No entanto, devido a elevada concentração inicial e a utilização do TiO_2 anatase puro, não foi possível proceder a total mineralização dos corantes no tempo limite do experimento (20 h).

II SEMANA DE QUÍMICA

QUÍMICA: O ELO SOCIEDADE-INDÚSTRIA

12 a 16 de Agosto de 2019
Universidade Regional do Cariri

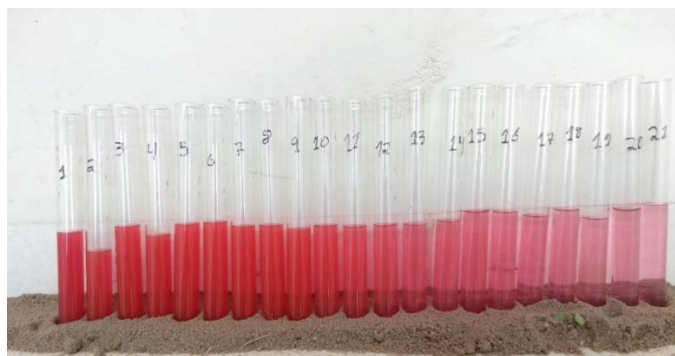


Figura 3. Variação da cor durante tratamento fotocatalítico em intervalos de 1 h.
Fonte: Autor.

As análises espectrofotométricas foram realizadas no comprimento de onda de máxima absorção, 555 nm, determinado pelo espectro de varredura entre 200 e 800 nm (Figura 4a).

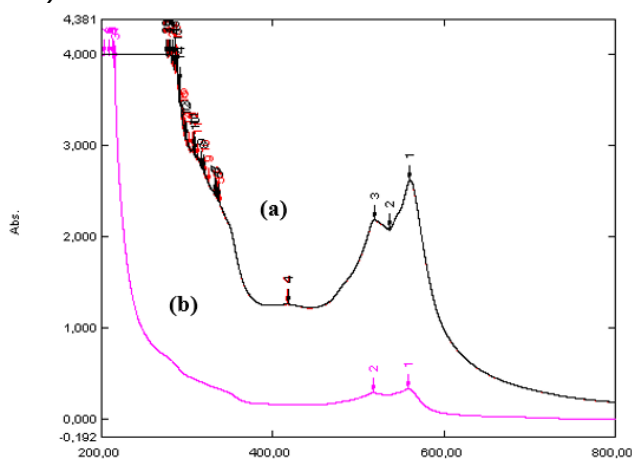


Figura 4. Espectro de varredura (200-800 nm) (a) amostra inicial; (b) amostra final.
Fonte: autor

A Figura 5 apresenta a cinética de degradação dos corantes, indicada pela redução da absorvância. Os dados de absorvância em 555nm, mostraram que nas primeiras 9 h de experimento indicaram redução de 40,86% pela fotocatalise e apenas 3,88% pela fotólise (sem catalisador). Ou seja, a degradação fotocatalítica foi central no processo de degradação utilizando o TiO_2 depositado na placa de vidro. Além disto, esta diminuição drástica que começa inicialmente a partir das 8 h de duração, ocorre, pois, segundo Siddique et al., (2014), num efluente muito concentrado a quantidade de luz que chega na placa é reduzida, quando a concentração diminui, tem-se uma diminuição de cor, e com isso há uma maior incidência de luz que consegue chegar ao catalisador, produzindo uma quantidade maior de radical hidroxila. De forma similar, a degradação do corante também é indicada pela redução de todas as bandas de absorção na amostra final (Figura 4b).

II SEMANA DE QUÍMICA

QUÍMICA: O ELO SOCIEDADE-INDÚSTRIA

12 a 16 de Agosto de 2019
Universidade Regional do Cariri

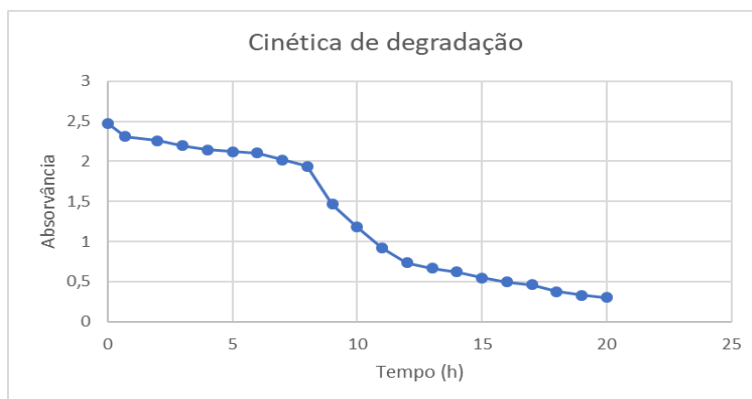


Figura 5. Cinética de degradação, absorvância das amostras retiradas em intervalos de 1 h.
Fonte: Autor.

Conclusão

Os POAs aplicados ao tratamento de efluentes são uma tecnologia bastante promissora, visto que a indústria eleva cada dia mais os níveis e tipos de compostos inseridos no ambiente e solubilizados nos corpos d'água, dentre eles os diferentes tipos de corantes têxteis.

Dentre os POAs, a fotocatalise solar tem grande potencial de aplicação em regiões como semiárido nordestino, onde as condições climáticas são favoráveis, pois, há predominância de incidência solar durante todo o ano. Neste sentido, a tecnologia aplicada na construção do reator tem grande potencial de aplicação, tanto na indústria, quanto em sistemas de tratamento d'água municipais.

Os resultados indicaram que o reator solar construído apresentou custo final baixo com desempenho satisfatório de controle de vazão, resistência e possível degradação. Sendo a fotocatalise solar responsável pela sensível redução da coloração do efluente, ocorrendo assim a possível degradação dos corantes.

Palavras-chave: Fotocatalise solar. Corante. Água.