Degradação do corante azul de metileno pelo processo de fotólise em um reator tubular de fluxo contínuo utilizando radiação artificial

Ulysses Ramos, Caroline Cruz César Machado, Paula Marques Pestana e Karina Tamião de Campos Roseno

Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos-SP, Brasil

Email: ulysses.ramos@uol.com.br

Resumo: Descartes de efluentes industriais são uma forte ameaça no controle de poluentes, principalmente em relação à fauna e flora dos corpos hídricos. O uso de corantes na indústria têxtil gera efluentes coloridos e contaminação no ponto de descarte e os tratamentos convencionais não removem este tipo de poluente. Dentro deste contexto, o objetivo do presente trabalho foi estudar a degradação do corante azul de metileno em um reator tubular, através do processo de fotólise com uso de radiação ultravioleta (UV). Uma solução de concentração 16 mg/L do referido corante, foi submetida à exposição de UV em fluxo contínuo, sob condições controladas, e foi realizada a medição da concentração na saída do reator, através de um espectrofotômetro. Os resultados demonstraram a degradação do corante, chegando a uma concentração de 3 mg/L após 3h41min de exposição.

Palavras-chave: degradação; fotólise; UV, espectrofotometria.

Degradation of the methylene blue dye by the photolysis process in a continuous flow tubular reactor using artificial radiation

Abstract: Industrial effluents discards are a strong threat in the control of pollutants, principally in relation to the fauna and flora of the water receivers. The use of dyes in the textile industry generates colored effluents and contamination at the point of disposal and conventional treatments do not remove this type of pollutant. The objective of this work was to study the degradation of the methylene blue dye in a tubular reactor through the photolysis process using ultraviolet (UV) radiation. A 16 mg / L concentration solution of dye was subjected to continuous flow UV exposure under controlled conditions and concentration measurement at the reactor outlet through a spectrophotometer. The results showed the degradation of the dye, reaching a concentration of 3 mg / L after 3h41min of exposure.

Keywords: degradation; photolysis; UV, spectrophotometry.

Introdução

Nas últimas décadas, os problemas ambientais têm se tornado cada vez mais críticos e frequentes, principalmente devido ao crescimento populacional e ao aumento da atividade industrial. Sem dúvida, a contaminação de águas naturais tem sido um dos grandes problemas da sociedade moderna. A economia de água em processos produtivos vem ganhando especial atenção devido ao valor agregado que tem sido atribuído a este bem, através de princípios como consumidor-pagador e poluidor-pagador, recentemente incorporados à nossa legislação [1].

Assim, o setor têxtil apresenta um especial destaque, devido a seu enorme parque industrial gerar grandes volumes de efluentes, os quais, quando não corretamente tratados, podem causar sérios problemas de contaminação ambiental. Os efluentes têxteis caracterizam-se por serem altamente coloridos (corantes que não se fixam na fibra tingida).

Aproximadamente 10^4 de diferentes corantes e pigmentos são usados industrialmente (têxtil, gráfica, fotográfica e como aditivos em derivados de petróleo), o que representa um consumo anual de cerca de 7 x 10^5 t no mundo e 26500 t somente no Brasil.

A molécula do corante utilizada para tingimento da fibra têxtil pode ser dividida em duas partes principais, o grupo cromóforo e a estrutura responsável pela fixação à fibra [1]. A poluição de corpos d´água com estes compostos provocam, além da poluição visual, alterações em ciclos biológicos afetando os processos de fotossíntese. Estudos tem mostrado que algumas classes de corantes, principalmente azocorantes, e seus subprodutos, podem ser carcinogênicos e/ou mutagênicos. Novas tecnologias têm sido buscadas para a degradação ou imobilização destes compostos em efluentes têxteis [1], como por exemplo, os processos oxidativos avançados (POAs) [2,3,4,5], dentre eles a fotólise por radiação UV. Este estudo consistiu no uso de um reator tubular que, pelo processo de fotólise, proporcionou a diminuição da concentração de uma solução do corante azul de metileno.

Objetivo

O propósito deste trabalho foi verificar a degradação do corante azul de metileno pelo processo de fotólise, através de um reator tubular em fluxo contínuo. O parâmetro utilizado para avaliação da degradação foi a determinação da concentração da solução, utilizando um espectrofotômetro.

Material e métodos

Este estudo foi realizado em um sistema (Figura 1) constituído de 2 tanques (um para alimentação do reator e outro para recebimento da solução degradada), solução aquosa de azul de metileno 16 mg/L, alimentada através de uma bomba ao reator tubular, o qual é equipado com lâmpada fluorescente UV de 15 W centralizada ao longo de seu comprimento, além de medidores e controladores de vazão.



Figura 1 – Reator de fotólise

A Figura 2 mostra um esboço simplificado do sistema utilizado para degradação da solução de azul de metileno no reator tubular.

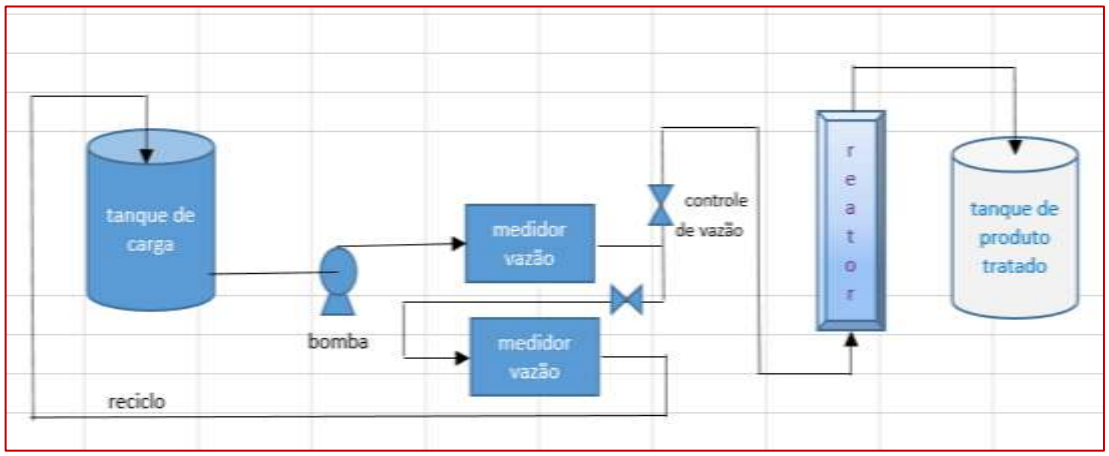


Figura 2 – Diagrama simplificado do reator de fotólise

A solução inicial do corante foi obtida pela dissolução de 16 mg (medição em balança analítica) do corante em 1 litro de água destilada. As vazões medidas e controladas nos dois experimentos realizados foram de 1,5 L/min durante 100 min de exposição à radiação UV e de 1 L/min durante 221 min; os equipamentos empregados foram dimensionados para estas condições de teste. As leituras da absorbância, tanto da solução que alimentou o reator como das soluções após a degradação, foram realizadas em espectrofotômetro modelo E22D – CELM ajustado para a faixa de comprimento de onda (λ) de 660 nm (azul de metileno) [6].

Resultados

Após a passagem da solução aquosa de azul de metileno (concentração igual a 16 mg/L) no reator tubular, com emissão de radiação UV, nas condições descritas (2 experimentos distintos), foram obtidos os resultados expressos na Tabela 1.

Tabela 1 – Evolução da degradação da solução de azul de metileno

DEGRADAÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO POR RADIAÇÃO UV		
Vazão (L/min)	Tempo de degradação (min)	Concentração da solução (mg/L)
0	0	16
1,5	100	10,89
1	221	3,01

Discussão

A partir dos resultados obtidos verificou-se uma degradação do corante de 32% em 100 minutos, medida através da concentração da solução, enquanto que em 221 minutos, utilizando-se uma vazão 33% menor, a degradação foi de 81%. Estes resultados indicaram que no sistema empregado neste estudo, vazões menores e consequentes maiores tempos de exposição à radiação UV, contribuem significativamente para o aumento da degradação do corante.

Nos últimos 24 anos, os Processos Oxidativos Avançados (POA) têm estado em evidência devido à sua capacidade em degradar inúmeros compostos orgânicos contidos em águas e efluentes. Uma grande quantidade de trabalhos utilizando luz UV tem resultado em elevada eficiência de degradação de substratos recalcitrantes incluindo efluentes têxteis [7]; entretanto, demandam elevado consumo de energia elétrica, encarecendo o tratamento. Em contrapartida, o surgimento de Diodos Emissores de Luz Ultravioleta (LED UV) abre novas fronteiras de aplicação no campo de tratamento de águas residuárias, quanto a custo, operacionalidade e tamanho dos sistemas.

Conclusão

Foi identificada a degradação do corante azul de metileno em solução aquosa, através da exposição à radiação UV sob condições controladas e desenvolvidas neste estudo, sendo alcançada uma redução de 81% na concentração da solução do corante em 221 minutos. Um ponto a ser investigado é a identificação do composto gerado pela degradação quanto ao seu potencial efeito poluente.

Referências bibliográficas

1. Kunz, A. P. P. **-** TENDÊNCIAS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES TÊXTEIS (http://solucoestexteis.com/meio_ambiente/tendencias-no-tratamento-de-efluentes-texteis/), Departamento de Química, Universidade do Paraná, 28/04/2017

2. Souza, I. O., Faza L. P., Justo R. M. - POA (Processos Oxidativos Avançados), abril/2014 (http://www.ufjf.br/baccan/files/2012/11/Processos-Oxidativos-Avan%C3%A7ados_16_4_14.pdf)

3. MarieleFioreze, Eliane Pereira dos Santos, NatanaSchmachtenberg - Processos oxidativos avançados: fundamentos e aplicação ambiental, abril/2014 (https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/10662/pdf)

4. Guimarães, T.M., PROCESSO H2O2/UV Seguido de Osmose Inversa Para Remoção de Carbono Orgânico Dissolvido Residual de Efluentede Refinaria De Petróleo Visando Ao Reúso, Dissertação de Mestrado COPPE UFRJ, 2012

5. Gutiérrez, M.H., Zavala, S.A., A Comparative Study of the Photodegradation of Two Series of Cyclic Olefin Copolymers, 2017

6. Tutorial: Como usar o Espectrofotômetro e como criar uma curva de calibração Absorbância no Excel.
7. Oliveira, C.A.S., Tratamento de Corante Têxtil por Eletrólise, Fotólise eFotocatálise Utilizando LED UV, Dissertação Mestrado UNICAMP, 2013