



UTILIZAÇÃO DE FOSFATO DE PRATA NA FOTODEGRADAÇÃO DA RODAMINA-B

Guilherme Santos
Oliveira¹

Isabel Christine dos Santos
Pinheiro

Keyla Costa Oliveira Castro
Luana Ferreira de
Melo

Wanderson Peixoto
Pereira

Orientador: Prof. Dr. Fabio Rizzo de Aguiar

RESUMO

Este trabalho busca apresentar a viabilidade e a importância da implementação de métodos e alternativas sustentáveis que contribuem com o descarte consciente de corantes provenientes de indústrias têxteis, no qual são despejados em corpos d'água de forma errônea. Nesse contexto, os experimentos consistem em obter a descoloração de soluções aquosas que contêm a Rodamina-B como corante, processo no qual se dá por fotólise direta (UV). A degradação ocorre por intermédio de Fosfato de Prata (Ag_3PO_4), composto químico no qual foi sintetizado em laboratório, e que foi utilizado como adsorvente alternativo por apresentar baixo custo. Foram obtidos resultados satisfatórios, como sintetizar o fosfato de prata, construir um fotorreator eficaz em nosso experimento e por fim a degradação da Rodamina-B. Portanto, a necessidade de buscar soluções alternativas contribuem para a diminuição do descarte incorreto de efluentes que consequentemente auxiliará em diversos aspectos ambientais, sociais e econômicos, sendo um deles, a preservação de ecossistemas.

Palavras-chave: Fotodegradação; Corantes; Tratamento de Efluentes; Rodamina B.

ABSTRACT

This work aims to present the feasibility and importance of implementing sustainable methods and alternatives that contribute to the conscious disposal of dyes from textile industries, which are erroneously discharged into water bodies. In this context, the experiments consist of obtaining the decolorization of aqueous solutions that define Rhodamine B as a dye, a process in which it takes place by direct photolysis (UV). Degradation occurs through Silver Phosphate (Ag_3PO_4), a chemical compound in which it was synthesized in the laboratory, and which was used as an alternative adsorbent because of its low cost. Satisfactory results were released, such as synthesizing silver phosphate, building an effective photoreactor in our experiment and finally the degradation of Rhodamine-B. Therefore, the need to seek alternative solutions contributes to reducing the incorrect disposal of effluents, which will consequently help in various environmental, social and economic aspects, one of which is the preservation of ecosystems.

Keywords: Photodegradation; Dyes; Wastewater treatment Rhodamine B.

¹ Curso Técnico em Química – ETEC Irmã Agostina

Av. Feliciano Correa s/n – Jardim Satélite - CEP 04815-240 - São Paulo – Brasil

* fotodegradacaotcc@gmail.com

Recebido em: 17/12/2021

Apresentado à banca em: 09/12/2021

1. INTRODUÇÃO

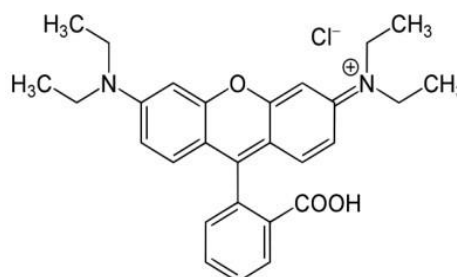
Desde o seu descobrimento, o Brasil está relacionado à produção e utilização de corantes sintéticos ou naturais. Essa asserção confirma-se a partir do próprio nome do país, que foi originado da madeira “Pau-brasil”, onde contém fonte natural decorante cuja tonalidade é avermelhada (GUARATINI e ZANONI, 1999). Segundo a História, as tinturas eram derivadas de folhas, ramos, raízes, frutos, flores e substâncias extraídas de animais. A partir do descobrimento de corantes sintéticos, no século XIX, na Inglaterra, passamos a enfrentar novos problemas relacionados à poluição do meio ambiente (MOTSCHI, 1994). Como exemplo, temos que atualmente a indústria brasileira de corantes é responsável por perder aproximadamente 15% da produção de corantes para o meio ambiente durante a síntese, processamento ou aplicação dos mesmos (ZOLLINGER, 1991); (CLARKE; ANLIKER, 1993).

A fixação do corante é feita em solução aquosa e a utilização da água é o recurso natural mais empregado na indústria têxtil, sendo utilizada em grande escala e para diversos fins. Do ponto de vista ambiental, a remoção da cor do banho de lavagem é um dos grandes problemas deste setor (WEBER e STICKNEY, 1993). A atual monografia irá abordar essa problemática que é o alto consumo de substâncias poluentes para a fixação dos corantes nas indústrias têxteis e conseqüentemente o descarte inapropriado da água contaminada, que é direcionada para a rede pública de esgoto.

A incompleta fixação das cores durante o processo de tingimento aparenta ser a principal fonte desta perda que resulta em um lançamento de 1,20 toneladas por dia desta classe de compostos para o meio-ambiente no Brasil. (GUARATINI, ZANONI, 2000). Segundo Alcântara (2015), a existência de alguns procedimentos que removem corantes em corpos d'água são comuns, porém além de apresentarem alto custo, em sua maioria são ineficazes ou apresentam baixa eficiência, como o uso de hipoclorito de sódio (SCHNEIDER *et al.*, 2000).

Em contrapartida aos corantes naturais, os corantes sintéticos possuem estruturas químicas semelhantes ao natural, porém são sintetizados em laboratório (ZANONI e YAMANAKA, 2016). Um dos corantes sintéticos mais manipulados é a Rodamina B, composto químico alvo nos estudos dessa monografia, dado ao alto volume na produção de resíduos nos laboratórios da ETEC. A estrutura molecular da Rodamina B está presente na Figura 1 e as principais características estão descritas a seguir.

Figura 1: Fórmula molecular da rodamina B



Fonte: Macedo (2012).

Tabela 1: CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DA RODAMINA

Número CI	45170
Nome CI	Violeta Básico 10
Classe	Rodamina
Ionização	Básica
Solubilidade em água (20 °C)	0,78%
Solubilidade em etanol	1,47%
Adsorção máxima	56,5
Cor	Vermelha
Fórmula empírica	C ₂₈ H ₃₁ N ₂ O ₃ Cl
Massa Molar	479,03

A técnica utilizada a fim de amenizar tais efeitos no meio ambiente é a fotodegradação através do fosfato de prata. Esse procedimento envolve basicamente a absorção de radiação ultravioleta e subseqüente reações oxidativas em processos fotocatalíticos, provocando redução no peso molecular e alteração na estrutura química (SECCO, 2015).

2. METODOLOGIA

Com o intuito de desenvolver um fotoreator que otimize ao máximo a eficiência na utilização da radiação ultravioleta, foi feita uma busca por recursos de fácil acesso e que ao mesmo tempo suprisse a necessidade do nosso estudo. Essa busca resultou no recebimento de uma doação da caixa de madeira MDF e a compra do LED emissor de luz U.V. de 50 W de potência para emitir a radiação necessária para a fotocatalise do processo.

O processo de fotodegradação foi

desenvolvido nos laboratórios da ETEC Irmã Agostina utilizando os equipamentos, reagentes e materiais descritos nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – EQUIPAMENTOS

Fotoreator
Espectrofotômetro
Estufa
Balança analítica
Agitador magnético

Tabela 3 – REAGENTES

Rodamina B
Nitrato de prata
Fosfato de amônio

2.1. SÍNTESE DO FOSFATO DE PRATA (Ag₃PO₄):

Foi pesado aproximadamente 0,51 g de Nitrato de prata (AgNO₃) e 0,46 g de Hidrogênio Fosfato Diamônio (NH₄)₂HPO₄ em dois béqueres, nessa ordem foi adicionado 50 mL de água deionizada em cada um dos béqueres; Para auxiliar na diluição foi utilizado o bastão de vidro e foi agitado até completa solubilização de ambos os béqueres, em seguida foi vertido rapidamente a solução com íons Ag⁺ na outra solução contendo os íons de PO³⁻, na condição de temperatura ambiente, mantendo o sistema sempre sob agitação; Notou-se que houve a formação instantânea de um precipitado de coloração amarela, indicando a formação das partículas de Ag₃PO₄. Para separação do fosfato de prata da solução, foi usado um sistema de filtração e em seguida o papel filtro contendo o fotocatalisador (Ag₃PO₄) foi levado para secagem em estufa previamente aquecida à 60 °C.

2.2. MONTAGEM DO REATOR

Foi construído uma caixa em madeira MDF com as dimensões de 30 cm de altura por 40 cm de largura e 40 cm de profundidade para servir como reator na fotodegradação do Fosfato de Prata (Ag₃PO₄). Foi revestido o interior do equipamento com papel alumínio para auxiliar no isolamento de feixes de luz. Foi necessário atentar-se em fazer uma abertura na parte superior da caixa conforme o tamanho do refletor U.V 50w na faixa do espectrofotômetro a 405 nm adquirido para o ensaio. Segue nas figuras abaixo, o modelo do projeto da estrutura da caixa.



2.3 MATERIAIS

Tabela 4 - MATERIAIS

Cubetas de plástico
Balão volumétrico 10ml e 50ml
Béquer 50ml, 100ml, e 250ml
Refletor U.V
Bagueta de vidro
Caixa de madeira MDF
Agitador magnético
Suporte universal
Erlenmeyer
Papel de filtro de análise quantitativa
Tubo Falcon
Pipeta Pasteur
Pipeta automática 1000ul e 200ul
Funil de vidro
Ponteiras de 1000ul

2.4 MÉTODOS: PROCEDIMENTO DE FOTODEGRADAÇÃO

Para realização do ensaio de fotodegradação, foi feita uma diluição da

solução estoque de 50 ml Rodamina a 200 ppm, para obter uma solução de 50 ml a 20 ppm. Pipetou-se 5ml da solução estoque em um balão volumétrico de 50ml, em seguida acertou-se o menisco com água deionizada e foi feita a homogeneização. Logo após, transferiu-se a solução para um bquer de 250 ml, pesou-se e adicionou-se 0,10 g do fotocatalisador (Fosfato de prata) na solução sob agitação constante em um agitador magnético dentro do fotoreator. Ligue a luz LED, feche a caixa e deixe em agitação por 40 min.

Ao final do ensaio, após passado os 40 min, montou-se um sistema de filtração com um papel de filtro quantitativo com dobradura pregueada e despejou-se a solução para separar o fotocatalisador da solução desejada de Rodamina-B. Logo após a finalização da filtragem foi feita a ambientação da cubeta com a solução obtida e preparado para leitura no espectrofotômetro.

2.5 DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO DE ONDA E CURVA DE CALIBRAÇÃO

Antes de ler a amostra filtrada no espectrofotômetro, foi necessário que fosse feita a curva de calibração, para isso separou-se 5 balões volumétricos de 10ml. A diluição foi iniciada coletando 125ul da solução estoque no primeiro balão. Em seguida pipetou-se 250ul, 500ul e 750ul nos balões dois, três e quatro sucessivamente. Foi preenchido o menisco com água deionizada e feito leve homogeneização. O quinto balão é o "branco" da leitura, foi preenchido até o menisco com água deionizada. Em seguida, ambientou-se as cubetas e foi organizada dentro do equipamento do espectrofotômetro (as configurações de absorvância estavam entre 400-800nm) foi iniciada pela leitura do branco e logo em seguida da solução intermediária presente no balão 3 (P3).

Após a curva, iniciou-se a leitura do restante das cubetas a começar pelo branco e todas as cubetas consecutivamente para que seja identificada a leitura das concentrações.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No ensaio do fotoreator foi observado que ao entrar em contato com a luz U.V a solução ficou fluorescente, pois o vidro transparente a olho nu absorve a radiação

U.V, já em exposição direta com a luz e em um sistema sem tampa, o contato entre a luz U.V e a solução de Rodamina-b é direto. A princípio, na leitura do espectrofotômetro do comprimento de onda da Rodamina-B que serve para foi obtido o resultado, com pico de absorvância em 553 nm que vai servir como indicador para a leitura da concentração das amostras no espectrofotômetro após o ensaio de fotodegradação.

Gráfico 1 – Comprimento de onda p3 da Rodamina-B-10ppm

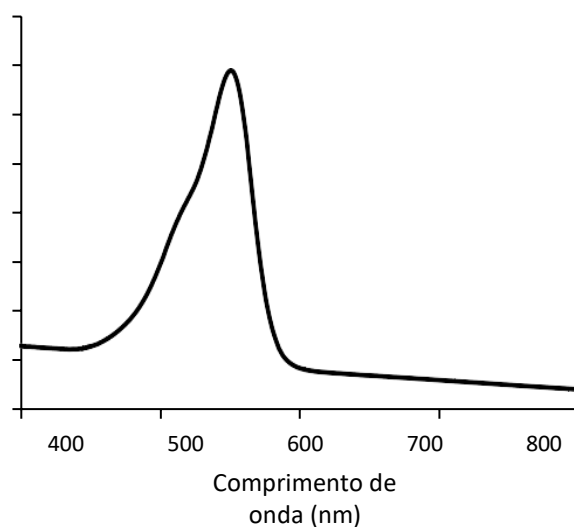
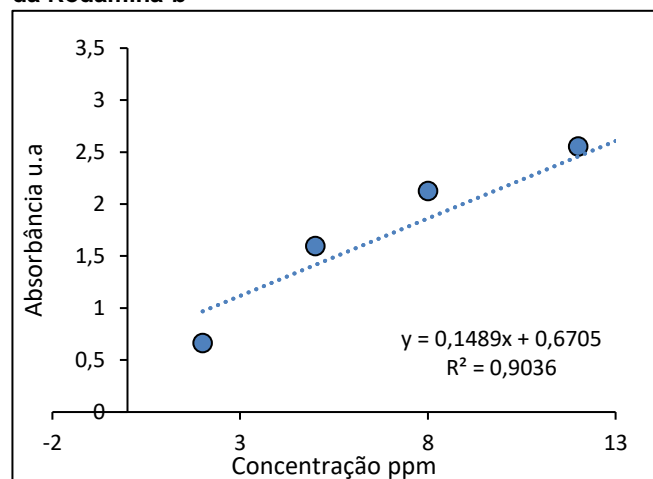


Gráfico 2 – Curva de calibração da solução estoque da Rodamina-b



Após feita a 1ª triplicata de ensaios sob a condição de 0,05 g de fotocatalisador e 30 min sob radiação de luz ultravioleta podemos notar que houve uma degradação em média de 56,5%, pois observamos que a concentração inicial de 20 ppm caiu para 8,70 ppm após fotodegradação. Foi notado que a solução de Rodamina-B sob radiação perdeu a sua fluorescência durante os primeiros 14 minutos, indicando assim o início da

sua degradação.

Com base nos dados citados acima, resolvemos iniciar novo ensaio visando um maior índice de degradação da Rodamina-B, foi resolvido alterar a massa inicial do fotocatalisador de 0,05g para 0,1 g e o tempo de exposição sob radiação de 30min para 40 min. Feito isso, obtivemos um melhor resultado de 83,4% em média de degradação, um aumento de mais de 30% comparado ao ensaio anterior.

Um dos resultados que podemos obter através desse estudo é o de que é possível degradar a Rodamina-B dentro da caixa de madeiraMDF revestida com papel alumínio e com o refletor de luz led U.V acoplado na parte superior utilizando 0,1 g de fotocatalisador (Fosfato de prata Ag_3PO_4) em uma solução concentrada a 20 ppm em 40

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos que é possível obter o precipitado de Fosfato de Prata (Ag_3PO_4) através da síntese de Nitrato de Prata ($AgNO_3$) e de Hidrogênio Fosfato Diamônio ($(NH_4)_2HPO_4$) e que após secagem da estufa a 60° obtemos um sólido amarelado conforme indica na literatura. Também que quanto maior for a massa de Hidrogênio Fosfato Diamônio ($(NH_4)_2HPO_4$) maior é o rendimento do sólido de Ag_3PO_4 .

Seguidamente, constatamos que a caixa de madeira MDF revestida com papel alumínio em seu interior e acoplado na parte superior o Refletor de luz LED U.V é eficaz para servir de Fotoreator para a degradação do corante Rodamina-B, portanto é possível afirmar que a radiação ultravioleta acelera o processo de fotodegradação e o Fosfato de Prata (Ag_3PO_4) é utilizado para auxiliar no processo oxidativo como fotocatalisador principal.

Complementamos que após ocorrer o processo oxidativo e feito o sistema de filtração nósobtemos um resíduo de aparência escura como sinal indicador de que há a presença de íons de prata metálica (Ag^+).

Entendemos que de acordo com os nossos estudos, de fato é possível degradar o corante de Rodamina-B concentrado a 20ppm sob as condições de 0,1g de fotocatalisador e 40min sob radiação de luz U.V a 50W, é possível degradar em média 80% do corante.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos uns aos outros por toda dedicação e comprometimento com o trabalho realizado; a nossos familiares pelo apoio prestado, ao doador da caixa de madeira MDF, instrumento

essencial para utilização no nosso estudo, e em especial ao professor Dr. Fábio Rizzo por toda a orientação e contribuição com seus conhecimentos para nos oferecer o melhor desenvolvimento possível neste artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTARA, R. R.; IZIDORO, J. C.; FUNGARO, D. A. **Adsorção do corante rodamina B de solução aquosa sobre zeólita de cinzas pesadas de carvão modificada por surfactante**. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES CLEANER PRODUCTION 5th, May 20-22, 2015, São Paulo, SP. Proceedings. 2015. Disponível em: <http://repositorio.ipen.br/handle/123456789/25790>. Acesso em: 22 set. 2021.

ANLIKER, R. **Color Chemistry and the Environment**. Ecotoxicology and Environmental Safety, 1, 1977.

CLARKE, E. A.; ANLIKER, R. **Organic Dyes and Pigments**; O. Hutzinger (Ed.) in Handbook of Environmental Chemistry, Vol. 3A, Springer Berlin.

GUARATINI, Cláudia C. I.; ZANONI, Maria Valnice Boldrin. **Corantes têxteis**. Química Nova. Sociedade Brasileira de Química, v. 23, n. 1, p. 71-78, 2000. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/25901>>.

MACEDO, Ericleiton Rodrigues de. **Fotofísica das rodaminas B e 6G: processos fotocatalíticos e de engrandecimento da fluorescência**. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Materiais, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2012. Disponível em: <http://www.univasf.edu.br/~tcc/000002/00000281.pdf>. Acesso em: 22 set. 2021.

MOTSCHI, H.; **Chemical Safety**; M. Richardson Ed.; V. C.H. Publ.; 1994; 329.

ESTLANDER, T. **Contact Dermatitis**. 1988, 18, 290.

SCHNEIDER, *et al.* **Fotodegradação solar e oxidação química (NaOCI) de corantes empregados na indústria de tingimento de ágatas**. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2000. I-028.

SECCO, Morgana Rafaela. **Descoloração de solução aquosa contendo rodamina B via processos oxidativos (UV, H₂O₂, H₂O₂/UV,**

fenton e foto-fenton). 2015. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

WEBER, E. J.; STICKNEY, V. C. **Hydrolysis kinetics of Reactive Blue 19-Vinyl Sulfone**. Water Research, v.27, n.1, p.63-7, jan. 1993.

ZANONI, M. V. B; YAMANAKA, H. **Corantes: caracterização química, toxicológica, métodos de detecção e tratamento**. 1.ed., São Paulo: Cultura acadêmica, 2016.

ZOLLINGER, H. **Color Chemistry: synthesis properties and applications of organic dyes and pigments**. 2.ed., New York: V.C.H., 1991.

SOUZA, E; F. ; PORTO, M. B.; POMPERMAYER, N. B.; BERGAMO, M. H. S.. **Comparação dos processos de síntese e do desempenho de fotocatalisadores para a degradação do corante rodamina B: A** comparison of synthesis processes and the performance of photocatalysts for the degradation of rhodamine B dye.. 4 de Julho de 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018149826>. Acessado em 30/11/2021.