

ESTUDO DA DEGRADAÇÃO DO CORANTE ÍNDIGO PRESENTE EM ÁGUAS DE LAVAGEM DE CALÇAS JEANS UTILIZANDO RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA E PERCARBONATO DE SÓDIO

H. N. ARAÚJO¹, E. C. RODRIGUES²

RESUMO

Corantes são substâncias coloridas que absorvem luz visível e conferem cor quando aplicadas a um material. O Corante Índigo apresenta cor azul e é um dos compostos mais utilizados na indústria têxtil no mundo. Este corante apresenta toxicidade ao ser humano em exposição prolongada. Sua estrutura química confere à molécula alta estabilidade química e difícil degradabilidade. As indústrias têxteis utilizam grandes quantidades de corantes, gerando grande quantidade de efluentes poluidores do meio ambiente. A literatura apresenta diferentes estudos sobre o desenvolvimento de técnicas específicas para a degradação de corantes e outras moléculas estáveis, entre as quais está presente a foto-oxidação assistida com agentes oxidantes. O percarbonato de sódio é uma substância que gera na sua decomposição gás oxigênio, um excelente agente oxidante de matéria orgânica e pode contribuir no processo de oxidação de compostos de alta estabilidade química. Dentro deste contexto, este projeto tem como objetivo degradar o corante Índigo residual em águas de lavagem de calças jeans novas utilizando luz ultravioleta e percarbonato de sódio em diferentes concentrações e diferentes condições experimentais de pH e da concentração do oxidante.

Palavras-chave: efluente, foto-oxidação, corante índigo.

1. INTRODUÇÃO

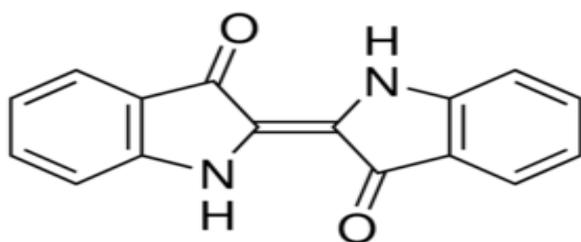
Corantes podem ser definidos como substâncias intensamente coloridas com habilidade de absorver a luz visível na faixa de 400 a 700 nm que lhe conferem cor quando aplicadas a um material. O Corante Índigo Blue ou 2,2'-Bis (2,3-dihidro-3-oxoindolilideno) apresenta cor

¹ Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Bolsista PIBIFSP, IFSP Câmpus Barretos, Av. C-1, 250, CEP 14781-502, Barretos, SP, henriquendearaujo@gmail.com

² Química, Docente, IFSP Câmpus Barretos, Av. C-1, 250, CEP 14781-502, Barretos, SP, emanuelbarretos@ifsp.edu.br

azul e é um dos compostos mais utilizados na indústria têxtil no mundo. O termo Índigo é derivado do grego *indikon* e do latim *indicum* e representa uma substância originária na Índia, país no qual se originou. O índigo era obtido a partir de plantas do gênero *Indigofera*, presente em diversos países, inclusive no Brasil (MUNCHEN et al, 2015). Este corante apresenta toxicidade ao ser humano quando inalado ou em contato, sob exposição prolongada. A figura 1 apresenta a estrutura molecular do corante Índigo. (SIGMA-ALDRICH, 2016).

Figura 1: estrutura molecular do corante Índigo - CAS nº 482-89-3.



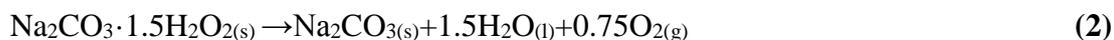
A estrutura do corante apresenta dois anéis aromáticos, e uma ligação dupla entre carbonos no ponto central da molécula, conferindo à molécula alta estabilidade química e difícil degradabilidade (ALBUQUERQUE et al, 2015).

As indústrias têxteis utilizam grandes quantidades de água, corantes, incluindo o Índigo, entre outros produtos químicos ao longo de uma complexa cadeia produtiva, gerando grande quantidade de efluentes poluidores do meio ambiente, contendo elevada carga orgânica ou toxicidade e cor acentuada. A indústria do *Jeans* é a principal consumidora do corante. O Brasil é o quarto maior produtor mundial de *Jeans* desde 1998, com produção da ordem de 250 milhões de metros lineares por ano (GORINI, 1999; TANJI, 2016). Esta indústria apresenta grandes demandas de tratamento de seus efluentes. Isto porque o tratamento de efluentes contendo corantes é complexo, pois são produzidos para resistir à exposição ao suor, sabão, água, luz ou agentes oxidantes mais brandos. Esta estabilidade química confere aos mesmos serem muito resistentes à biodegradação (PASCHOAL; TREMILIOSI-FILHO, 2005).

Desta forma, justifica-se o grande número de estudos sobre o desenvolvimento de técnicas específicas para a sua degradação, incluindo a foto-oxidação assistida com agentes oxidantes, com destaque para o processo foto-Fenton que utiliza luz ultravioleta e peróxido de hidrogênio na presença de íons metálicos ou semicondutores (NOGUEIRA et al, 2007; SALGADO et al, 2009; ALBUQUERQUE et al, 2015).

Outras substâncias diferentes do peróxido de hidrogênio podem contribuir com processos oxidativos, entre elas o percarbonato de sódio ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}_2$), um aduto

formado por carbonato de sódio e peróxido de hidrogênio, e se decompõe irreversivelmente produzindo gás oxigênio (O₂), conforme apresenta a equação 2 (ZONFRILLI; GERMANÀ; GUIDA, 2016):



O gás oxigênio gerado é um excelente agente oxidante de matéria orgânica e pode contribuir no processo de oxidação de compostos de alta estabilidade química. Dentro deste contexto, este projeto tem como objetivo degradar o corante Índigo residual em águas de lavagem de calças *jeans* novas utilizando luz ultravioleta e percarbonato de sódio em diferentes concentrações e diferentes condições experimentais. O experimento foi realizado em batelada, com estudo da degradação em diferentes valores de pH (ácido, neutro e alcalino), bem como diferentes concentrações de percarbonato de sódio (0,1%, 1% e 5% na relação massa/volume). A verificação da degradação foi feita por meio de varredura em técnica de espectrofotometria na região do ultravioleta e visível.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O reator utilizado no processo de degradação foi frasco de vidro de capacidade de 3 litros de formato cilíndrico. Também foram utilizados béqueres contendo soluções com diferentes pH e com ou sem percarbonato, afim de quantificar os diferentes resultados que estas variáveis podem prover na presença da luz UV.

As amostras do projeto foram extraídas de água de lavagem comum de calças Jeans novas, utilizando máquina de lavar e sabão em pó. Foram utilizadas amostras em soluções com pH 4, 7 e 10, com percarbonato de sódio 1 g/L, ou sem percarbonato de sódio, conforme o quadro 1.

As análises de espectrofotometria na região do ultravioleta e visível foram realizadas por meio da varredura das amostras na faixa de radiação de 190 a 1100 nm. Os dados obtidos na varredura foram plotados por meio do programa *Origin 6.0*, bem como calculadas as áreas de pico de interesse.

Quadro 1- Condições de preparo e análise de amostras.

Amostra	pH	Uso de percarbonato de sódio a 1 g/L	Tempo máximo de exposição à luz (horas)
1	4	Não	
2	7		

3	10	Sim	2 horas
4	4		
5	7		
6	10		
7*	4		1 hora
8*	7		
9*	10		
10	7		2 horas
11	Não determinado	Não	2 horas

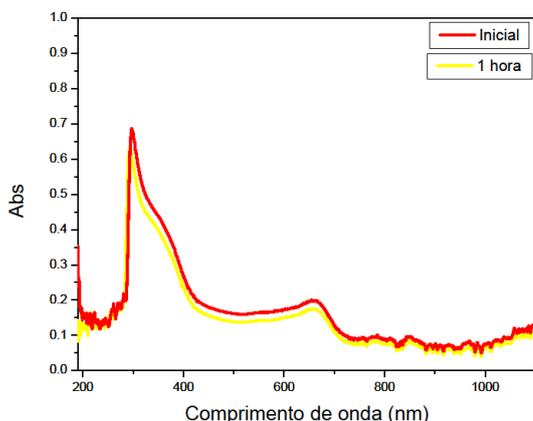
* Amostras que foram deixadas de molho com percarbonato de sódio por 1 hora.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos mais representativos das análises são apresentados nas figuras 1 e 2, e permitiram observar que a solução contendo o corante apresenta picos de absorção nas regiões: a) de 250 a 450 nm e b) de 600 a 700 nm.

Na figura 2, pôde-se observar uma pequena, porém significativa redução das áreas de pico a e b após uma hora de exposição à luz, o que indica houve degradação do corante, sendo os valores iniciais: a = 68.05 nm.Abs e b = 17.80 nm.Abs, e após 1 horas de exposição: a = 62.96 nm.Abs e b = 15.55 nm.Abs. Esta condição, sem a presença do percarbonato, apresentou a maior redução de área.

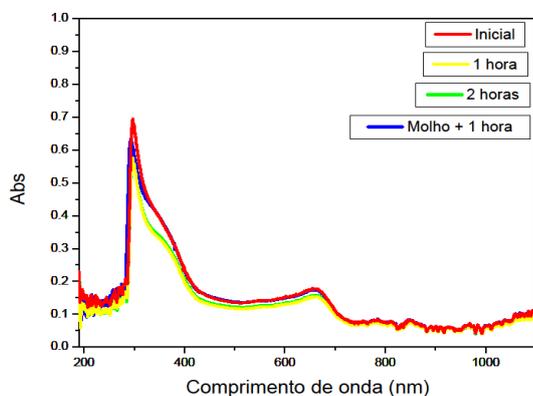
Figura 2- Gráfico de absorbância em diferentes comprimentos de onda da solução contendo corante em pH 10 e sem a presença do percarbonato de sódio.



Na figura 3, pôde-se verificar que com a ação do percarbonato de sódio houve maior redução da área de pico (regiões a e b), sendo que a área inicial foram: região a = 63,43 nm.Abs e b = 16,66 nm.Abs e a menor área, que corresponde a amostra após 2 horas de

exposição, foi de: $a = 52,88 \text{ nm.Abs}$ e $b = 13,74 \text{ nm.Abs}$. O pico de absorção máxima foi de 0,717 em 297 nm.

Figura 3- Gráfico de absorbância em diferentes comprimentos de onda da solução contendo corante em pH 4 e com a presença do percarbonato de sódio.



4. CONCLUSÕES

A análise de todos os gráficos indica que quanto maior o tempo de exposição, menor são as áreas de pico, corroborando com a hipótese da degradação do corante pela ação do percarbonato aliado à exposição à luz. Posteriormente serão realizadas outras análises para comprovação da degradação do corante.

AGRADECIMENTOS

Ao PIBIFSP e Câmpus Barretos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, M. V. C.; RAMOS, R. O.; BRITO, A. L. M.; LOPES, W. S. Aplicação de processos oxidativos na degradação dos corantes índigo blue e azul de metileno. **Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 3, 2015.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). 2005. *Standard methods for the examination of water and wastewater (Standard Methods)*. 21th ed. Washington: APHA, 2005.

GORINI, A. P. F. O segmento de índigo. **Biblioteca Digital BNDES**. 1999. Disponível em : <
https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3161/1/BS%2010%20O%20segmento%20de%20indigo_P.pdf>. Acesso em: 04 Nov. 2016.

MUNCHEN, S.; ADAIME, M. B.; PERAZOLLI, L. A.; AMANTÉA, B. E.; ZAGHETE, M. A. Jeans: a relação entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais para o Ensino de Química. **Quím. Nova Esc.**, v. 37, n. 3, 2015.

NOGUEIRA, R. F.; TROVÓ, A. G.; SILVA, M. R. A.; VILLA, R. D.; OLIVEIRA, M. C. Fundamentos e aplicações ambientais dos processos fenton e foto-fenton. **Quím. Nova**, v. 30, n. 2, 2007.

PASCHOAL, F. M. M.; TREMILIOSI-FILHO, G. Aplicação da tecnologia de eletrofloculação na recuperação do corante Índigo Blue a partir de efluentes industriais. **Quim. Nova**, Vol. 28, No. 5, 766-772, 2005.

TANJI, T. Escravos da moda: os bastidores nada bonitos da indústria fashion. **Revista Galileu**, Junho, 2016. Disponível em: <
<http://revistagalileu.globo.com/Revista/noticia/2016/06/escravos-da-moda-os-bastidores-nada-bonitos-da-industria-fashion.html>> . Acesso em: 05 Nov. 2016.

SALGADO, B. C. B.; NOGUEIRA, M. I. C.; RODRIGUES, K. A.; SAMPAIO, G. M. M. S.; BUARQUE, H. L. B. ; ARAÚJO, R. S. Descoloração de efluentes aquosos sintéticos e têxtil contendo corantes índigo e azo via processos Fenton e foto-assistidos (UV e UV/H₂O₂). **Eng. Sanit. Ambient.** v.14, n.1, 2009.

SIGMA-ALDRICH. Corante azul de Índigo sintético. **Ficha de informações de segurança de produtos químicos**, 2016.

ZONFRILLI, F.; GERMANÀ, S.; GUIDA, V. Thermal stability of dry detergent formulation containing sodium percarbonate. **Associazione Italiana Di Ingegneria Chimica (AIDIC)**, 2016. Disponível em: <<http://www.aidic.it/icheap9/webpapers/303Zonfrilli.pdf>>. Acesso em 05 Nov. 2016.