

II-012 - TRATAMENTO FOTOQUÍMICO COM H_2O_2 /UV APLICADO À DESCOLORAÇÃO DE CORANTE TÊXTIL DISPERSIVO

Victor Marques Campos

Iniciação Científica PIBIC. Aluno do curso de graduação em Química Industrial

Núbia Natália de Brito⁽¹⁾

Química Industrial. Profa. Dra. do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás- UFG.

Endereço⁽¹⁾: Campus Samambaia II – Bloco IQ 1 Caixa postal 131 CEP 74001970 e-mail: nubiabrito@quimica.ufg.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar um sistema para o tratamento de corante têxtil dispersivo. O sistema consistiu em um tratamento por processo oxidativo avançado, sendo que, a técnica fotoquímica com H_2O_2 /UV foi experimentada no processo de remediação. O tratamento foi realizado em um reator de vidro Pyrex com capacidade volumétrica de 2L (90 mm de diâmetro interno, 130 mm de diâmetro externo e altura total de 150 mm), e fonte de radiação policromática ultravioleta (UV) e visível, assegurada por uma lâmpada de vapor de mercúrio de alta pressão, de 400 W de potência (Osram HQL 400 W) equipado com refrigeração à água e sistema de recirculação interna do corante. Os resultados apresentaram-se bastante satisfatório com redução da coloração na ordem de: 80% em 60 minutos de tratamento empregando $20 \text{ mgL}^{-1} H_2O_2$, temperatura $45^\circ\text{C}/50^\circ\text{C}$, vazão de ar 1200 mLmin^{-1} e lâmpada de 400 Watts.

PALAVRAS-CHAVE: Corante, Indústria têxtil, Tratamento

INTRODUÇÃO

A indústria têxtil apresenta elevado consumo de água e descarte de resíduos contendo espécies fortemente coloridas e pouco biodegradáveis (corantes), muitas das quais apresentam elevado potencial carcinogênico e mutagênico. De modo geral, a indústria têxtil utiliza sistemas de tratamento baseados em sistemas físico-químicos e biológicos, em muitos casos incompatíveis com as características do efluente gerado. Deste ponto de vista, o estudo de novas alternativas de tratamento se mostra essencial (VERAS e DI BERNARDO, 2008; KHLIFI et al., 2010).

Dentre as várias classes de corantes sintéticos utilizados na indústria têxtil, os corantes dispersos merecem atenção. São compostos aromáticos não iônicos, na maioria contêm grupos azo como cromóforo e são pouco solúveis em água e altamente utilizados na tintura de fibras sintéticas, tais como poliéster, triacetato de celulose e poliamidas. A adição de agentes dispersantes durante a etapa de tintura sob alta temperatura (80°C) é uma das responsáveis pelo transporte do corante à fibra hidrofóbica cuja etapa tem mudado a concepção desses corantes como prováveis poluentes de águas superficiais (BRUNELLI et al., 2009).

O corante foron vermelho brilhante E-2BL 200 objeto deste estudo é um corante dispersivo desta forma insolúvel em água e aplicado em fibras de celulose e outras fibras hidrofóbicas através de suspensão (partículas entre 1 a 4 micra). Durante o processo de solubilização, o corante sofre hidrólise e a forma originalmente insolúvel é lentamente precipitada na forma dispersa (finalmente dividido) (BRUNELLI et al., 2009).

O emprego do H_2O_2 combinado com a radiação ultravioleta (UV) tem despertado grande interesse para uso em processos ambientais. A decomposição de vários poluentes orgânicos presentes em rejeitos industriais tem sido efetivamente verificada através da geração de radicais hidroxila utilizando peróxido de hidrogênio e radiação ultravioleta (UV) (BRITO et al., 2010).

MATERIAIS E MÉTODOS

Reagentes

Nos ensaios de fotodegradação foi utilizado o corante Foron Vermelho Brilhante E-2BL 200 (Figura 1) foi fornecido pela Daneto (São Paulo). A solução foi preparada com água destilada na concentração de 30 mg L^{-1} e pH 6,7 a temperatura ambiente. No processo oxidativo foi utilizado peróxido de hidrogênio (Lafan- Química Fina) 8,5 % m/m padronizado por titulação permanganométrica

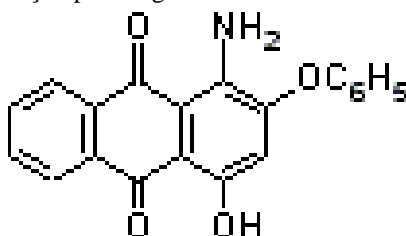


Figura 1 – Estrutura química do corante Foron Vermelho Brilhante E-2BL 200.

Reator

Os ensaios de degradação fotoquímica foram realizados em reator de bancada, apresentando volume 2L (90 mm de diâmetro interno, 130 mm de diâmetro externo e altura total de 150 mm), e fonte de radiação policromática ultravioleta (UV) e visível, assegurada por uma lâmpada de vapor de mercúrio de alta pressão, de 400 W de potência (Osram HQL 400 W). A lâmpada era suportada por um tubo de quartzo, o qual era mergulhado no reator permitindo a irradiação do seu interior de forma uniforme (Figura 2).

- A: Câmara reação fotocatalítica
- B: Tubo de Quartzo para abrigo da lâmpada UV
- C: Condensador para refrigeração a água
- D: Condensador para saída de gases
- E: Bomba hidráulica para recirculação
- F: Torneira para coleta de amostras
- G: Regulador da Vazão de Recirculação
- H: Saída de efluente para recirculação
- I: Entrada de efluente
- J: Funil para Controle de entrada de H_2O_2
- L: Lâmpada UV
- T: Termômetro
- S: Sentido de movimento do efluente dentro do reator

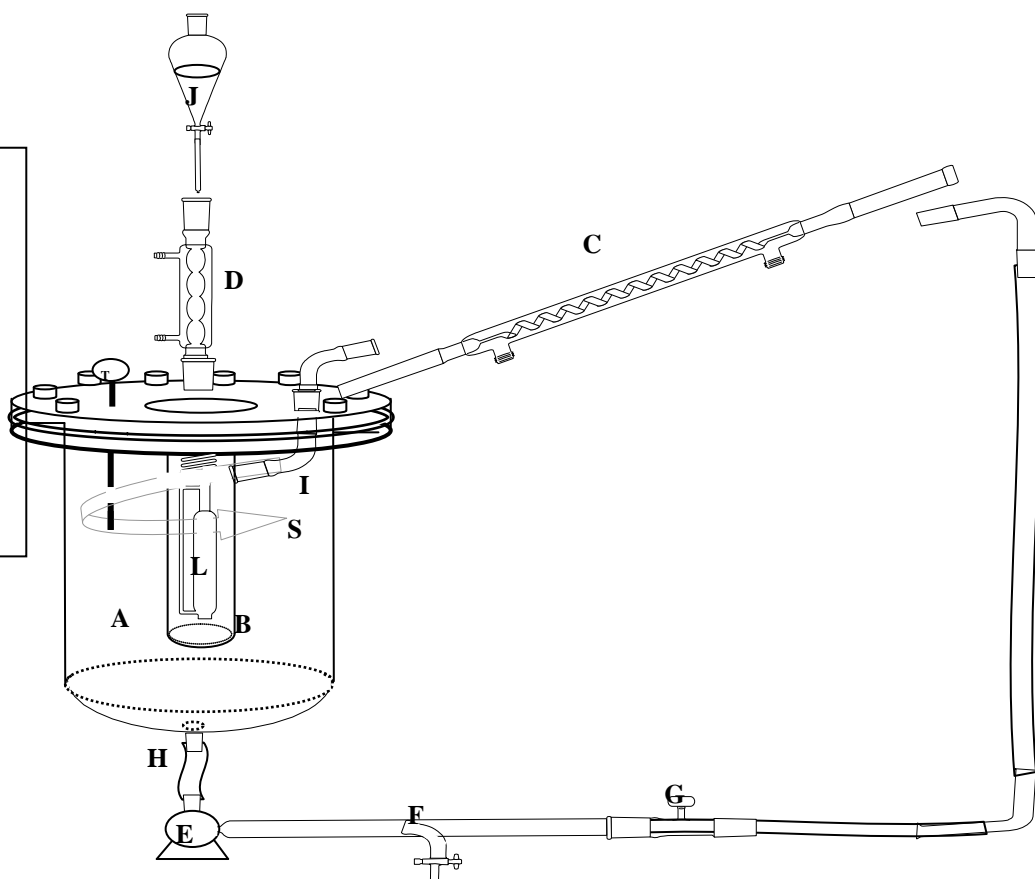


Figura 2: Esquema do Reator Fotoquímico utilizado no tratamento.

A agitação do processo foi mantida contínua por meio da recirculação da solução de corante têxtil através de uma bomba hidráulica (Invensys Bav 1115-02U 220 V 60 Hz 34 W). O sistema de refrigeração consistia em um condensador espiral, o qual permitia manter a temperatura no interior do reator entre 25-55 ° C. O volume de amostra adicionada no reator para os ensaios foi de 2,0 L e o tempo de tratamento de 60 minutos.

Análises

Na avaliação da eficiência do tratamento fotoquímico do corante têxtil dispersivo foram empregados os seguintes parâmetros: peróxido de hidrogênio residual, cor, pH, Demanda Química de Oxigênio, nitrogênio amoniacal e nitrato.

O peróxido de hidrogênio residual foi baseado na reação entre peróxido de hidrogênio e o íon vanadato (VO_3^{3-}) em meio ácido. A reação leva à formação de íon peroxovanádio (VO_2^{3+}) de coloração avermelhada que absorve fortemente em 446 nm (OLIVEIRA et al., 2001).

A coloração verdadeira do corante têxtil foi determinada de acordo com a absorvância no comprimento de onda máximo na região do visível (600 nm) utilizando espectrofotômetro Fenton (alfa-700 plus).

A determinação dos valores de pH do corante têxtil foi realizada de acordo com método potenciométrico utilizando medidor de pH 1500 intelligent meter, aferido nos valores padrões de pH 4,0 e 7,0 conforme Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998).

RESULTADOS

Caracterização do corante têxtil

A Figura 3 apresenta o espectro de absorvância da solução contendo corante dispersivo Foron Vermelho Brilhante E-2BL 200 na concentração de 30 mg L⁻¹ e pH= 6,7, a 25° C. Neste espectro pode ser verificada a banda de absorção característica do corante dispersivo Foron Vermelho Brilhante E-2BL em $\lambda = 600$ nm

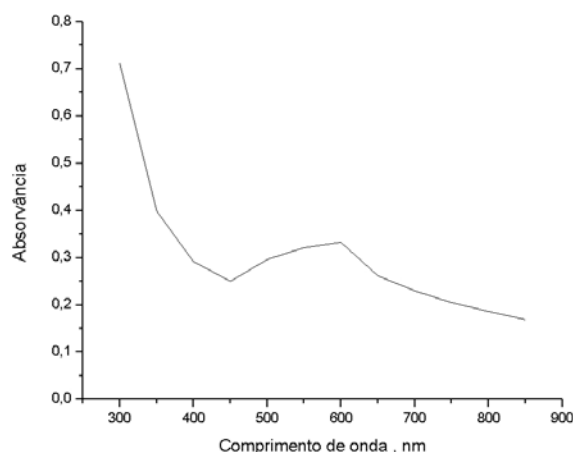


Figura 3 - Espectro de absorção UV-visível da solução aquosa do corante vermelho.

Otimização do processo fotoquímico utilizando H₂O₂/UV

Para dar início aos ensaios utilizou-se uma solução de H₂O₂ 8,5% em um tempo de tratamento fixado em 60 minutos. Construiu-se um planejamento fatorial onde foi observada a redução da cor, através do espectro de máxima absorvância na região do visível (600 nm) do corante dispersivo Foron Vermelho Brilhante E-2BL 200 na concentração de 30 mg L⁻¹ e pH= 6,7 à 25°C.

No planejamento fatorial foram experimentados dois níveis um nível menor (-) e outro maior (+) para as variáveis: volume de H₂O₂, temperatura e vazão de recirculação interna (Tabela 1).

Tabela 1: Planejamento Fatorial 2³. Otimização do tratamento fotoquímico para redução da cor do corante dispersivo Foron Vermelho Brilhante E-2BL 200. Condições: Volume do corante têxtil tratado 2,0 Litros, tempo de tratamento 60 minutos e lâmpada de 400 W. Comprimento de onda de 600 nm.

Parâmetros		Nível (-)		Nível (+)	
Volume de H ₂ O ₂ (8,5%)		10 mL (20 mgL ⁻¹ H ₂ O ₂)		20 mL (40 mgL ⁻¹ H ₂ O ₂)	
Temperatura		35°C/40 °C		45 °C/ 50 °C	
Vazão recirculação interna		800 mLmin ⁻¹		1200 mLmin ⁻¹ .	
Testes	Volume H ₂ O ₂	Temperatura	Vazão recirculação	Absorvância	%redução de cor
1	-	-	-	0,292	12,31
2	-	-	+	0,294	11,71
3	-	+	-	0,243	27,02
4	-	+	+	0,063	81,08
5	+	-	-	0,312	6,31
6	+	-	+	0,076	77,18
7	+	+	-	0,289	13,21
8	+	+	+	0,059	81,28

Com as condições otimizadas foi possível concluir que quando adicionado o volume de 20 mL de H₂O₂ o desempenho do processo H₂O₂/UV é praticamente o mesmo de quando é adicionado o volume de 10 mL. Em um meio com excesso de peróxido e altas concentrações de HO•, há a tendência de existirem reações competitivas que produzem um efeito inibitório para a degradação, pois os radicais HO• são suscetíveis de recombinarem ou de reagirem (MARTINS, et al., 2011). A radiação ultravioleta promove a cissão homolítica do peróxido de hidrogênio em radicais hidroxila HO• (eq.1). As taxas de formação de radicais são significativamente aumentadas sob o efeito de radiação.



A concentração de H₂O₂ tem um papel importante sobre eficiência do processo. Se por um lado, o peróxido de hidrogênio age como uma fonte de radicais livres, por outro, pode agir como interceptador de radicais, como indicado na equação 2:



O aumento na concentração de H₂O₂ não pode ser feito, portanto, além de certos limites além dos quais o peróxido gera radical peróxido, o qual apresenta potencial de oxidação inferior (GHODBANE e HAMDAOUI, 2010). Para um melhor entendimento do processo fotoquímico H₂O₂/UV foram realizados experimentos estudando os processos individualmente: fotólise, oxidação por H₂O₂, H₂O₂/UV, somente luz visível com e sem H₂O₂.

Os resultados desse estudo podem ser verificados na Figura 4 onde o teste 1 obteve o melhor desempenho com a combinação de H₂O₂ e radiação UV apresentando descoloração em torno de 81 %. O teste 2 estudou a ação de H₂O₂ com radiação na faixa do visível onde se obteve uma redução de somente 4 % da absorvância verificando assim a necessidade de radiação UV para completa clivagem do H₂O₂. No teste 3 verificou-se a oxidação somente com H₂O₂ onde se obteve uma redução da absorvância em torno de 13 %. O teste 4 analisou somente o uso de luz UV no tratamento do corante onde se verificou uma redução da absorvância em torno de 16%. O teste 5 testou somente a ação da radiação na faixa do visível com ineficácia e sem diminuição da absorvância. Verifica-se, desta forma, a importância da utilização da radiação UV e do reagente químico H₂O₂ para formação do radical HO•, potencializando o processo fotoquímico.

Os testes 2, 4 e 5 apontam um aumento da coloração nos 5 primeiros minutos onde se verifica por um aumento na absorvância. Tal aumento da cor pode ser devido ao surgimento de grupos intermediários capazes de intensificar a coloração do corante. Espécies intermediárias competem por radicais ou outras espécies oxidantes geradas no processo fotoquímico, tornando a degradação um processo global (SCHRANK et al., 2005).

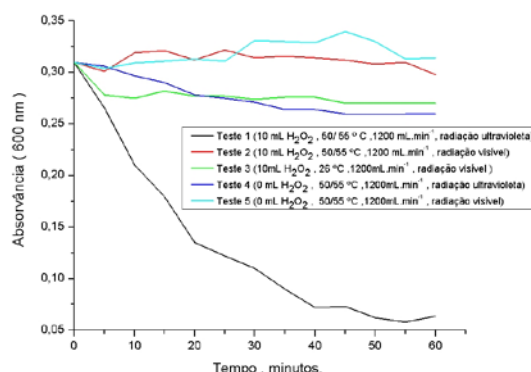


Figura 4 – Estudo da degradação do corante dispersivo (30 mg.L^{-1}) em diferentes condições.

Diante dos dados obtidos pode-se verificar a melhor otimização do processo fotoquímico pela Figura 5 comparando a diminuição da banda característica em comprimento de onda de 600 nm, verificando que 50% da redução acontecem nos primeiros 20 minutos. Importante ressaltar Todo peróxido de hidrogênio (10 mL, 8,5% m/m) utilizado foi consumido durante os 60 minutos de tratamento otimizado.

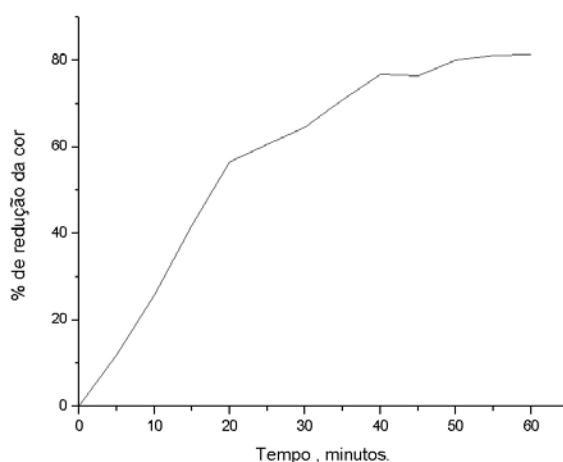


Figura 5 - Estudo da porcentagem de redução de cor durante o tratamento fotoquímico do corante dispersivo (30 mg L^{-1}). Adição de 10 mL de solução de H_2O_2 a 8,5%, Vazão de recirculação interna 1200 mL min^{-1} ; temperatura 45/50°C (Radiação UV).

CONCLUSÕES

Este trabalho propôs uma metodologia utilizando um reator fotoquímico que combinava H_2O_2 com radiação ultravioleta para degradação do corante Foron Vermelho Brilhante E-2BL 200. Um corante dispersivo do grupo aminoantraquinona bastante utilizado na indústria de tingimento de fibras sintéticas.

Os estudos efetuados permitiram concluir que o processo oxidativo UV/ H_2O_2 é eficaz na redução de coloração (cerca de 80% da redução para o corante dispersivo vermelho brilhante).

Os processos de tratamento de efluentes têm importância evidente e continuarão sendo necessários enquanto houver geração deste tipo de resíduos. Entretanto deve-se priorizar a redução da geração e quando possível, a eliminação da fonte poluidora.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Iniciação Científica – PIBIC do CNPq pela bolsa concedida ao estudante Victor Marques Campos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION-APHA. **Standard Methods for the Water and Wastewater**. 20 ed. New York: APHA, 1998.
2. BRITO, N.N.; PATERNIANI, J.E.S.; BROTA, G.A.; PELEGRINI, R.T. Ammonia removal from leachate by photochemical process using H_2O_2 . **Revista Ambiente e Água**, v. 5, n.2, 2010.
3. BRUNELLI, T.F.T.; GUARALDO, T.T.; PASCHOAL, F.M.M. ZANONI, M.V.B. Photoelectrochemical degradation of disperse dyes in textile effluent on photoanodes of Ti/TiO_2 . **Química Nova**, v. 32, n. 1, 67-71, 2009.
4. GHODBANE, H.; HAMD AOUI, Q. Decolorization of anthraquinonic dye, C.I. Acid Blue 25, in aqueous solution by direct UV irradiation, UV/H_2O_2 and $UV/Fe(II)$ process. **Chemical Engineering Journal**. v. 160, p.226-231, 2010.
5. KHLIFI, R.; BELBAHRI, L.; WOODWARD, S.; ELLOUZ, M.; DHOUIB, A.; SAYADI, S.; MECHICHI, T. Decolourization and detoxification of textile industry wastewater by the laccase-mediator system. **Journal of Hazardous Materials**, v. 175, n.1-3, 2010.
6. MARTINS, L.M., DA SILVA, C.E. NETO, J. M. M. LIMA, A. S., MOREIRA, R. F. P. Application of Fenton, photo-Fenton and UV/H_2O_2 in treating synthetic textile wastewater containing the dye Black Biozol UC. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v.16. n.3.261-270, 2011.
7. OLIVEIRA, M.C.; NOGUEIRA, R.F.P.; NETO, J.A.G.; JARDIM, W.F. e ROHWEDDER, J.J.R. Flow injection spectrophotometric system for hydrogen peroxide monitoring in photo-Fenton degradation processes. **Química Nova**, v.24, n.2, p. 188-190, 2001.
8. SCHRANK, S.G., JOSE, H.J., MOREIRA, R.F.P.M. e SCHRODER, H.F. Applicability of Fenton and H_2O_2/UV reactions in the treatment of tannery wastewaters. **Chemosphere**, v. 60, n. 5, p. 644-655, 2005.
9. VERAS, L.R.V.; DI BERNARDO, L. Water treatment by multistage filtration system- MSF FIME. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n.1, p.109-116, 2008.