

DEGRADAÇÃO DE CORANTES POR UV/H₂O₂ - APLICAÇÃO DE FOTODEGRADAÇÃO NO ESTUDO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

Fabiana Klein¹, Gabriela Schardong², Simone Stülp³

RESUMO: Com a finalidade de estudar métodos de purificação de água contendo compostos orgânicos estáveis, têm sido desenvolvidos e disseminados os chamados Processos Oxidativos Avançados (POAs). Tais métodos visam a oxidar os poluentes presentes nos sistemas ambientais. Por meio de irradiação ultravioleta com a presença de H₂O₂ (processo conjugado) com duração de 30 minutos, os compostos responsáveis pela forte coloração foram oxidados. Observou-se também redução de carbono orgânico total (COT) ao longo do tratamento, quando 51,86% do amarelo crepúsculo e 29,91% do azul de indigotina foram reduzidos.

PALAVRAS-CHAVE: Amarelo crepúsculo. Azul de indigotina. Corante alimentício.

1 INTRODUÇÃO

Muitos alimentos industrializados originalmente não apresentam cor; e em outros a cor natural pode ser alterada durante o processo produtivo. Em face dessa realidade, a utilização de corantes pela indústria alimentícia é justificada pela melhor aceitação dos produtos pelos consumidores com a adição de corantes, devido ao aspecto visual. Porém, esses aditivos não são totalmente inofensivos à saúde humana (PRADO; GODOY, 2004). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), vinculada ao Ministério da Saúde, permite a utilização de corantes não naturais em produtos alimentícios, com limites máximos de utilização, por ser possível a presença de toxicidade após a utilização desses produtos (KAPOR et al., 2001).

No Brasil, permite-se o uso de onze corantes artificiais em produtos alimentícios, sendo eles: amarelo tartrazina (CI 19140), amarelo crepúsculo (CI 15985), amaranto (CI 16185), ponceau 4R (CI 73015), vermelho 40 (CI 16035), azul de indigotina (CI 73015), azul brilhante FCF (CI 42090), azul patente V (CI 42051), azorrubina (CI 14720) e verde rápido (CI 42053). Essa permissão é regulada por resolução da ANVISA.

As indústrias alimentícias que se utilizam desses corantes alimentícios geram efluentes com altas cargas de matéria orgânica e forte coloração. Esses efluentes gerados são capazes de alterar as características dos corpos receptores, alterando o teor de oxigênio dissolvido (AHMAD; ISMAIL, BHATIA, 2003) e diminuindo a capacidade de penetração da radiação solar, promovendo dessas forma alterações na flora e na fauna locais.

1 Aluna do Curso de Química Industrial do Centro Universitário UNIVATES.

2 Aluna do Curso de Química Industrial do Centro Universitário UNIVATES.

3 Docente do Curso de Química Industrial, do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas e do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento do Centro Universitário UNIVATES, Doutora em Engenharia de Materiais.

Em relação aos métodos de tratamento desses efluentes, eles devem ser capazes de degradar a matéria orgânica e diminuir a coloração presente nos efluentes. Em geral, processos convencionais de tratamento possuem dificuldade na degradação de fortes colorações. Em face disso, a utilização de tecnologias avançadas (BAIRD, 2002), tais como os Processos Oxidativos Avançados (POAs), é uma alternativa viável para o tratamento de efluentes alimentícios, nos quais há a presença de fortes colorações, como no caso de efluentes que contêm em sua constituição os corantes amarelo crepúsculo (CI 15985) e azul de indigotina (CI 73015), demonstrados na Figura 1, que apresentam uma alta estabilidade a tratamentos convencionais.

Estudos anteriores já realizaram pesquisas de degradação de efluentes alimentícios corados, com a presença de um único corante (KARKMAZ et al., 2004) ou de uma mistura de corantes (MARMITT; PIROTTA, STÜLP, 2010), apresentando resultados satisfatórios do ponto de vista de tratamento de efluentes.

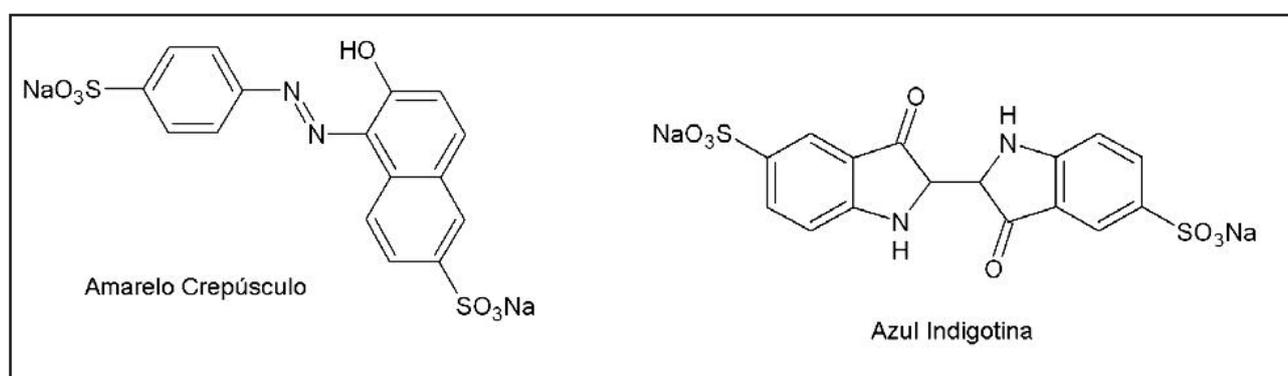


Figura 1 - Fórmulas estruturais dos corantes amarelo crepúsculo e azul de indigotina

Os objetivos do presente artigo foram aplicar o tratamento UV/H₂O₂ a soluções aquosas de corantes alimentícios (azul de indigotina e amarelo crepúsculo) e avaliar a eficiência do tratamento proposto. Cabe mencionar que a realização deste trabalho ocorreu durante a execução da disciplina de Estágio Supervisionado III - Efluentes, do curso de Química Industrial, do Centro Universitário UNIVATES, no primeiro semestre de 2010.

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Reagentes

Nos ensaios de fotodegradação foram utilizados os corantes alimentícios comerciais (Indústria Duas Rodas - Santa Catarina - Brasil) amarelo crepúsculo (CI 15985) e azul de indigotina (CI 73015), sem purificação prévia. As soluções aquosas dos corantes, em concentração de 100 mg.L⁻¹, foram preparadas utilizando-se água deionizada. Para o tratamento UV/H₂O₂ foi preparada uma solução contendo 5 ml de peróxido de hidrogênio P.A. em 45 mL de água deionizada, seguidamente adicionada à solução contendo os corantes.

2.2 Reator de fotodegradação

O reator usado na degradação fotoquímica, demonstrado na Figura 2, é formado por uma célula de acrílico de 1L de dimensões 225mm x 77mm x 77mm, um tubo de quartzo (no interior do qual foi colocado o filamento de uma lâmpada) e uma bomba de recirculação submersa (SARLO BETTER) de vazão de 90 L.h⁻¹. Os ensaios foram realizados por meio de irradiação ultravioleta (UV)

na solução contendo o corante, com duração de 30 minutos e mais 30 minutos após a adição de H_2O_2 . A irradiação foi feita com filamento de uma lâmpada de vapor de mercúrio de 250 W (Osram HQL), cuja cobertura original foi previamente removida.

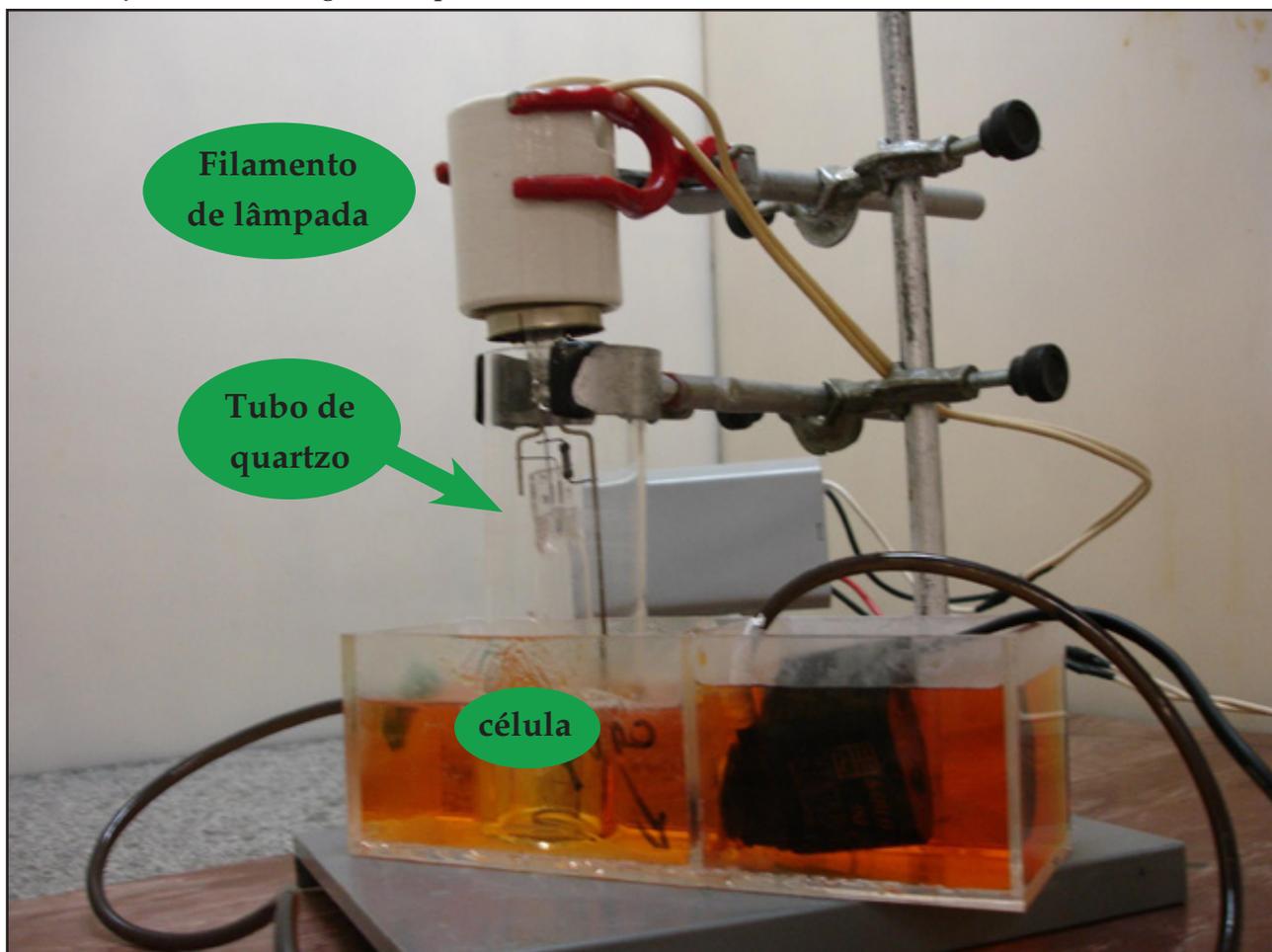


Figura 2 - Reator de degradação fotoquímica (UV/H₂O₂)

O acompanhamento dos processos de fotodegradação (UV/H₂O₂) foi realizado com o auxílio de um Analisador de Carbono Orgânico Total (Shimadzu), de um pHmetro Metrohm 827, de um condutivímetro Digimed DM-32 e de um espectrofotômetro Femto Plus.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a realização dos experimentos, coletaram-se alíquotas dos efluentes que foram submetidos a análises de pH, condutividade e carbono orgânico total (COT). As análises foram realizados em alíquotas de corantes sem tratamento, na presença de H_2O_2 e após aplicação do tratamento UV/H₂O₂ com 30 minutos de duração.

Para as devidas análises, obtiveram-se os resultados expressos na Tabela 1:

Tabela 1 - Resultados das análises em corante bruto, com H₂O₂, e com aplicação do tratamento UV/H₂O₂

Amostra	COT (mg.L ⁻¹)	pH	Condutividade (µS.cm ⁻¹)
Amarelo crepúsculo bruto	40,24	5,48	49,48
Amarelo crepúsculo + H ₂ O ₂	23,02	5,11	54,12
Amarelo crepúsculo tratado	19,36	3,44	236,4
Azul de indigotina bruto	46,73	5,45	73,25
Azul de indigotina + H ₂ O ₂	41,34	4,81	59,37
Azul de indigotina tratado	32,70	3,30	278,2

A combinação de peróxido de oxigênio (H₂O₂) com radiação UV é necessária para a geração de radicais OH para iniciar a reação de oxidação, reduzindo, assim, a presença de cor e matéria orgânica nas soluções. O poder oxidante de H₂O₂ não foi suficiente para promover a degradação dos corantes. Em termos de redução de matéria orgânica os percentuais foram de 51,86% para a solução contendo o corante amarelo crepúsculo e de 29,91% para a solução contendo o azul de indigotina, após a aplicação do processo de fotodegradação.

Na comparação dos corantes amarelo crepúsculo e azul de indigotina, que obtiveram resultados semelhantes, com o corante vermelho *bordeaux* (SILVA et al., 2008), percebem-se comportamentos diferentes, não havendo para o tratamento do vermelho *bordeaux* necessidade de adição de peróxido de oxigênio, apenas degradação fotoquímica por cinco horas, para redução da coloração da solução. Esse fato deve-se à constituição química diferente dos corantes estudados.

Além do acompanhamento realizado pelas análises de pH, condutividade e COT, também foram realizadas análises espectrofotométricas ao longo da região do UV-Vis, de modo a monitorar a diminuição da coloração das soluções contendo corantes, além do seu perfil na região do UV, que é indicativa da presença de compostos orgânicos.

A Figura 3 apresenta o gráfico de absorbâncias da solução contendo corante antes de qualquer tratamento (em seu estado bruto), e após o processo de degradação UV/H₂O₂ por 30 minutos. No gráfico pode ser verificada a banda de absorção característica do corante amarelo crepúsculo ($\lambda = 550\text{nm}$) e do corante azul de indigotina ($\lambda = 595\text{ nm}$). A degradação pode ser comprovada pelo decréscimo das bandas características em função do tempo de tratamento (30 minutos).

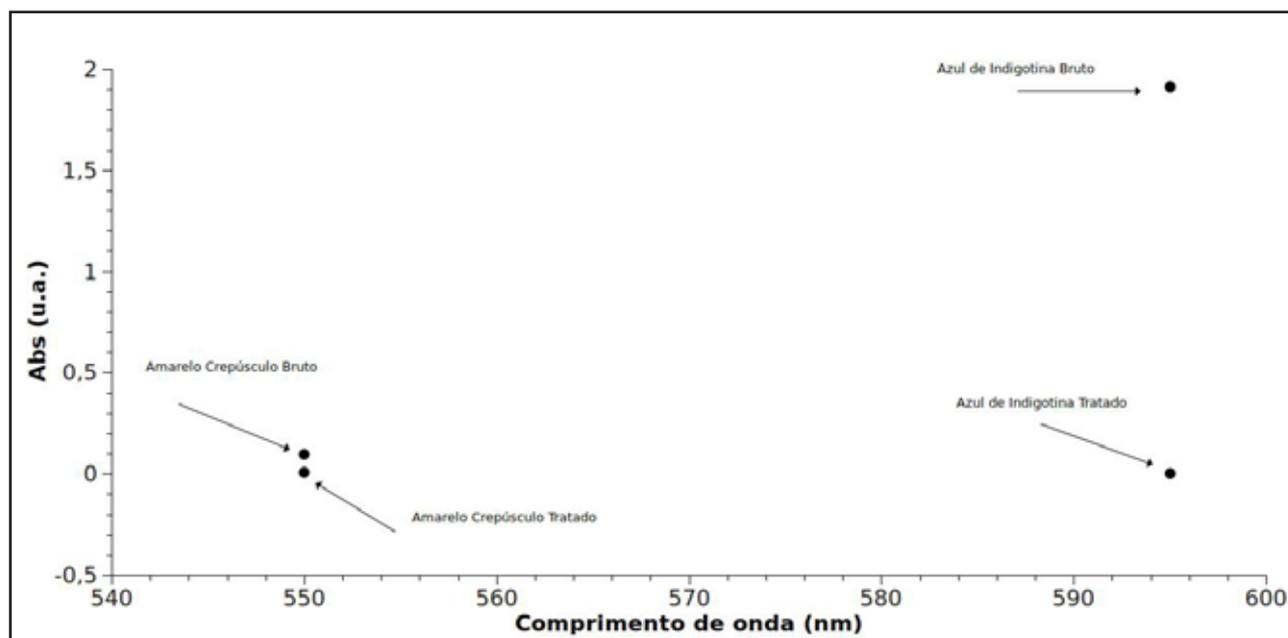


Figura 3 - Valores de absorvância dos corantes bruto e tratado *versus* comprimento de onda

A partir das análises de redução de absorvância durante o processo fotoquímico, verifica-se que houve redução de 99,66% de coloração da solução contendo amarelo crepúsculo e redução de 98,09% da coloração para solução com azul de indigotina.

Em relação a esses resultados de degradação de coloração, comparativamente a outros trabalhos da literatura (MARMITT; PIROTTA; STÜLP, 2010; SILVA et al., 2008), verifica-se que houve eficiência no tratamento proposto para a degradação dos corantes alimentícios estudados.

Cabe ainda destacar que um posterior estudo relativo à toxicidade desses efluentes faz-se necessário, pois em outros estudos de fotodegradação seguidos de estudos de toxicidade verificou-se, em alguns casos, aumento de toxicidade após a aplicação da fotodegradação (SPELLMEIER; STÜLP, 2009), em contraponto a outros estudos que demonstram a diminuição da toxicidade (GARCIA et al., 2009). Isso se deve ao fato de que, quando não há a mineralização da matéria orgânica, compostos de atividade tóxica podem ser gerados, sendo portanto este um parâmetro de extrema importância em estudos envolvendo tratamento de efluentes.

4 CONCLUSÃO

Verificou-se que a capacidade de degradação das soluções de corantes amarelo crepúsculo e azul de indigotina deve-se à combinação da incidência de radiação ultravioleta e do oxidante peróxido de hidrogênio, uma vez que este último não conseguiu oxidar a coloração do efluente, sendo necessário o tratamento em conjunto para a devida eficiência.

Em comparação a outras pesquisas já realizadas na área de tratamento de efluentes de corantes alimentícios, tem-se uma mesma percepção e, conseqüentemente, resultados que demonstram a capacidade de degradação dos corantes pelo sistema UV/H₂O₂ no reator acima descrito.

Cabe salientar que essa é uma técnica avançada de tratamento que exige ainda muitos experimentos e uma complementação para seu desempenho total, sendo portanto necessário o desenvolvimento de estudos envolvendo diferentes parâmetros do processo.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: out. 2010.

AHMAD, A. L.; ISMAIL, S.; BHATIA, S. Water recycling from palm oil film effluent (POME) using membrane technology. *Desalination*, v. 157, p. 87-95, 2003. ①

BAIRD, C. *Química ambiental*. Porto Alegre: Bookman, 2002. ①

GARCIA, J. C. et al. Evolutive follow-up of the photocatalytic degradation of real textile effluents in TiO₂ and TiO₂/H₂O₂ systems and their toxic effects on *Lactuca sativa* seedlings. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 20, p. 1589-1597, 2009. ①

KAPOR, M.A. et al. Eletroanálise de Corantes Alimentícios: determinação de índigo Carmim e Tartrazina. *Eclética Química*, v. 26, p. 53-68, 2001. ①

KARKMAZ, M. et al. Photocatalytic degradation of the alimentary azo dye amaranth: mineralization of the azo group to nitrogen. *Applied Catalysis B: Environmental*, v. 51, p. 183-194, 2004. ①

MARMITT, S.; PIROTTA, L.; STÜLP, S. Aplicação de Fotólise Direta e UV/H₂O₂ a Efluente Sintético contendo diferentes Corantes Alimentícios. *Química Nova*, v. 33, p. 384-388, 2010. ① ②

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Determinação de corantes artificiais por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em pó para gelatina. *Química Nova*, v. 27, p. 22-26, 2004. ①

SILVA, P. C. et al. Avaliação da Degradação do Corante Vermelho *BORDEAUX* Através de Processo Fotoquímico. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 13, p. 73-77, 2008. ① ②

SPELLMEIER, J. G.; STÜLP, S. Avaliação da degradação e toxicidade dos corantes alimentícios eritrosina e carmim de cochonilha através de processo fotoquímico. *Acta Ambiental Catarinense*, v. 6, p. 65-83, 2009. ①