

Descoloração da vinhaça utilizando H₂O₂/UV

Vitor Amigo VIVE^{1*}; Maria Cristina RIZK^{2*}

Resumo

A vinhaça é um resíduo líquido gerado na produção de álcool e possui características que podem prejudicar o ambiente, se disposta de forma inadequada. Assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar a degradação da vinhaça, determinando-se a descoloração da mesma por meio do processo H₂O₂/UV. O tratamento foi realizado variando-se as concentrações de peróxido de hidrogênio e os tempos de exposição à radiação UV. Os melhores resultados foram observados quando se empregou 5,51 g.L⁻¹ de H₂O₂ no tempo de exposição à radiação UV de 180 minutos, apresentando remoção de cor de 21%. Os resultados também revelaram que não ocorreram diferenças estatísticas significativas nas faixas de H₂O₂ e UV testadas.

Palavras-Chave: Vinhaça, H₂O₂/UV, descoloração.

Abstract

The vinasse is a liquid waste generated in the alcohol production and its characteristics can cause problems to the environment, if improperly disposed. Thus, the present work aimed to study the vinasse degradation by its decoloration using the H₂O₂/UV process. The treatment was performed varying the hydrogen peroxide concentrations and by the UV radiation exposure time. The best results were observed when it was employed 5.51 gL⁻¹ of H₂O₂ at the UV exposure time of 180 minutes, showing color removal of 21%. The results also revealed that there were no statistically significant differences in the H₂O₂ and UV tested conditions.

Keywords: Vinasse, H₂O₂/UV, decoloration.

1. Introdução

O aumento da demanda e da produção de etanol intensifica as preocupações com o meio ambiente, principalmente devido ao caráter poluente do resíduo líquido gerado, comumente conhecido como vinhaça (Giachini e Ferraz, 2009). Segundo Freire e Cortez (2000), o poder poluente da vinhaça é cerca de cem vezes maior que o do esgoto doméstico justamente em decorrência da sua riqueza em matéria orgânica, sólidos dissolvidos e baixo

¹ Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências e Tecnologia, campus de Presidente Prudente, Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente, vitorvive@hotmail.com

² Professor Assistente Doutor da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciência e Tecnologia, campus de Presidente Prudente, Departamento de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente. Contato: crisrizk@fct.unesp.br.

pH, onde os valores elevados destes parâmetros são suficientes para considerar a vinhaça altamente nociva à fauna e à flora.

A vinhaça quando lançada nos cursos d'água tem o potencial de consumir o oxigênio, causando a morte de peixes e de plantas, destruindo a flora e a fauna aquática e dificultando o aproveitamento dos mananciais contaminados como fonte de abastecimento de água potável.

A cor associada aos sólidos suspensos pode obstruir a penetração de luz e os processos fotossintéticos, o que prejudica seriamente a vida aquática (Fitzgibbon *et al.*, 1995).

A descarga não controlada de vinhaça no solo, pode causar impactos negativos, deteriorando seriamente sua estrutura, porosidade e fertilidade (Tejanda e González, 2005). Altas cargas de sólidos suspensos podem obstruir os poros do solo, levando ao desenvolvimento de condições anaeróbias que contribuem para a diminuição do pH (Jiménez *et al.*, 2005). Desse modo, é necessário um tratamento prévio antes do descarte inadequado da vinhaça.

Os processos oxidativos avançados (POA) têm sido referência na degradação da maioria dos compostos orgânicos presentes em efluentes poluídos, como a vinhaça.

Os processos fotoquímicos de oxidação avançada, incluindo fotólise e fotocatalise, são atraentes tecnologias de remediação ambiental e estão ganhando cada vez mais importância para a degradação de poluentes orgânicos (Montaser *et al.*, 2000). A combinação entre peróxido de hidrogênio e radiação UV é uma das formas mais fáceis de produzir radicais hidroxilas. A absorção de fótons UV pelo peróxido de hidrogênio dissocia-os em radicais hidroxilas, que reagem rapidamente e de maneira não seletiva com a maioria dos compostos orgânicos (Rodríguez *et al.*, 2000). As vantagens do sistema H_2O_2/UV são a não formação de lodo, a significativa redução da demanda química de oxigênio (DQO) em um curto período de tempo e o fácil manuseio (Schrank, 2003).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a remoção de cor aparente da vinhaça utilizando o processo combinado H_2O_2/UV .

2. Metodologia

O efluente utilizado neste trabalho foi coletado numa usina de açúcar e álcool do oeste paulista e conservado em temperatura abaixo de 10°C até o seu uso.

A determinação da cor foi feita num espectrofotômetro, marca HACH – modelo DR3900 no comprimento de onda de 420 nm calibrado com padrões de platina/cobalto.

O processo de tratamento (Figura 1) foi realizado num sistema constituído por um tubo de aço inoxidável de 2,5 pol. de diâmetro e 40 cm de comprimento com uma lâmpada germicida (11 W, $\lambda_{\text{max}} = 254 \text{ nm}$ e 1,5 cm de diâmetro) revestida por um cilindro de quartzo, o qual foi inserido concentricamente no tubo de aço inoxidável. O volume útil do reator era de 731 mL. As amostras foram submetidas a fluxo contínuo durante o ensaio a uma vazão de $25 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$.

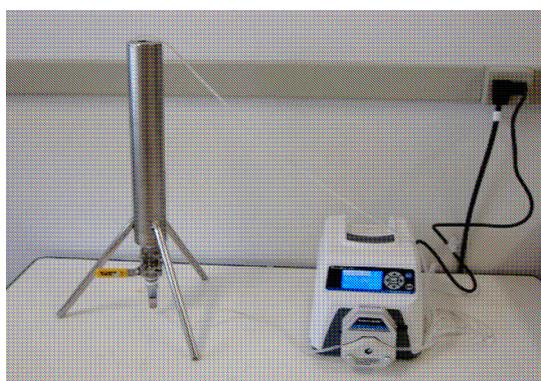


Figura 1 – Reator $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ acoplado a bomba propulsora

As concentrações de H_2O_2 e a variação ao tempo exposição à luz UV foram baseadas nos trabalhos de Beltrán *et al.* (1997) e Shu *et al.*, (2005). Assim, as concentrações de peróxido de hidrogênio testadas foram de 2,76; 5,51; 10,97; 16,37; 21,72 e 27,02 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ e os tempos de exposição à luz UV foram de 0; 30; 60; 90; 120 e 180 minutos. Nos tempos mencionados, alíquotas eram retiradas e analisadas em termos de eficiência de remoção de cor aparente.

O pH do efluente não foi corrigido nos ensaios experimentais. Antes de cada ensaio foi determinado o valor de cor aparente da vinhaça bruta, de modo que foram encontrados valores entre 20.800 e 64.750 mg PtCo.L⁻¹, o que confirma o elevado nível de cor aparente.

Os ensaios foram realizados em réplica e os resultados foram lidos em duplicata. Os resultados foram analisados estatisticamente pelo método Kruscall-Wallis, segundo o teste de Dunn, por meio da mediana e do desvio interquartilico. Para a análise estatística, utilizou-se o *software* Bioestat 5.0. Trabalhou-se com uma probabilidade de erro de 5% para avaliar a influência das variáveis na eficiência de remoção, determinando-se, assim, a melhor concentração de H₂O₂ e o melhor tempo de exposição à luz UV.

3. Resultados

A Figura 2 apresenta os resultados obtidos na concentração de 2,76 g.L⁻¹ de H₂O₂ ao longo do tempo de exposição à radiação UV. Observa-se que as remoções de cor aparente foram praticamente constantes. A condição que obteve melhor resultado, mesmo não havendo variação estatística significativa, foi a de 180 minutos de reação com eficiência de aproximadamente 10%.

De acordo com a Figura 3, na concentração de 5,51 g.L⁻¹ de H₂O₂ os resultados apresentaram remoção inicial de aproximadamente 21%, onde ao longo do tempo de exposição à UV este resultado manteve-se constante não havendo variação estatística significativa.

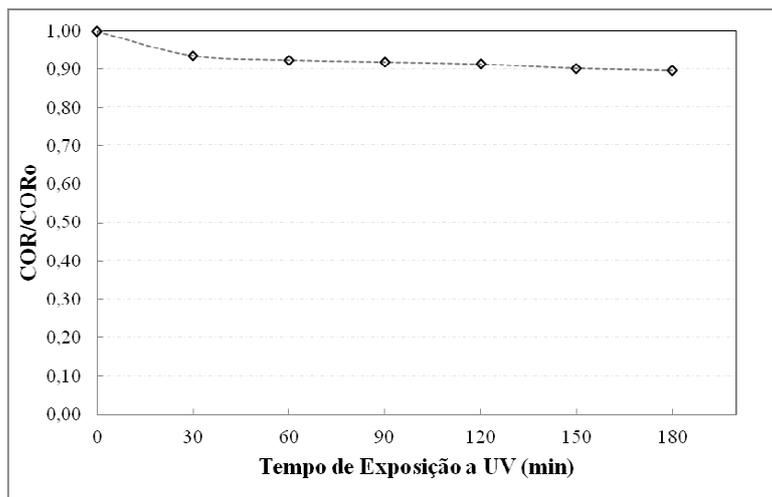


Figura 2 – Concentração de 2,76 g.L⁻¹ de H₂O₂

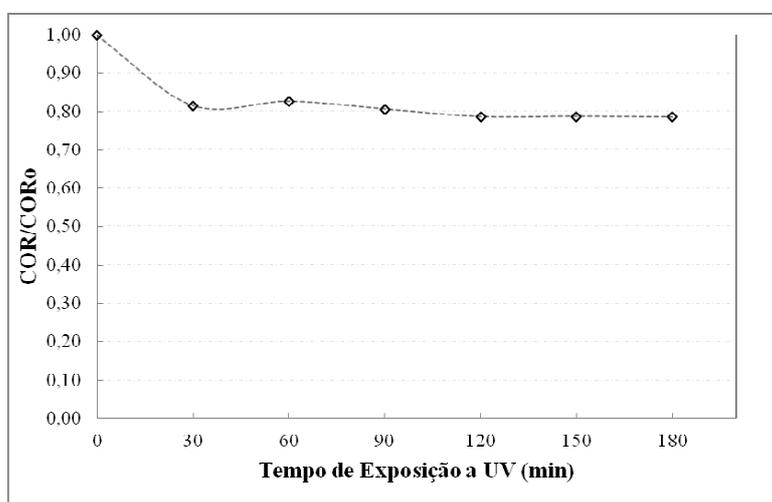


Figura 3 – Concentração de 5,51 g.L⁻¹ de H₂O₂

Os resultados obtidos na concentração de 10,96 g.L⁻¹ de H₂O₂ (Figura 4) também foram praticamente constantes ao longo do tempo de exposição à radiação UV. O melhor resultado, também sem variação estatística significativa, ocorreu ao final dos 180 minutos de exposição à UV com aproximadamente 19% de remoção da cor aparente.

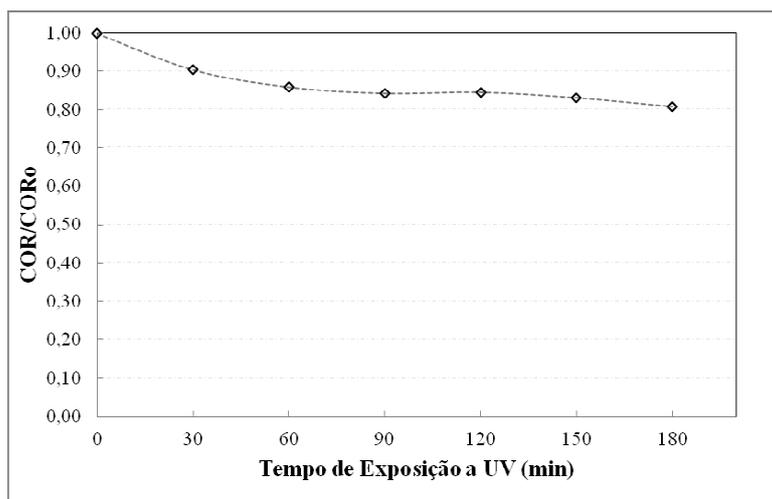


Figura 4 – Concentração de 10,96 g.L⁻¹ de H₂O₂

De acordo com a Figura 5, na concentração de 16,37 g.L⁻¹ de H₂O₂ os resultados de remoção de cor foram progressivos e sem diferenças estatísticas significativas ao longo do tempo de exposição à UV, de modo que alcançou-se 20% de eficiência de remoção de cor aparente em 180 minutos de reação.

A Figura 6 apresenta os resultados do ensaio na concentração de 21,72 g.L⁻¹ de H₂O₂. A remoção de cor aparente foi praticamente nula, com um leve aumento na eficiência de remoção após 120 minutos. Os resultados de remoção situaram-se em torno de 4% de eficiência de remoção.

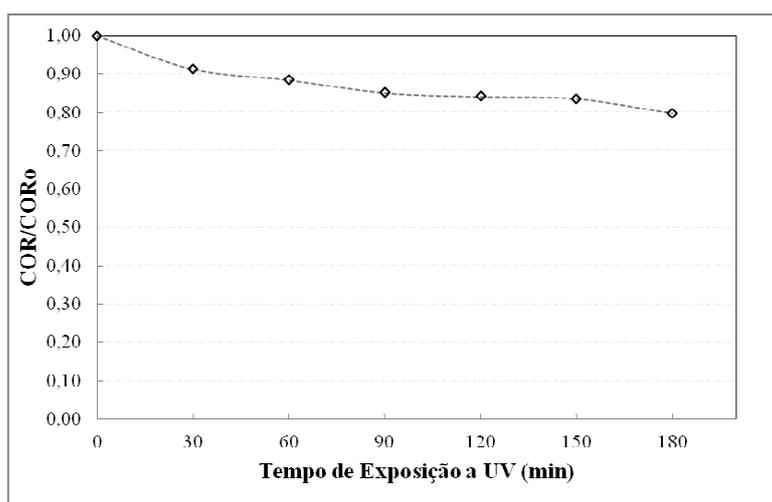


Figura 5 – Concentração de 16,37 g.L⁻¹ de H₂O₂

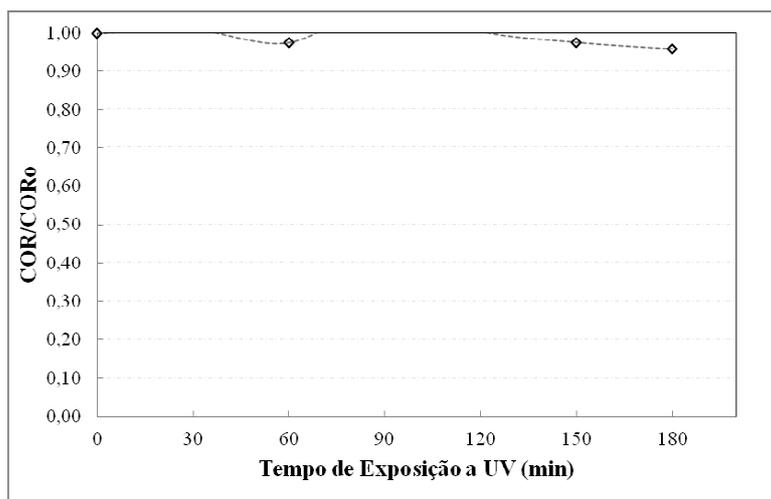


Figura 6 – Concentração de 21,72 g.L⁻¹ de H₂O₂

Os resultados obtidos na concentração de 27,02 g.L⁻¹ de H₂O₂, Figura 7, indicaram também uma eficiência de remoção de cor aparente praticamente nula, em torno de 4%, constatando-se que aplicações superiores a 16,37 g.L⁻¹ de H₂O₂ não favoreceram a remoção de DQO da vinhaça.

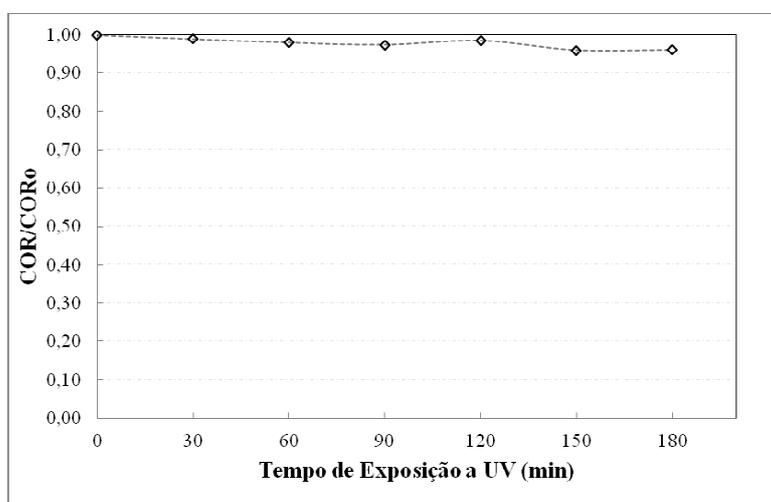


Figura 7 – Concentração de 27,02 g.L⁻¹ de H₂O₂

Os resultados indicaram que não houve diferença estatística significativa ao se variar o tempo de exposição à radiação UV em qualquer uma das concentrações de peróxido de hidrogênio estudadas. Portanto, ao se trabalhar com menores tempos de exposição à radiação UV espera-se menor consumo de energia associado ao processo de tratamento.

Além disso, a análise estatística também demonstrou que não houve diferença estatística significativa ao se variar a concentração de peróxido de hidrogênio em qualquer um dos tempos de exposição à radiação UV estudados. Ainda, verificou-se que as remoções mais elevadas de cor aconteceram quando se aplicou concentrações menores de peróxido de hidrogênio, indicando que faixas mais baixas são as mais apropriadas ao tratamento, além de significarem menores custos com o reagente.

Segundo Fitzgibbon *et al.* (1995), a cor está associada principalmente aos sólidos suspensos e dissolvidos. Os sólidos suspensos causam o espalhamento da luz UV e os sólidos dissolvidos, durante a reação com a radiação ultravioleta, produzem outros radicais livres de eliminação, tais como Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} e NO_3^- , que competem com os radicais hidroxilas diminuindo a eficiência do tratamento $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ (Shu *et al.*, 2005).

De acordo com Kang *et al.* (1999), a melhor faixa de atuação do H_2O_2 , para remoção da cor aparente, situa-se entre os valores de pH de 2,5 e 4,5. Acima desses valores o H_2O_2 sofre decomposição perdendo sua ação. Neste sentido, a baixa eficiência de remoção da cor aparente pode estar associada ao pH bruto da vinhaça, que foi de 4,8, indicando a necessidade de acidificação da vinhaça em estudos posteriores.

4. Conclusão

A partir dos experimentos realizados, pode-se concluir que as maiores remoções de cor aparente ocorreram na concentração de $5,51 \text{ g.L}^{-1}$ de H_2O_2 (21%) seguida da concentração de $2,76 \text{ g.L}^{-1}$ e de $16,37 \text{ g.L}^{-1}$ de H_2O_2 (20%), ambos no tempo de 180 minutos de exposição à UV.

Pode-se concluir, também, que não houve diferença estatística significativa quando se estudou diferentes tempos de exposição da vinhaça à radiação UV em cada uma das diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio testadas.

REFERÊNCIAS

- BELTRÁN, F. J.; GONZÁLEZ, J. F.; GONZÁLZ, M. Industrial wastewater advanced oxidation. Part 1. UV radiation in the presence and absence of hydrogen peroxide. **Water Research**, London, v. 31, n. 10, p. 2405-2414, 1997.
- FITZGIBBON, F. J. et al. Biological treatment of distillery waste for pollution-remediation. **Basic Microbiology**, London, v. 35, n. 5, p. 293-301, 1995.
- FREIRE, W. J.; CORTEZ, L. A. B. Vinhaça de cana-de-açúcar. **Agropecuária**, Guaíba, p. 203, 2003.
- GIACHINI, C. F.; FERRAZ, M. V. Benefícios da utilização de vinhaça em terras de plantio de cana-de-açúcar. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Bauru, Periódico Semestral, n. 15, p. 1-5, 2009.
- JIMÉNEZ, A. M. et al. Mathematical modelling of aerobic degradation of vinasses with *Penicillium decumbens*. **Process Biochemistry**, London, v. 40, n. 1, p. 2805–2811, 2005.
- KANG, Y. W.; CHO, M.; HWANG, K. Correction of hydrogen peroxide interference on standard chemical oxygen demand test. **Water Research**, London, v. 33, n. 5, p. 1247-1251, 1999.
- MONTASER Y. et al. Photochemical oxidation of p-chlorophenol by UV/H₂O₂ and photo-Fenton process. A comparative study. **Waste Management**, London, v. 21, p. 41-47, 2000.
- RODRIGUEZ, M., KIRCHNER, A., CONTRERAS, S. Influence of H₂O₂ and Fe(III) in the photodegradation of nitrobenzene. **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry**, London, v. 133, pp. 123-127, 2000.
- SCHRANK, S.G. **Treatment of tannery wastewater applying advanced oxidation processes (AOPs)**, 2003. 33 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- SHU, H. Y.; CHANG, M. C.; HSIEH, W. P. Remedy of dye manufacturing process effluent by UV/H₂O₂ process. **Hazardous Materials**, New York, v. 128, p. 60–66, 2006.
- TEJANDA, M.; GONZALEZ, J. L. Beet vinasse applied to wheat under dryland conditions affects soil properties and yield. **European Journal Agronomo**, Amsterdam, v. 23, n. 1, p. 336–347, 2005.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro.