

ESTUDO DA DEGRADAÇÃO DO CORANTE VERMELHO CONGO POR PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS VIA FENTON.

THEMIS ALVES OLIVEIRA^{1*}, HELENAMARA FONSECA SOBRINHO DE OLIVEIRA²,
RAFAEL RIBEIRO PORTELA³, MAYARA SOUSA OLIVEIRA⁴

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, IFCE, Quixadá - CE. themisalves@hotmail.com;

² Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, IFCE, Quixadá - CE. helena_fonsec@hotmail.com;

³ Dr. Professor Química, IFCE, Quixadá - CE. rafael.if.portela@gmail.com;

⁴ Ms. em Tecnologia e Gestão Ambiental, IFCE, Quixadá - CE., mayarasousa88@hotmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015

15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

RESUMO: A indústria têxtil utiliza grandes volumes de água em seus processos e devido ao intenso uso de corantes, dentre os quais o mais utilizado é do tipo azocorante, é gerado um efluente com alta carga orgânica e de forte coloração. Assim, esta pesquisa teve como objetivo a avaliação da eficiência de degradação de soluções aquosas do corante vermelho congo (VC), através da aplicação de Processos Oxidativos Avançados do tipo Processo Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$). Para tanto, o procedimento experimental utilizou como catalisador da reação o Sulfato Ferroso Heptahidratado ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), além do reagente H_2O_2 como fonte de radicais hidroxilas, para degradação de uma solução de VC de 48,8 mg/L. Foi analisado dentro da área espectral entre 190 e 800 nm, a diminuição do comprimento de onda de 497 nm, no qual ocorre a maior absorção pelo corante, adotado na pesquisa como o comprimento de onda característico do VC. Dessa forma, foi possível calcular a concentração do corante residual nas alíquotas dos ensaios de aplicação do reagente Fenton. Os resultados mostraram uma rápida velocidade da degradação da molécula do corante e, conseqüentemente, uma alta remoção de cor (99,8%). Notou-se que a dosagem de peróxido de hidrogênio exerceu uma forte influência sobre a reação, não sendo possível observar o decaimento gradativo do máximo de absorção, inviabilizando assim a análise da modelagem cinética da reação de descoloração das soluções aquosas.

PALAVRAS-CHAVE: processos oxidativos avançados, fenton, degradação, corante têxtil.

STUDY OF DEGRATATION OF CONGO RED DYE THROUGH OXIDATIVE ADVANCED PROCESS VIA FENTON.

RESUMO: The textile industry uses large volumes of water in their processes and due to the intense use of dyes, among which the most widely used is the type azo dye, an effluent with high organic load and strong coloring is generated. As well, this research aimed to evaluate the aqueous solutions degradation efficiency of congo red dye (VC) through the application of Advanced Oxidation Processes type process Fenton ($\text{Fe}^{2+} / \text{H}_2\text{O}_2$). Therefore, the experimental procedure used to catalyze the reaction Ferrous sulfate heptahydrate ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) plus H_2O_2 reactant as the source of hydroxyl radicals to degradation of a VC solution of 48.8 mg / L. Was analyzed in the spectral area between 190 and 800 nm, the reduction of the wavelength of 497 nm, where occurs the greatest absorption by the dye, adopted in this study as the characteristic wavelength of the VC. So, it was possible to calculate the concentration of the residual dye in the samples of application essays of the Fenton reagent. The results showed a fast speed of degradation of the dye molecule and consequently a high color removal (99.7%). It was noted that the hydrogen peroxide dosing had a strong influence on the reaction, it is not possible to note the gradual decaying of the maximum absorption, making impossible to analyze the kinetic modeling of the discoloration reaction of the aqueous solutions.

KEYWORDS: advanced oxidation processes, Fenton, degradation, textile dye.

INTRODUÇÃO

A degradação da qualidade ambiental resulta em alterações adversas e nocivas das características do meio ambiente que são devidas, principalmente, as fontes de poluição. Dessa forma, o lançamento de poluentes, substâncias químicas naturais ou industrializadas, no meio ambiente merece um manejo adequado e controlado, visto que, o descarte inadequado destes resíduos ameaçam a saúde, a segurança e o bem-estar da população.

A disponibilidade de água em quantidade suficiente e qualidade adequada se destaca no atual cenário devido ao aumento na demanda por água potável, ao conflito pelos usos múltiplos da água, à poluição dos recursos hídricos e à escassez hídrica. O lançamento de efluentes domésticos e industriais vem a cada dia agravando, ainda mais, a situação de escassez de recursos hídricos.

As indústrias têxteis se destacam por utilizar elevados volumes de água e pela geração de efluentes com alta carga poluidora e contaminante, que apresentam rotas de degradação complexas e, geralmente, com produtos de degradação tóxicos (WANYONYI, 2014). Dentre os agentes poluidores da indústria têxtil, os corantes se destacam por suas propriedades químicas, que dificultam sua degradação natural. O corante vermelho congo (VC), largamente utilizado na indústria, devido a sua estrutura molecular complexa e estável possui uma grande persistência no meio ambiente, se mantendo inalterado durante um longo período de tempo (SIVAKUMAR, 2014), o que aumenta ainda mais seu poder poluente. Ademais, devido à sua elevada solubilidade em água, esse corante confere uma forte cor ao efluente final.

Dessa forma, este trabalho se propõe a avaliar a aplicação de Processos Oxidativos Avançados, via Processo Fenton, na degradação do VC em solução aquosa, objetivando melhorar a qualidade do efluente final.

MATERIAL E MÉTODOS

O analito de interesse para aplicação do Processo Fenton foi o corante vermelho congo, fornecido pela empresa Vetec. A concentração inicial da solução aquosa do corante foi de 48,8 mg/L. Como fonte de radicais hidroxilos, utilizou-se o reagente H_2O_2 (35% m/v) da fabricante IMPEX e como fonte dos íons ferrosos (Fe^{2+}), o Sulfato Ferroso Heptahidratado ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), proveniente da CINÉTICA. As proporções de H_2O_2 e $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ foram previamente definidas, fixando inicialmente a concentração de íons ferrosos em 1mM e a dosagem de H_2O_2 variando entre 1 mM e 3 mM. A influência do catalisador foi avaliada pela variação de Fe^{2+} entre 0,5mM e 1mM, fixando a concentração de H_2O_2 em 1mM.

No processo Fenton, a adição desses reagentes às amostras da solução aquosa de corante foi executada por uma sequência. Alíquotas de 10 mL nos tempos de: de 1,0; 2,0; 3,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 30,0; 45,0 e 60 minutos, foram retiradas e em seguida, alcalinizadas com 30 μ L de NaOH 0,5M a pH 8. A eficiência de degradação foi avaliada na área espectral entre 190 e 800 nm, para tanto, as amostras foram filtradas em filtro PTFE 0,50 μ m e analisadas em um espectrofotômetro Evolution 300 UV-Vis da Thermo Scientific. A concentração do corante residual foi calculada na banda de 497 nm, segundo a Equação 1 (QUEIROZ, 2011):

$$\frac{C}{C_{inicial}} * 100\% = \frac{A}{A_{inicial}} * 100\% \quad (\text{Equação 01})$$

Onde:

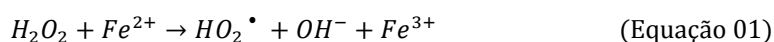
C = concentração do corante no tempo da amostragem (mg/L);

$C_{inicial}$ = concentração inicial do corante (mg/L);

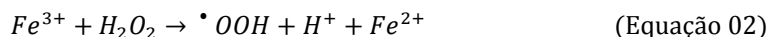
A e $A_{inicial}$ = Absorbâncias do corante a 497 nm correspondentes, respectivamente, a C e $C_{inicial}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo Fenton, no geral, é composto por quatro fases, que de acordo com Muruganandham (2013) são: (1) ajuste do pH; (2) reação de oxidação; (3) neutralização e coagulação e (4) precipitação. Na presente pesquisa, o íon ferro (II) foi utilizado como catalisador da reação de decomposição do Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2), a fim de formar radicais hidroxilos ($\bullet OH$) e íons férricos (Fe^{3+}), conforme a seguinte equação (JÚNIOR, 2012).

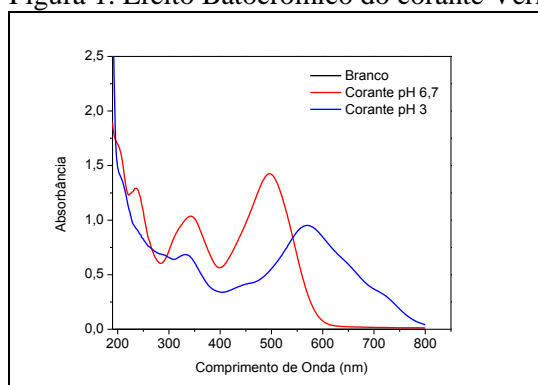


Os íons férricos (Fe^{3+}), formados na reação anterior, podem reagir com o H_2O_2 , regenerando os íons ferrosos (Fe^{2+}), o que possibilita a continuação da reação Fenton, de acordo com a Equação 02 (IONETE):



Em geral, no processo Fenton o pH da solução é ajustado para condições ácidas, entretanto, quando acidificado, o corante vermelho congo sofre um efeito batocrômico. A Figura 1 apresenta os espectros de absorbância para a solução vermelho congo em pH natural (pH 6,7) e em meio ácido (pH 3). Foi possível observar 3 bandas características do composto (espectro em vermelho), uma na região do visível, em 497 nm e duas na região do ultravioleta em 235 e 345 nm. Também pode-se observar um deslocamento das bandas para menores valores de comprimento de onda na solução ácida, as bandas no visível e ultravioleta se deslocaram para 330, 460 e 570 nm, respectivamente. (SALGADO, 2009).

Figura 1. Efeito Batocrômico do corante Vermelho Congo sob pH ácido.

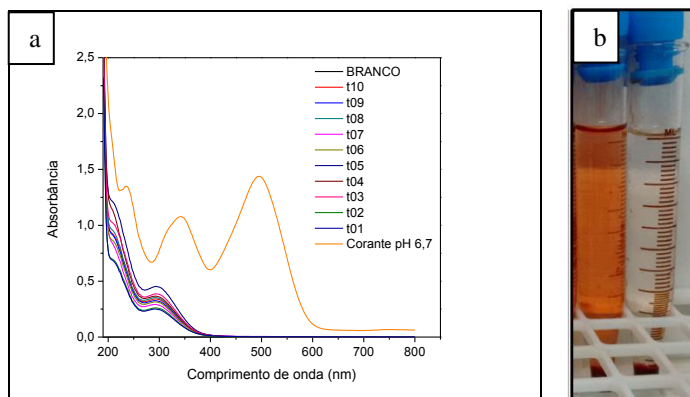


Fonte: Própria autoria (2015)

Visto o efeito negativo da acidificação da solução, a mesma foi mantida no pH original de 6,7 para posteriores análises.

A Figura 2 (a) apresenta os espectros de absorbância do corante vermelho congo em função do tempo de contato com o H_2O_2 e o Fe^{2+} . Em geral, notou-se uma alta taxa de remoção de cor evidenciada nos espectros pela redução drástica da banda de absorção na faixa do visível. Em termos de massa a concentração do corante decaiu, em média, de 48,8 mg/L para 0,07 mg/L (eficiência de 99,8%) ao final das reações. A Figura 2 (b) apresenta uma amostra da solução do corante sem tratamento e depois do maior tempo de contato com a solução de peróxido e ferro II. É possível visualizar a sensível remoção de cor, evidenciando o resultado apresentado nos espectros de absorbância.

Figura 2(a) Espectro de absorção molecular no UV-vis da degradação do corante Vermelho Congo pelo processo oxidativo Fenton. (b) amostra da solução do corante sem tratamento e pós tratamento.



Fonte: Própria autoria (2015).

A dosagem de peróxido de hidrogênio e a concentração de íons ferrosos são dois parâmetros que interferem, diretamente, na eficiência processo Fenton. De tal forma que, para cada tipo de efluente, há um conjunto mais adequado desses parâmetros. Em geral, a porcentagem de degradação dos poluentes aumenta com um aumento da dosagem de hidrogênio peróxido. Entretanto, segundo Muruganandham (2013) uma quantidade excessiva não é recomendada, uma vez que devido à velocidade rápida de degradação não é possível analisar a modelagem cinética da reação de descoloração das soluções aquosas. Assim, com base nos resultados preliminares pretende-se prosseguir a pesquisa com a mudança na concentração do H_2O_2 , a fim de reduzir a velocidade da reação para que, assim, seja possível realizar estudos cinéticos posteriores.

CONCLUSÕES

A acidificação da solução do corante apresentou uma mudança no perfil do espectro, sendo preferível utilizar a solução em pH natural para as análises de degradação.

Foi observado uma drástica redução da banda de absorção na região do visível, entretanto, ainda pode-se observar as bandas na região do infravermelho, o que caracteriza a presença de fragmentos da molécula que não foi degradada.

A velocidade de degradação do corante VC, a partir do procedimento realizado, ocorreu de forma rápida, não permitindo a análise cinética, sendo necessário ajustes no esquema da pesquisa, para que de tal forma possa ser determinada a cinética de degradação do corante.

REFERÊNCIAS

- Júnior, I. B. O. Fotodegradação De Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno E Xileno (Btex) Em Solução Aquosa Usando Processos UV, UV/ H_2O_2 , UV/ H_2O_2 /TiO₂ e UV/ H_2O_2 /Ti-MCM-41. IFCE, 2012. 92f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental).
- Muruganandham, M.; Suri R. P. S., Jafari; Sh.; Sillanpää, M.; Lee Gang-Juan; Swaminathan, J. J; Swaminathan, M. Recent Developments in Homogeneous Advanced Oxidation Processes for Water and Wastewater Treatment. Hindawi Publishing Corporation. International Journal of Photoenergy. 2014.
- Queiroz, M. T. A.; Fernandes, C.M.; Alvim, L.B.; Amorim, C.C. Produção Mais Limpa: Fenton Homogêneo no Tratamento de Efluentes Têxteis. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2011.
- Salgado, Bruno César Barroso. Descoloração de efluentes têxteis via processos oxidativos avançados fenton e fotoassistidos. IFCE, 2012. 164f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental).
- Salgado, B. C. B.; Nogueira, M. I. C.; Rogrigues, 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 fotoassistidos (UV e UV/ H_2O_2). In: Engenharia sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, jan/mar, 2009.
- Sivakumar, V.; Asaithambi, M.; Sivakumar, P.; Gopal, N.. Removal of Congo Red Dye Using an Adsorbent Prepared from *Martynia annua*, L. Seeds. American Chemical Science Journal. 2014
- Wanyonyi, W. C. ; Onyari, J. M.; Shiundu, P. M. Adsorption of Congo Red Dye from Aqueous Solutions Using Roots of *Eichhornia crassipes*: Kinetic and Equilibrium Studies. 2014.