



## II-058 - ESTUDOS SOBRE A APLICABILIDADE DOS PROCESSOS FENTON NO TRATAMENTO DE EFLUENTES CONTENDO O CORANTE VERMELHO CASSAFIX CA-5B

### Fernando Fernandes Vieira

Engenheiro Químico (UEPB, 1986), Mestre em Engenharia Química (UEPB, 1989), Doutor em Engenharia Mecânica (UEPB, 2002). Professor Titular do Departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

### João Figueiredo Rosas<sup>(1)</sup>

Graduando de Química Industrial (UEPB), Aluno de Iniciação Científica - PIBIC/UEPB

### Carlos Antonio Pereira de Lima

Engenheiro Químico (UEPB, 1988), Mestre em Engenharia Química, (UEPB, 1992), Doutor em Engenharia Mecânica, (UEPB, 2002). Professor Titular do Departamento de Química (UEPB).

### Geralda Gilvania Cavalcante de Lima

Engenheira Química (UEPB, 1988), Mestre em Engenharia Química, (UEPB, 1992), Doutora em Engenharia Mecânica, (UEPB, 2002). Professora Titular do Departamento de Química (UEPB).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua. Acre, 545 – Liberdade – Campina Grande – PB – CEP: 58105-523 – Brasil – Tel: +55(83) 8852-1461 – e-mail: fernando@uepb.edu.br.

## RESUMO

Os problemas ambientais têm se tornado cada vez mais críticos e frequentes, principalmente devido ao aumento da atividade industrial. Deste contexto, o setor têxtil apresenta um especial destaque, no que diz respeito a poluição ambiental, devido a geração de grandes volumes de efluentes, os quais quando não corretamente tratados, podem causar sérios problemas de contaminação ambiental. Os efluentes têxteis caracterizam-se por serem altamente coloridos, devido a presença de corantes que não fixam na fibra durante o processo de tingimento. São uma importante fonte de contaminação, pois é estimado que de 1% a 15% dos corantes utilizados pelas indústrias são perdidos durante o processo de tingimento e são liberados no ecossistema trazendo uma dramática poluição estética e interferência na vida aquática. Como consequência da natureza desses corantes, métodos de tratamentos biológicos convencionais são ineficientes para o tratamento de tais efluentes, então uma alternativa bastante promissora para substituir os métodos convencionais, é os denominados Processos Oxidativos Avançados, (POA), os quais se baseiam na formação de radicais hidroxilas ( $\bullet\text{OH}$ ), que são agentes altamente oxidantes. Estes radicais podem reagir com uma grande variedade de classes de compostos promovendo sua total mineralização para compostos inócuos. Dentre os processos oxidativos, um sistema que tem merecido especial atenção é o processo Fenton, que caracteriza-se essencialmente na geração de radicais hidroxila pela reação entre o ferro (+2) e o peróxido de hidrogênio e, podem mineralizar compostos orgânicos a formas não tóxicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Efluente Têxtil, Processos Oxidativos Avançados, Processo Fenton

## INTRODUÇÃO

O tratamento de águas residuárias é um dos assuntos mais importantes em controle de poluição. Os poluentes de uma indústria têxtil podem incluir alta concentração de sólidos em suspensão, alta demanda química e bioquímica de oxigênio, elevada temperatura, cor e acidez, além de substâncias solúveis indesejáveis (KUO, 1992).

Efluentes líquidos contendo substâncias tóxicas são gerados por uma grande variedade de processos industriais e por outras atividades humanas. Estas substâncias podem vir a contaminar o solo, lençóis freáticos e águas superficiais quando descartados de forma inadequada.

Deste contexto, a indústria têxtil é uma atividade de alto impacto ao meio ambiente, principalmente devido à produção de grandes volumes de efluentes fortemente coloridos contendo altas cargas de compostos orgânicos. Vários corantes usados no processo de tingimento mostram-se altamente tóxicos à biota aquática podendo causar interferência no processo da fotossíntese natural do meio onde são descartados.



O lançamento de corantes e pigmentos na forma de efluentes, principalmente por indústrias têxteis, fotográficas e de papel toma uma condição considerável à medida que estes compostos são sintetizados em quantidades cada vez maiores, com cores mais intensas e duradouras.

Os efluentes têxteis caracterizam-se por serem altamente coloridos, devidos à presença de corantes que não fixam na fibra durante o processo de tingimento. É uma importante fonte contaminação, pois é estimado que de 1% a 15% dos corantes utilizados pelas indústrias são perdidos durante o processo de tingimento e são liberados no ecossistema trazendo uma dramática poluição estética e interferência na vida aquática (Araújo e Castro 1987).

Existe hoje a necessidade de desenvolvimento de novos processos de tratamento de efluentes que garantam um baixo nível de contaminantes. Entre os processos de tratamento comumente utilizados industrialmente, os Processos Oxidativos Avançados, (POA), são os mais eficientes no que diz respeito à destruição de compostos tóxicos, uma vez que promovem a oxidação e redução dos contaminantes os quais se baseiam na formação de radicais hidroxilas ( $\bullet\text{OH}$ ), que são agentes altamente oxidantes. Estes radicais podem reagir com uma grande variedade de classes de compostos promovendo sua total mineralização para compostos inócuos.

Dentre os processos oxidativos, um sistema que tem merecido especial atenção é o processo Fenton, que se caracteriza essencialmente na geração de radicais hidroxilas pela reação entre o ferro (+2) e o peróxido de hidrogênio e, podem mineralizar compostos orgânicos a formas não tóxicas (UTSET, 2000).

O processo Fenton pode ser associado à irradiação UV-B (280 a 320 nm), UV-A (320 a 400 nm), neste processo, há regeneração das espécies ferro (+2), fechando o ciclo catalítico com produção de dois radicais hidroxilas para cada mol de peróxido de hidrogênio decomposto inicialmente (ALATON e BALCIOGLU, 2001).

Cabe lembrar que, embora o reagente de Fenton seja muito eficiente em alguns casos, sua utilização também prevê um passo adicional que é a retirada dos sais de ferro formados. Isso ocorre porque, durante este processo de oxidação, é formada uma quantidade de flocos de vários tamanhos, compostos por complexos formados pela reação de hidrólise do ferro. Esta etapa pode ser beneficiada pelo uso de polímeros na coagulação química (KANG et al, 1999).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Saneamento Ambiental (LSA), do Departamento de Química (DQ) do Centro de Ciência e Tecnologia (CCT) da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

Foi montado um reator do tipo tanque operando em batelada, em escala de bancada (Fig. 01). O sistema experimental possui um sistema de agitação eletromagnético e aquecimento elétrico.



Figura 01 – Sistema Experimental

Foi feito um planejamento experimental do tipo fatorial, usando os parâmetros mostrados na Tab. 01.



Tabela 01 – Planejamento Experimental

Parâmetro ( $X_i$ )	(-1)	(+1)
Peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ )	20 ppm	40 ppm
Sulfato de Ferro ( $FeSO_4$ )	20 ppm	40 ppm

Em cada experimento foi utilizado 500ml, mantendo-se a concentração do corante constante e igual a 100 mg/L. O tempo de monitoramento do sistema experimental foi de 3 horas, retirando uma alíquota a cada meia hora, em seguida foram realizada a caracterização química das mesmas.

## RESULTADOS

A figura mostra o espectro de absorção para o corante vermelho cassafix CA-5B, com a concentração de 100ppm, no qual foi determinada, onde atingiu o máximo de absorbância em 530nm.

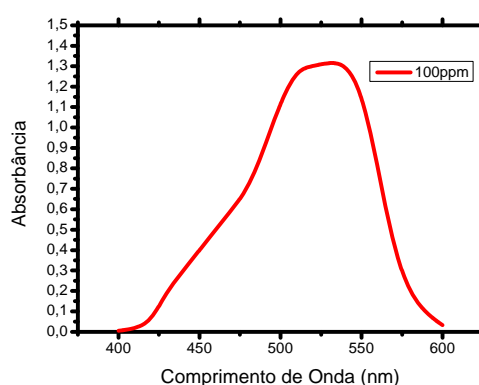


Figura 02 – Espectro de Absorção do Vermelho Cassafix CA – 5B

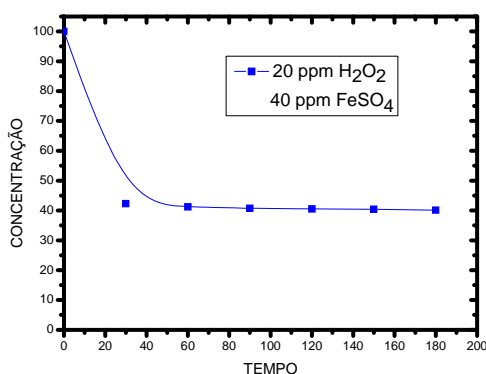
Dentre os diversos Processos Oxidativos Avançados, o sistema Fenton oferece grandes vantagens na produção de radical hidroxila, principalmente, devido a sua simplicidade de aplicação. O direcionamento das reações, bem como a sua eficiência, está diretamente relacionado com os parâmetros experimentais como: concentração de  $H_2O_2$  e ferro ( $Fe^{+2}$ ).

Devido à importância destas variáveis, um estudo preliminar de otimização foi realizado utilizando-se um planejamento fatorial, para que as melhores quantidades de ferro e de peróxido fossem utilizadas, visando obter o máximo de eficiência com o menor consumo de reagente (Tabela 1, 2 e 3) e figuras (3, 4 e 5).

Primeiramente testamos a eficiência do processo Fenton com as concentrações do Ferro (+2) e peróxido de hidrogênio, com 40 e 20 ppm, respectivamente (tabela 01 e figura 03).

Tabela 01 - Eficiência das concentrações de  $Fe^{+2}$  e  $H_2O_2$  sobre a descoloração

Tempo(Min)	Concentração do corante 100ppm	
	Absorbância	Concentração(mg/l)
0	1,247	100
30	0,548	42,28
60	0,534	41,20
90	0,528	40,73
120	0,525	40,50
150	0,524	40,42
180	0,520	40,11

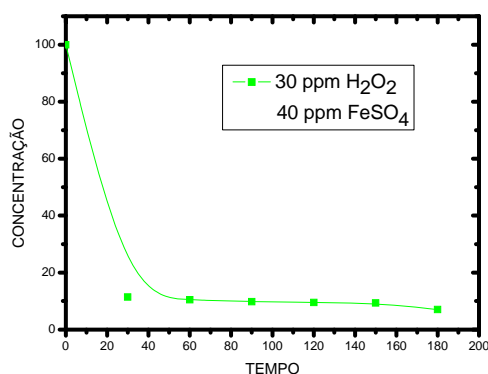


**Figura 03 - Eficiência das concentrações de  $\text{Fe}^{+2}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$  sobre a redução de cor**

Em seguida a eficiência do processo Fenton com as concentrações do Ferro (+2) e peróxido de hidrogênio, com 40 e 30ppm, respectivamente (tabela 2 e figura 4).

**Tabela 02 - Eficiência das concentrações de  $\text{Fe}^{+2}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$  sobre a redução de cor**

Concentração do corante 100ppm		
Tempo(Min)	Absorbância	Concentração(mg/l)
0	1,247	100
30	0,151	11,42
60	0,139	10,49
90	0,130	9,79
120	0,126	9,48
150	0,124	9,32
180	0,094	6,99

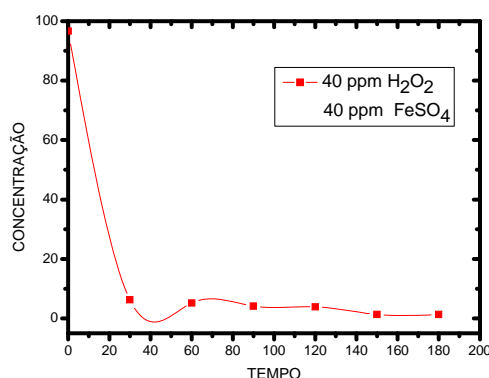


**Figura 04- Eficiência das concentrações de  $\text{Fe}^{+2}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$  sobre a redução de cor**

E finalmente a eficiência do processo Fenton com as concentrações do Ferro (+2) e peróxido de hidrogênio, cada com 40ppm (tabela 3 e figura 5).

Tabela 03 - Eficiência das concentrações de  $\text{Fe}^{+2}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$  sobre a redução da coloração

Tempo(Min )	Concentração do corante 100ppm	
	Absorbância	Concentração(mg/l )
0	1,247	100
30	0,040	6,29
60	0,035	5,20
90	0,032	4,12
120	0,025	3,88
150	0,020	1,32
180	0,020	1,32

Figura 05 - Eficiência das concentrações de  $\text{Fe}^{+2}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$  sobre a redução da coloração

É possível verificar uma tendência de melhora na eficiência do processo de descoloração, quando maiores concentrações de ferro e peróxido são utilizadas (tabela 3 e figura 5), onde a melhor condição foi com uma maior quantidade de ferro (40ppm) e peróxido (40ppm).

## CONCLUSÃO

A aplicação dos processos fotoquímicos em larga escala, para o tratamento de uma grande variedade de compostos tóxicos presentes nos mais diversos tipos de resíduos, apresenta resultados satisfatórios. Porém, apesar do potencial dessa tecnologia, a implantação de sistemas de tratamento em escala real ainda é incipiente, devido à escassez de estudos sobre engenharia do processo.

Em função dos resultados obtidos, os Processos Oxidativos Avançados, sistema Fenton, apresentam ótimos resultados, principalmente na descoloração do efluente, obtendo-se os seguintes resultados:

$\text{H}_2\text{O}_2$ (ppm)	$\text{FeSO}_4$ (ppm)	Redução de Coloração (%)
20	40	60
30	40	93
40	40	98

De onde observa-se que a concentração do  $\text{Fe}^{+2}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$  tem influência direta na degradação efluente.



## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ALATON, I.A.; BALCIOGLU, I.A., (2001). Photochemical and heterogeneous photocatalytic of waste vinylsulphone dyes: a case study with hydrolysed reactive black5. J. Photoch. Photobiology. A., v. 141, p. 247- 254.
2. ARAÚJO, M., CASTRO, E. M.M., Manual de Engenharia Têxtil, Ed: Fundação Colouste Gulbenkian, vol. II, Lisboa, Setembro de 1984.
3. KANG, S.F.; LIAO, C.H.; HUNG,H., (1999). Peroxidation treatment of dye manufacturing wastewater in the presence of ultraviolet light and ferrous ions. Jounal Hazardous Materials, v. 65, p.317- 333.
4. KUO, W. G., (1992). Decolorinzing dye wastewater with Fento'ns reagent, Water Research, 26 (7), 881- 886.
5. UTSET, B; GARCIA, J.; CASADO,J. ;PERAL,J.:(2000), Replacement of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> by O<sub>2</sub> in Fenton and photo – Fento reactions. Chemosphere, v.41, p. 1187 –1192.