■ ■ artigos técnicos

Uso do processo H_2O_2 /UV - Adsorção no tratamento de efluente têxtil*Use of the H_2O_2 /UV - Adsorption process in the textile effluent treatment***Jefferson Pereira Ribeiro(*)***Químico Industrial (UFC). Mestrando em Saneamento Ambiental -
Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (UFC).***Daniel Saraiva Araújo***Químico Industrial (UFC).***Francisco Wagner de Sousa***Químico Industrial (UFC). Mestre em Saneamento Ambiental -
Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (UFC).
Doutorando em Saneamento Ambiental na UFC.***Leandro Marques Correia***Graduado em Licenciatura em Química (UFC).***Nilton Silva Machado Filho***Químico Industrial (UFC).***Ronaldo Ferreira do Nascimento***Doutor em Química Analítica pelo Instituto de Química de São Carlos.
Professor Associado II do Departamento de Química da Universidade
Federal do Ceará.*

(*)Endereço: Laboratório Análises Traço - LAT, Departamento de
Química Analítica e Físico-Química, Universidade Federal do
Ceará, Bloco 939, Campus do Pici s/n, CEP 60455-760, Fortaleza, CE
(Brasil). Tel: +55 85 3366 9042 - Fax: +55 85 3366 99 82
e-mail: jc_pereira_ribeiro@yahoo.com.br

Recebido: 28/08/2009

Aceito: 18/01/2010

RESUMO

Neste trabalho são apresentados os resultados obtidos com processo oxidativo avançado (POA) convencional (UV/H_2O_2) e combinado com o processo de adsorção (POA-Adsorção) no tratamento de um efluente têxtil. A eficiência do tratamento do efluente foi avaliada pelos parâmetros cor, demanda química de oxigênio (DQO), pH, Sólidos totais, condutividade e turbidez, de efluente de uma indústria têxtil. O eficaz tratamento do efluente foi obtido com H_2O_2 1% (m/v) sob radiação ultravioleta por tempo de recirculação de 1, 2, 3, e 4h, em pH alcalino. A remoção de cor variou de 73,17% a 96,44%, enquanto que a redução de DQO variou de 50,33% a 73,27% para um tempo de contato de 4 horas. Resultados obtidos utilizando o tratamento combinado POA/Adsorção mostraram uma leve melhora frente aos demais.

Palavras-chave: processo oxidativo avançado, cor, efluente têxtil.

ABSTRACT

This work presents results obtained with process oxidative advanced (POA) conventional (UV/H_2O_2) and combined with the adsorption process (POA-Adsorption) in the textile effluent treatment. The process efficiency was valuable by parameters color, chemical

oxygen demand (COD), pH, total solid, conductivity and turbidity. The efficiency of the effluent treatment has been obtained with H_2O_2 1 % (w/v) under ultraviolet radiation for a contact time of 1 to 4 h. The color removal ranged 73.17% to 96.44%, while the COD removal ranged 50.33% to 73.27% for a contact time of 4 hours. The results obtained with the POA-Adsorption process have been showed similary from POA.

Keywords: oxidative process advanced, color, textile effluent.

INTRODUÇÃO

A indústria têxtil desempenha um papel importante na economia de muitos países. Embora as diferenças tecnológicas entre as pequenas e grandes indústrias sejam bastante significativas, todas têm em comum a particularidade de utilizar grandes quantidades de água. Esse fato, associado ao baixo aproveitamento dos insumos (corantes, detergentes, engomantes e amaciantes), faz com que a indústria têxtil seja responsável pela geração de grandes volumes de resíduos, conhecidos como efluente têxtil (Souza e Peralta-zamora, 2005). Os efluentes têxteis caracterizam-se por ser altamente coloridos, devido à presença de corantes que não se fixam na fibra durante o processo de tingimento, por possuir grande quantidade de sólidos suspensos, pH flutuante, temperatura elevada, grandes concentrações de demanda química de oxigênio (DQO) e considerável quantidade de metais pesados (Cr, Ni e Cu) (Araújo *et al.*, 2006). Estima-se que cerca de 1% a 15% dos corantes utilizados pelas indústrias têxteis são perdidos durante o processo de tingimento e liberado no efluente (Galindo *et al.*, 2001). O lançamento destes efluentes no corpo aquoso pode diminuir a transparência da água e a penetração da radiação solar e, conseqüentemente, a atividade fotossintética provocando danos irreversíveis a fauna e flora ali presentes (Herrmann *et al.*, 2001). A literatura nos mostra que diversas tecnologias têm sido desenvolvidas para o tratamento de diferentes tipos de corantes da indústria têxtil. Dentre os processos utilizados na remoção de corantes destaca-se o de adsorção. A adsorção é um fenômeno físico-químico de acúmulo de um determinado elemento ou substância na interface entre a superfície sólida e a solução adjacente (Moreira, 2004; Pino, 2005). A espécie que se acumula na interface do material é denominada de *adsorvato* e a superfície sólida na qual o adsorvato se acumula de adsorvente (Ruthven, 1984; McKay, 1996; Jr. Cavalcante, 1998). Diversos trabalhos relatam o uso de processos adsorptivos para remoção de corantes usando diversos adsorventes (Tabela 1).

Tabela 1. Materiais adsorventes utilizados na remoção de corantes.

Adsorventes	Autores
Turfa	Poots <i>et al.</i> , 1976
Celulose	Nawar & Doma, 1989
Argilas	Martinez <i>et al.</i> , 2005; Neumann <i>et al.</i> , 2000
Resíduos sólidos de curtumes	Dallago & Smaniotto, 2005
Quitina e quitosana	Longhinotti <i>et al.</i> , 1997; 1998; Yoshida <i>et al.</i> , 1993

Apesar do processo de adsorção apresentar algumas vantagens no tratamento de efluente têxtil, o mesmo apresenta a desvantagem de apenas transferir o poluente orgânico de fase aquosa para a fase sólida (adsorbente) não resolvendo o problema da disposição final do poluente no meio ambiente. Dentro desse contexto se destacam os processos oxidativos avançados (POAs) que são tecnologias eficientes para a destruição de compostos orgânicos de difícil degradação e podem ser consideradas tecnologias limpas, pois não há formação de subprodutos sólidos e nem a transferência de fase dos poluentes (Dezotti, 2003). Desse

modo, a utilização de POAs tem se tornando uma alternativa em potencial para reduzir a cor e matéria orgânica desses efluentes, que geralmente estão relacionados à presença de substâncias recalcitrantes (Araújo *et al.*, 2006). Um método direto para geração de OH° é a fotoclivagem do peróxido de hidrogênio por meio de irradiação UV. O processo $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ pode levar à degradação completa e a formação de CO_2 e H_2O e sais inorgânicos da maioria dos contaminantes orgânicos (Araújo *et al.*, 2006). A fotólise do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) pela radiação UV gera dois radicais hidroxila (reação 1), que agem degradando a matéria orgânica e formando compostos mais simples (reação 2). Quando o H_2O_2 está em excesso pode ocorrer uma reação paralela que diminui a reação de degradação da matéria orgânica (reação 3). Isso ocorre porque o H_2O_2 em excesso age capturando radicais hidroxilas. (Araújo *et al.*, 2006).

Este trabalho teve como proposta principal a aplicação de processo oxidativo avançado (POA) usando peróxido de hidrogênio e radiação ultravioleta no tratamento de um efluente proveniente de uma indústria de tingimento de tecidos do estado do Ceará. Também teve como objetivo o estudo de processo (em batelada) combinado POA e adsorção no tratamento do efluente têxtil.

METODOLOGIA

MATERIAIS

Soluções de peróxido de hidrogênio H_2O_2 (1%, 5% e 10% v/v) foram preparadas a partir de uma solução estoque de H_2O_2 30% utilizando-se água deionizada. Soluções de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, H_2SO_4 , HgSO_4 , Ag_2SO_4 e $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (grau analítico) foram preparadas para o estudo dos parâmetros analisados no tratamento do efluente.

REATOR DE FLUXO CONTÍNUO EM ESCALA LABORATORIAL

O estudo de tratamento dos efluentes têxteis foi realizado através de um reator composto de uma lâmpada de baixa pressão de vapor de mercúrio - T5 UV (8 Watts) emitindo radiações no comprimento de onda de 254 nm e dose de radiação de exposição em torno de 28800 a 144000 W.s, interligada a uma bomba peristáltica como mostrado na Figura 1. O experimento foi realizado a partir de um reservatório de 1,0L com uma vazão 70 mL/min para alcançar o tempo necessário para degradação dos corantes presentes no efluente. O estudo verificou a influência das concentrações de peróxido H_2O_2 (1%, 5% e 10% v/v) no tratamento do efluente entre 1 a 5 horas. O efluente tratado foi coletado em intervalos de 1h, para posterior análise. A adição de peróxido no sistema foi feita de uma única vez, no início do tratamento.

Figura 1. Esquema geral do reator fotoquímico usado no tratamento do efluente pelo processo de oxidação avançada $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$.

TRATAMENTO COM ADSORÇÃO APÓS PROCESSO COM POA

Para verificar a viabilidade de um processo combinado POA-adsorção foi realizado um estudo com adsorventes naturais (bagaço de coco e cana-de-açúcar) no tratamento do efluente 3 antes e após seu tratamento com POA. Para isso foi utilizada uma coluna de polietileno (30cm x 1,1cm D.I) contendo bagaço de coco ou de cana-de-açúcar. Na primeira etapa, utilizando apenas os adsorventes naturais percolou-se na coluna (4 gramas do material adsorvente, altura de leito de 10cm, e uma granulometria de 20-59 mesh) 200mL da amostra do efluente com uma vazão de 2,0 mL/min onde coletou-se a amostra e realizou-se as análises físico-químicas. Na segunda etapa percolou-se 200mL da amostra do efluente proveniente do tratamento 1% $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ onde coletou-se a amostra e posteriormente foi realizada as análises físico-químicas.

AMOSTRAGEM DO EFLUENTE TÊXTEL

Os efluentes foram cedidos por uma fábrica de redes, situada no município de Jaguaruana interior do estado do Ceará. As amostras foram coletadas em frascos de 5L, de polietileno e armazenadas em isopor a 4°C conforme NBR 9898. Os efluentes coletados consistem de uma mistura de corantes reativos que proporcionam uma cor diferente a cada efluente. As características dos efluentes estudados são dadas na Tabela 2.

Tabela 2. Características físico-químicas dos efluentes brutos da fábrica de redes.

Parâmetros	Efluente 1	Efluente 2	Efluente 3
pH	10,31	9,47	10,25
Condutividade(mS/cm)	22,89	23,18	17,10
Turbidez (FTU)	497	352	430
Cor (Pt-Co)	1517	1256	2350
Sólidos Totais (mg/L)	13882	15148	11795
DQO (mg/L)	3498	5882,4	4385

ANÁLISE FÍSICO – QUÍMICAS

A caracterização do efluente foi realizada através das análises de cor, turbidez, pH, condutividade elétrica, sólidos totais e DQO (Demanda Química de Oxigênio). O pH das amostras foi determinado por medida direta em pH - metro. A condutividade do efluente foi determinada, conforme descrito no Standard Methods (seção 2510 B). A determinação da cor foi realizada utilizando um espectrofotômetro-UV com leitura no comprimento de onda 455nm. A determinação da turbidez foi realizada utilizando um espectrofotômetro com leitura no comprimento de onda 450nm. A determinação de sólidos totais foi realizada seguindo a metodologia padrão (Standard Methods, seção 2540 B). As análises de DQO foram realizadas através do método titulométrico padrão com digestão das amostras em refluxo fechado, conforme descrito no Standard Methods (seção 5220 C).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudo do efeito da concentração de peróxido na remoção de cor

Inicialmente o sistema foi otimizado com relação ao efeito da concentração de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em tempo de exposição à radiação ultravioleta para faixa de 1 a 4 horas, para isso testou-se o efluente 2. Nesta etapa, verificou-se que uma solução de concentração 1% H_2O_2 é suficiente para o tratamento do efluente como pode ser observado na Figura 2 e Tabela 3. Foi observado também que o tempo necessário para se alcançar a descoloração do efluente foi de 4h. Entretanto, para concentrações mais elevadas de H_2O_2 (5% e 10% m/v) não ocorre uma descoloração eficiente, devido ao excesso de H_2O_2 presente nessas concentrações, que age capturando os radicais hidroxilas gerados durante o processo de tratamento (ver reação 3). Resultados semelhantes foram encontrados por Poon *et al.* (1999) e Araújo *et al.* (2006), estudando a remoção de corantes reativos quando o H_2O_2 estava em excesso no meio reacional. A literatura relata que o excesso de peróxido de hidrogênio no meio reacional gera radicais hidroperoxil (HO_2°) que possuem poder de

oxidação mais baixo que radicais hidroxilas (OH°), tornando o processo menos eficiente (Alaton *et al.* (2002) e Araújo *et al.* (2006)).

Tabela 3. Valores dos tratamentos 1% de H_2O_2 /UV, 5% de H_2O_2 /UV e 10% de H_2O_2 /UV na redução de cor do efluente 2.

Cor (UC)	1% H_2O_2 /UV	5% H_2O_2 /UV	10% H_2O_2 /UV
Bruto	1256,00	1256,00	1256,00
1h	899,00	790,00	955,00
2h	756,00	508,00	839,00
3h	523,00	440,00	720,00
4h	400,00	337,00	570,00

Figura 2. Eficiência dos tratamentos 1% H_2O_2 /UV, 5% H_2O_2 /UV e 10% H_2O_2 /UV na redução de cor do efluente 2.

* A composição química dos corantes não foram cedidas pela empresa.

Mediante os resultados observados na Figura 2, a concentração de 1% de H_2O_2 (m/v) foi adotada para o tratamento dos efluentes 1 e 3. Os resultados da remoção de cor utilizando 1% H_2O_2 /UV pode ser observado na Figura 3 e Tabela 4. Nestas, observa-se que a remoção de cor foi de 96,44%, 73,17% e 90,38% para os efluentes 1, 2 e 3 respectivamente para 4h de tratamento. A redução de cor utilizando processos oxidativos avançados é devido à quebra de ligações dos grupos cromóforos, os quais são responsáveis pela coloração do corante (Araújo *et al.*, 2006).

Tabela 4. Valores do tratamento 1% H_2O_2 /UV na redução de cor dos efluentes 1, 2 e 3.

Cor (UC)	Efluente 1	Efluente 2	Efluente 3
Bruto	1517,00	1256,00	2350,00
1h	1360,00	790,00	1700,00
2h	830,00	508,00	820,00
3h	207,00	440,00	294,00
4h	54,00	337,00	226,00

Figura 3. Eficiência do tratamento 1% H_2O_2 /UV na redução de cor dos efluentes 1, 2 e 3.

Estudo do efeito do tratamento 1% H_2O_2 /UV na variação de pH

O estudo do efeito da concentração de 1% H_2O_2 /UV nos tratamentos dos efluentes 1, 2 e 3 mostrou uma diminuição de pH com o decorrer do tempo (Tabela 5). O tratamento 1% H_2O_2 /UV/4h obteve uma maior variação. A diminuição de pH é devido à oxidação da matéria orgânica presente no efluente acarretando formação de substâncias ácidas durante o processo de tratamento.

Tabela 5. Variação do pH após o tratamento 1% H_2O_2 /UV.

Efluentes	Bruto	Tratamento 1% H_2O_2 /UV			
		1h	2h	3h	4h
Efluente 1	10,31	9,13	8,83	7,64	7,36
Efluente 2	9,47	9,00	8,93	8,87	7,81
Efluente 3	10,25	9,55	9,32	8,92	8,08

Estudo do efeito do tratamento 1% H_2O_2 /UV na remoção da condutividade elétrica (CE)

Os resultados do efeito do tratamento 1% H_2O_2 /UV na condutividade elétrica para os efluentes 1, 2 e 3 podem ser observados na Figura 4 e Tabela 6. Os resultados de condutividade mostram (Figura 4 e Tabela 6) baixos valores de redução para os efluentes 1, 2 e 3. Essa pequena redução pode está associada à combinação dos íons presentes em solução, havendo a formação de substâncias voláteis.

Tabela 6. Valores do tratamento 1% H_2O_2 /UV na redução de condutividade elétrica nos efluentes 1, 2 e 3.

Condutividade (mS/cm)	Efluente 1	Efluente 2	Efluente 3
Bruto	22,89	23,18	17,10
1h	21,44	20,28	16,64
2h	20,95	21,70	16,44
3h	20,71	21,56	16,75
4h	20,45	22,56	17,12

Figura 4. Eficiência do tratamento 1% H_2O_2 /UV na redução de condutividade elétrica nos efluentes 1, 2 e 3.

Estudo do efeito do tratamento 1% H_2O_2 /UV na remoção de sólidos totais (ST)

Os resultados do efeito do tratamento 1% H_2O_2 /UV nos sólidos totais para os efluentes 1, 2 e 3 podem ser observados na Tabela 7. O estudo mostrou uma diminuição de ST nos efluentes 1 e 2, ao passo que para o efluente 3 houve um aumento de ST. Este resultado mostra uma certa complexidade da composição química dos efluentes investigados. O aumento de ST geralmente é associado à formação de solutos inorgânicos nos efluentes tratados, devido à quebra das moléculas dos corantes no processo oxidativo (Polezi, 2003). A diminuição de ST (efluente 1 e 2) pode está relacionada à formação de compostos voláteis no processo.

Tabela 7. Valores do tratamento 1% H_2O_2 /UV na redução de sólidos totais nos efluentes 1, 2 e 3.

Sólidos Totais (mg/L)	Efluente 1	Efluente 2	Efluente 3
Bruto	13882,00	15148,00	11795,00
1h	13100,00	14598,00	13140,00
2h	12700,00	14570,00	13135,00
3h	10854,00	14543,00	13250,00
4h	8959,00	14483,00	17650,00

Estudo do efeito do tratamento 1% H_2O_2 /UV na remoção de turbidez

Os resultados da remoção de turbidez utilizando 1% H_2O_2 /UV podem ser observados na Figura 5 e Tabela 8. Nestas, observa-se que a remoção de turbidez foi de 91,15%, 80,68% e 89,77% para os efluentes 1, 2 e 3, respectivamente para 4h de tratamento. Polezi (2003) constatou uma redução de 20 a 30% nos valores de turbidez do efluente de uma estação de tratamento de esgoto aplicando H_2O_2 /UV. Entretanto, é sabido que a eficiência do processo de tratamento depende da qualidade do efluente que é gerado em cada indústria.

Tabela 8. Valores do tratamento 1% H_2O_2 /UV na redução de turbidez dos efluentes 1, 2 e 3.

Turbidez(FTU)	Efluente 1	Efluente 2	Efluente 3
Bruto	497	352	430
1h	260	95	300
2h	136	83	130
3h	78	78	57
4h	44	68	44

Figura 5. Eficiência do tratamento 1% H_2O_2 /UV na redução de turbidez dos efluentes 1, 2 e 3

Estudo do efeito do tratamento 1% H_2O_2 /UV na redução de DQO

Os resultados de remoção de DQO utilizando o tratamento 1% H_2O_2 /UV referentes aos efluentes 1, 2 e 3 são mostrados na Figura 6 e Tabela 9. Nestas, observa-se uma redução de DQO de 73,27%, 50% e 78,52% para os efluentes 1, 2 e 3, respectivamente para 4h de tratamento.

Tabela 9. Valores do tratamento 1% H_2O_2 /UV na redução de DQO dos efluentes 1, 2 e 3.

DQO (mg/L)	Efluente 1	Efluente 2	Efluente 3
Bruto	3498,00	5882,40	4385,00
1h	2960,80	3921,60	3725,50
2h	2568,30	3359,70	2987,50
3h	1352,70	3270,00	1658,50
4h	935,00	2922,00	1187,00

Figura 6. Eficiência do tratamento 1% H_2O_2 /UV na redução de DQO dos efluentes 1, 2 e 3.

Estudo do efeito do tratamento 1% H_2O_2 /4h sem a utilização de radiação UV

Para verificar o efeito da radiação ultravioleta no processo utilizou-se uma faixa de tratamento de 1 a 4 horas, para isso testou-se o efluente 3. Os resultados do tratamento são mostrados na figura 7. Nesta não observou-se uma redução significativa de nenhum parâmetro físico-químico estudado em relação ao efluente 3 no estado bruto. Em relação aos dados quantitativos da redução de cor, observou-se uma remoção de apenas 11,74%. Os demais parâmetros apresentaram reduções de 12,60% de DQO, 8,84% de turbidez, 1,54% de condutividade e 10,39% de sólidos totais. A baixa redução de todos os parâmetros estudados se deve ao menor potencial de oxidação do H_2O_2 que é de 1,78V, quando comparado ao potencial de oxidação do radical hidroxila ($OH^\bullet$) que é de 2,80V, essa diferença é muito significativa para o processo, pois favorece uma melhor redução dos parâmetros estudados. Araújo *et al.* (2002) também verificou um efeito insignificante da ação do H_2O_2 para degradação de corante azul R-19.

Figura 7. Eficiência do tratamento 1% H_2O_2 /4h sem radiação UV na redução dos parâmetros físico-químicos do efluente 3.

TRATAMENTO COM O PROCESSO POA/ADSORÇÃO

Os resultados preliminares do estudo utilizando o tratamento do efluente 3 envolvendo o processo de adsorção (com adsorventes bagaço de cana e bagaço de coco), processo POA (H_2O_2 -UV) e processo POA-Adsorção são mostrados na Tabela 10. Nesta podemos observar que a eficiência do tratamento usando o processo POA/Adsorção apresenta uma leve melhora na redução de cor, demanda química de oxigênio (DQO), pH, condutividade e turbidez) frente aos demais tratamentos. Isso, é devido a quebra da estrutura do corante presente no efluente na etapa do tratamento de POA. Onde, no processo de adsorção, as moléculas menores são mais facilmente adsorvidas. Em relação aos dados quantitativos apresentados na Tabela 10, podemos destacar o processo combinado POA/cana que mostrou uma redução de 94,18 % para turbidez, 91,06 % para cor e 78,52% para DQO. Além disso, os resultados obtidos utilizando o processo de tratamento combinado POA/Adsorção/cana-de-açúcar apresentou melhor desempenho que o processo POA/Adsorção/bagaço de coco. Os resultados obtidos também indicam que o tratamento usando POA é mais eficiente que o processo de adsorção, uma vez que o POA atua quebrando as moléculas de corante melhorando assim os aspectos qualitativos do efluente (Dezotti, 2003). Tabela 10 Resultados dos parâmetros analisados com tratamento fotoquímico (1% H_2O_2 /UV) e em seguida com os adsorventes bagaço de cana-de-açúcar (A) e de bagaço de coco (B).

		Eficiência do processo de tratamento (redução %)		
Parâmetro	Efluente bruto	Efluente tratado - adsorção (%)	Efluente tratado- POA (%)	Efluente tratado- POA/Adsorção (%)
Bagaço de cana				
pH*	10,25	8,54	8,08	7,85
Condutividade elétrica (mS/cm)	17,10	-	5,67	-
Turbidez (UT)	430	82,32	89,77	94,18
Cor (mg/L-Pt/Co)	2350	79,19	90,38	91,06
Sólidos Totais (mg/L)	11795	5,17	33,17	2,94
DQO (mg/L)	4385,13	34,76	72,94	78,52
Bagaço de coco				
pH*	10,25	10,20	8,08	8,45
Condutividade elétrica (mS/cm)	17,10	-	5,67	-
Turbidez (UT)	430,00	7,44	89,77	90,93
Cor (mg/L-Pt/Co)	2350	47,48	90,38	89,10
Sólidos Totais (mg/L)	11795	-	33,17	2,14
DQO (mg/L)	4385,13	10,79	72,94	74,30

* Valor final de pH após tratamento

CONCLUSÃO

O uso combinado de peróxido de hidrogênio e radiação ultravioleta mostrou-se efetivo para remoção de cor, DQO, e turbidez nos efluentes têxteis estudados. Os resultados mostraram que um excesso de H_2O_2 retarda o processo e conseqüentemente a redução de cor. Dentre os tratamentos realizados, a combinação 1% H_2O_2 /UV/4h foi a que apresentou maior eficiência na redução de pH, turbidez, cor e DQO nos efluentes estudados. O estudo preliminar do processo combinado POA/ Adsorção usando adsorventes naturais (bagaço de cana e bagaço de coco verde) mostrou-se bastante eficiente para o tratamento do efluente têxtil. Entretanto resultados mais detalhados deste estudo serão divulgados posteriormente.

REFERÊNCIAS

- APHA-AWWA-WEF. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, 20th ed., New York; U.S.A, 1998.
- ARAUJO, R. N. *Degradação do corante azul reativo 19 usando UV; H_2O_2 ; UV/ H_2O_2 ; Fenton e Foto-Fenton*, 2002. *Aplicação em efluentes têxteis*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 2002.
- ARAÚJO, F. V. F. et al. *Remoção de cor em soluções de corantes reativos por oxidação com H_2O_2 /UV*. Química Nova, v. 29, n.1, p.11-14, 2006.
- ALATON, I. A. et al., *Advanced oxidation of a reactive dye bath effluent: comparison of O_3 , H_2O_2 /UV-C and TiO_2 /UV-A processes*. Water Research, v.36, p.1143-1154, 2002.
- DALLAGO, R. M. & SMANIOTTO, A., *Resíduos sólidos de curtumes como adsorventes para a remoção de corantes em meio aquoso*, Química Nova, v.28, n.3, p.433-437, 2005.
- DEZOTTI, M. *Apostila do Curso da Escola Piloto: Técnicas de Controle Ambiental em efluentes líquidos – Processos Oxidativos Avançados*. Escola Piloto Virtual, PEQ, COPPE, UFRJ, 2003.
- GALINDO, C. et al., *Photooxidation of the phenylazonaphthol A020 on TiO_2 : kinetic and mechanistic investigations*. Chemosphere, v.45, p.997-1005, 2001.
- HERRMANN, J. M. et al., *Photocatalytic degradation of dyes in water: case study of indigo and of indigo carmine*. Journal of Catalysis, v. 201, p.46-59, 2001.
- Jr. CAVALCANTE, C. L. *Separação de misturas por adsorção: dos fundamentos ao processamento em escala comercial*. Tese submetida a concurso público para professor titular do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Ceará, Brasil, 1998.
- LONGHINOTTI, E. et al., *Adsorção de azul de metileno e croconato amarelo pelo biopolímero quitina*. Química Nova, v.19, n.3, p.221-224, 1997.
- LONGHINOTTI, E. et al., *Adsorption of anionic dyes on the biopolymer chitin*. Journal of the Brazilian Chemical Society, v.9, n.5, p.435-440, 1998.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Bolsas de Iniciação Tecnológica IEL/SEBRAE/CNPq pelo fomento acadêmico, a empresa de Redes por ceder o efluente têxtil utilizado em estudo, ao Laboratório Integrado de Águas de Mananciais e Residuais (LIAMAR) e ao Núcleo Tecnológico do Estado do Ceará (NUTEC), por ceder o espaço físico laboratorial, principalmente ao Laboratório de Análises de Traço da Universidade Federal do Ceará (LAT).

- MARTÍNEZ, V. M. et al., *Orientation of Adsorbed Dyes in the Interlayer Space of Clays. I. Anisotropy of Rhodamine 6G in Laponite Films by Vis-Absorption with Polarized Light*. Chemistry Materials, v.17, p.4134-4141, 2005.
- MCKAY, G. *Use of adsorbents for the removal of pollutants from wastewaters*. Editora CRC Press, Boca Raton, Florida, 1996.
- MOREIRA, C. S., *Adsorção competitiva de cádmio, cobre, níquel e zinco em solos*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Brasil, 2004.
- NAWAR, S.S. & DOMA, H.S., *Removal of dyes from effluents using low-cost agricultural by-products*. Science of the Total Environment, v.79, n.3, p.271-279, 1989.
- NEUMANN, M. G. et al., *Interações entre corantes e argilas em suspensão aquosa*. Química Nova, v. 23, n.6, p.818-824, 2000.
- POOTS, V.J.P. et al., *Removal of acid dye from effluent using natural adsorbents*. 2. wood. Water Research, v.10, n.12, p.1067-1070, 1976.
- POLEZI, M., *Aplicação de processo oxidativo avançado (H_2O_2 /UV) no efluente de uma ete para fins de reuso*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 2003.
- POON, C. S. et al., *Degradation Kinetics of Cuprophenyl Yellow RL by UV/ H_2O_2 /Ultrasonication (US) Process in Aqueous Solution*, Chemosphere, v.38, p.1005, 1999.
- PINO, G. A. H. *Biossorção de metais pesados utilizando pó da casca de coco verde (Cocos nucifera)*. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil, 2005.
- RUTHVEN, D. M. *Principles of adsorption and adsorption process*. Editora John Wiley & Sons, New York, 1984.
- SOUZA, C. R. L. & PERALTA-ZAMORA, P. *Degradação de Corantes Reativos pelo Sistema Ferro Metálico/Peróxido de Hidrogênio*. Química Nova, v. 28, p. 226-228, 2005.
- YOSHIDA, H. et al., *Adsorption of acid dye on cross-linked chitosan fibers - equilibria*, Chemical Engineering Science. v. 48, n.12, p.2267-2272, 1993.