



II-169 - USO DO TRATAMENTO COMBINADO H_2O_2 /UV NA REMOÇÃO DE CORANTES DE EFLUENTE AQUOSO TÊXTIL

Jefferson Pereira Ribeiro

Químico Industrial (UFC). Mestrando em Saneamento Ambiental - Departamento de Hidráulica e Saneamento (UFC)

Ronaldo Ferreira do Nascimento

Químico Industrial (UFMA). Professor Doutor do Departamento de Química Analítica e Físico-Química (UFC)

Francisco Wagner de Sousa

Químico Industrial (UFC). Doutorando em Saneamento Ambiental - Departamento de Hidráulica e Saneamento (UFC).

André Gadelha de Oliveira

Químico (UFC). Mestrando em Saneamento Ambiental - Departamento de Hidráulica e Saneamento (UFC)

Daniel Saraiva Araújo

Graduando em Química Industrial (UFC) – Departamento de Química Analítica e Físico-Química

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 (Brazil). Tel: +55 85 3366 9958 - Fax: +55 85 3366 99 82, j-pereira-ribeiro@uol.com.br

RESUMO

A maior parte dos impactos ambientais gerados pela sociedade contemporânea de países desenvolvidos ou em desenvolvimento tem sua gênese no setor industrial. Este setor é um grande consumidor de recursos naturais e um grande produtor de dejetos que, geralmente, são descartados no meio ambiente no estado *in natura* ou ineficientemente tratados, em especial, nos ecossistemas aquáticos. Assim, as exigências em relação às leis ambientais em todo o mundo vêm se tornando cada vez mais exigentes, principalmente devido ao aumento da conscientização em relação à saúde pública e aos riscos ecológicos associados à poluição ambiental. Dentro desse contexto destacam-se os processos oxidativos avançados (POAs) que são baseados na geração de radicais hidroxilas (OH^\cdot) no qual são altamente oxidantes, podendo decompor compostos de maneira rápida e não-seletiva conduzindo a mineralização parcial ou completa do contaminante. O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a possibilidade de degradação de efluentes, provenientes da indústria têxtil, através da utilização de POA em um reator de fluxo contínuo. Estudou-se o processo homogêneo de tratamento H_2O_2 /UV (em várias concentrações) por 5 horas. Os resultados mostraram que o tratamento 1% H_2O_2 /UV foi o mais eficiente, com uma redução de cor (88,98%) e DQO(95,01%). Os resultados obtidos para os parâmetros estudados após o processo oxidativo, evidenciam que o tratamento proposto têm grande potencialidade para ser aplicado no tratamento de efluentes industriais.

PALAVRAS-CHAVE: Processo Oxidativo Avançado, Cor, Efluente Têxtil, Adsorvente Naturais

INTRODUÇÃO

A contaminação de águas naturais tem sido apontada como um dos maiores problemas da sociedade moderna. Dentro deste contexto, o setor têxtil apresenta especial destaque, pois associado ao baixo aproveitamento dos insumos (corantes, detergentes, engomantes e amaciantes) gera grandes volumes de efluentes têxteis, devido ao uso excessivo de água (Souza & 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, além disso, caracterizam-se também por possuir uma grande quantidade de sólidos suspensos, pH variado, 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 lançados como 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). Assim, a necessidade de leis ambientais mais rígidas, bem como normas para o lançamento de efluentes, vem ajudando a diminuir o quadro de descarte de rejeitos industriais dessa natureza, visando atingir os limites máximos permitidos.

Existem hoje diversas tecnologias para o tratamento de diferentes tipos de corantes da indústria têxtil. Dentre estes processos mais comumente utilizados destacam-se os tratamentos físico-químico e o biológico. O tratamento biológico é o mais empregado por ser bastante eficiente e economicamente viável, entretanto muitos corantes são apenas adsorvidos no lodo e não são degradados podendo ainda originar traços de dioxinas e furanos como subprodutos de oxidação incompleta (Schrunk, 2000, Nogueira & Jardim, 1998). Devido a estas limitações o desenvolvimento de tecnologias mais efetivas e limpas vem sendo incentivadas para o tratamento de efluentes oriundos de indústrias têxteis.

Um método alternativo bastante eficaz e versátil utilizado no tratamento de efluentes têxteis são os POAs (Araújo *et al.*, 2006). Os POAs são tecnologias extremamente eficientes para a destruição de compostos orgânicos de difícil degradação baseados na geração de radicais OH^\cdot como agente oxidante podendo decompor compostos de maneira rápida e não seletiva conduzindo a mineralização parcial ou completa do contaminante. Os principais métodos utilizados são tratamentos combinados, tais como: $\text{Fe}/\text{H}_2\text{O}_2$, O_3/UV , $\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2$, O_3/TiO_2 , $\text{O}_3/\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{O}_3/\text{Mn}^{+2}$, $\text{O}_3/\text{ultrasom}$, $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ (Almeida *et al.*, 2004; Araújo *et al.*, 2006).

MATERIAIS E MÉTODOS

Reagentes

Soluções de peróxido de hidrogênio H_2O_2 (0,1%; 0,25%; 0,5%; 0,75% e 1% v/v) foram preparadas a partir de uma solução estoque de H_2O_2 30% (MERCK) 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 MERCK, São Paulo, Brasil) foram preparadas para o estudo dos parâmetros analisados no tratamento do efluente.

Amostragem do efluente têxtil

Neste trabalho utilizou-se um efluente bruto. Esse efluente foi cedido pela Santana Têxtil Ltda, situada no município de Horizonte, interior do estado do Ceará. As amostras foram coletadas em frascos de 5L, de polietileno e armazenadas em isopor a 4°C descritos conforme na NBR 9898, e levadas para o laboratório de análises de traço (LAT) localizado no Departamento de Química Analítica e Físico-Química da Universidade Federal do Ceará.

Reator de fluxo contínuo em escala laboratorial para tratamento $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$

O estudo de degradação do efluente têxtil foi realizado através de um reator composto de uma lâmpada fluorescente tubular germicida - T5 UV (8 Watts) e uma bomba peristáltica (GILSON, modelo Minipuls 3). 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. Alaton *et al.* (2002) utilizou um fluxo semelhante de 50ml/min para degradação de um efluente têxtil. O estudo verificou a influência das concentrações de peróxido H_2O_2 (0,1%; 0,25%; 0,5%; 0,75% e 1% v/v) no tratamento do efluente, o qual foi circulando através do sistema e o efluente tratado foi coletado em intervalos de 1h, sendo analisados posteriormente.

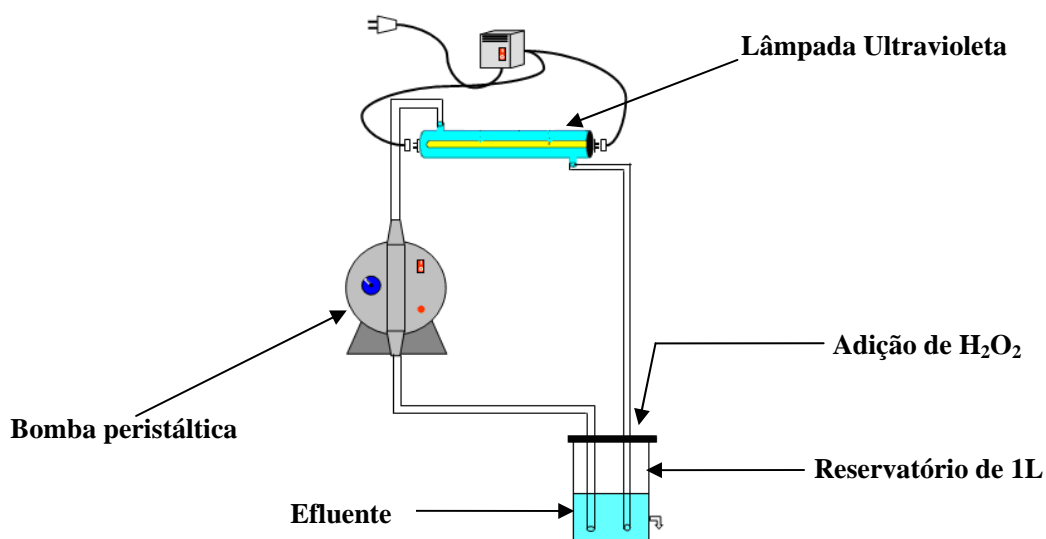


Figura 1. Esquema geral do reator fotoquímico usado no tratamento do efluente pelo processo de oxidação avançada H_2O_2/UV .

Caracterização do efluente têxtil

A caracterização do efluente foi realizada através das análises de cor, turbidez, pH, condutividade elétrica, sólidos totais e DQO (Demanda Química de Oxigênio).

Tabela 1. Características físico-químicas do efluente.

Parâmetros	Efluente
pH	9
Condutividade(mS/cm)	15,77
Turbidez (FTU)	92
Cor (Pt-Co)	472
Sólidos Totais (mg/L)	12735
DQO (mg/L)	2221,70

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

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estudo do efeito da concentração de peróxido no pH

O estudo do efeito da concentração de H_2O_2 foi verificado para as seguintes concentrações de peróxido (0,1%; 0,25%; 0,5%; 0,75% e 1% v/v) para o intervalo de tratamento de 5h (Figura 2). Observou-se no aspecto geral uma diminuição do pH de 9 para valores entre 6,3-6,9. Os resultados mostraram uma diminuição não muito significativa para todos os tratamentos realizados. Os HO^\bullet gerados durante o processo proporcionam a oxidação da matéria orgânica presente no efluente acarretando a formação de substâncias ácidas durante o processo de tratamento (Neyens e Baeyens, 2003).

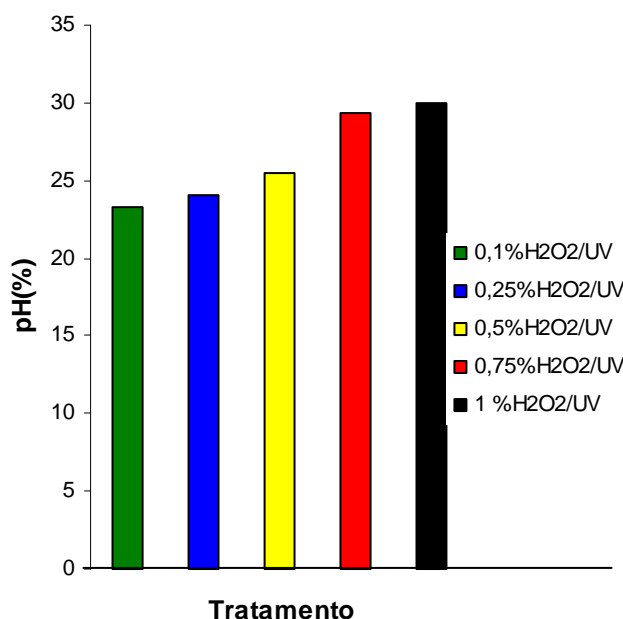


Figura 2. Estudo do efeito das concentrações de H₂O₂/UV/5h na redução de pH do efluente.

Estudo do efeito da concentração de peróxido na redução da condutividade elétrica e sólidos totais

Os resultados do efeito do tratamento H₂O₂ /UV na condutividade elétrica e sólidos totais podem ser observados na Figura 3. O aumento da condutividade está coerente com o resultado esperado, pois com a adição de produtos químicos em tratamentos terciários geralmente provoca um aumento na quantidade de íons em solução, o que pode inviabilizar seu reuso para algumas indústrias, além disso, poderia haver um aumento da quantidade de íons em solução, provocada pela própria mineralização da matéria orgânica (Polezi, 2003). Os resultados de sólidos totais (Figura 3) mostraram um aumento na quantidade de sólidos para todos os tratamentos realizados, isso se deve ao próprio processo oxidativo avançado que gera partículas após a degradação do efluente.

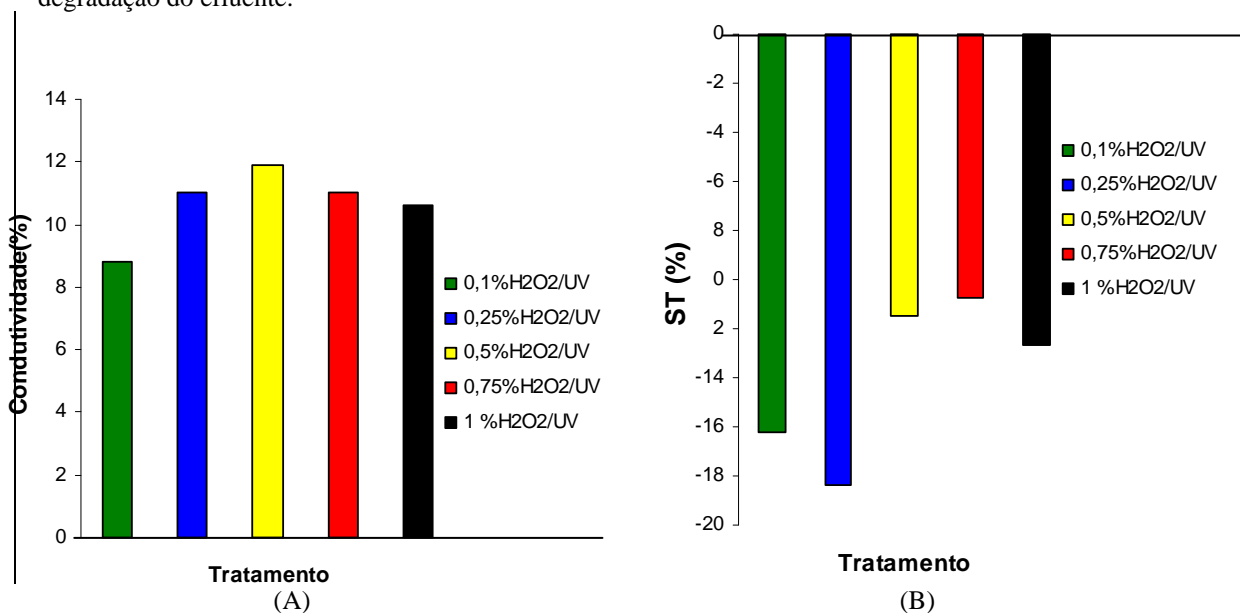


Figura 3. Estudo do efeito das concentrações H₂O₂ /UV/5h na condutividade elétrica (A) e sólidos totais (B) no efluente.



Estudo do efeito da concentração de peróxido na redução de cor e turbidez

Os resultados da remoção de cor e turbidez utilizando $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ pode ser observado na Figura 4. Nesta, observa-se que a remoção de cor utilizando 1% $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ foi de 88,98%. A literatura relata que 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).

Os resultados de turbidez mostraram uma remoção máxima de 89,13% utilizando 1% $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ (Figura 4). De acordo com a literatura a eficiência do processo de tratamento depende da qualidade do efluente que é gerado em cada indústria (Polezi, 2003). Polezi (2003) constatou uma redução de 20 a 30% nos valores de turbidez do efluente de uma estação de tratamento de esgoto aplicando $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$. Entretanto, é sabido que a eficiência do processo de tratamento depende da qualidade do efluente que é gerado em cada indústria.

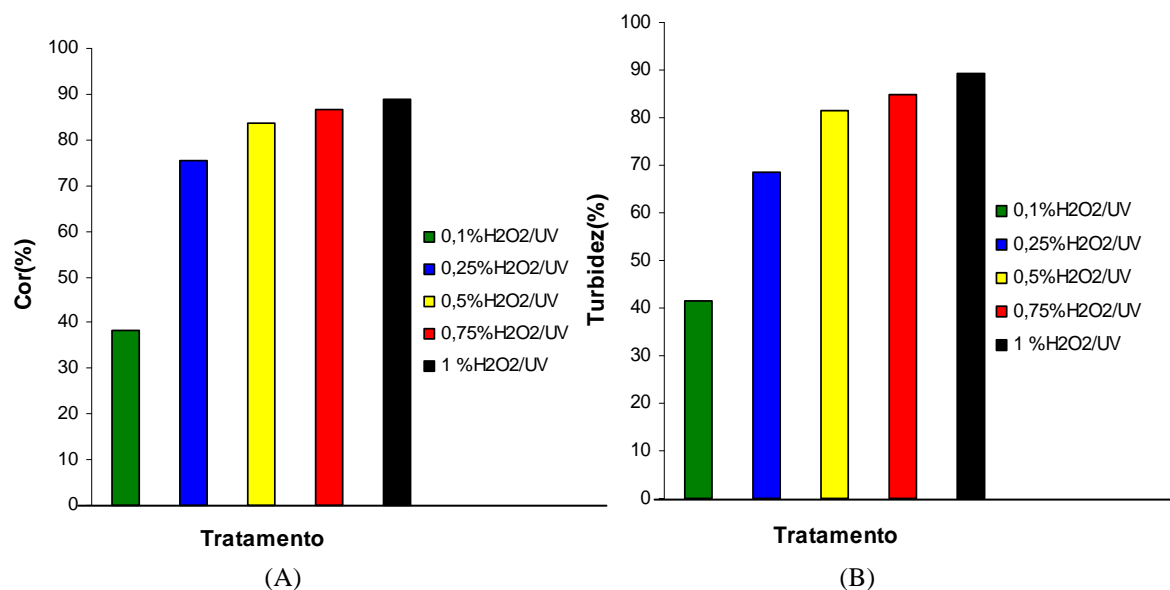


Figura 4. Estudo do efeito das concentrações H_2O_2 /UV/5h na redução de cor (A) e redução de turbidez (B) do efluente.

Estudo do efeito da concentração de peróxido na redução de DQO

Os resultados da Figura 5 mostram que os tratamentos 0,75% $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ e 1% $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ destacam-se frente aos demais tratamentos. Estes possuem uma capacidade de remoção de DQO acima de 85%. Entretanto o tratamento 1% $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ mostra-se mais promissor com um percentual de remoção de 95,01%, devido à existência de uma maior quantidade de radicais livres no efluente, promovendo assim uma maior degradação da matéria orgânica. Araújo *et al.* (2006), estudando a degradação de corantes reativos utilizando $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$, observou uma redução de DQO acima de 90% utilizando uma concentração de 20mM de H_2O_2 para 5 horas de tratamento.

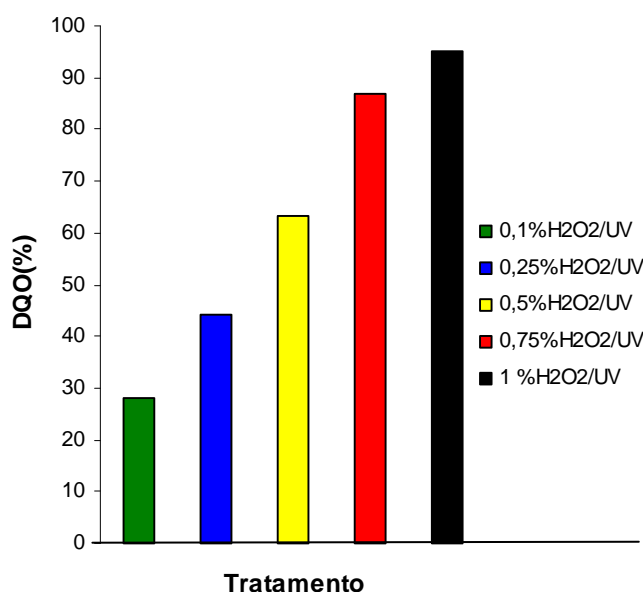


Figura 5. Estudo do efeito do tratamento H₂O₂ /UV/5h na redução de DQO do efluente.

Estudo do efeito do tratamento 1% H₂O₂ /5h sem a utilização de radiação UV

Os resultados do tratamento 1% H₂O₂ /5h sem a utilização da radiação UV referente ao efluente é mostrado na Figura 6. Os resultados mostraram uma baixa redução de cor (54,24%), DQO (34,35%) e turbidez (59,78%) quando comparados com tratamento UV que foram de cor (88,98%), DQO (95,01%) e turbidez (89,13%). A baixa redução de todos os parâmetros estudados em relação aos demais tratamentos se deve ao menor potencial de oxidação do H₂O₂ que é de 1,78V, quando comparado ao potencial de oxidação do OH⁻ gerado pela radiação UV 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 resultados semelhantes da ação do H₂O₂ para degradação de corante azul R-19.

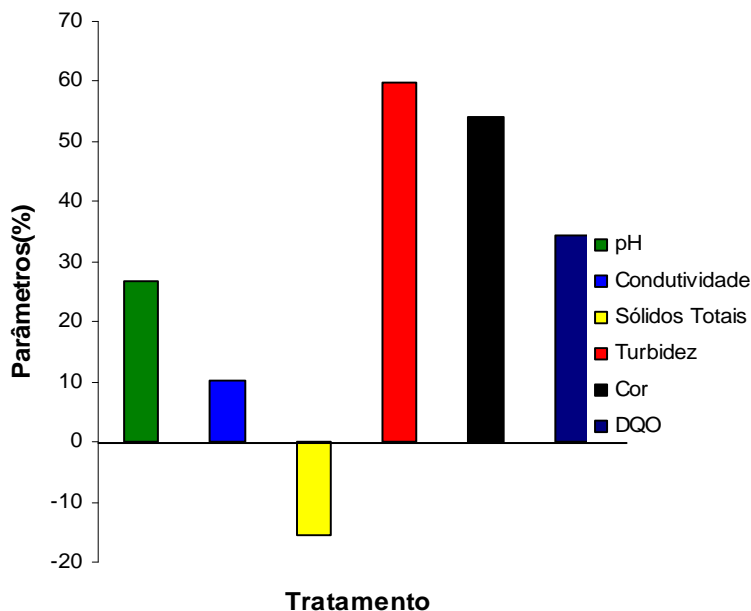
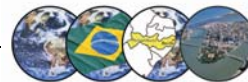


Figura 6. Estudo do efeito do tratamento 1% H₂O₂ /5h sem radiação UV na redução dos parâmetros físico-químicos do efluente.



CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O uso combinado de peróxido de hidrogênio e radiação ultravioleta mostrou-se efetivo para remoção de cor, DQO, pH e turbidez no efluente têxtil estudado.

Os resultados mostraram que um excesso de H_2O_2 retarda o processo e conseqüentemente a redução de cor.

O tratamento 1% H_2O_2 /UV foi eficaz para redução de cor, turbidez, pH e DQO para os efluentes estudados, porém não se observou a mesma eficiência para condutividade elétrica e sólidos totais.

Dentre todos os tratamentos realizados, a combinação 1% H_2O_2 /UV/5h foi a que apresentou maior eficiência na redução de pH, turbidez, cor e DQO no efluente.

Apesar dos efluentes têxteis serem caracterizados pela sua complexidade e pela dificuldade no seu tratamento, o tratamento 1% H_2O_2 /UV/5h têm grande potencialidade para ser aplicado no tratamento de efluentes têxteis industriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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.
2. ALMEIDA, E; ASSALIN, M.R. ROSA, M.A. *Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio*, Química Nova, v. 27, n.5, p.818-824, 2004.
3. ARAUJO, R. N. *Degradação do corante azul reativo 19 usando UV; H_2O_2 ; UV/ H_2O_2 ; Fenton e Foto-Fenton. Aplicação em efluentes têxteis*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 2002.
4. 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.
5. GALINDO, C. et al., *Photooxidation of the phenylazonaphthol A020 on TiO_2 : kinetic and mechanistic investigations*. Chemosphere, v.45, p.997-1005, 2001.
6. 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.
7. NEYENS, E.; BAEYENS, J. *A review of classic Fenton's peroxidation as an advanced oxidation technique*. Journal of Hazardous Materials, v. B98, p. 33-50, 2003.
8. NOGUEIRA, R.F.P.; JARDIM, W.F. *A fotocatalise heterogênea e sua aplicação ambiental*. Química Nova, v. 21, p. 69-72, 1998.
9. 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.
10. SCHRANK, S. G. *Tratamento anaeróbico de águas residuárias da indústria têxtil*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química, UFSC, Florianópolis, 2000.
11. 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.