



II-050 - UTILIZAÇÃO DO PROCESSO FOTOCALÍTICO NA DEGRADAÇÃO DE EFLUENTE PROVENIENTE DA INDÚSTRIA DE PAPEL

Bárbara Gitana Alves Vieira

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba.

Geralda Gilvânia Cavalcante de Lima

Graduada em Engenharia Química pela UFPB, Mestre em Engenharia Química, UFPB (1992), Doutora em Engenharia Mecânica, UFPB (2002). Professora do Departamento de Química – Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Carlos Antônio Pereira de Lima

Graduado em Engenharia Química pela UFPB, Mestre em Engenharia Química, UFPB (1992), Doutora em Engenharia Mecânica, UFPB (2002). Professora do Departamento de Química – Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Fernando Fernandes Vieira

Graduado em Engenharia Química pela UFPB, Mestre em Engenharia Química, UFPB (1992), Doutora em Engenharia Mecânica, UFPB (2002). Professora do Departamento de Química – Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Endereço⁽¹⁾: Rua: João Tavares, 331 – Centro – Campina Grande – Paraíba – CEP: 58400-240 – Brasil – Telefone celular: 83-8837-7421 – e-mail: barbaragitana29@yahoo.com.br

RESUMO

No presente trabalho foi avaliada a degradação fotocatalítica de um efluente oriundo de uma indústria papel. Foi utilizado os fotocatalisadores TiO_2 , ZnO e $\text{TiO}_2\text{-ZnO}$. O sistema experimental consistiu de um reator tipo tanque, irradiado por lâmpadas germicidas, que emitem radiação ultravioleta e com diferentes intensidades de radiação. Todos os testes foram conduzidos mantendo-se o pH natural do efluente. Foram avaliados a influência da carga dos fotocatalisadores e da intensidade de radiação. Os resultados mostraram que houve maior degradação da matéria orgânica com TiO_2 , a redução significativa dos sólidos ocorreu com TiO_2 a 0,1%, com intensidade luminosa de $1,679 \text{ mW/cm}^2$, já a condutividade e o cloreto não sofreram diminuição significativa. Diante dos resultados, observou-se que o processo fotocatalítico apresentou ótima eficiência na degradação da matéria orgânica e redução dos sólidos presentes no efluente analisado, demonstrando ser uma técnica viável.

PALAVRAS-CHAVE: Fotocatálise, Degradação, Efluente.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o rápido crescimento da população mundial e o amplo desenvolvimento do setor industrial têm contribuído para o aumento dos níveis de poluição ambiental. Com o avanço da ciência, diversos compostos são sintetizados e produzidos industrialmente; conseqüentemente, novos resíduos são introduzidos diariamente no ambiente.

Muitos estudos têm sido realizados com intuito de desenvolver tecnologias capazes de minimizar o volume e a toxicidade dos efluentes industriais, de forma a permitir não somente a remoção de substâncias contaminantes, mas também sua completa mineralização. A toxicidade associada aos efluentes industriais pode estar intimamente relacionada com a presença de compostos recalcitrantes (Almeida et al., 2004).

As indústrias têxteis, de papel e celulose, e sulcro-alcooleira têm sido apontadas como altamente poluidoras, devido ao fato de lançarem efluentes fortemente coloridos e de elevada carga orgânica, que exibem comportamento tóxico quando lançados no meio ambiente e seu reaproveitamento é muito restrito.

As fábricas de celulose e papel geram efluentes, tais como licor da polpação, água de lavagem da polpa, efluente da planta de branqueamento e efluentes da máquina de papel. Normalmente, o fluxo individual de cada efluente setorial é misturado antes do tratamento, produzindo o efluente geral ou efluente combinado (Lacerda et al., 2006).



Os tratamentos convencionais da indústria papelreira são geralmente métodos tradicionais como a flotação e a coagulação, e tratamentos biológicos, tanto aeróbicos, como anaeróbicos. Estes processos removem a maior parte da matéria orgânica contida nestes efluentes, mas também acaba ocasionando outros problemas ambientais, como geração de lodo (Neto, 2002).

Com a crescente pressão dos órgãos ambientais torna-se necessário a utilização de processos que não apenas minimizem o problema, consequentemente vários novos processos são estudados constantemente.

Dentre as tecnologias promissoras, os processos oxidativos avançados apresentam um excelente potencial de utilização para tratamentos de efluentes industriais, não só pela facilidade de operação como também pela qualidade dos efluentes resultantes. Entre esses processos, a fotocatalise heterogênea é uma alternativa que está sendo muito estudada e aplicada para efluentes industriais.

A degradação fotocatalítica é conseguida com o auxílio de um fotocatalisador, no caso um semiconductor, e uma fonte de radiação. Alguns semicondutores possuem a capacidade de transformar luz em outro tipo de energia. Quando o semiconductor suspenso em uma solução absorve energia na faixa do seu “bandgap” (energia UV), um elétron (e^-) da banda de valência (BV) é transferido para a banda de condução (BC), resultando na criação de lacunas (h^+) na banda de valência, produzindo radicais altamente reativos. Estes radicais são do tipo hidroxila ($\cdot OH$) e podem oxidar e mineralizar compostos orgânicos. As moléculas orgânicas são decompostas e transformadas em água, dióxido de carbono e ácidos minerais (Goswami, 1997).

Balcioğlu e Arslan (1998) também submeteram efluentes de indústria têxtil e de papel e celulose, pré-tratados biologicamente, a um processo de fotocatalise heterogênea. No caso do efluente têxtil foi alcançado o completo descoloramento. A avaliação do tratamento foi feita pelo acompanhamento da Demanda Química de Oxigênio (DQO), da Demanda Biológica de Oxigênio (DBO₅) e do teor de Carbono Orgânico Total (COT). Os resultados obtidos mostraram que a oxidação fotocatalítica é muito eficiente no tratamento destes efluentes.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento da fotocatalise heterogênea no tratamento do efluente da indústria papelreira, utilizando como fotocatalisadores TiO_2 , ZnO , TiO_2 / ZnO na degradação do efluente.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada nas dependências do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, em Campina Grande-PB, no Laboratório de Saneamento Ambiental, do Departamento de Química. O sistema experimental foi constituído de um reator tipo tanque, irradiado por lâmpadas germicidas de 15 W, que emitem radiação ultravioleta, no comprimento de onda de 254 nm. Tal reator consiste de um vaso cilíndrico (bécker) confeccionado em vidro pirex com um volume de 500 ml, conforme a figura 01. O efluente foi fornecido pela Indústria de Papel e Celulose da Paraíba S.A – IPELSA, localizada no bairro de Bodocongó desta cidade. O tempo para cada experimento foi de 4 horas, retirando uma amostra a cada 30 minutos. Os fotocatalisadores foram utilizados em suspensão. As amostras foram centrifugadas, para em seguida serem analisadas.



Figura 1 - Reator Tipo Tanque

A avaliação da eficiência do processo fotocatalítico foi feita através da caracterização do efluente antes, durante e após o tratamento, através dos seguintes parâmetros: Demanda Química de Oxigênio (DQO), pH, sólidos, condutividade, cloreto. Todas as análises seguirão determinação de acordo com normas padrão (APHA, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A figura 2, mostra os resultados obtidos para todos os fotocatalisadores usados no processo fotocatalítico. Pode ser visto que na mistura TiO_2 / ZnO e ZnO houve uma boa degradação, mas quando comparada com o TiO_2 sozinho, este fato nos leva a crer que para este tipo de efluente, o TiO_2 é mais fotoreativo que os demais. A maioria dos estudos já realizados com fotocatalise revelam que o semicondutor mais eficiente é o TiO_2 (Mahvi et al., 2009)

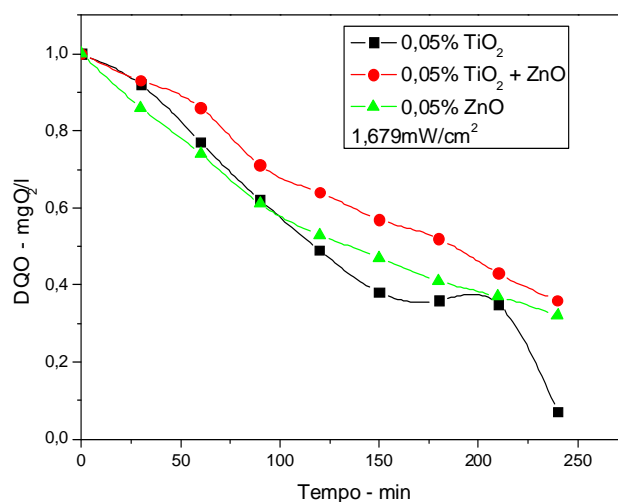


Figura 2: Estudo da Influência dos diferentes tipos de catalisadores

A figura 3, mostra a influência da carga do catalisador, TiO_2 , na degradação da matéria orgânica. A carga de catalisador exerce um importante papel na fotocatalise heterogênea, pois as reações ocorrem na sua superfície. Observa-se que houve degradação em todos os experimentos, no entanto com a carga maior, ocorreu melhor resultado, mostrando que a 0,2% as moléculas de substratos disponíveis são suficientes para absorver o aumento do número de partículas do catalisador (TiO_2), favorecendo a degradação. Mas também existe um limite máximo na concentração de fotocatalisador em solução, que acima deste limite, o número de partículas do mesmo dificulta a penetração de radiação na mesma.

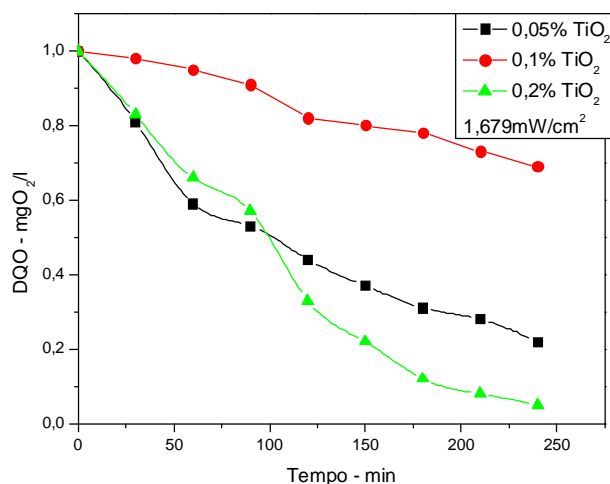


Figura 3: Influência da Carga do Catalisador TiO_2

A figura 4, mostra a influência da intensidade luminosa na degradação da matéria orgânica, para uma carga de TiO_2 de 0,1%. Observa-se uma maior redução da DQO ocorreu para o experimento de maior intensidade de radiação, alcançando 88,2%, isto deve-se ao fato de que, quanto maior for a quantidade de energia fornecida ao sistema, maior será a produção de radicais hidroxilas, possibilitando uma degradação fotocatalítica mais eficiente e mais rápida, devido a combinação mais freqüente dos pares elétrons/lacunas (Blazková et al., 1998; Neto, 2002).

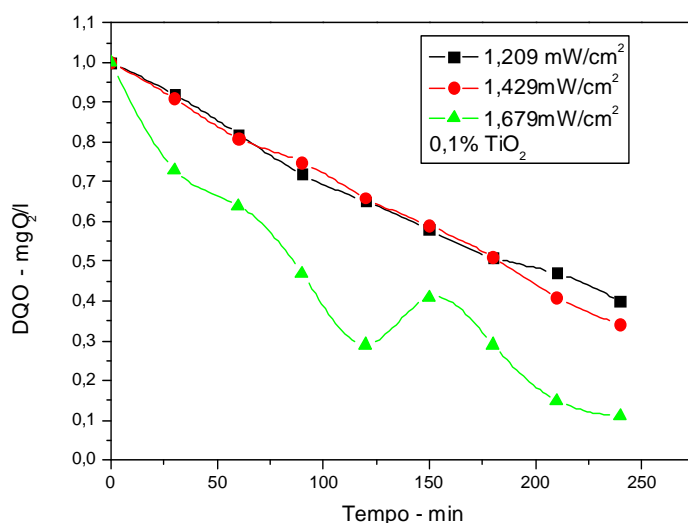


Figura 4: Influência da Intensidade Luminosa



Na tabela 1, encontra-se dados obtidos com os três tipos de catalisadores, intensidade de radiação de 1,679 mW/cm², utilizados no processo fotocatalítico, para os parâmetros sólidos, pH e condutividade. Mais uma vez é possível observar que o TiO₂ apresenta melhores resultados, em relação aos demais fotocatalisadores. A grande quantidade de sólidos é resultante de fibras, de outros rejeitos de papel, de sujeiras do processo de picagem e da fabricação do papel.

Tabela 1: Resultados com diferentes catalisadores

Variáveis	Af. TiO ₂	Ef.	Af. TiO ₂ + ZnO	Ef.	Af. ZnO	Ef.
pH	7,51	8,14	6,61	7,65	6,86	8,05
Conductiv.	1691,5	1496	2,73	2,33	2,6	2,47
ST (mg/l)	5160	1190	7580	2700	7920	3240
STV(mg/l)	1490	940	5990	1860	2300	710
STF (mg/l)	3570	250	1590	840	5620	2530
SST (mg/l)	4760	240	1630	200	1400	120
SSV (mg/l)	630	180	970	80	230	70
SSF (mg/l)	4130	60	660	120	1170	50
SDT (mg/l)	1420	950	5950	2500	6520	3120
SDV (mg/l)	860	760	5020	1780	2070	640
SDF (mg/l)	560	190	930	760	4450	2480

CONCLUSÕES

Nas análises de DQO, os melhores resultados obtidos são referentes aos experimentos envolvendo as seguintes características: intensidade luminosa de 1,679 mW/cm², com todas as cargas analisadas do TiO₂.

Para a análise dos sólidos, nota-se que houve melhor redução com as seguintes condições: 0,1% de TiO₂ e intensidade luminosa de 1,679 mW/cm².

Já em relação às análises de: pH, condutividade não são influenciadas pelo processo, nas condições estudadas.

Observa-se em todo trabalho que o catalisador com melhores resultados é o TiO₂, seguido do TiO₂ modificado e por fim o ZnO.

Degradação fotocatalítica do efluente estudado mostrou dependente do tipo de catalisador, da carga utilizada e da intensidade de radiação.

Diante dos resultados obtidos, observa-se que o processo fotocatalítico apresenta uma boa eficiência no tratamento do efluente analisado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, E., ASSALIN, M.R., ROSA, M.A., "Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio". Química Nova, 2004, v. 27, n^o. 5, pp. 818-824.
2. APHA. AWWA.WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 15^a ed. Washington, DC: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1995. 1134 p.
3. BALCIOGLU, I.A.; ARSLAN, I. Application of photocatalytic oxidation treatment to pretreated and raw effluents from the Kraft bleaching process and textile industry. *Env. Pollution*, v. 103, p. 261-268, 1998.
4. BLAZKOVÁ, A., CSÖLLEOVÁ, I.; BREZOVÁ, V., Effect of light on the phenol degradation using Pt/TiO₂ photocatalysts immobilized on glass fibres. *J. Photochem. Photobiol. A: Chem.*, v. 113, p. 251-256, 1998.



5. COSTANZI, R N., DANIEL, L.A., 2002., **“Estudo de Tratamento dos Efluentes de uma Fábrica de Papel para Imprimir Visando o Reuso por Flotação e Sedimentação”**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 7, n. 3, pp. 156-160.
6. GOSWAMI, D.Y. A Review of Engineering Developments of Aqueous Phase Solar Photocatalytic Detofication and Desinfection Processes. Journal of Solar Energy Engineering, Vol. 119, pp. 101-107, 1997.
7. LACERDA, K.V., GONDIM, A.L.N., COSTA, G.S., GOMES, R.B., SAMPAIO, G.M.M.S., **Perfil da Microbiota, Fúngica (Fungos e Leveduriformes) e bacteriana da água residuária de uma indústria de papel e celulose**, in “VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2006. Campo Grande – MS, Brasil.
8. NETO, G.C., 2002, **“Decomposição de Fenol e Efluente da Indústria de Papel e Celulose por Fotocatálise Heterogênea”**, Tese de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
9. MAHVI, A.H., GHANBARIAN, M., NASSERI, S., KHAIRI, K., **Mineralization and discoloration of textile wastewater by TiO₂ nanoparticles**.Desalination. 239. P.309-316. 2009.