

**CLASSIFICAÇÃO DO RESÍDUO SÓLIDO GERADO NO TRATAMENTO DE  
EFLUENTES TÊXTEIS POR FOTOCATÁLISE**

Valquíria Aparecida dos Santos Ribeiro<sup>1</sup>; André Luís da Silva Volpe<sup>2</sup>; Célia Regina  
Granhen Tavares<sup>2</sup>

**Resumo** – A contaminação do ambiente nas últimas décadas tem sido apontada como um dos maiores problemas da sociedade. Diante disso as empresas têm assumido uma nova postura perante as questões ambientais. Os tratamentos convencionais de efluentes têxteis baseados em métodos físico-químicos seguidos de processos biológicos têm se mostrado insatisfatórios para a remoção de cor desses efluentes. Dessa forma, estudos realizados sobre fotodegradação catalítica têm ganho destaque, devido à capacidade de descolorir efluentes, degradar compostos recalcitrantes e minimizar a geração de resíduos sólidos. O presente trabalho pretende contribuir para a discussão acerca do resíduo sólido gerado pela fotodegradação catalítica na presença de óxido de zinco (ZnO), visto que, de acordo com a NBR 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o resíduo constituído basicamente pelo próprio catalisador (ZnO), foi classificado como um resíduo perigoso (Classe I).

**Abstract** – Contamination of the environment in recent decades has been identified as a major problem in society. Given that companies have assumed a new attitude towards environmental issues. Conventional treatments of textile effluents based on physico-chemical methods followed by biological processes have proved unsatisfactory for the removal of color of these effluents. Thus, studies on catalytic photodegradation have gained prominence due to its ability to decolorize effluent degrade recalcitrant compounds and minimize the generation of solid waste. This paper aims to contribute to the discussion of solid waste generated by catalytic photodegradation in the presence of zinc oxide (ZnO), since, according to NBR 10004 of the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT), the waste consisting primarily by the catalyst (ZnO) has been classified as a hazardous waste (Class I).

**Palavras-Chave** – Resíduo sólido, efluente têxtil, classificação.

---

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Rua Marcílio Dias, 635. Cep. 86812-460- Apucarana-PR. Fone/Fax: (43) 3425-6460. valquiria@utfpr.edu.br

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Maringá – UEM. Avenida Colombo, 5790 – Campus Universitário. Cep. 87020-900. Maringá-PR. Fone/Fax (44) 32614745. celia@deq.uem.br

## INTRODUÇÃO

As técnicas de tratamento de efluentes utilizadas na maioria das indústrias têxteis são baseadas em métodos físico-químicos seguidos de processo biológico, que apesar de apresentarem certa eficiência na remediação de efluentes, apresentam também alguns inconvenientes. O processo físico-químico apenas transfere o contaminante da fase líquida para fase sólida e o biológico apresenta uma estreita faixa de condições de trabalho, nas quais os microrganismos são capazes de utilizar os poluentes como fonte de matéria orgânica (i.e.[1]). Tais métodos apresentam ainda, a desvantagem da alta geração de lodo que devido suas características de composição, tais como a presença de metais pesados, podem ser classificados de acordo com a NBR 10.004/2004, como resíduo Classe I – Perigoso ou como Classe II-A, não perigoso e não inerte, necessitando assim de uma destinação correta, para que não cause danos ao ambiente.

Dentre os processos de tratamentos de efluentes que vêm sendo estudados nas últimas décadas está a foto-oxidação catalítica (sistemas heterogêneos), que tem ganho destaque por ser uma técnica sustentável, em razão da grande variedade de classes de compostos orgânicos tóxicos passíveis de degradação, e por minimizar a geração de resíduos sólidos (i.e.[2]).

Na atualidade existem muitos trabalhos sendo publicados a respeito da aplicação da foto-oxidação utilizando ZnO e outros materiais como catalisador, entretanto, não existem ainda trabalhos relatando resultados de testes de classificação e volume de resíduo sólido, o qual é constituído de catalisador, corantes, resíduos de fibras e de pedras de argila expandida, gerado por este tratamento.

Sendo assim, este trabalho descreve os resultados obtidos por meio da classificação do resíduo sólido gerado do tratamento de efluentes têxteis por foto-oxidação catalítica, de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas-ABNT, para a classificação de tais resíduos.

## METODOLOGIA

O resíduo sólido gerado durante os experimentos de foto-oxidação do efluente têxtil em escala semipiloto foi seco em estufa à 100°C, para o ensaio de lixiviação e à 42°C para o ensaio de solubilização, durante 24 horas. Para obter a classificação procedeu-se o ensaio de lixiviação de acordo com a NBR 10005/2004 (ABNT), ensaio de solubilização com a NBR 10006/2004 (ABNT) e digestão do resíduo e em seguida a

leitura dos metais em espectrofotômetro de absorção atômica da marca Varian, modelo AA240FS. Após a obtenção dos dados procedeu-se a classificação do resíduo de acordo com a NBR 10.004/2004 da ABNT.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir dos ensaios realizados segundo as NBRs da ABNT para a classificação de resíduos sólidos, as quais regulamentam os limites permitidos, de alguns, metais e íons no extrato lixiviado e solubilizado, visando à classificação quanto aos seus riscos potenciais ao ambiente e a saúde pública, são apresentados na Tabela 1.

**i.e. Tabela 1.** Características tóxicas do resíduo gerado pelos ensaios foto-oxidativo utilizando ZnO como catalisador

Parâmetro	Extrato Lixiviado		Extrato Solubilizado	
	Concentração (mg/L)	Lim. Máx. (mg/L) NBR 10004/2004 (Anexo F)	Concentração (mg/L)	Lim. Máx. (mg/L) NBR 10004/2004 (Anexo G)
Alumínio	0,08	-	0,04	0,20
Arsênio	0,82	1,0	0,92	0,01
Bário	0,49	70,0	0,39	0,70
Cádmio	0,09	0,5	0,08	0,005
Chumbo	7,7	1,0	0,40	0,01
Cobre	0,05	-	0,09	2,0
Cromo	nd	5,0	nd	0,05
Ferro	nd	-	0,02	0,3
Manganês	1,01	-	1,27	0,1
Mercúrio	nd	0,1	nd	0,001
Prata	nd	5,0	nd	0,05
Selênio	nd	1,0	nd	0,01
Sódio	20,71	-	84,05	200,0
Zinco	2532,11	-	85,52	5,0
Cloreto	nd	-	83,54	250,0
Fluoreto	nd	150,0	0,20	1,5
Nitrato	nd	-	94,51	10,0
Sulfato	29,26	-	93,57	250,0

Nota: nd-não detectado pelo aparelho

Verificou-se que a concentração de chumbo (Pb) ficou aproximadamente 8 vezes maior do que o limite permitido para o extrato lixiviado. Este resultado leva a classificar o catalisador usado como resíduo Classe I, ou seja, resíduo perigoso que proporciona riscos potenciais ao ambiente e a saúde pública, devendo ser encaminhado para aterro industrial de classe I.

Tal resultado não era esperado, visto que na caracterização do efluente bruto, o Pb estava presente no efluente em baixa quantidade, não excedendo 0,3 mg/L, a qual estaria

dentro do limite de extrato lixiviado. Portanto, o resíduo gerado pelo processo não deveria apresentar alta quantidade desse metal. Diante desse resultado, procedeu-se ao ensaio de digestão, lixiviação e solubilização do ZnO virgem com 99,9% de pureza, com o objetivo de investigar a origem do chumbo lixiviado no extrato. Os resultados obtidos para o extrato digerido, lixiviado e solubilizado estão apresentados na Tabela 2.

**i.e. Tabela 2.** Caracterização do catalisador, ZnO, virgem quanto ao seu teor de chumbo

Extrato	Unidade	Chumbo	Limite Permitido
Digerido	mg/Kg	488	-
Lixiviado	mg/L	15,6	1,0
Solubilizado	mg/L	0,24	0,01

Os resultados mostraram uma quantidade considerável de chumbo no catalisador virgem, que lixiviou e foi solubilizado acima dos limites estabelecidos na legislação. Diante disso, procedeu-se uma pesquisa sobre composição do óxido de zinco, e os resultados obtidos confirmam a presença de óxido de chumbo no catalisador, podendo variar de 30 ppm até 2000 ppm.

## CONCLUSÃO

O resíduo sólido gerado foi classificado como perigoso, de acordo com as NBRs 10.004, 10.005, 10.006 e 10.007/2004.

Embora o processo de fotocatalise com o ZnO, na concentração otimizada neste trabalho, gere pequena quantidade de resíduos, quando comparado com outros processos, estes resíduos são classificados como perigosos, necessitando de disposição compatível com sua classificação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 MAHMOUD, A.; FREIRE, R. S., 2007. Métodos emergentes para aumentar a eficiência do ozônio no tratamento de águas contaminadas. **Química Nova**, V. 30, n.1., 2007. p.198-205. [www.quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2007/vol30n1/31-DV05427.pdf](http://www.quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2007/vol30n1/31-DV05427.pdf)
- 2 ZIOLLI, R. L.; JARDIM, W. F., 1998. Mecanismo de fotodegradação de compostos orgânicos catalisada por TiO<sub>2</sub>. **Química Nova**, V. 21, n.3., p. 319-325. [www.scielo.br/pdf/qn/v21n3/3281.pdf](http://www.scielo.br/pdf/qn/v21n3/3281.pdf)