

## TRATAMENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DA INDÚSTRIA CURTIDORA, EMPREGANDO ACELERADOR DE ELÉTRONS

Anderson Luís de Souza<sup>1</sup>

Nathalia Fonseca Boiani<sup>2</sup>

Sueli Ivone Borrely<sup>3</sup>

### Química Ambiental

### RESUMO

A indústria curtidora brasileira (também conhecida como curtume) está entre os principais produtores de couro do mundo. O segmento coureiro exporta mais de 2 bilhões de dólares ao ano para 80 países e emprega mais de 40 mil pessoas. O processo produtivo de um curtume tem por finalidade transformar a pele animal em couro e envolve uma sequência de reações químicas complexas e consumo significativo de água. O efluente do processo de curtimento é caracterizado pela alta salinidade, alto conteúdo de matéria orgânica, presença de corantes, surfactantes, sulfeto e cromo. Os curtumes normalmente possuem estações de tratamento de efluentes, visando minimizar seus impactos ambientais e atender à legislação vigente para padrões de lançamento. Dentre as tecnologias alternativas de tratamento de efluentes, têm-se os Processos de Oxidação Avançada (POA). O objetivo deste estudo foi avaliar o resultado do tratamento de efluente da indústria curtidora empregando radiação ionizante. O efluente bruto de um curtume foi irradiado em acelerador de elétrons, com doses de 20 kGy, 30 kGy, 40 kGy e 50 kGy. A eficiência deste processo e do tratamento convencional (coagulação/floculação) foram avaliadas pela caracterização da matéria orgânica, utilizando os resultados das análises de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio), além do ensaio de toxicidade aguda com o microcrustáceo *Daphnia similis*. A radiação ionizante mostrou-se eficiente na degradação da matéria orgânica e na redução da toxicidade do efluente em estudo.

**Palavras Chave:** *D.similis*; efluente de curtumes; irradiação; toxicidade.

---

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Mestrado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-SP), Centro de Tecnologia das Radiações (CTR), [alsouza@usp.br](mailto:alsouza@usp.br).

<sup>2</sup> Aluna do Curso de Doutorado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-SP), Centro de Tecnologia das Radiações (CTR), [naty\\_boiani@hotmail.com](mailto:naty_boiani@hotmail.com).

<sup>3</sup> Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sueli Ivone Borrely, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-SP), Centro de Tecnologia das Radiações (CTR), [sborrely@ipen.br](mailto:sborrely@ipen.br).

## INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água para os mais diversos fins é decrescente, e o uso industrial da água deve ser otimizado a fim de atender não somente a demanda, mas também os requisitos ambientais e legais.

O Brasil é um dos maiores produtores de couro do mundo, com forte inserção nos segmentos moveleiro, calçadista e automotivo. Atualmente, o Brasil conta com 310 plantas curtidoras e 2.800 indústrias de componentes para couro e calçados (CICB, 2018).

A operação de fabricação do couro consiste em converter a pele, um material altamente putrescível em couro - um material estável, que pode ser usado na fabricação de uma ampla gama de produtos (EUROPEAN IPPC BUREAU, 2013).

Pode-se considerar um consumo médio de 500 litros água/pele salgada para os curtumes nacionais. Assim, um curtume integrado de processo convencional que processe 3.000 peles salgadas por dia (de porte médio), consumiria, em média, aproximadamente 1.500 m<sup>3</sup> de água por dia (Ferrari, 2004).

De acordo com Hassemer e Sens (2002), os efluentes industriais normalmente são tratados por processos físico-químicos, tais como a coagulação, precipitação e biológicos como o sistema de lodos ativados, que apresentam redução carbonácea significativa. Entretanto, produzem grande quantidade de lodo que necessita de áreas extensas para sua disposição e tratamento.

Dentre as tecnologias alternativas de tratamento de efluentes, têm-se os Processos de Oxidação Avançada (POA), que se caracterizam por gerar radical hidroxila em quantidade suficiente para oxidar substâncias químicas presentes em efluentes (Giroto, 2007).

No desenvolvimento das aplicações das radiações para o tratamento de efluentes, diferentes objetivos têm sido considerados, através do potencial das radiações em degradar compostos orgânicos, eliminar microrganismos, auxiliar o processo de desidratação de lodos residuais, sempre promovendo a redução dos contaminantes (Borrely e col., 1998).

Objetiva-se com o trabalho avaliar a eficiência da radiação ionizante (feixe de elétrons) para a redução de compostos orgânicos e toxicidade de efluentes oriundos da indústria curtidora.

## **METODOLOGIA**

**Coleta:** O efluente bruto foi coletado, na estação de tratamento de efluentes de um curtume localizado na região de Franca – SP, acondicionado em frasco de polietileno e encaminhado para irradiação no IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares). No mesmo dia, foi realizada uma coleta do efluente final do tratamento convencional do curtume.

**Irradiação:** As amostras do efluente bruto foram irradiadas em Acelerador Industrial de Eletrons, no Centro de Tecnologia das Radiações no IPEN. Após a homogeneização o efluente foi distribuído em 4 (quatro) bandejas de vidro borossilicato e irradiado com doses de 20 kGy, 30 kGy, 40 kGy e 50 kGy.

**Preservação:** As amostras dos efluentes, antes e após a irradiação, foram preservadas conforme recomendação do Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, 23ª edição. A preservação para o ensaio de toxicidade foi realizada conforme a norma ABNT NBR 15469:2007.

**Ensaio de DBO e DQO:** Estas análises foram realizadas no Laboratório de Ensaio Químicos, Físicos e Biomecânicos, da Escola SENAI em Franca-SP, acreditado junto ao INMETRO, de acordo com as metodologias da 23ª edição do Standard Methods.

**Ensaio de Toxicidade:** O ensaio de toxicidade aguda com o microcústáceo *D. similis* foi realizado com base na norma ABNT NBR 12713:2016, no Laboratório de Ensaio Biológicos e Ambientais (LEBA), localizado no Centro de Tecnologia das Radiações (CTR/IPEN). A partir de um cultivo do próprio laboratório, foram obtidos organismos jovens de *Daphnia similis* (idade entre 6 a 24h) para a devida exposição às amostras. Trimmed Spearman Karber foi o teste estatístico aplicado para o cálculo da CE50 (concentração efetiva mediana que resultou na imobilidade de 50% dos organismos). Essa análise foi realizada em triplicata.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Segundo Piveli (2005), a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) é o parâmetro fundamental para o controle de poluição das águas por matéria orgânica. No campo do tratamento de esgotos, a DBO é significativa no controle da eficiência das estações, tanto de tratamento biológicos aeróbios e anaeróbios, bem como físico-químicos.

Os resultados para o ensaio de DBO foram apresentados na Tabela 1, podendo ser observada uma eficiência de remoção média de 41,24 % nos efluentes irradiados.

Tabela 1: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Descrição	DBO	Eficiência de Remoção
Efluente bruto	4.140 mg/L	-
Efluente tratamento convencional	820 mg/L	80,19 %
Efluente irradiado – 20 kGy	2.430 mg/L	41,30 %
Efluente irradiado – 30 kGy	2.580 mg/L	37,68 %
Efluente irradiado – 40 kGy	2.470 mg/L	40,34 %
Efluente irradiado – 50 kGy	2.250 mg/L	45,65 %

A DQO (Demanda Química de Oxigênio) é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de efluentes sanitários e de efluentes industriais. A DQO tem se mostrado um parâmetro eficaz no controle de sistemas de tratamento anaeróbio de esgotos sanitários e efluentes industriais (Piveli, 2005).

Na Tabela 2 foram apresentados os resultados de DQO. Ao analisar os resultados pode-se observar que houve uma eficiência de remoção média de 28,09 % nas amostras irradiadas.

Tabela 2: Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Descrição	DQO	Eficiência de Remoção
Efluente bruto	9.700 mg/L	-
Efluente tratamento convencional	1.380 mg/L	85,77 %
Efluente irradiado – 20 kGy	6.840 mg/L	29,48 %
Efluente irradiado – 30 kGy	6.920 mg/L	28,66 %
Efluente irradiado – 40 kGy	7.100 mg/L	26,80 %
Efluente irradiado – 50 kGy	7.040 mg/L	27,42 %

Os resultados de toxicidade foram organizados na Tabela 3. Considerando que quanto menor o valor mais alta é a toxicidade do efluente, os resultados permitem observar a elevada toxicidade do efluente antes dos tratamentos (CE50=1,44%) sendo reduzida substancialmente quando tratada tanto pelo sistema convencional quanto pela irradiação, muito embora ainda continue muito tóxica. O estudo tem continuidade, o que permitirá otimizar os resultados e os tratamentos.

Tabela 3. Toxicidade aguda empregando *Daphnia similis*

	CE50 (%)	+ intervalo de confiança
	1,44*	(1,22-1,69)
<i>Daphnia similis</i>	13,40**	(10,15-17,69)
	10,15***	(8,97-11,49)

Média das CE50 com respectivos intervalos de confiança

\*Efluente bruto; \*\*Efluente tratamento convencional; \*\*\*Efluente irradiado (dose 50kGy).  
CE50 concentração da amostra que causou imobilidade a 50% das *D.similis* expostas por 48h.

## CONCLUSÃO

Os resultados até o momento permitem concluir que o efluente bruto apresenta elevada toxicidade para dafnídios, bem como elevada quantidade de matéria orgânica. Apesar do tratamento convencional apresentar resultados melhores, quando comparado ao tratamento por irradiação, é necessário otimizá-los. Uma redução significativa da matéria orgânica e da toxicidade foram verificadas nas amostras irradiadas.

## REFERÊNCIAS

BORRELY, S. I., M. H. O. SAMPA, M. UEMI, N. L. Del MASTRO, C. G. SILVEIRA. Domestic Effluent: Disinfection and Organic Matter Removal of Ionizing Radiation. Environ. Appl. Of Ionizing Rad. 1998.

CICB – Centro das Indústrias de Curtume do Brasil. Disponível no endereço eletrônico: <http://www.cicb.org.br/cicb/sobre-couro>. Acesso em 29 de julho de 2018.

EUROPEAN IPPC BUREAU – Best available techniques (BAT) reference document for the tanning of hides and skins. Europe, 2013, Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control) – Joint Research Centre: Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit.

FERRARI, W. A. Reúso de efluentes líquidos industriais tratados em operações auxiliares do processo produtivo de curtumes. Franca, 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Franca.

HASSEMER, M. E. N.; SENS, M. L. Tratamento do efluente de uma indústria têxtil. Processo físico-químico com ozônio e coagulação/floculação. Engenharia Sanitária Ambiental, Rio de Janeiro, v. 7. 2002.

PIVELI, ROQUE PASSOS; KATO, MARIO TAKAYUKI. Qualidade da água e poluição: aspectos físico-químicos. São Paulo: ABES, 2005.