

EIXO TEMÁTICO: GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS  
FORMA DE APRESENTAÇÃO: REVISÃO SISTEMÁTICA INTEGRATIVA

## TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA DE EXPLOSIVOS POR PROCESSOS AVANÇADOS DE OXIDAÇÃO

Paulo Emilio Pereira Barci<sup>1</sup>

Danielle da Costa Rubim Messeder dos Santos<sup>2</sup>

### Resumo

A poluição hídrica provocada por efluentes industriais não eficientemente tratados tem se apresentado como uma problemática ambiental. Durante o processo de purificação realizado para a síntese do explosivo TNT, verifica-se a formação dos efluentes água amarela e água vermelha, os quais apresentam alto teor tóxico ao meio ambiente. Para tratamento destes dois efluentes tem-se realizado testes com a aplicação de processos avançados de oxidação Fenton e foto-Fenton, que se caracterizam como tecnologias de boa eficiência na remediação destas águas residuais.

**Palavras Chave:** Tratamento de efluentes industriais; Indústria de explosivos; Processos Fenton e foto-Fenton.

### INTRODUÇÃO

A produção do 2,4,6-trinitrotolueno (TNT) ocorre através de uma sequência de nitrações com uma mistura de ácido nítrico e ácido sulfúrico (RODRIGUES et al., 2007; CAVALOTTI et al., 2009).

Grande quantidade de águas residuais com TNT é produzida durante a fabricação via nitração do tolueno. Conforme coloração característica, as águas residuais podem ser classificadas como água amarela e água vermelha ou “pink water” (ZHAO et al., 2010).

Diversos estudos têm sido realizados com a finalidade de elaborar tecnologias capazes de promover a diminuição do volume e da toxicidade dos efluentes industriais, de forma a permitir não somente a remoção de substâncias contaminantes, mas também sua completa mineralização (ALMEIDA et al., 2004). Assim, o presente trabalho apresenta os processos avançados de oxidação Fenton e foto-Fenton como tecnologias eficientes para o tratamento dos efluentes citados.

### METODOLOGIA

A partir da análise de literatura publicada, foi realizado um levantamento bibliográfico, documental e eletrônico relacionados a problemática ambiental dos

---

<sup>1</sup>Bacharel em Química Tecnológica – Universidade Federal Fluminense (UFF) – Campus Volta Redonda e Mestrando em Química – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Cidade Universitária de Santa Maria. paulobarci@id.uff.br.

<sup>2</sup> Professora Adjunto do Departamento de Química da Universidade Federal Fluminense (UFF) – Campus Volta Redonda. daniellerubim@id.uff.br.

efluentes água amarela e água vermelha, apresentando os processos avançados de oxidação Fenton e foto-Fenton como tecnologias para remediação destes.

## **EFLUENTES ÁGUA AMARELA E ÁGUA VERMELHA**

Na primeira lavagem para remoção de impurezas da produção do TNT, é obtida a água residual amarela, com a utilização de água quente a 90° C. Assim é realizada a remoção de impurezas como nitrofenóis, ácido nitricobenzóico, tetranitrometano e TNT simétrico dissolvido (LUDWICHKA et al., 2015).

Posteriormente, é realizada uma segunda lavagem com sulfito de sódio, promovendo a formação da água vermelha, realizando a purificação do TNT a partir da remoção de diferentes formas assimétricas do TNT (CAVALOTTI, 2008).

## **PROCESSOS FENTON E FOTO-FENTON**

O processo Fenton pode ser utilizado para promover a degradação de uma variedade de resíduos de munições explosivas no ambiente (LIOU et al., 2007; BIER et al., 1999). Neste processo o íon ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) reage com o peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) sem incidência de luminosidade para produzir um radical hidroxila, que é um oxidante forte (LIOU & LU, 2007).

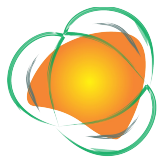
O processo foto-Fenton envolve o processo de oxidação de compostos orgânicos com reagentes de Fenton sob irradiação ultravioleta, ocorrendo a produção do radical hidroxila partindo-se da fotólise do íon férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ), o que possibilita a redução do  $\text{Fe}^{3+}$  em  $\text{Fe}^{2+}$ . Após o íon ferroso entrar em contato com o peróxido de hidrogênio começa a ocorrer as reações de Fenton (NOGUEIRA, 2007).

A partir da ação do radical hidroxila, em ambos os processos, é possível realizar a completa mineralização dos compostos nitroaromáticos em gás carbônico, sais inorgânicos e água (LIOU & LU, 2007).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os processos Fenton e foto-Fenton, demonstram boa eficiência no processo de oxidação de diferentes compostos orgânicos em águas e no solo, sendo a velocidade de degradação influenciada por fatores como pH, estrutura química do contaminante, concentração de ferro e de peróxido de hidrogênio e a carga orgânica presente. A possibilidade de aproveitamento da energia solar é um dos fatores mais atraentes para a tecnologia foto-Fenton, de forma a reduzir fortemente os custos com energia (NOGUEIRA et al, 2007; EPA, 2014). Os processos Fenton e foto-Fenton são eficientes frente as demais tecnologias que tem sido apresentadas para o tratamento dos efluentes industriais água amarela e água vermelha, promovendo a mineralização dos compostos nitroaromáticos presentes. Desta forma, o teor de toxicidade no meio ambiente destes efluentes tratados é reduzido.

## **REFERÊNCIAS**



14º Congresso Nacional de

**MEIO AMBIENTE**  
**POÇOS DE ÁGUAS**  
**TERMAIS E MINERAIS**

26 a 29 SET 2017

2º Simposio de Águas Termais,  
Minerais e Naturais de Poços de Caldas

ALMEIDA, Edna; ASSALIN, Márcia Regina; ROSA, Maria Aparecida; DURÁN, Nelson. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. **Química Nova**. v. 27, n. 5, p. 818-824, 2004.

CAVALLOTTI, Fernando Rocha; ZAMORA, Patricio Peralta; RODRIGUES, Marcio Barreto; PAIVA, Tereza Cristina Brazil. Degradação de espécies nitroaromáticas e remediação de efluentes da indústria de explosivos, utilizando-se processos redutivos-oxidativos fundamentados no uso de ferro metálico. **Química Nova**. v. 32, n. 6, p. 1504-1508, 2009.

AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL AMERICANA. EPA **Handbook on the Management of Munitions Response Actions**. EPA 505-B-01-001, 2005. Disponível em <nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=P100304J.txt>. Acesso em: maio de 2017.

LIOU, Ming-Jer; LU, Ming-Chun. Catalytic degradation of nitroaromatic explosives with Fenton's reagent. **Journal of Molecular Catalysis Chemical**. v. 227, p. 155-163, 2007.

LUDWICHKA, Raquel; HELFERICHB, Oliver Karil; KIST, Cristiane Patrícia; LOPES, Aline Chitto; CAVASOTTOA, Thiago; SILVA, Davi Costa; RODRIGUES, Marcio Barreto. Characterization and photocatalytic treatability of red water from Brazilian TNT industry. **Journal of Hazardous Materials**. v. 293, p. 81-86, 2015.

NOGUEIRA, Raquel Pupo; TROVÓ, Alan; SILVA, Milady Renata; VILLA, Ricardo. Fundamento e aplicações ambientais dos processos Fenton e foto-Fenton. **Química Nova**. v. 30, n. 2, p. 400-408, 2007.

OH, Seok-Young; CHA, Daniel; KIM, Byung ; CHIU, Pei. Enhancing Fenton oxidation of TNT and RDX through pretreatment with zero-valent iron. **Water Research**. v. 37, p. 4275-4283, 2003.

RODRIGUES, Marcio Barreto; SILVA, Flavio Teixeira; PAIVA, Tereza Cristina Brazil. Caracterização física, química e ecotoxicológica de efluente da indústria de fabricação de explosivos. **Química Nova**, v. 30, n. 7, p. 1623-1627, 2007.

ZHAO, Quanlin; YE, Zhengfang; ZHANG, Mohe. Treatment of 2,4,6-trinitrotoluene (TNT) red water by vacuum distillation. **Chemosphere**. v. 80, p. 947-950, 2010.