

Eixo Temático ET-07-008 - Tratamento de Efluentes Sanitários e Industriais

## **DESCONTAMINAÇÃO DE ÁGUA INDUSTRIAL POLUÍDA POR CORANTE ALIMENTÍCIO AZUL CELESTE PELO PROCESSO DE ELETROFLOCULAÇÃO: INFLUÊNCIA DA TENSÃO APLICADA NO TRATAMENTO**

Andrea Orenge Maciel<sup>1</sup>, Dhebora C. F. Fonseca<sup>2</sup>, Eduardo F. Q. Alves<sup>2</sup>, Liandra C. D. S. Gomes<sup>2</sup>, Henrique John Pereira Neves<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Secretaria Estadual de Saúde de Pernambuco; <sup>2</sup>Associação Caruaruense de Ensino Superior e Técnico – Faculdade ASCES. Caruaru-PE.

### **RESUMO**

A necessidade por água limpa é cada vez mais crítica no mundo. As fontes de água são constantemente poluídas por descargas de efluentes industriais ou por outras atividades causadas pelo homem, tornando o reuso de água totalmente necessário. A eletro floculação está disponível há mais de cem anos e voltou nas últimas duas décadas como uma das técnicas mais interessantes para tratamento de água e fluentes, devido às crescentes poluições ambientais. Consiste na utilização de reatores eletroquímicos para, com utilização de corrente elétrica, gerar coagulantes por oxidação eletrolítica de um material apropriado no anodo. Os gases produzidos durante a eletrólise da água e da dissolução do metal resultam nos flocos que promoverão à eletro flotação.

**Palavras-chave:** Eletrofloculação; Tensão; Efluente; Corante; Tratamento.

### **INTRODUÇÃO**

A atividade humana, sobretudo em ambientes industriais, é uma grande agente geradora de resíduos, como sérias consequências ambientais. Além disso, por muitos anos, os seres humanos vêm utilizando de maneira inadequada os mais variados recursos naturais, para uso pessoal ou para uso industrial. Esses fatores geram um problema ambiental, exigindo uma conscientização por parte da população. Em vista da escassez dos recursos hídricos são estudadas diversas alternativas e tecnologias para o tratamento de águas residuais. Dentre os conhecidos "processos verdes", uma das técnicas mais utilizadas para o tratamento de poluentes é a eletrofloculação, também chamada de eletroflotação. O método de eletrofloculação é caracterizado por instrumentação e operação simples, aplicação de uma diferença de potencial em eletrodos imersos no efluente a ser tratado (AQUINO NETO et.al., 2011).

### **OBJETIVO**

Comprovar na descontaminação de água, por meio do processo de eletrofloculação, se a tensão utilizada no tratamento influir na sua eficiência, caso haja tal influência, como esta se comporta, ou seja, se aumentando a tensão utilizada no processo a remoção de corante vai ser maior, isso por uma simples eletrofloculação, seguida de filtração simples com papel filtro para retirar do meio os coágulos formados.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A atividade humana, seja ela industrial ou não, é um grande agente gerador de resíduos. Corantes, óleos, graxas e muitos outros subprodutos acarretam diversos problemas ao meio ambiente, sendo que uma importante parcela do processo de contaminação pode ser atribuída às atividades das refinarias de petróleo, das indústrias químicas, alimentícia, têxteis e farmacêuticas, da agricultura, esgotos sanitários e resíduos domésticos. Em vista da escassez dos recursos hídricos disponíveis, diversas alternativas e novas tecnologias têm sido desenvolvidas para o tratamento desses compostos orgânicos tóxicos (AQUINO NETO et al, 2011).

Os efluentes das indústrias alimentícias, devido às grandes concentrações de matéria orgânica e às suas usualmente fortes colorações, são importantes fontes de poluição dos corpos de água, podendo provocar alterações na biota aquática, principalmente nas imediações da descarga. Os rejeitos de indústrias alimentícias, além do forte caráter ácido ou básico, apresentam grande concentração de sólidos orgânicos em suspensão. Essa elevada carga orgânica provoca, em muitos casos, depleção do oxigênio dissolvido e modificações na comunidade biológica. Além disso, a forte coloração acarreta alterações na biota aquática dos leitos receptores desses resíduos (STÜLP et al., 2008).

Segundo Stülp et al. (2008), os vários processos podem-se destacar os tratamentos físico-químicos, caracterizados por métodos de separação de fases, a saber: sedimentação, decantação, filtração, centrifugação, coagulação e flotação dos resíduos. Vários dos processos utilizados no tratamento de efluentes industriais envolvem adição de insumos químicos, gerando, em muitos casos, lodo ao seu final. Existem, porém, processos alternativos a esses, tais como: Processos Oxidativos Avançados (POAs, por brevidade), fotólise direta e osmose reversa. Esses processos estão baseados, por exemplo, em tecnologias capazes de gerar espécies altamente oxidantes, em quantidade suficiente para provocar a mineralização/destruição dos poluentes (solutos), dentre eles a matéria orgânica. Os POAs podem ser classificados em sistemas homogêneos ou heterogêneos, conforme a ausência ou a presença de catalisadores na forma sólida respectivamente, além de poderem estar ou não sob irradiação. Esses processos estão se tornando cada vez mais uma tecnologia limpa aplicável ao tratamento de águas residuárias, sendo necessária a adequação dos parâmetros experimentais ao tipo de efluente a ser tratado. Na fotólise direta com ultravioleta (UV), a luz é a única fonte capaz de produzir a degradação (destruição) do poluente.

No final do século XIX, a eletroflotação (EF) já era bem conhecida. Embora pouco explorada, foi considerada uma técnica promissora. Durante o século XX, algumas plantas piloto de eletro-flotação começaram a ser estudadas, mas logo foram abandonadas em decorrência da complexidade das etapas que envolvem processos hidrodinâmicos acoplados a sistemas eletroquímicos. Atualmente, vários fenômenos relacionados à processos de coagulação via eletroquímica já são bem conhecidos e podem ser aplicados a modelos hidrodinâmicos, principalmente para o tratamento de efluentes de origem industrial e doméstico (FORNARI, 2007).

A eletrofloculação ocorre através da passagem da corrente elétrica entre os eletrodos que devem estar submersos em meios aquosos, distribuídos paralelamente no interior do reator, desenvolvendo assim diversas reações como coagulação, floculação, oxidação, flotação e decantação dos contaminantes em suspensão (CALLEGARO e FLOSS, 2011).

## METODOLOGIA

Usou-se 100 mL de uma solução de corante alimentício Azul Celeste com concentração de 20 mg/L (Figura 1), também foi usado 0,1 g de NaCl como eletrólito, colocou-se a solução do corante em um béquer de 100ml, em seguida colocou-se 0,1 g de sal neste béquer e mexeu-se essa mistura até dissolução completa do NaCl (Figura 2). Em seguida pegou-se dois pregos que foram conectados à uma fonte de alimentação com 6 volts (Figura 3), colocou-se estes pregos, eletrodos, no béquer com a solução de corante, ligando-se em seguida a fonte de alimentação (Figura 4). Durante 10 minutos fez o tratamento da água com corante por meio de eletrofloculação, fazendo-se coletas de 5 mL desta solução a cada 2 min (Figura 5), fazendo-se filtração simples deste material (Figura 6). Fez-se a leitura da absorbância destas coletas, com comprimento de onda de 560 nm, por meio da equação da curva de calibração do corante, obteve-se a variação da concentração de corante em água no tempo, repetindo-se este experimento usando a fonte de alimentação com tensão de 12 V.

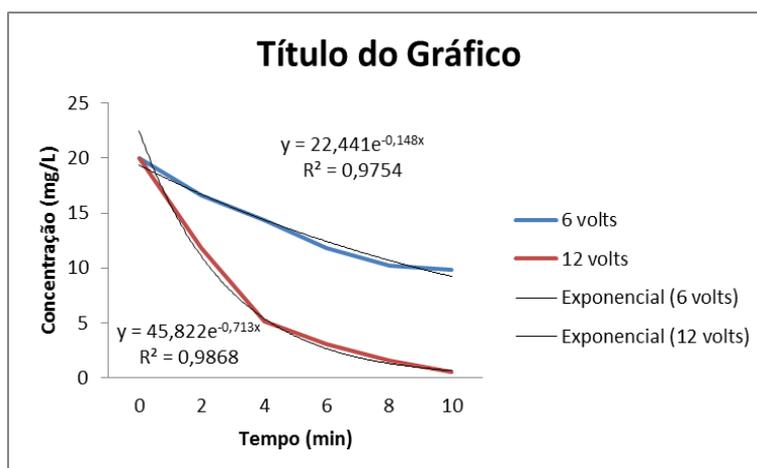
## RESULTADOS

Nas Figuras 1 a 4 tem-se a evolução do processo de tratamento da água com o corante por eletrofloculação, para uma tensão de 12 volts.

|   |  |
|---|--|
|   |   |
| <b>Figura 1.</b> Solução de corante azul celeste.                                   | <b>Figura 2.</b> Equipamento montado.  |
|  |  |
| <b>Figura 3.</b> Solução no final do experimento com eletrodos.                     | <b>Figura 4.</b> Solução após filtração.   |

Percebe-se a condição inicial, em que na Figura 2 tem-se o equipamento montado com a solução de corante no tempo  $t=0$  min, em seguida na Figura 3 tem-se no tempo  $t=10$  min, após o tratamento, na Figura 4, a água tratada após filtração da solução que passou pelo tratamento de eletrofloculação.

Para o processo de eletrofloculação com uma tensão de 6 V, após 10 min de tratamento da água com corante fazendo-se coletas a cada 2 min do material tratado, pode-se obter a variação de concentração apresentada na Figura 5, o mesmo sendo obtido para a tensão de 12 V.



**Figura 5.** Variação de concentração de corante em água, para 6 volts e 12 V.

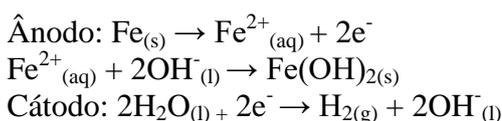
Pode-se observar que para a tensão de 12 volts a remoção de corante no processo de eletrofloculação é maior do que para 6 volts, tendo em vista um maior decaimento da concentração em 12 V.

A concentração inicial do corante foi de 20 mg/L, para 6 V a concentração final foi de 9,85 mg/L, enquanto que para 12 V a concentração final de corante foi de 0,52 mg/L

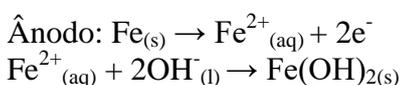
Na cinética da reação, a constante cinética para 12 V foi de 0,713/min, enquanto para 6 V foi de 0,148/min, ou seja, quase 5 vezes maior, representando uma reação mais rápida, bem como a constante de reação para 12 V de aproximadamente 2 quando comparado para 6 V.

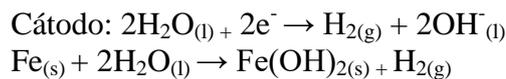
A base teórica para o estudo cinético é expresso abaixo:

O ânodo é o que fornece íons metálicos e o cátodo onde é liberado o gás hidrogênio.



A reação global é dada por:





Equação da Curva de Calibração:

Abs. = 0,0195\*Concentração

Equação da cinética química:

$$C_f = C_i * e^{-kt}$$

## CONCLUSÃO

Pode-se concluir que aumentando-se a tensão aplicada nos eletrodos no processo de eletrofloculação, aumenta-se a remoção de corante da água, percebe-se também que a velocidade de reação aumenta com o aumento da tensão, com um decaimento de concentração maior e mais rápido.

## REFERÊNCIAS

AQUINO NETO, S. MAGRI, T. C.; SILVA, G. M.; ANDRADE, A. R. Tratamento de resíduos de corante por eletrofloculação: um experimento para cursos de graduação em química. **Química Nova**, v. 34, n. 8, p. 1468-1471, 2011.

ATKINS, P.; JNES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CALLEGARO, T.; FLOSS, M. I. **Use of sacrifice iron electrodes to electroflocculation of a textile industry effluent: evaluate of treatment efficiency**. Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011. (Trabalho de Conclusão de Curso).

FORNARI, M. M. T. **Aplicação da técnica de eletrofloculação no tratamento de efluentes de curtume**. Toledo: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2008. (Dissertação de Mestrado).

KOTZ, J. C. **Química geral e reações químicas**. São Paulo: Cengage Learning, 2009. v. 1.

STÜLP, S.; SILVA, C. P.; MARMITT, S. O. Uso de técnicas eletroquímicas no tratamento de efluentes de indústria alimentícia: uma ferramenta para a gestão ambiental. **Estudo & Debate**, v. 12, p. 109-123, 2008.