

Eixo Temático ET-07-001 - Tratamento de Efluentes Sanitários e Industriais

APLICAÇÃO DA ELETROFLOCULAÇÃO NO TRATAMENTO DE EFLUENTES TÊXTEIS DE TORITAMA/PE

Camila Nadja Pires Kelm¹; Naiara Priscila Silva Lopes²; Henrique Dias Pereira³; Deivson Cesar Silva Sales⁴; Luiz Antonio Pimentel Cavalcanti⁵

¹Associação Caruaruense de Ensino Superior e Técnico – ASCES, Pernambuco – Brasil. E-mail: mikl0793@gmail.com; ²Associação Caruaruense de Ensino Superior e Técnico - ASCES, Pernambuco. E-mail: naiaraprisilva@hotmail.com; ³Associação Caruaruense de Ensino Superior e Técnico - ASCES, Pernambuco. E-mail: henriquediasper@hotmail.com; ⁴Associação Caruaruense de Ensino Superior e Técnico - ASCES, Pernambuco. E-mail: deivsonsales@asc.es.edu.br; ⁵Instituto Federal da Bahia, Campus Paulo Afonso - IFBA, Bahia. E-mail: luizufpe@yahoo.com.br.

RESUMO

A atividade têxtil se apresenta como um importante segmento econômico do Agreste de Pernambuco. Associado a esse ramo industrial ocorre a geração de um grande volume de efluentes, principalmente oriundos da indústria de tingimento de tecidos. Esses efluentes têxteis apresentam elevadas concentrações de corantes com altas cargas orgânicas, que representam um grande problema ambiental quando são descartados nos cursos hídricos sem tratamento. Diversas técnicas são aplicadas para o tratamento desses efluentes, com destaque para a eletrofloculação, pela eficiência e possibilidade de reutilização da água. No presente trabalho, a eletrofloculação foi aplicada para o tratamento de efluentes oriundos das lavanderias de Toritama/PE. Um planejamento fatorial 2⁴ foi aplicado a um efluente modelo (Reactive Red 120), para determinação das melhores condições de operação em termos da voltagem aplicada, distância entre os eletrodos, temperatura e tempo de operação. Os resultados indicaram as condições ocorrendo no sentido do aumento da tensão, distância entre os eletrodos, temperatura (em alguns casos) e tempo de operação. Na sequência, essas condições foram praticas para o tratamento do efluente têxtil bruto, em termos da redução da cor, turbidez e DQO. O melhor resultado foi obtido no sentido do aumento dos valores dos parâmetros, considerando uma mais baixa temperatura.

Palavras-chave: Efluente têxtil; eletrofloculação; Corantes.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o crescimento populacional associado ao aumento das atividades industriais contribuíram para o agravamento de problemas ambientais, sobretudo no que se refere à conservação dos recursos hídricos (BRAGA et al, 2007). Nesse sentido, o despejo de águas residuais não tratadas em córregos, rios e mares sempre foram frequentes. Esses efluentes, quando provenientes de indústrias ou atividades envolvendo processos de acabamento ou beneficiamento têxtil, podem atingir os reservatórios e estações de tratamento de água, compondo assim uma preocupação ecológica emergente (COSTA, 2008).

Do ponto de vista da questão ambiental, um dos principais problemas provenientes do setor têxtil está relacionado à remoção da cor da água usada na lavagem dos tecidos, proporcionada pelos corantes (PASCHOAL; FILHO, 2005). Segundo

Guaratini e Zanoni (2000), cerca de 15% da produção mundial de corantes é perdida para o meio-ambiente durante sua síntese, processamento ou aplicação, correspondendo a cerca de 1,20 ton/dia descartadas desta classe de compostos. A principal fonte desta perda está associada à incompleta fixação dos corantes (10 – 20%), durante a etapa de tingimento das fibras têxteis.

No Agreste de Pernambuco, a atividade têxtil se apresenta como um importante segmento econômico da região. Nesse cenário, as principais indústrias têxteis se localizam principalmente nas cidades de Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama (SEBRAE/PE, 2003). Dentre essas cidades, Toritama se destaca por concentrar um grande polo de lavanderias e tinturarias, com enorme importância na produção nacional de jeans (RECICLAGEM, 2006). Nesse segmento, a cidade é responsável por 14% da produção do país e, conseqüentemente, por uma grande geração de efluentes têxteis com alta coloração e concentração de matéria orgânica (CPRH, 2005). Tendo em vista o tratamento desses poluentes antes do reuso ou lançamento dos efluentes em cursos hídricos, segundo as normas estabelecidas pela resolução nº 430/2011 do CONAMA (CONAMA, 2011), é necessária a aplicação de técnicas de tratamento, tais como a coagulação, decantação e floculação (COSTA, 2008). Entre essas técnicas, a eletrofloculação se apresenta como uma alternativa promissora devido a sua eficiência na remoção de cor e possibilidade de reutilização da água (CERQUEIRA, 2006).

Segundo Loureiro (2008) a eletrofloculação vem desempenhando papel importante entre as técnicas não-convencionais de tratamento de águas e efluentes industriais. E isso se deve principalmente à sua versatilidade, tanto no modo operacional quanto na eficiência de remoção de contaminantes. Operada em um reator do tipo batelada, através da aplicação de uma corrente elétrica à solução através de eletrodos metálicos, a técnica permite a eletroflotação da matéria orgânica, provocando clareamento do efluente tratado. Na superfície do líquido, forma-se uma camada de espuma que contém as partículas flotadas de fácil remoção (FLECK, 2011).

No presente trabalho, uma amostra de efluente têxtil oriunda de uma lavanderia localizada na cidade de Toritama/PE foi tratada pelo processo de eletrofloculação, utilizando eletrodos de alumínio. Um planejamento fatorial 2^4 aplicado à remoção de um corante modelo do tipo Reactive Red 120 serviu a determinação das melhores condições de operação do processo, em termos da voltagem aplicada, distância entre os eletrodos, temperatura e tempo de operação. Na sequência, o processo foi praticado nessas condições otimizadas usando o efluente têxtil bruto, com posterior avaliação da redução da cor, turbidez e DQO.

OBJETIVO

Aplicar a técnica da eletrofloculação no tratamento de efluentes têxteis oriundos de lavanderias localizadas em Toritama/PE, tendo em vista a redução nos valores dos parâmetros de cor, turbidez e DQO, para posterior reuso ou descarte desse efluente nos cursos hídricos.

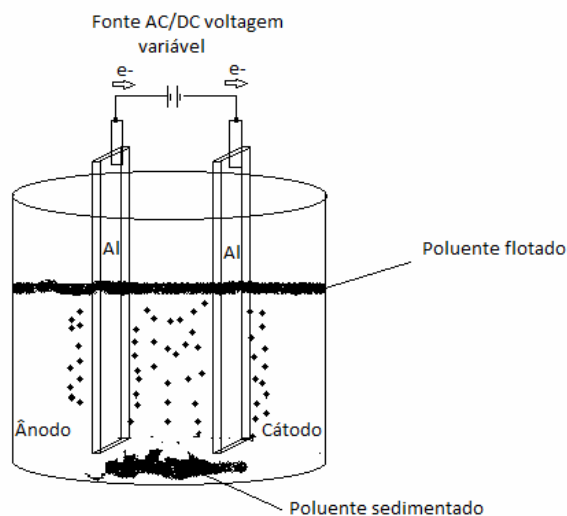
METODOLOGIA

Visando à determinação das melhores condições de operação do processo de tratamento do efluente via eletrofloculação, foi realizado um planejamento fatorial 2^4 , em termos da voltagem aplicada, distância entre os eletrodos, temperatura e tempo de operação, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Planejamento fatorial 2⁴.

Fatores	Níveis	
	-1	+1
Voltagem (V)	6,0	12,0
Distância (mm)	5,0	10,0
Temperatura (°C)	25	50
Tempo (min)	5	10

No tratamento, foram adicionados 100 mL da solução do corante Reactive Red 120 com concentração 20,0 mg/L a um béquer de 250 mL, juntamente com dois eletrodos de alumínio de dimensões 98,0 x 34,0 x 1,0 mm, pesados antes e após o processo. Foi utilizada uma fonte AC/DC universal (PST 1200MF, SMART) para geração da tensão aplicada na eletrofloculação. Foi adicionado ao sistema 1,0 g de NaCl (eletrólito) para promover a condutividade da solução. O esquema de montagem do reator se encontra apresentado na Figura 1. Após a realização de cada ensaio, uma alíquota de solução foi retirada para análise da absorbância por espectrofotometria (Spectrophotometer SP 2000 UV, BEL PROTONICS), considerando um comprimento de onda de 600 nm, para determinação da concentração residual do corante. Posteriormente, foram estabelecidas as condições onde o processo foi mais eficiente.

**Figura 1.** Esquema de montagem do reator para o tratamento do efluente via eletrofloculação.

Após o estabelecimento das condições indicadas de operação, o efluente têxtil bruto foi tratado sem adição de eletrólito, com posterior determinação dos parâmetros de cor (espectrofotometria; equipamento: Spectrophotometer SP 2000 UV, BEL PROTONICS), DQO (método colorimétrico de refluxo fechado) (APHA, 2005) e turbidez (equipamento: DLM 2000B, Del Lab).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do planejamento fatorial encontram-se apresentados na Tabela 2. Foram observadas reduções da cor do efluente em valores superiores a 90%. O aumento da temperatura favoreceu o tratamento do efluente, principalmente nas condições de operação com tensão mais baixa de 6,0 V. Foi observada a tendência do aumento da remoção com o aumento da distância entre os eletrodos e do tempo de operação. Dessa forma, as condições aplicadas nos ensaios 4, 8, 13 e 15 foram indicadas para aplicação no processo de tratamento do efluente.

Tabela 2. Resultados do planejamento fatorial.

Ensaio	Voltagem	Distância	Tempo	Temperatura	Redução (%)
1	-1	-1	-1	-1	92,47
2	+1	-1	-1	-1	94,46
3	-1	+1	-1	-1	93,66
4	+1	+1	-1	-1	97,04
5	-1	-1	+1	-1	95,05
6	+1	-1	+1	-1	94,85
7	-1	+1	+1	-1	91,28
8	+1	+1	+1	-1	98,43
9	-1	-1	-1	+1	92,47
10	+1	-1	-1	+1	97,24
11	-1	+1	-1	+1	95,25
12	+1	+1	-1	+1	97,64
13	-1	-1	+1	+1	97,44
14	+1	-1	+1	+1	97,24
15	-1	+1	+1	+1	97,04
16	+1	+1	+1	+1	98,43

Na sequência da identificação das condições favoráveis ao tratamento do efluente, aplicou-se essas condições ao processo usando o efluente têxtil bruto (absorbância inicial: 1,7833 a; turbidez inicial: 8,48 NTU; DQO inicial: 1050 mg/L O₂), cuja redução nos parâmetros de cor (via absorbância), turbidez e DQO se encontram apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Redução dos valores de absorbância, turbidez e DQO para o efluente têxtil bruto.

Ensaio	Redução (%)		
	Absorbância	Turbidez	DQO
4'	90%	84%	27%
8'	91%	88%	43%
13'	90%	83%	34%
15'	89%	65%	36%

Os valores de redução indicaram melhores resultados para as condições praticadas no ensaio 8 (12,0 V, 10,0 mm, 10 min, 25°C). Foi observada também a influência do aumento no tempo de operação sobre o aumento da remoção da redução do valor dos parâmetros. A ausência de eletrólito não teve influência sobre a eficiência do tratamento.

CONCLUSÃO

No presente trabalho, a técnica da eletrofloculação foi aplicada ao tratamento de efluentes oriundos da indústria têxtil de Toritama/PE. Um planejamento fatorial 2⁴ serviu à determinação das melhores condições operacionais praticadas usando um efluente modelo produzido com o corante Reactive Red 120, em termos da tensão aplicada, espaçamento entre os eletrodos, temperatura e tempo de operação. Os resultados indicaram as melhores condições ocorrendo no sentido do aumento da tensão, distância entre os eletrodos, temperatura (em alguns casos) e tempo de operação. Na sequência, essas condições foram praticadas para o tratamento do efluente têxtil bruto, em termos da redução da cor, turbidez e DQO. O melhor resultado foi obtido considerando 12,0 V; 10,0 min; 10 min e 25 °C. A ausência de eletrólito não teve influência sobre a eficiência do tratamento.

REFERÊNCIAS

- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for Water and Wastewater**. 21. ed. Washington: APHA, 2005.
- BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. p. 2-5.
- CERQUEIRA, A. A. **Aplicação da técnica de eletrofloculação no tratamento de efluentes têxteis**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2006.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res43011.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2014.
- COSTA, A. F. S.; PAIVA, S. C.; ALBUQUERQUE, C. D. C. SALGUEIRO, A. A. **Tratamento biológico de efluentes de lavanderias e tinturarias industriais de Toritama, Pernambuco**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL 24., 2004. Belo Horizonte. Anais ... CD-rom, II-073, 2008.
- CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Diagnóstico ambiental das lavanderias de Toritama – PE**. Recife, 2005.
- CRISPILHO, F. N., REZENDE, M. O. O. **Eletroflotação - Princípios e Aplicações**. São Carlos: Editora Rima, 2004.
- FLECK, L. **Aplicação do Controle Estatístico de Processos ao Tratamento de um Efluente Têxtil por Eletrofloculação**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011.
- LOUREIRO, R. L. **Caracterização do chorume segundo alguns parâmetros e aplicação do método de eletrofloculação**. 2008. Monografia apresentada ao Curso de Química da Universidade Federal do Espírito Santo. Pag 21.
- PASCHOAL, F. M. M.; TREMILOSI FILHO, G. **Aplicação da tecnologia de eletrofloculação na recuperação do corante índigo blue a partir de efluentes industriais**.

2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010040422005000500006> Acesso em 19 de março de 2013.

RECICLAGEM que serve de exemplo. Disponível em: <<http://www.pernambuco.com>>. Acesso em: 23 abr. 2006.

SEBRAE/PE. **Estudo de Caracterização Econômica do Polo de Confecções do Agreste de Pernambuco.** FADE/UFPE, jul. 2003. Disponível em: <<http://www.sebraepe.com.br>>. Acesso em: 25 jul. 2003.