

## **AVALIAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTE LÍQUIDO DE INDÚSTRIA DE BEBIDAS POR ELETROCOAGULAÇÃO**

**Natália R. REZENDE<sup>1</sup>; Gerson de F. S. VALENTE<sup>2</sup>; Jéssika MICHELLI<sup>3</sup>**

### **RESUMO**

Esse trabalho fez avaliação preliminar da aplicação de eletrocoagulação no tratamento de efluente de uma indústria de bebidas. Os tratamentos foram aplicados variando tempo de eletrólise, pH inicial do efluente, adição de cloreto de sódio e aplicação de peróxido de hidrogênio. A análise dos gráficos dos efeitos dos fatores na redução da demanda química de oxigênio permitiu verificar que maior tempo de eletrólise e maior concentração de cloreto de sódio aumentam a redução da demanda química de oxigênio. A adição de peróxido de hidrogênio no início do tratamento e variação do pH inicial do efluente não afetaram a eficiência do tratamento.

### **INTRODUÇÃO**

Durante as últimas décadas, os custos para o tratamento de águas residuárias têm sido maiores devido às regulamentações mais rigorosas. Isso tem provocado o desenvolvimento do processo de integração de ferramentas que ajudam a minimizar sistematicamente o volume total de águas residuárias da indústria. As indústrias tendem a investir cada vez mais no reuso, na recuperação, recirculação dos efluentes industriais (JODICKE et al., 2001).

Pesquisadores (SENGIL & OZACAR, 2006; TCHAMANGO et al., 2010; VALENTE et al., 2012; VALENTE et al., 2014) estão desenvolvendo tratamentos com reatores eletroquímicos para a descontaminação de diversos tipos de efluentes industriais. Esse processo consiste na eletrocoagulação, no qual um reator eletroquímico é o centro das reações de coagulação.

---

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, naty\_rezende@live.com

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, email: valentegerson@hotmail.com;

<sup>3</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, email: 2918@ifsuldeminas.edu.br.

Em sua forma mais simples, um reator utilizado para eletrofloculação ou eletrocoagulação (EC) é composto por um ânodo e de um cátodo. Quando um potencial é aplicado, por uma fonte externa, o material do ânodo é oxidado, da mesma forma o cátodo estará sujeito à redução ou deposição redutiva do elemento metálico.

A seleção apropriada dos materiais é muito importante, e os mais comuns são alumínio e ferro, pois são baratos, eficazes e prontamente disponíveis.

Outros fatores podem ainda influenciar o processo tais como condutividade do meio (presença de íons), pH, tempo de eletrólise, distância entre eletrodos e densidade de corrente elétrica (CRESPILHO & REZENDE, 2004).

## MATERIAL E MÉTODOS

Amostras foram coletadas do efluente de uma indústria de bebidas da região do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes. Essas amostras foram coletadas em galões de polietileno e levadas para o laboratório de Bromatologia do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes.

Para caracterização do efluente da indústria de bebidas foram realizadas análises para determinação demanda química de oxigênio (DQO). A análise foi realizada de acordo com o método colorimétrico no 5220 da APHA (2005).

Realizou-se ensaios experimentais preliminares (Quadro 1) de um delineamento fatorial de meia fração de quatro fatores com dois níveis com repetição no ponto central com o objetivo de avaliar o efeito de algumas variáveis na remoção de DQO do efluente de uma indústria de bebidas.

Quadro 1. Ensaios para avaliação do tratamento de efluente por eletrocoagulação

Ensaio	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (g.L <sup>-1</sup> )	pH	Tempo (min)	NaCl (g.L <sup>-1</sup> )
1	14	6	16	0,6
2	26	8	2	1
3	26	8	30	1
4	26	8	30	0,2
5	14	6	16	0,6
6	2	4	2	1
7	14	6	16	0,6
8	2	4	30	0,2

O reator eletroquímico possuía volume útil de aproximadamente 1 L. Espaçadores de PVC foram usados para ajuste da distância (0,5 cm) entre as placas dos eletrodos. A conexão foi em paralelo monopolar (CERQUEIRA, 2006). A Figura 1 mostra o esquema de reator utilizado sendo um béquer de vidro (10 cm x 15 cm) e os eletrodos de alumínio (20 cm x 7,5 cm).

Para ajuste do pH inicial foi usado solução de hidróxido de sódio ou ácido sulfúrico. O peróxido foi adicionado no início do tratamento de acordo com o ensaio realizado.

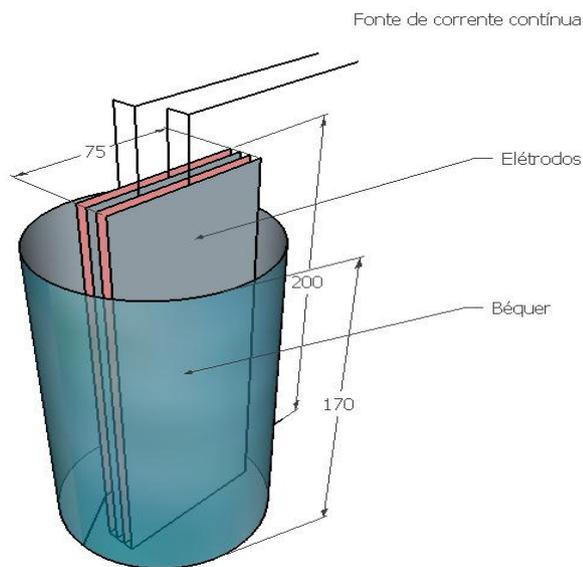


Figura 1. Esquema do reator de EC (escala em mm).

A temperatura para eletrocoagulação foi de  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . A corrente contínua foi aplicada por uma tensão constante de 4,5 V. Após o processo de eletrocoagulação ser realizado, o pH do efluente tratado foi ajustado para 6,0 e a separação do material foi realizado por flotação pelo período de 15 min com o equipamento desligado. Uma alíquota do centro do reator foi coletada para as análises de DQO.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efluente líquido da indústria de bebidas apresentou uma DQO inicial de  $3092 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Os efeitos das variáveis do processo de eletrocoagulação foram avaliadas usando software Action 2.7® através dos gráficos de efeitos das variáveis do processo (Figura 2).

É possível observar que os níveis testados dos fatores não estão adequados para o tratamento do efluente da indústria de bebidas.

Na Figura 2A que a adição de peróxido de hidrogênio no início do tratamento não apresentou efeito na redução de DQO como apresentado por YAVUZ (2007) indicando que a matéria orgânica presente não é refratária.

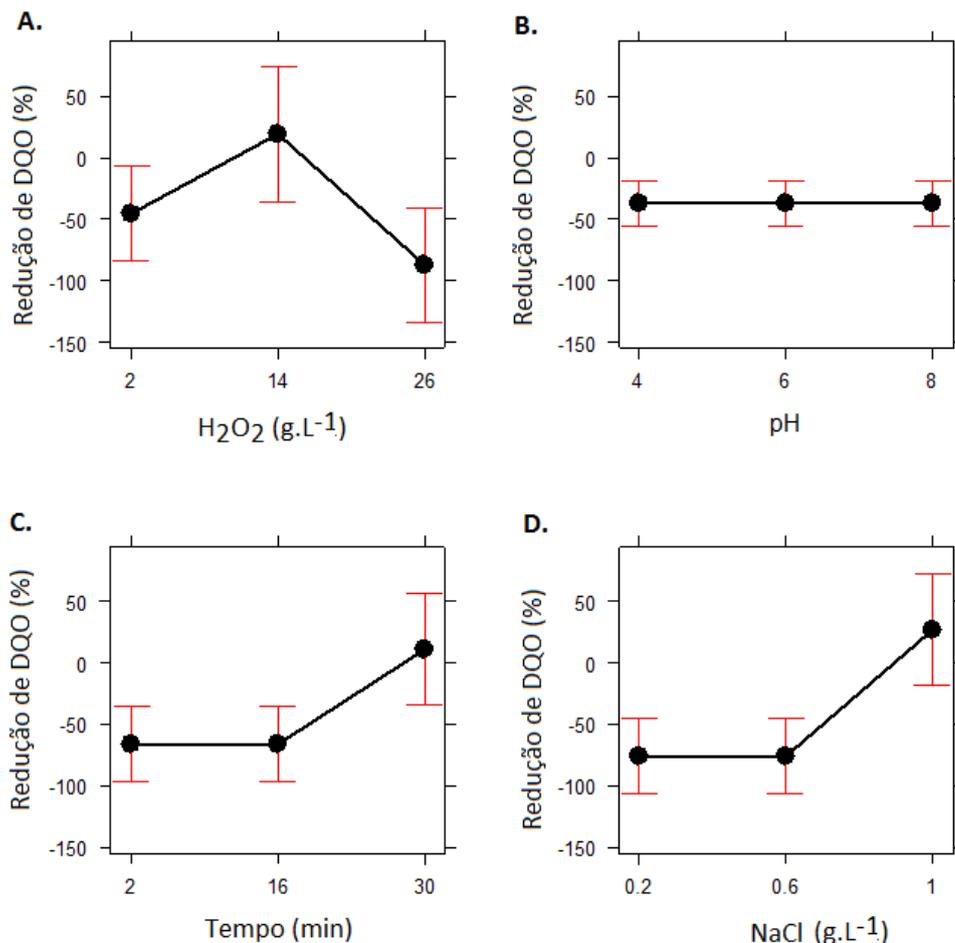


Figura 2. Efeito dos fatores de tratamento na de redução de DQO.

O fator pH não apresentou efeito na remoção de DQO que um excelente resultado, pois na indústria de bebidas ocorre grande variação do pH do efluente (Figura 2B).

No início do tratamento ocorre aumento da DQO (Figura 2C) resultado da liberação de íons do eletrodo e formação dos polieletrólitos. Com o aumento do tempo de eletrólise atinge a solubilidade máxima desses eletrólitos com a precipitação de  $Al(OH)_3$  acontecendo a varredura da matéria orgânica na forma de flocos. É possível verificar a necessidade do aumento do tempo de eletrólise para

valores superiores a 30 minutos.

A adição de NaCl aumenta a condutividade do efluente aumentando a corrente elétrica de 0,5 A quando foi usado 0,2 g.L<sup>-1</sup> para 1,6 A ao usar 1,0 g.L<sup>-1</sup>. Portanto, a adição aumenta a liberação do coagulante com aumento na redução da DQO (Figura 2D).

Com esses resultados um novo planejamento experimental será usado para aprimorar o tratamento do efluente da indústria de bebidas por eletrocoagulação. Esse novo delineamento deverá usar maior tempo de eletrólise, adição de doses maiores de NaCl e adição de peróxido de hidrogênio no final do tratamento. Um fator que deverá ser testado é a voltagem que permitirá alterar a corrente elétrica.

Os resultados preliminares também indicam boa redução de turbidez nos efluentes tratados como apresentado na Figura 3.



Figura 3. Foto do efluente da indústria de bebidas tratado por EC.

## CONCLUSÕES

A adição de peróxido de hidrogênio no início do tratamento não foi efetivo. O pH inicial não afetou a remoção de DQO. O aumento do tempo de eletrólise aumenta a remoção de DQO. A adição de NaCl aumentou a redução de DQO por aumentar a corrente elétrica no tratamento por eletrocoagulação aumentando a liberação de íons para coagulação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21<sup>a</sup> Ed. Washington, DC, 2005.

CERQUEIRA, A.A., **Aplicação da técnica de eletrofloculação no tratamento de efluentes têxteis**. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2006. 111p. Dissertação (Mestrado).

CRESPILHO, F.N., REZENDE, M.O.O. **Eletroflotação: Princípios e Aplicações**, Editora Rima, São Carlos, 1ed. 2004. 96 p.

JODICKE, G.; FISCHER, U.; HUNGERBUHLER, R. **Wastewater reuse: a new approach to screen for designs with minimal total costs**. Computers and Chemical Engineering, v. 25, p. 203-215. 2001.

SENGIL, I.A.; OZACAR, M. Treatment of dairy wastewaters by electrocoagulation using mild steel electrodes. **Journal of Hazardous Materials**, B.137, p.1197–1205. 2006.

TCHAMANGO, S.; NANSEU-NJIKI, C.P.; NGAMENI, E.; HADJIEV, D.; DARCHEN, A. **Treatment of dairy effluents by electrocoagulation using aluminium electrodes**. Science of the Total Environment, v.408, p. 947-952. 2010.

VALENTE, G.F.S.; MENDONÇA, R.C.S.; PEREIRA, J.A.M.; FELIX, L.B. **The efficiency of electrocoagulation in treating wastewater from a dairy industry, Part I: Iron electrodes**. J. Environ. Sci. Heal. B, v.47, n.4, p.355-361, 2012.

VALENTE, G. F. S.; MENDONÇA, R. C. S.; PEREIRA, J. A. M.; FELIX, L. B. Artificial neural network prediction of chemical oxygen demand in dairy industry effluent treated by electrocoagulation. **Separation and Purification Technology**, v. 132, p. 627–633, 2014. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1383586614003670>>. Acesso em: 3/9/2014.

YAVUZ, Y. EC and EF processes for the treatment of alcohol distillery wastewater. **Separation and Purification Technology**, v. 53, n. 1, p. 135–140, 2007. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1383586606002668>>. Acesso em: 23/7/2014.