



## Associação entre Tanque Séptico e Processo Eletroquímico para o Tratamento de Esgoto Doméstico

**Ezequiel A. Somavilla<sup>1</sup>, Gustavo Bracher<sup>2</sup>, Janaina Goerck<sup>3</sup>, Cristiane Graepin<sup>4</sup>, Elvis Carissimi<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria (ezequiel.somavilla@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria (gustavohbracher@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Santa Maria (janainagoerck@gmail.com)

<sup>4</sup> Universidade Federal de Santa Maria (crisgraepin@hotmail.com)

<sup>5</sup> Universidade Federal de Santa Maria (ecarissimi@gmail.com)

### Resumo

A eletrocoagulação mostra-se uma técnica promissora para aplicações de tratamento em esgoto doméstico. Neste trabalho, foi avaliada a influência do pré-tratamento em tanque séptico na eficiência do tratamento de esgoto doméstico por eletrocoagulação-flotação (ECF), por meio das análises de cor, turbidez, condutividade elétrica, pH e temperatura. Os experimentos de ECF foram realizados em amostras de esgoto bruto e com pré-tratamento em tanque séptico. Aplicou-se valores de densidades de corrente de 18,05, 22,56 e 27,08 mAcm<sup>-2</sup>, e tempos de eletrólise de 5, 10 e 15 minutos. Após ser realizado o tratamento por ECF, as menores concentrações de cor e turbidez no tratamento de esgoto bruto foram de 43,36 uC e 4,4 NTU, respectivamente, nas condições de tempo de 15 min e densidade de corrente de 27,08 mA.cm<sup>-2</sup>. No tratamento do esgoto pré-tratado em tanque séptico, esses valores foram de 71,1 uC e 10,7 NTU, nas condições de 10 min e 27,08 mA.cm<sup>-2</sup>. Quanto à variação de temperatura e pH das amostras, verificou-se um aumento desses durante a eletrólise. Contudo, o pré-tratamento em tanque séptico, com tempo de eletrólise de 5 min apresentou-se mais viável, neste tempo foram observados menores valores de cor (93,7 uC) e turbidez (10,1 NTU), além de apresentar valores de pH dentro do limite aceitável pela Resolução 430/2011. Dessa forma, o processo de ECF demonstrou-se de grande eficiência para um curto tempo de tratamento sob baixas densidades de corrente, tanto do esgoto bruto como do esgoto pré-tratado em tanque séptico, sendo mais viável o pré-tratamento com tanque séptico.

Palavras-chave: Eletrocoagulação flotação. Esgoto doméstico. Tanque séptico.

Área Temática: Águas residuárias.

## Association between septic tank and electrochemical process for the treatment of domestic sewage

### Abstract

*Electrocoagulation shows to be a promising technique to be applied in wastewater treatment. In this work, it was evaluated the influence of the pre-treatment in the septic tank on the efficiency of wastewater treatment by electrocoagulation-flotation (ECF) through the analysis of color, turbidity, electrical conductivity, pH, and temperature. The ECF experiments were carried out in raw effluent samples and pre-treated in septic tank effluent samples. The values of current density applied were 18.05, 22.56, and 27.08 mA.cm<sup>-2</sup> and the electrolysis time were 5, 10, and 15 minutes. After the ECF treatment, the lowest color and turbidity concentration in the raw effluent were 43.36 UC e 4.4 NTU respectively, at 15 minutes and*



## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

*the current density of 27.08 mA.cm<sup>-2</sup>. In the effluent pre-treated in the septic tank, these values were 71.1 UC and 10.7 NTU, at 10 min and 27.08 mA.cm<sup>-2</sup>. As for the temperature and pH variation in the samples, it was verified an increase in the values with the electrolysis. However, the pre-treatment in a septic tank, with electrolysis time of 5 min was more feasible. At this time, it was observed the lowest value of color (93.7 UC) and turbidity (10.1 NTU) besides to present pH values acceptable by the current legislation (Resolution 430/2011). Thus, the ECF process showed a high efficiency to a short treatment time under low current densities, both in the raw effluent and in the pre-treated effluent, being more feasible the pre-treatment with a septic tank.*

*Key words:* Electrocoagulation-flotation. Domestic sewage. Septic tank.

*Theme Area:* Wastewater



## 1 Introdução

Atualmente, os índices de coleta e tratamento de esgotos são insatisfatórios, sendo que apenas 42,6 % dos esgotos são coletados e tratados no Brasil. Além disso, a ineficiência destes tratamentos é expressa pelo índice de que 39% da carga orgânica é removida nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's). Assim, a ampliação das redes coletoras de esgotos, e implantação de tecnologias mais eficientes e viáveis se fazem necessárias para mudar o panorama atual (ANA, 2017).

A eletrocoagulação-flotação (ECF) é uma técnica de tratamento baseada na aplicação de energia elétrica para promover a coagulação, floculação e flotação de contaminantes, sem adição de outros reagentes. Esta técnica faz uso de no mínimo um par de eletrodos, formado por um ânodo e um cátodo. O ânodo, quando submetido à corrente elétrica é oxidado e libera íons metálicos no esgoto, os quais atuam na coagulação e floculação de partículas. No cátodo, as moléculas de água sofrem redução, formando íons de hidrogênio que são responsáveis pela flotação (BUTLER et al., 2011).

A ECF tem vantagens significativas perante outros processos de tratamento, dentre as quais pode-se salientar que se tratam de sistemas simples e compactos, de fácil operação, manutenção e automação, requerem baixos tempos de retenção, geram menores quantidades de lodo e podem atingir altas eficiências (MOLLAH, 2001; CHEN, 2004). Diante destas vantagens, diversas aplicações da ECF já foram estudadas, como no tratamento de efluentes têxteis (MOUNTASSIR et al., 2015); CAN et al., 2006), remoção de cromo VI (BAZRAFSHAN et al., 2008), desfluoretação de águas subterrâneas (BEHBAHANI et al., 2011), inclusive no tratamento de esgotos domésticos (SARALA et al., 2012).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do pré-tratamento em tanque séptico na eficiência do tratamento de esgoto doméstico por eletrocoagulação-flotação (ECF), baseados nas remoções de cor e turbidez, assim como nas variações de pH e temperatura.

## 2 Metodologia

As amostras de esgoto doméstico foram coletadas em uma Estação de Tratamento de Efluentes Experimental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), a qual recebe parte dos efluentes gerados na Casa do Estudante Universitário II da UFSM. Foram coletadas duas amostras, uma de efluente bruto e uma após tratamento em tanque séptico. As características de cada amostra estão expressas na Tabela 1. Após a coleta, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Engenharia de Meio Ambiente do Centro de Tecnologia da UFSM, onde foram conduzidos os estudos de ECF.

Tabela 1- Características das amostras de esgoto bruto e do efluente do tanque séptico.

Parâmetros	Efluente bruto	Efluente após o tanque séptico
Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	1.037,0	1.195,0
pH	7,3	7,2
Turbidez (NTU)	222,7	99,1
Cor (uC)	500,0	500,0
Temperatura (°C)	25,0	25,0

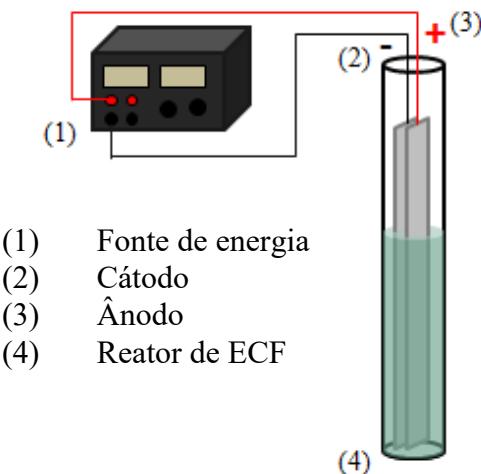
Fonte: Elaborado pelos autores.

O tanque séptico de onde foram coletadas as amostras foi construído em alvenaria, com volume útil de 3,39 m<sup>3</sup> e profundidade útil de 1,08 m. O reator utilizado nos estudos de ECF (Figura 1) era constituído por um recipiente cilíndrico de vidro (36,00 x 5,40 cm), com



volume útil de 0,35 L, equipado com dois eletrodos de alumínio de pureza 99% (30,00 x 4,00 x 0,05 cm) ligados à uma fonte de alimentação de corrente contínua (0 – 30 V, 0 – 2,5 A). Foram imersos 18 cm dos eletrodos na amostra a ser tratada, resultando em uma área superficial ativa de 144 cm<sup>2</sup>. A distância entre os eletrodos foi mantida em 1,00 cm.

Figura 1- Reator de Eletrocoagulação-flotação.



- (1) Fonte de energia
- (2) Cátodo
- (3) Ânodo
- (4) Reator de ECF

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os estudos de ECF foram realizados com a aplicação de correntes de 1,30, 1,62 e 1,95 A, as quais correspondem às densidades de corrente de 18,05, 22,56 e 27,08 mA.cm<sup>-2</sup>, respectivamente, em tempos de eletrólise de 5, 10 e 15 minutos. Após cada ensaio, foram analisados os parâmetros: cor, turbidez, condutividade elétrica, pH e temperatura da amostra tratada.

### 3 Resultados e discussão

Os resultados de turbidez e cor remanescentes após o tratamento do esgoto bruto e do efluente do tanque séptico por ECF, nas diferentes condições estudadas, estão apresentados na Figura 2. Ao analisar a Figura 2, pode-se notar que, no tratamento do esgoto bruto, houve, em geral, um aumento na remoção de cor e turbidez conforme o aumento do tempo de eletrólise e da densidade de corrente empregada (Figura 2a e 2c), sendo que a partir de 10 min não ocorreram reduções expressivas. Este fato indica que a remoção de cor e turbidez ocorre principalmente devido à neutralização de compostos e desestabilização de partículas promovida pelos agentes coagulantes liberados durante o processo de ECF, uma vez que a geração de coagulantes é proporcional ao tempo de eletrólise e à densidade de corrente, empregados no processo (BUKHARI, 2008).

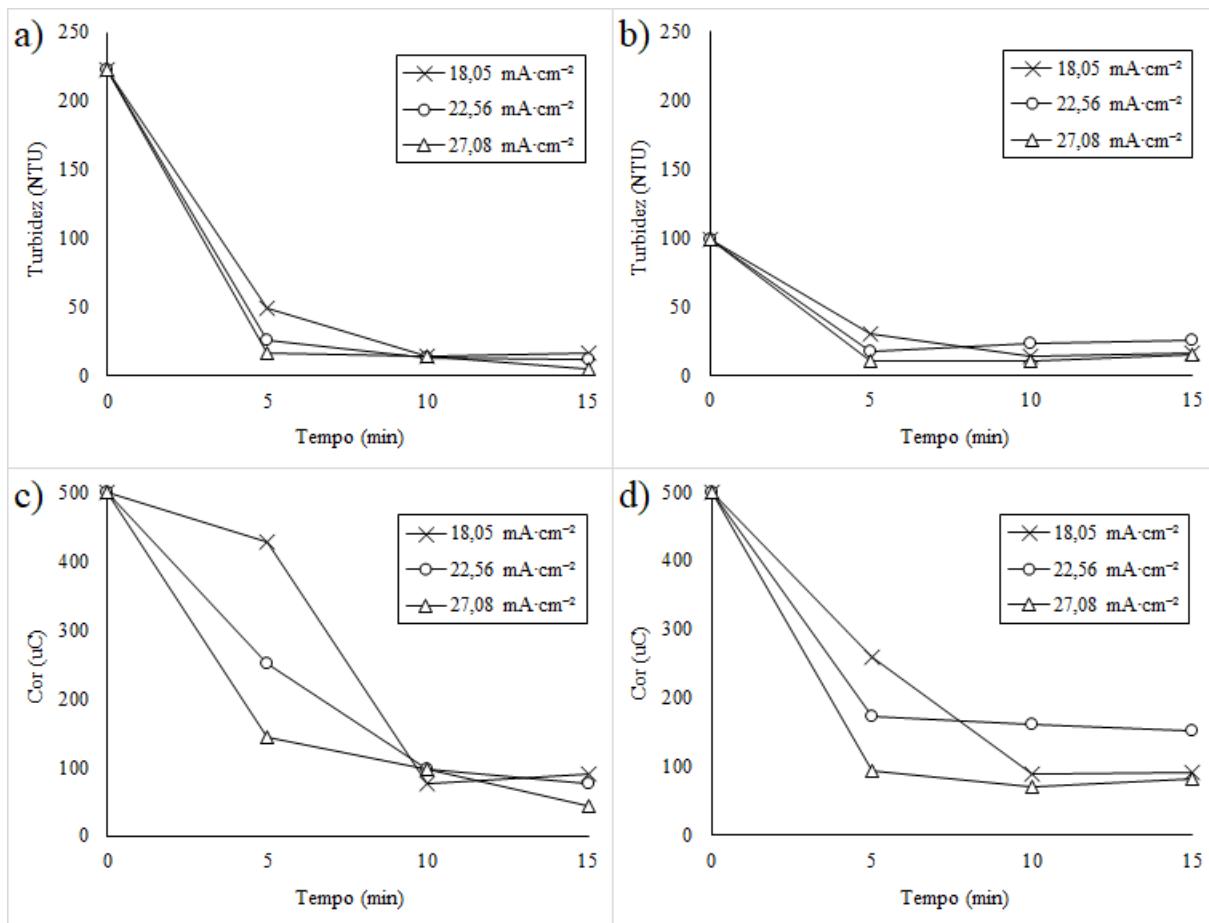
Entretanto, no tratamento do efluente do tanque séptico houve diminuição das remoções de cor e turbidez após 10 min de tratamento, quando empregada uma densidade de corrente de 18,05 mA.cm<sup>-2</sup>, e após 5 min de tratamento, quando empregadas as densidades de corrente de 22,56 e 27,08 mA.cm<sup>-2</sup> (Figuras 2b e 2d). Essa diminuição das remoções pode estar ligada à reestabilização de partículas e à polarização de compostos, que ocorre após a desestabilização e neutralização, em consequência da liberação de maiores concentrações de coagulante (BUKHARI, 2008). Estes fenômenos ocorrem por causa do excesso de coagulante gerado pelos eletrodos que fazem com que as partículas se reestabilizem e fiquem em suspensão (SARALA, 2012).



## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

Figura 2 – Turbidez residual no esgoto bruto (a) e no esgoto pré-tratado em tanque séptico (b), e, cor residual no esgoto bruto (c) e no esgoto pré-tratado em tanque séptico (d), após tratamento por ECF sob diferentes condições de densidade de corrente e tempo de eletrólise.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 2, ainda é possível observar que a cor e a turbidez residuais no efluente final são geralmente semelhantes em todas as condições de tratamento, após 10 min de eletrólise, sendo verificadas elevadas eficiências de remoção de turbidez já nos primeiros 5 min de tratamento por ECF, tanto do esgoto bruto como do esgoto pré-tratado em tanque séptico. As menores concentrações de cor e turbidez observadas no tratamento de esgoto bruto por ECF foram de 43,36 uC e 4,4 NTU, respectivamente, nas condições de tempo de 15 min e densidade de corrente de 27,08 mA.cm<sup>-2</sup>. No tratamento do esgoto pré-tratado em tanque séptico, esses valores foram de 71,1 uC e 10,7 NTU, nas condições de 10 min e 27,08 mA.cm<sup>-2</sup>. As maiores remoções de cor e turbidez observada no tratamento do esgoto bruto, em relação ao esgoto pré-tratado em tanque séptico, pode ser consequência da presença de maiores partículas em suspensão no esgoto bruto, o que favorece a formação de maiores agregados, facilitando a remoção de contaminantes por flotação.

No entanto, pode-se observar a necessidade de menores tempos de eletrólise e densidades de corrente para remoção de cor durante o emprego de ECF no tratamento do efluente do tanque séptico, se comparado ao tratamento do esgoto bruto. Verifica-se uma eficiência de remoção de cor 10% superior no tratamento por ECF do esgoto pré-tratado em tanque séptico em relação ao tratamento do esgoto bruto, nos primeiros 5 min de eletrólise, quando empregada uma densidade de corrente de 27,08 mA.cm<sup>-2</sup> em ambos. Além disso, observa-se uma eficiência de remoção próxima a 50% quando empregada uma densidade de



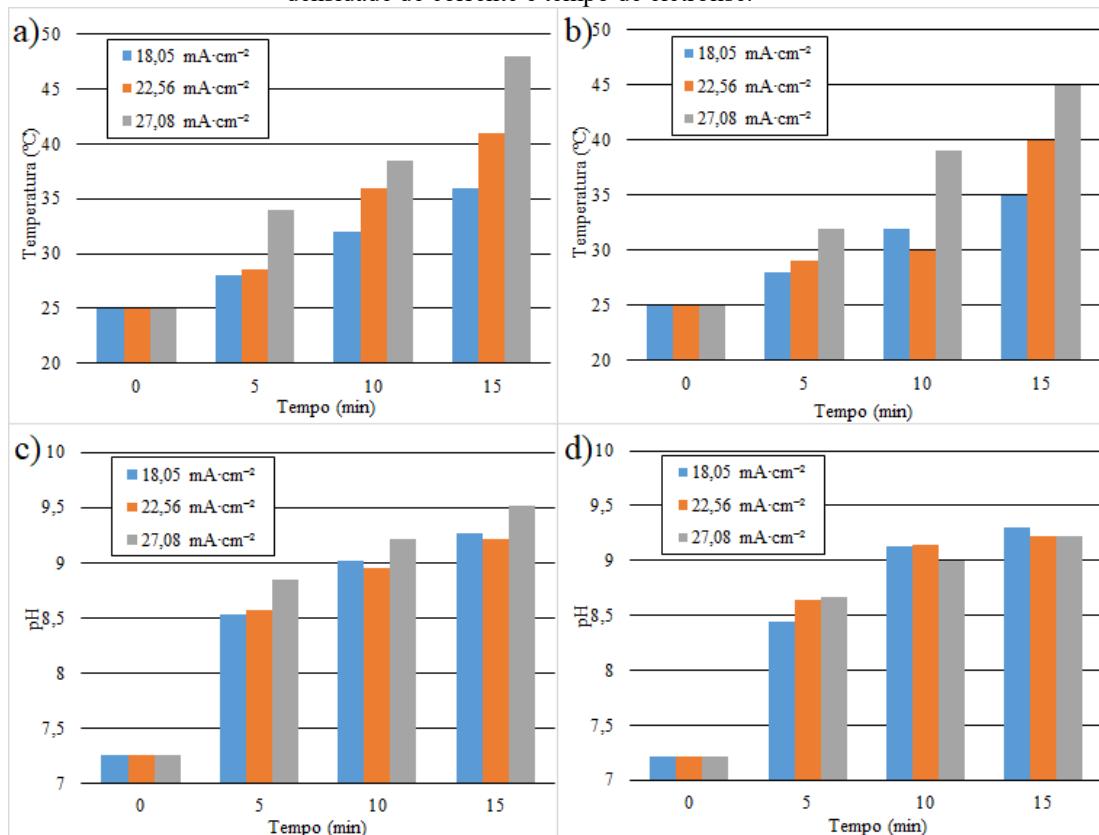
## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

corrente de  $18,05 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$  no tratamento do efluente do tanque séptico, eficiência esta atingida somente com a aplicação de  $22,56 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$  no tratamento do esgoto bruto, ambos em 5 min de eletrólise

A Figura 3 demonstra a variação da temperatura e do pH das amostras, durante os tempos de eletrólise estudados, com as diferentes densidades de corrente aplicadas.

Figura 3 – Temperatura do esgoto bruto (a) e do esgoto pré-tratado em tanque séptico (b), e pH do esgoto bruto (c) e do esgoto pré-tratado em tanque séptico (d), após tratamento por ECF sob diferentes condições de densidade de corrente e tempo de eletrólise.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto à variação de temperatura das amostras, foi verificado que o aumento da densidade de corrente acarreta no aumento da temperatura das amostras após o tratamento por ECF, da mesma forma que o aumento do tempo de eletrólise (Figuras 3a e 3b). O aumento da temperatura deve-se à resistividade da solução que acarreta no requerimento de maior diferença de potencial entre os eletrodos para a geração de corrente elétrica, favorecendo a perda de energia na forma de calor (CHEN, 2004).

Houve um menor aumento de temperatura nas amostras pré-tratadas em tanque séptico, sendo a temperatura máxima registrada de  $45^\circ\text{C}$  (Figura 3b) após o tratamento, enquanto que nas amostras de esgoto bruto esta temperatura chegou a  $48^\circ\text{C}$  (Figura 3a). Tal fato pode ser consequência da maior condutividade apresentada nas amostras após tratamento em tanque séptico (Tabela 1), implicando em uma menor resistividade destas.

O aumento de pH registrado pode ser consequência das reações de redução dos íons  $\text{H}^+$  e geração de gás hidrogênio, bem como da geração de íons  $\text{OH}^-$ , a partir da hidrólise da água, e geração de hidróxidos solúveis de alumínio (SINOTI, 2004).

Em geral, uma das principais reações que ocorrem no processo de ECF é a formação de espécies de hidróxidos de alumínio, a partir de íons hidroxila ( $\text{OH}^-$ ) e de alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ )



## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

gerados durante o processo, que agem principalmente na floculação e varredura para remoção de contaminantes (EMAMJOMEH et al., 2011). Entretanto, os íons de alumínio são os principais agentes envolvidos no mecanismo de neutralização de compostos, mecanismo predominante na remoção de cor e turbidez no presente estudo, conforme mencionado anteriormente (CRESPILHO e REZENDE, 2004). Desta forma, a neutralização dos íons de alumínio pode ter contribuído para o aumento da concentração de íons hidroxila nas amostras e, assim, para os aumentos de pH observados (Figuras 3c e 3d).

A Resolução nº 430/2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), permite o lançamento de efluentes com pH entre 5 e 9 (BRASIL, 2011). Visto que a partir de 10 min de eletrólise o pH de todas as amostras apresentou-se muito próximo ou superior ao limite permitido, os tratamentos de ECF com tempo de eletrólise de 5 min apresentaram-se mais viáveis, tempo este em que foram observados menores valores de cor (93,7 uC) e turbidez (10,1 NTU) quando empregado o pré-tratamento em tanque séptico.

### 4 Conclusões

O processo de ECF demonstrou-se de grande eficiência para um curto tempo de tratamento, sob baixas densidades de corrente, tanto do esgoto bruto como do esgoto pré-tratado em tanque séptico. A obtenção de grandes eficiências de remoção enfatiza o alto potencial desta técnica.

A partir da associação do tanque séptico, como pré-tratamento de esgoto doméstico, antecedendo o processo de ECF foi possível atingir menores quantidades de cor e turbidez no esgoto doméstico, em baixo tempo de residência e sem causar um aumento de pH que inviabilize o descarte do efluente tratado, sem uma etapa adicional de correção de pH.

### Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Atlas de Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas, 2017.
- BAZRAFSHAN, E. et al. Performance Evaluation of Electrocoagulation Process for Removal of Chromium (VI) from Synthetic Chromium Solutions Using Iron and Aluminum Electrodes. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, v. 32, p. 59–66, 2008.
- BEHBAHANI, M.; MOGHADDAM, M. R. A.; ARAMI, M. Techno-economical evaluation of fluoride removal by electrocoagulation process: Optimization through response surface methodology. *Desalination*, v. 271, n. 1–3, p. 209–218, 2011.
- BRASIL - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430/2011. *Diário Oficial da União*, 2011.
- BUKHARI, A. A. Investigation of the electro-coagulation treatment process for the removal of total suspended solids and turbidity from municipal wastewater. *Bioresouce technology*, v. 99, n. 5, p. 914-921, 2008.
- BUTLER, E. et al. Electrocoagulation in Wastewater Treatment. *Water*, v. 3, n. 4, p. 495–525, 2011.
- CAN, O. T. et al. Treatment of the textile wastewater by combined electrocoagulation. *Chemosphere*, v. 62, n. 2, p. 181–187, jan. 2006.



## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

CHEN, G. Electrochemical technologies in wastewater treatment. **Separation and purification Technology**, v. 38, n. 1, p. 11-41, 2004.

CRESPILHO, Frank Nelson; REZENDE, Maria Olímpia Oliveira. **Eletroflotação: princípios e aplicações**. São Carlos: RiMa, 2004. 96 p.

EMAMJOMEH, M. M.; SIVAKUMAR, M.; VARYANI, A. S. Analysis and the understanding of fluoride removal mechanisms by an electrocoagulation/flotation (ECF) process. **Desalination**, v. 275, n. 1, p. 102-106, 2011.

MOLLAH, M. et al. Electrocoagulation (EC)-science and applications. **Journal of Hazardous Materials**, B84, p. 29–41, 2001.

MOUNTASSIR, Y. et al. Potential use of clay in electrocoagulation process of textile wastewater: Treatment performance and flocs characterization. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 3, n. 4, p. 2900–2908, dez. 2015.

SARALA, C. Domestic Wastewater Treatment by Electrocoagulation with Fe-Fe Electrodes. **International Journal of Engineering Trends and Technology**, v. 3, n. 4, p. 530-533, 2012.

SINOTI, A. L. L. **Processo eletrolítico no tratamento de esgotos sanitários: estudo da sua aplicabilidade e mecanismos associados**. 2004. 154 f. Dissertação Mestrado em tecnologia ambiental e recursos hídricos. Universidade de Brasília, Brasília, 2004.