

AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE FÁRMACO DE EFLUENTE SINTÉTICO UTILIZANDO O PROCESSO DE ELETROFLOCULAÇÃO

ROBERTO PEREIRA^{1,2*}, GEAN DELISE LEAL PASQUALI^{2,3}

1 Introdução

Atualmente é de conhecimento mundial que alguns compostos como fármacos, produtos de higiene pessoal, hormônios, pesticidas dentre outros, acabam chegando aos corpos hídricos na forma de traços (MONTAGNER et al., 2017), isto porque os tratamentos convencionais utilizados para a remoção destes contaminantes em águas residuárias, não são efetivos para este tipo de compostos chamados emergentes. Dentro desta categoria encontram-se os antibióticos, os grupos das fluoroquinolonas (FQs), tetraciclinas e sulfonamidas, estão entre os mais utilizados em âmbito mundial (SARMAH et al., 2006; LEAL et al., 2010). Uma das FQs mais prescrita é a ciprofloxacina (CIPRO), que também é excretada como metabólito de outras FQs, como da enrofloxacina (BERENDSEN et al., 2018; RIAZ et al., 2018; FANGKAI ZHAO et al., 2020). A ciprofloxacina é um antibiótico sintético de segunda geração, que contém um grupo ciclopropil na posição 1 e possui grupos funcionais ionizáveis com diferentes constantes de dissociação. Sob este contexto, o presente estudo buscou avaliar a remoção e degradação via eletroquímica do contaminante Ciprofloxacina (CIPRO), em água sintética, a fim de se obter um método de tratamento efetivo na remoção deste composto emergente.

2 Objetivos

2.1 Geral

O objetivo geral deste projeto consiste na remoção da ciprofloxacina presente em efluente sintético por processo de eletrocoagulação, utilizando eletrodos de alumínio.

3 Metodologia

Esta pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Efluentes e Resíduos da UFFS - Campus Erechim. O efluente sintético contendo a ciprofloxacina foi preparado utilizando o reagente padrão analítico (Sigma), sendo este então utilizado na eletrocoagulação. O efluente foi analisado em seu conteúdo antes e após o tratamento eletroquímico. Foram utilizados ele-

¹Graduando Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Erechim, contato: roberto_pereira06@outlook.com

² Grupo de Pesquisa: Resíduos, Geotecnia Ambiental e Poluição Atmosférica (GPRGAEPA).

³Titulação acadêmica: Doutor, instituição UFFS, **Orientador**.

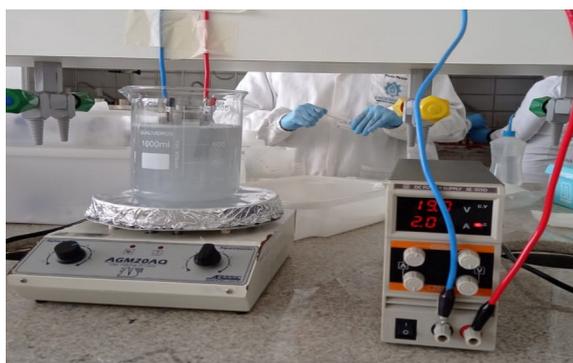
trodos de alumínio, resultantes de reaproveitamento de resíduos (3 x 5 cm x 3mm), a distância entre os mesmos foi de 3 cm. Além da análise da ciprofloxacina, foi realizado o monitoramento do pH, desgaste dos eletrodos. A concentração do antibiótico ciprofloxacina, tempo de reação, concentração do eletrólito (NaCl) e corrente aplicada ao sistema foram as variáveis investigadas, sendo apresentadas na Tabela 1, a matriz do planejamento experimental do tipo Fatorial Box-Behnken foi composta por 29 ensaios com diferentes combinações sendo os 5 últimos ensaios o ponto central.

Tabela 1. Variáveis aplicadas no planejamento experimental Fatorial do tipo Box-Behnken

Codificado	Variáveis de influência conforme codificação		
	-1	0	1
Ciprofloxacina (mg L ⁻¹)	10	15	20
Corrente (A)	1	2	3
Tempo (minutos)	10	20	30
NaCl (g L ⁻¹)	2	4	6

O sistema eletroquímico foi composto de uma fonte de alimentação e um conjunto de eletrodos (cátodo e ânodo), como reator utilizou-se um béquer com capacidade de 1 L (Figura 1), utilizou-se agitação magnética, a fim de manter a homogeneidade da solução durante os ensaios.

Figura 1. Imagem do sistema de eletrocoagulação utilizado.



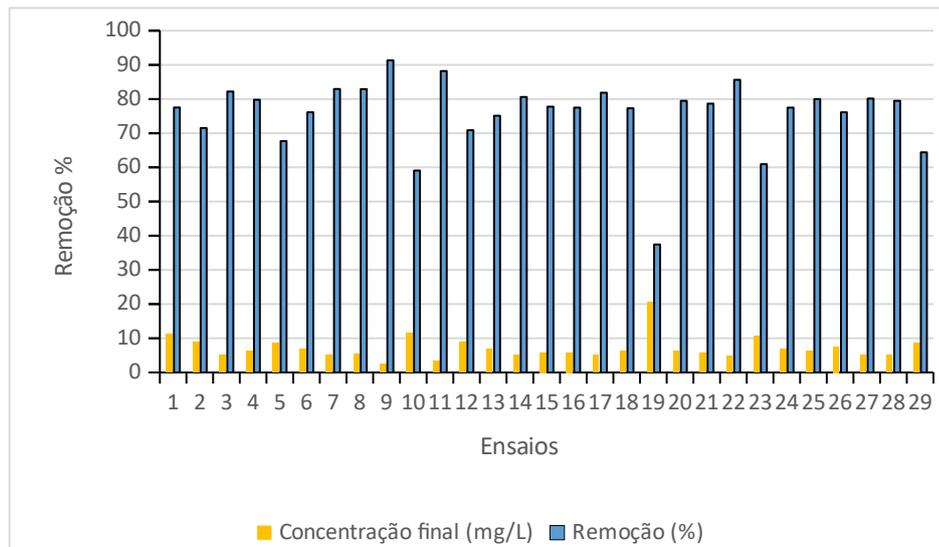
Fonte: autor, 2022.

O pH do efluente sintético foi monitorado antes e após o processo eletroquímico, através do método potenciométrico. Para a análise da ciprofloxacina foi realizada pelo método espectrofotométrico UV/vis no comprimento de onda de 270 nm, que foi obtido através do método de varredura. Para o cálculo das concentrações foi utilizada uma curva padrão do composto.

4 Resultados e Discussão

A Figura 2 apresenta os resultados obtidos para a concentração final e remoção ciprofloxacina para os ensaios previstos na matriz do planejamento. Pode se observar que após o tratamento eletroquímico das águas sintéticas contendo a ciprofloxacina houve remoção em todos os ensaios.

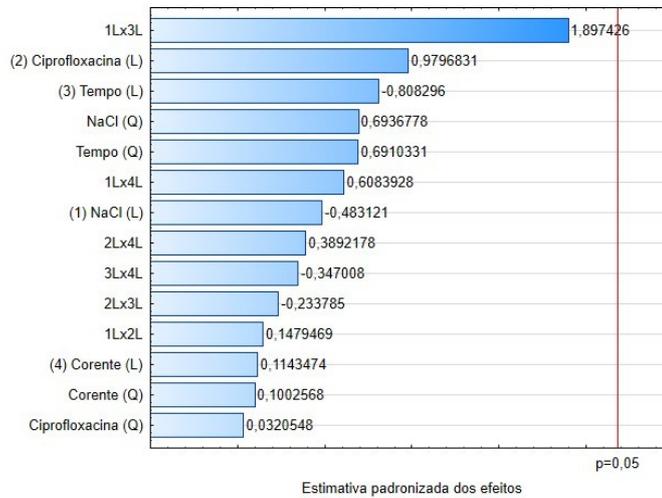
Figura 2. Remoção e concentração final da Ciprofloxacina após o tratamento de eletrocoagulação.



Fonte: autor, 2022.

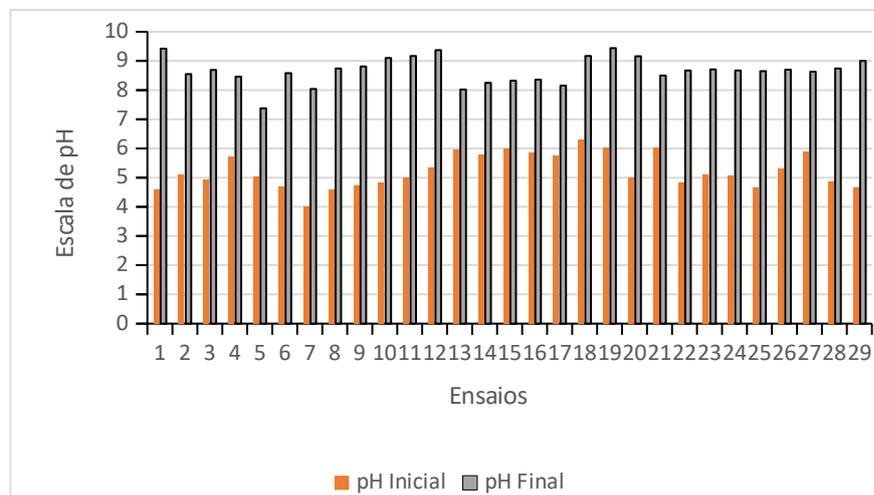
Foi aplicado a ANOVA para os resultados, entretanto o modelo não foi validado, pois o $F_{\text{calculado}}$ foi inferior ao F_{tabelado} ($F_{\text{calculado}} 0,50 < F_{\text{tabelado}} 2,63$). Desta forma não pode-se obter as superfícies de resposta e as curvas de contorno. A Figura 3 apresenta o gráfico de Pareto, onde observa-se que as condições aplicadas no planejamento não apresentaram efeito, assim fazendo-se necessário buscar outras condições, a fim de observar efeitos para a remoção da ciprofloxacina por sistema eletroquímico.

Figura 3. Gráfico de Pareto aplicado aos resultados de remoção do antibiótico Ciprofloxacina após o tratamento de eletrocoagulação.



Foi realizada a análise do pH inicial do efluente sintético contendo a ciprofloxacina antes do tratamento e após a aplicação do processo de eletrocoagulação para os ensaios (Figura 4). Observou-se que houve um aumento no pH do sistema para todos os ensaios, possivelmente devido a formação de hidróxidos de alumínio que são responsáveis pela remoção do contaminante presente no efluente.

Figura 4. Monitoramento do pH inicial e final após a aplicação processo do processo de eletrocoagulação.



Fonte: autor, 2022.

5 Conclusão

Através dos resultados obtidos pode-se concluir que a eletrocoagulação se mostrou um processo efetivo e com potencial de aplicação para a remoção de compostos com características emergentes, como o caso do antibiótico ciprofloxacina. Foi possível alcançar remoções superiores a 80% chegando 91,33%.

Referências Bibliográficas

BERENDSEN, B. J. A.; LAHR, J.; NIBBELING, C.; JANSEN, L. J. M.; BONGERS, I. E. A.; WIPFLER, E. I.; SCHANS, M. G. M. van de. The persistence of a broad range of antibiotics during calve, pig and broiler manure storage. **Chemosphere**, v. 204, p.267-276, 2018.

FANGKAI ZHAO, LIDING CHEN, LEI YANG, LONG SUN, SHOUJUAN LI, MIN LI, QINGYU FENG. Effects of land use and rainfall on sequestration of veterinary antibiotics in soils at the hillslope scale. **Environmental Pollution**, v. 260, 114112, 2020.

LEAL, R. M. P.; ALLEONI, L. R. F.; TORNISIELO, V. L.; REGITANO, J. B. Sorption of fluoroquinolones and sulfonamides in 13 Brazilian soils. **Chemosphere**, [s.l.], v. 92, n. 8, p. 979-985, 2013.

MONTAGNER, C. C.; VIDAL, C.; ACAYABA, R. D. Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do Brasil: cenário atual e aspectos analíticos, ecotoxicológicos e regulatórios. **Quim. Nova**, v. 40, 1094-1110, 2017.

RIAZ, L.; MAHMOOD, T.; KHALID, A.; RASHID, A.; SIDDIQUE, M. B. A.; KAMAL, A.; COYNE, M. S. Fluoroquinolones (FQs) in the environment: a review on their abundance, sorption and toxicity in soil. **Chemosphere**, [S.L.], v. 191, p. 704-720, 2018.

SARMAH, Ajit K.; MEYER, Michael T.; BOXALL, Alistair B.A. A global perspective on the use, sales, exposure pathways, occurrence, fate and effects of veterinary antibiotics (VAs) in the environment. **Chemosphere**, v. 65, n. 5, p.725-759, 2006.

Palavras-chave: Fármaco, eletroquímica, compostos emergentes.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES- 2021- 0269.

Financiamento: UFFS.