



DESCONTAMINAÇÃO DO FÁRMACO CIPROFLOXACINA PELO PROCESSO DE PEROXIDAÇÃO ELETROQUÍMICA

MICHELY SCHMITZ¹, FRANCINE BUENO², JONAS INTICHER¹,
FERNANDO H. BORBA³

1 INTRODUÇÃO

O fármaco Ciprofloxacina (CIP) é um antibiótico que pode ser encontrado no ambiente aquático através de interferências antrópicas, se enquadrando então como um contaminante emergente. Muitas vezes este contaminante emergente pode ser detectado no meio ambiente pelo fato de tratamentos convencionais de águas residuárias muitas vezes não serem eficientes na remoção destes compostos (JALIL et al., 2015). Segundo Kümerer (2009), 70% dos medicamentos são eliminados do corpo humano de maneira que não haja sua decomposição por metabolização do organismo. Isso gera uma grande problemática relacionada à geração de superbactérias. Segundo a ANVISA (2017), quando são expostas aos antibióticos, um grupo pequeno de bactérias mais fortes pode sobreviver e posteriormente se reproduzir. Isso significa que, a cada geração, as bactérias mais resistentes dão origem a outras bactérias que também são resistentes.

Dentro desta problemática, destaca-se os Processos Eletro-Oxidativos Avançados (PEOAs) que vem sendo utilizados para o tratamento de diversos efluentes industriais, com características refratárias e recalcitrantes. Dentre os PEOAs destaca-se o processo de peroxidação eletroquímica (PE), o qual utiliza eletrodos em conjunto com a aplicação de uma intensidade de corrente contínua, sendo adicionada uma concentração de um oxidante (H_2O_2) na solução, para a conseqüente produção de radicais hidroxila (OH^\bullet) (GUTIÉRREZ *et al.*, 2010).

¹Graduando em Engenharia ambiental e sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo, contato: michelyschmitz@gmail.com

²Mestrando do programa de pós-graduação em ambiente e tecnologias sustentáveis, Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo.

³Professor Doutor do programa de pós-graduação em ambiente e tecnologias sustentáveis, Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo



2 OBJETIVO

Dentro da problemática que a presença de antibióticos em águas naturais pode resultar, o objetivo deste trabalho será o teste de um processo eletro-oxidativo avançado para o tratamento da CIP, buscando a mineralização deste contaminante.

3 METODOLOGIA

Foi realizada a solubilização da CIP (BAYER AG, M.M) em água destilada com o objetivo de obter uma concentração de 25 mg L⁻¹. A solução foi homogeneizada com o auxílio de um agitador magnético (CAMA, 15/CENTAURO), e armazenada em uma bombona de polietileno com capacidade máxima de 50 litros.

Para investigar a descontaminação de CIP em solução, foi utilizado um reator de PE em sistema fechado e batelada. O eletrodo é composto por um conjunto de 4 placas de aço inoxidável 304. Para facilitar o manuseio do eletrodo e evitar um curto circuito, foi instalado um suporte isolado construído com placas de acrílico e duas barras de aço para auxiliar na conexão bipolar entre as placas. O eletrodo foi inserido em um recipiente cilíndrico com volume de 1000 mL (h= 14,3 cm e R= 12 cm) de maneira perpendicular suportada pelas barras de aço. A diferença de potencial entre as barras de acoplamento foi estabelecida, por conexões elétricas em terminais positivos e negativos de uma fonte de corrente contínua (BK PRECISION / 1687B (20 V/10 A). Todos os ensaios experimentais foram realizados de acordo com as respectivas etapas. Inicialmente foi adicionado um volume de 700 mL da solução de CIP (C₀= 25 mg L⁻¹) no reator de PE.

Para determinar as melhores condições experimentais do processo de PE foram investigadas as concentrações de 25 a 1000 mg H₂O₂ L⁻¹, intensidade de corrente de 0,3 a 2,5 A e pH inicial da solução de 2,5 a 9,0. Em tempo de eletrólise de 0 a 90 minutos, submetendo as amostras a centrifugação em condições de 3000 rpm a 120 segundos. As amostras foram submetidas às determinações analíticas pré-estabelecidas. Foram realizados bioensaios para avaliar a toxicidade da melhor condição encontrada no processo de PE para remoção de CIP na solução, utilizando sementes de alface (*Lactuca sativa*). Este bioensaio avaliou índice de germinação (IG) baseado no comprimento da radícula, e da germinação absoluta (GA) baseada no comprimento da estrutura do hipocótilo (Sobrero e Ronco, 2004). Foram

utilizados cinco meios aquosos preparados em concentrações de 1%, 3%, 10%, 30% e 100% de diferentes tempos de reação. Os valores da GA e do IG foram calculados de acordo com as Equações 1 e 2, respectivamente.

$$AG = \frac{N_{\text{germ}}}{N_{\text{sem}}} \quad (1)$$

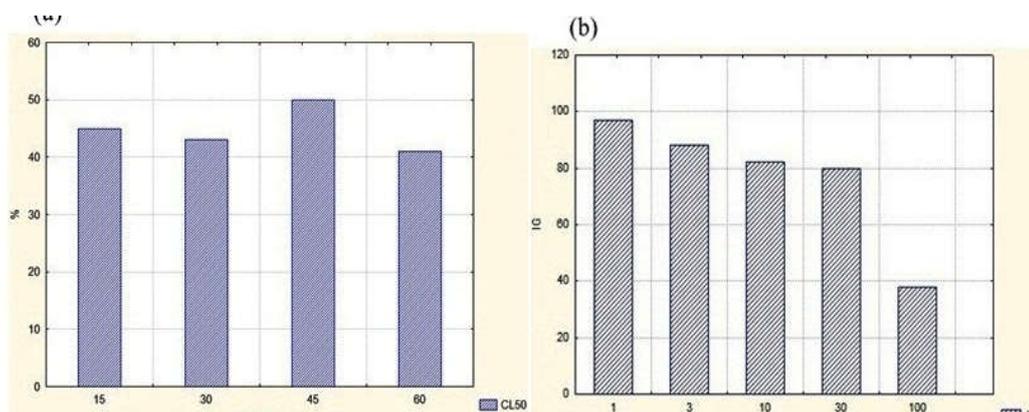
$$GI = \frac{N_{\text{germ}}}{N_{\text{cont}}} \times \frac{CR_{\text{germ}}}{CR_{\text{cont}}} \quad (2)$$

onde N_{germ} é o número médio de sementes germinadas para cada diluição das amostras em água dura reconstituída, N_{sem} é o número total de sementes, N_{cont} é o número médio de sementes germinadas para os ensaios de controle, CR_{germ} é a média do comprimento da radícula nas sementes germinadas para cada diluição das amostras em água dura reconstituída e, CR_{cont} é a média do comprimento da radícula nas sementes germinadas para os ensaios de controle.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em concentração inicial de 25 mg CIP L⁻¹, verificou-se um pH da solução de 6,2 ± 0,2 condutividade de 28,7 μs cm⁻¹, e uma banda de absorção máxima em λ ~ 275 nm, com uma absorbância de 2,6 u.a. A condutividade foi ajustada para aumentar a condutividade elétrica do processo de PE. Para os bioensaios de toxicidade, as melhores condições para o Índice de germinação (IG) foram obtidas com 45 min de ensaio e para a Concentração Letal (CL₅₀) foram em 30 min (fig. 2), nas condições de pH inicial ajustado de 3,5 [100 mg L⁻¹ H₂O₂], intensidade de corrente 0,5 A e 1,6 L ar min⁻¹ dissolvido.

Figura 1 – (a) Concentração Letal para 50% dos organismos para os tempos de processo. (b) Índice de Germinação (IG) para o melhor tempo de CL₅₀ diluído em cinco concentrações.





5 Conclusão

O presente trabalho de pesquisa apresentou significativas diminuições em relação às concentrações do contaminante de estudo em suas melhores condições (de 25 mgL^{-1} para $\sim 3 \text{ mg L}^{-1}$) demonstrando que o processo é eficaz na mineralização da CIP. Os testes toxicológicos também demonstram redução da toxicidade, seguindo um mesmo padrão dos outros parâmetros, porém o uso de outros níveis tróficos para tais testes deve ser feito em posteriores estudos, para aumentar a gama deste tipo de análise.

Referências

Agência Nacional de Vigilância sanitária (ANVISA), “Superbactérias: de onde vêm, como vivem e se reproduzem” – Brasil, 2017. Disponível em http://portal.anvisa.gov.br/rss/-/asset_publisher/Zk4q6UQCj9Pn/content/superbacterias-de-onde-vem-como-vivem-e-se-reproduzem/219201?inheritRedirect=false acesso em 15/07/2018.

GUTIÉRREZ, C.; HANSEN, H.K.; NUÑEZ, P.; JENSEN, P.E.; OTTOSEN, L.M. Electrochemical peroxidation as a tool to remove arsenic and copper from smelter wastewater. *Journal of applied electrochemistry*, v. 40, p.1031-1038, 2010.

JALIL, M.E.R.; BASCHINI, M.; SAPAG, K. Influence of pH and antibiotic solubility on the removal of ciprofloxacin from aqueous media using montmorillonite. *Applied Clay Science*, v. 114, p.69-76, 2015.

KU'MMERER, KLAUS “The presence of pharmaceuticals in the environment due to human use – present knowledge and future challenges” **Journal of Environmental Management** -Department of Environmental Health Sciences, University Medical Centre Freiburg, Breisacher Strasse 115b, 79106 Freiburg, Germany, 2008.

SOBRERO, M.C; RONCO, A. Ensayo de toxicidad aguda com semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L). In: Morales, G.C. Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas: Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones, IMTA, p.72-79., 2004.



Palavras-chave: Fármacos, Ciprofloxacina, impactos ambientais, Peroxidação eletroquímica.

Fonte de financiamento: PROBIC – FAPERGS