

## ESTUDO DA TÉCNICA ELETROQUÍMICA APLICADA PARA A REMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS COM CIPROFLOXACINA

ANDRÉIA MONIQUE LERMEN<sup>1\*</sup>, FERNANDO HENRIQUE BORBA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Cerro Largo ; <sup>2</sup>Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Cerro Largo

\*Autor para correspondência: Andréia Monique Lermen (andreiamoniquelermen@hotmail.com)

### 1 Introdução

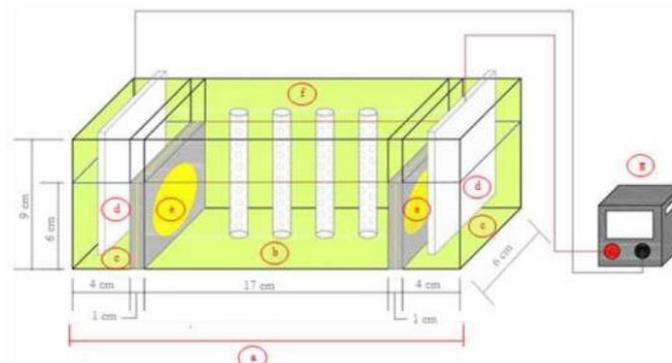
A Eletro-cinética (EC) consiste, fundamentalmente, em fenômenos físico-químicos tais como a eletro-osmose e a eletroforese provocados pela aplicação de uma diferença de potencial (corrente elétrica) entre placas metálicas condutoras (eletrodos: cátodo e ânodo), promovendo a extração tanto *in situ* como *ex situ* dos poluentes. No entanto, ainda são escassos os estudos sobre a técnica EC aplicada na remediação de solos contaminados com fármacos, e conseqüentemente são limitados os dados científicos que subsidiam a aplicação desta em escala real, a campo.

### 2 Objetivo

Esta pesquisa teve como objetivo estudar a técnica EC aplicada para a remediação de solos contaminados com o antibiótico CIP.

### 3 Metodologia

Os experimentos de EC foram realizados em um reator eletroquímico, conforme apresentado na Figura 1. O reator consiste em uma caixa retangular em acrílico, com 3 compartimentos distintos: (i) um central, abrigando areia contaminada; e (ii) dois nas extremidades, abrigando solução eletrolítica, bem como uma placa eletrolítica em material condutor em cada compartimento (cátodo/ânodo). Os compartimentos são interligados por cassetes confeccionados por duas placas finas em acrílico com um orifício central, e entre as placas, abriga-se uma membrana. Os eletrodos são conectados a uma fonte estabilizadora de corrente (0-10 A) e voltagem (0-30 V) (Instrutemp, FA1030). O reator-EC é aberto na extremidade superior simulando a aplicação da tecnologia *in situ*.



(a) Reator-EK; (b) compartimento do solo; (c) reservatórios; (d) eletrodos; (e) filtros; (f) tubos porosos, e (g) fonte estabilizadora de corrente.

Figura 1: Esquema da instalação do reator-EC.

Inicialmente, 350g de areia com características físicas previamente conhecidas e preparadas segundo Pedrazzoli (2004), foram dispostas no compartimento central do reator-EC. Por seguinte, os eletrodos são imersos nos reservatórios contendo a solução eletrolítica. Finalmente, a fonte estabilizadora de corrente deve ser ligada providenciando uma densidade de corrente ( $\text{mA cm}^{-2}$ ). Durante os experimentos são retiradas alíquotas nos dois reservatórios e em um ponto no solo, em intervalos de tempo pré-estabelecidos. Estas alíquotas são conduzidas para a determinação da concentração CIP.

#### 4 Resultados e Discussão

Foram testados as variáveis de pH inicial de 3 a 10, intensidade de corrente de 1 A a 5 A, tempo de eletrólise e concentração de CIP. As melhores condições foram observadas em pH 10 utilizando a concentração de  $50 \text{ mg L}^{-1}$ . Foram realizados experimentos com eletrodos de ferro, aço inox e alumínio, conforme apresentado nas Figuras 2, 3 e 4.

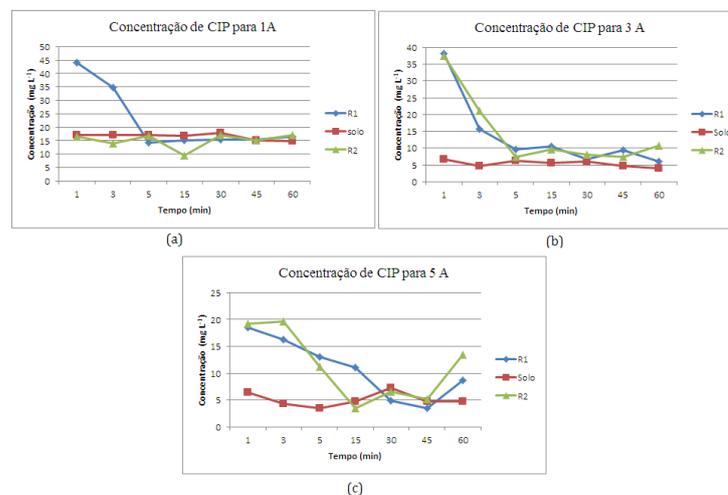


Figura 2: Concentração de CIP em função do tempo, utilizando eletrodos de ferro para diferentes intensidades de corrente.

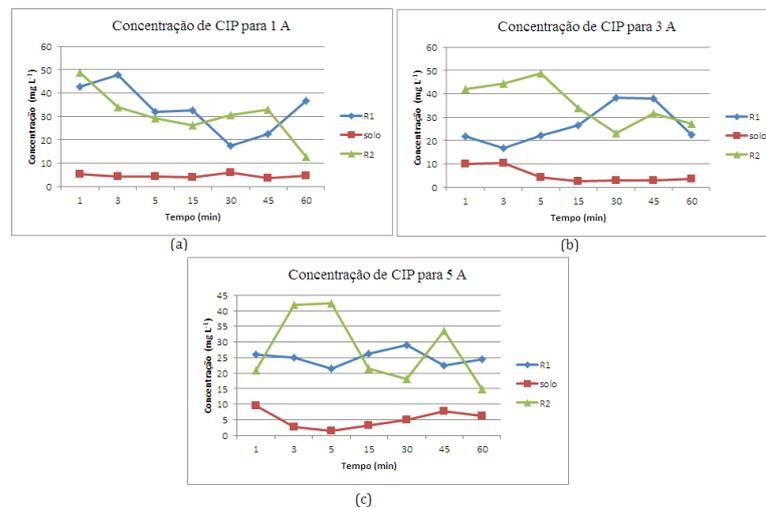


Figura 3: Concentração de CIP em função do tempo, utilizando eletrodos de aço inox para diferentes intensidades de corrente.

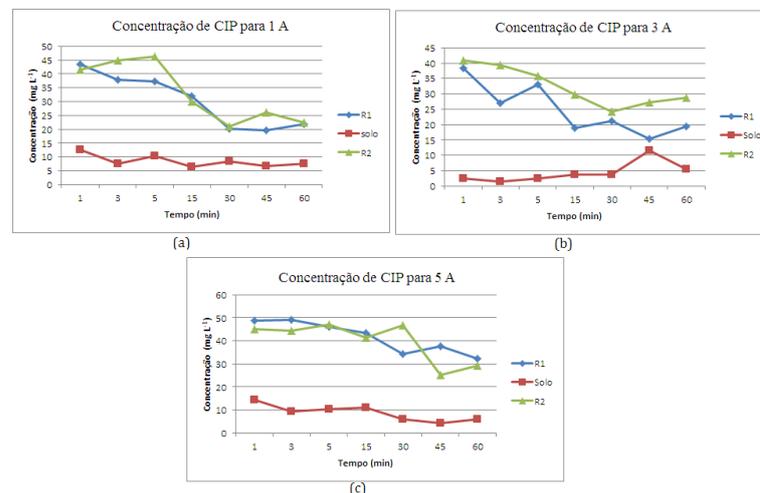


Figura 4: Concentração de CIP em função do tempo, utilizando eletrodos de alumínio para diferentes intensidades de corrente.

Para todos os experimentos realizados, houve retenção de CIP no solo e isso pode, possivelmente, estar relacionado aos efeitos iniciais dos fenômenos de potenciais de sedimentação bem como de escoamento. Porém, Pedrazzoli (2004) explica que parte dessa retenção de CIP no solo pode estar relacionada a interações com residuais do tratamento da areia (HCl e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Além disso, essa retenção no solo pode ser explicada pelo fenômeno da sorção, que ocorre devido as interações solo-contaminante. Os poros podem imobilizar o contaminante, reduzindo os perigos da contaminação, entretanto, por outro lado, tornam mais difícil a sua remoção (Yeung, 2006).

Foram observadas degradações ao longo do processo, em relação aos eletrodos, sendo que este fato pode ser explicado segundo Deotti (2005), o qual descreve que para que haja

uma redução na degradação dos eletrodos deve-se promover a circulação do líquido nos reservatórios, assim como efetuar o controle do pH.

### **Conclusão**

Ao desenvolver um reator de bancada, é possível estudar e avaliar a aplicação *in situ* da técnica EC para solos contaminados com CIP. Nos experimentos realizados, a concentração de CIP permaneceu, aproximadamente, constante no solo e houve redução nos reservatórios, devido a degradação da CIP durante a aplicação da corrente. No entanto, a EC para remoção do contaminante em questão, é ineficaz, já que não houve remoção de CIP no solo.

### **Referências Bibliográficas**

DEOTTI, L. de O. G. **Controle de pH na técnica de biorremediação eletrocinética**. 2005. 138 p. Tese (Mestre em Ciências em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

PEDRAZZOLI, C. D. **Remediação eletrocinética de chumbo em resíduos industriais**. 2004. 145 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais e Processos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

YEUNG, A. T. **Contaminant Extractability by Electrokinetics**. Environmental Engineering Science, v. 23 n. 1, p. 202-224, 2006.

**Palavras-chave:** Solos contaminados; Fármacos; Remediação de solos; Eletro-cinética.

### **Fonte de financiamento**

PROBITI – FAPERGS