

APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ELETROCINESE PARA REMEDIAÇÃO DE METAIS NA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Lilian Puerta Machado Silveira¹; José Eustáquio Machado²; Leandro Ferreira de Freitas¹; Ana Paula Spolidoro Queiroz¹; Lina Yamawaki¹; Sérgio Shigueo Kurozawa¹.

RESUMO

A técnica de eletrocinese é uma opção para remediação em locais impactados por metais pesados e consiste na aplicação de corrente elétrica em dois eletrodos produzindo um campo elétrico que atrai íons de cargas opostas as dos eletrodos. O presente trabalho teve como objetivo testar a aplicabilidade desta técnica em uma área impactada por metais em um aquífero com baixa condutividade hidráulica. O ensaio foi avaliado quanto a três linhas de evidência: ocorrência dos processos físico-químicos esperados, redução da concentração dos metais e quanto a massa removida. Os resultados corresponderam às expectativas das três linhas de evidência, sendo identificados resultados satisfatórios na remoção de Al, Ni, Cu, Cr, Zn, Mn e Fe e uma taxa de remoção de 180 g/h, indicando ser uma técnica promissora na remediação de águas subterrâneas.

Palavras-chave: eletrocinese, remediação de metais, remoção de metais.

ABSTRACT

The electrokinetic technique is an option for remediation in places impacted by heavy metals and consists in the application of electrical current at two electrodes producing an electric field which attracts ions of electrodes opposite charge. The present report aimed to test the applicability of this technique in an area impacted by different metals in the groundwater from a low hydraulic conductivity aquifer. The test was evaluated in three lines of evidence: occurrence of physicochemical processes expected, metals concentration reduction and quantity of mass removed. The results met the expectations of the three evidence lines with satisfactory results in the removal of Al, Ni, Cu, Cr, Zn, Mn and Fe and a removal rate of 180 g/h, proving to be a promissory technique for the remediation of groundwater.

Key-words: electrokinetic, metals remediation, metals removal.

1 – INTRODUÇÃO

No Brasil para remediar metais dissolvidos na água subterrânea, geralmente são utilizadas as técnicas de remediação de bombeamento e tratamento, estabilização, redução química, barreiras reativas ou fitorremediação (CETESB, 2001 [1]). No entanto, estas técnicas podem possuir limitações quanto às dimensões das plumas, condutividade hidráulica da área e tempo de remediação.

A técnica de Eletrocinese é inovadora e possui bons resultados nos Estados Unidos e Europa, porém foi pouco estudada e aplicada no Brasil. Esta técnica não possui limitações quanto às dimensões das plumas e é apropriada para solos com baixa permeabilidade e alta condutividade elétrica devido à presença de argila (SILVEIRA et al, 2005 [2]).

A Eletrocinese consiste na aplicação de corrente elétrica através de eletrodos inseridos em um meio contaminado, que pode ser o solo ou água subterrânea. A voltagem existente entre os eletrodos provoca a atração de partículas carregadas (íons) de cargas opostas, bem como espécies moleculares polares. Esse mecanismo de atração entre cargas gera processos de transporte de partículas eletricamente carregadas em direção aos eletrodos, promovendo a mobilização e extração de contaminantes presentes no solo e água subterrânea.

2 – OBJETIVOS DO ESTUDO

Neste trabalho a técnica de eletrocinese associada ao bombeamento foi testada com o objetivo de avaliar sua eficiência para remediação de áreas impactadas por metais dissolvidos na água subterrânea de um aquífero com baixa condutividade hidráulica.

3 – MATERIAS E MÉTODOS

O ensaio de eletrocinese associado ao bombeamento foi realizado utilizando 01 par de eletrodos de grafite, 01 gerador de potencial elétrico e bomba HS PURGE II. O eletrodo cátodo foi posicionado no poço denominado PB-01 e o eletrodo ânodo foi posicionado no poço denominado PM-07, localizado a 3,0 m de distância do PB-01. Os poços de observação utilizados foram os poços PO-01 e PO-02 localizados, respectivamente a 4,5m e 6,0 m de distância do PB-01.

Para avaliar a eficiência da técnica, foram levantadas três linhas de evidência:

1. Ocorrência dos processos físico-químicos esperados;
2. Redução dos metais de interesse na área;
3. Taxa de remoção e concentração dos metais na massa removida.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

A primeira linha de evidência avaliada atendeu aos objetivos esperados quanto aos processos que deveriam ocorrer na eletrocinese, de acordo com Zorn (2001) [3], sendo verificada a ocorrência de redução e precipitação de metais no cátodo, a elevação do pH e redução dos valores de Eh. No ânodo, observou-se os processos inversos: oxidação e dissolução de alguns metais, a acidificação do meio e a elevação do Eh. Além destes resultados verificou-se elevado aumento no oxigênio dissolvido, devido a ocorrência de hidrólise da água que provoca a liberação de oxigênio.

Quanto à segunda linha de evidência, observou-se que de forma geral os metais apresentaram redução. Algumas espécies apresentaram elevação que segundo Schmidt (2004) [4], é decorrente da desorção dos metais presentes no solo (Gráfico 1), no entanto a somatória da concentração de metais indicou significativa redução.

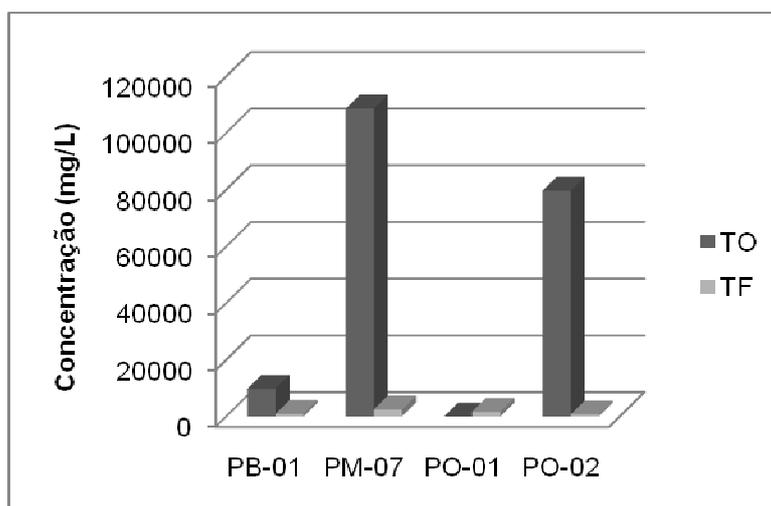


Gráfico 1. Variação da Somatória da Concentração de Metais Totais

No que concerne a terceira linha de evidência, verificou-se uma taxa de remoção de 170 g/h através da eletrodeposição (Gráfico 2) e uma taxa de 10 g/h de remoção através do bombeamento (Gráfico 3).

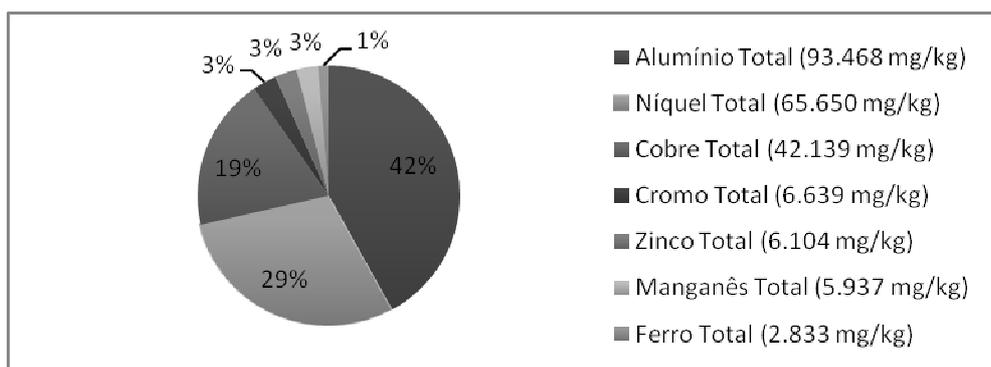


Gráfico 2. Distribuição de Metais Removidos no Eletrodo

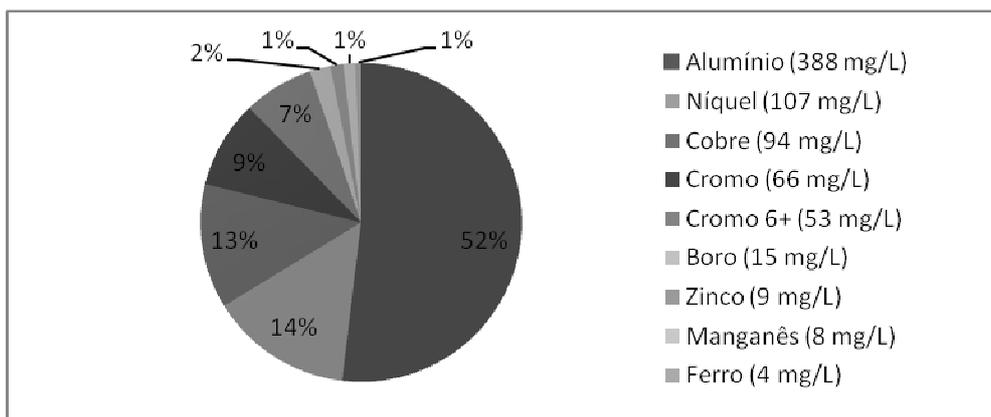


Gráfico 3. Distribuição de Metais Removidos na Água Bombeada

4 – CONCLUSÕES

O sistema de remediação baseado na técnica de Eletrocinese associado ao bombeamento testado em um aquífero de baixa permeabilidade mostrou-se promissor na remoção dos metais, sendo possível calcular uma taxa de 180g/h de remoção de metais através da eletrodeposição e do bombeamento da água impactada e concentrada de metais. Além de remover, foi possível concluir que esta técnica possui potencial para contenção e até mesmo concentração dos contaminantes em uma determinada área de interesse. Outra opção para esta técnica pode ser sua aplicação para biorremediação aeróbia de compostos orgânicos já que foi observado elevado aumento na concentração de oxigênio dissolvido na água subterrânea.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. 2001. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/manual-de-gerenciamento-de-ACs/7->>. Acesso em: 09 jan. 2009.
- [2] SILVEIRA, A.J.P.P.M. **Aplicação de biorremediação eletrocínética em solo contaminado**. In: Instituto Ekos Brasil e gtz. (Org.). *Áreas Contaminadas*. São Paulo SP: Signus, 2005, v. 1, p. 59-69.
- [3] ZORN, R., HAUS, R. & CZURDA, K. (2001): **Modeling electrokinetic transport in phenol contaminated soils**. - In: CZURDA, K., HAUS, R., KAPPELER, C. & ZORN, R. (Hrsg.): Proc. EREM 2001 3. Symposium on Electrokinetic Remediation, April 18 - 20, 2001, Karlsruhe. Schr. Angew. Geol. Karlsruhe, 63: 32/1-32/12; Karlsruhe.
- [4] SCHMIDT, C. A. B. **Aplicação de técnica eletrocínética em laboratório a dois tipos de solos argilosos**. 2004. 336 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Coppe, Rio de Janeiro, 2004.