

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE CIMENTO NA SORÇÃO DE METAIS DISSOLVIDOS EM MULTIESPÉCIE EM SOLO ARGILOSO DE PASSO FUNDO

CRICTE 2013

Amanda Lange Salvia

Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Passo Fundo
amanda_salvia@hotmail.com

Eduardo Pavan Korf

Professor do curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Passo Fundo
eduardokorf@upf.br

Pedro Domingos Marques Prietto

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Passo Fundo
pdmp@upf.br

Resumo. Dentro do estudo de barreiras impermeáveis para contenção de lixiviados ácidos de resíduos industriais e de mineração, técnicas complementares são estudadas com o objetivo de atenuar os contaminantes que as permeiam e também para manter sua estabilidade e preservação. A adição de cimento é vista como uma técnica favorável por aumentar a durabilidade estrutural e auxiliar na retenção de metais ingressantes. O objetivo geral deste trabalho foi determinar o coeficiente de distribuição (k_d) através da realização de ensaios de batelada e avaliar a sorção dos metais cádmio, chumbo, níquel e cromo disponíveis em multiespécie quando em contato com uma mistura de solo e cimento em diferentes teores, para fins de aplicação em barreiras impermeáveis de fundo em aterros. Conclui-se que a adição de cimento pode elevar o coeficiente de distribuição k_d e conseqüentemente a sorção, mas não de forma eficiente, em função do baixo pH em estudo.

Palavras-chave: Barreiras Impermeáveis. Adição de Cimento. Compostos Metálicos.

1. INTRODUÇÃO

Considerando os potenciais problemas causados pela contaminação de solos por

resíduos contendo compostos metálicos, se faz necessário o estudo de alternativas viáveis do ponto de vista tecnológico, ambiental e econômico, capazes de garantir a mitigação do fluxo desses poluentes no subsolo. Sob o ponto de vista reativo e de retardo dos contaminantes, alguns materiais têm sido estudados recentemente, com o objetivo de auxiliar o solo na retenção de contaminantes. Dentre os principais estudos encontrados na literatura, pode-se citar o uso de calcáreo, cimento Portland, cinzas e bentonita, seja na forma de mistura ou aplicação individual em solos compactados (BRODERICK e DANIEL, 1990; FAVARETTI et al., 1994; HUECKEL et al., 1997; WU e LI, 1998; WANG e TAO, 2004; JESUS et al., 2008; NOBRE et al., 2007; AMADI, 2011).

Estudos de Lemos (2006) e Knop (2007) comprovam que a adição de cimento Portland contribui na atenuação de contaminantes, diminuindo a sua mobilidade, reduzindo a condutividade hidráulica das barreiras e melhorando, assim, a capacidade da barreira em controlar ao mesmo tempo as componentes difusiva e advectiva do transporte de contaminantes.

Os sistemas de aplicação de compostos reativos à barreiras impermeáveis com solos são projetados com o intuito de proporcionar durabilidade, resistência mecânica e a

intempéries. Estes sistemas apresentam processos físicos, biofísicos, bioquímicos e geoquímicos que atuam como mecanismos capazes de retardar os contaminantes que os permeiam (PRIM et al. 2003). A adição de cimento Portland a este tipo de barreira atua de forma a elevar o pH e também as reações de adsorção de metais do contaminante, buscando reduzir sua propagação para as águas subterrâneas.

O objetivo do trabalho foi determinar o coeficiente de distribuição (k_d) e avaliar a adsorção dos metais cádmio, chumbo, níquel e cromo disponíveis em multiespécie quando em contato com uma mistura de solo e cimento em diferentes teores, para fins de aplicação em barreiras impermeáveis de fundo em aterros de resíduos industriais e de mineração.

2. METODOLOGIA

2.1 Solo em estudo

O solo utilizado foi coletado no campo experimental de Geotecnia da Universidade de Passo Fundo (UPF), localizado na cidade de Passo Fundo/RS, sul do Brasil.

Segundo Streck et. al., (2008) a classificação pedológica é de um Latossolo Vermelho Distrófico húmico (unidade Passo Fundo). Estes solos são muito profundos, drenados e altamente intemperizados, havendo predomínio de caulinita e óxidos de ferro, o que lhes proporciona baixa CTC ($< 17 \text{ cmol.kg}^{-1}$), acentuada acidez e baixo estoque de nutrientes.

O solo foi extraído a campo através da técnica de amostragem por extração deformada no horizonte B, a 1,2 m de profundidade. Em laboratório o solo foi peneirado em malha 2 mm e seco até constância de massa.

2.2 Solução Contaminante

Cada solução contaminante multiespécie continha os metais Ni, Cd, Cr e Pb

dissolvidos em água destilada. O pH de cada solução foi de 1,0 e a concentração dos metais na solução contaminante variou entre 0, 2, 4, 6, 8 e 10 mg.L^{-1} .

As soluções contaminantes foram elaboradas a partir da diluição de uma solução padrão de 1000 mg.L^{-1} do metal nas diferentes concentrações em água destilada. Após a diluição, o pH foi corrigido com ácido nítrico (HNO_3) para alcançar o valor desejado para o estudo (1,0).

2.3 Cimento

Os teores de cimento Portland utilizados foram de 0%, 1% e 2%, partindo do zero para se ter um padrão comparativo e indo até 2%, uma concentração comumente utilizada na prática e que não representaria um investimento econômico muito alto. O cimento é composto de clínquer e adições. A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABPC, 2002) apresenta a sua composição como sendo de 95-100% de clínquer e gesso e 0-5% de material carbonático.

2.4 Ensaio de Batelada

Para a determinação do coeficiente de distribuição (k_d), foi adotado o ensaio de batelada, descrito pela norma D4646 (ASTM, 2008). Contamina-se o solo e a mistura solo-cimento em uma relação de 2,5 g para 50 mL de solução e após a mistura é submetida à agitação por 24 horas a 215 rpm em uma mesa agitadora orbital. Na sequência, as amostras são centrifugadas a 3000 rpm para obtenção do sobrenadante. Então, este foi submetido à análise de concentração do contaminante, através de espectrofotometria de absorção atômica.

Após a análise da concentração, a sorção (S) foi determinada e plotada em um gráfico em função da concentração de equilíbrio (C), respeitando relação estabelecida pela equação ($S = k_d \times C$). Este gráfico caracteriza a isoterma de sorção linear, a qual, após o ajuste por regressão

linear, permite determinação do Coeficiente de Distribuição (k_d). O Quadro 1 ilustra o programa dos ensaios de batelada realizados.

Quadro 1. Programa dos ensaios de batelada

Teor de cimento (%)	Concentração o Ensaída (C_0) (mg/L)	Nº Repetições
0	0, 2, 4, 6, 8, 10*	3*
1		
2		

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como observado na Fig. 1, que ilustra os valores de k_d para cada metal e concentração de cimento utilizada, verifica-se que o aumento da porcentagem de cimento também favoreceu o aumento do valor do parâmetro k_d , ainda que discretamente. Apenas para o metal Níquel, à concentração de 2% de cimento, observou-se redução de k_d , o que pode ser fruto de erros experimentais ou analíticos, inclusive pelo fato da diferença ser pequena.

A adição de cimento ao solo, com o objetivo de aplicação em barreiras impermeáveis de fundo em aterros de resíduos, visa o aumento significativo do coeficiente de distribuição, além de influenciar também outros parâmetros. Este aumento significativo não foi observado no presente estudo, o que também pode ser observado na Fig. 1, já que os valores de k_d , para cada porcentagem de cimento, permaneceram na mesma ordem de grandeza.

Como observado por Knop (2007) em seus estudos, a adição de 1 a 2% de cimento em solos pouco influencia no coeficiente de distribuição k_d , quando em solução com pH extremamente ácido. Esta constatação corrobora os resultados obtidos neste trabalho.

Possivelmente o pH extremamente ácido das soluções do estudo pode ter anulado o efeito reativo que o cimento

apresenta quando em contato com o solo, tendo sua estrutura solubilizada.

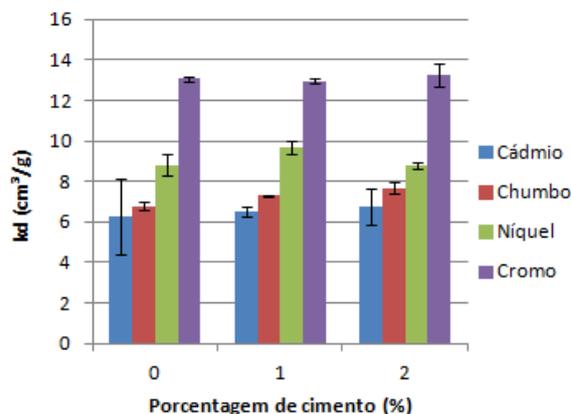


Figura 1. Valores de k_d obtidos para cada metal e porcentagem de cimentos analisados

4. CONCLUSÃO

Ressalta-se a importância de estudos sobre a aplicação de cimentos em solos para barreiras para contenção de resíduos, em função de suas vantagens. Ainda assim, verifica-se que a adição de concentrações de cimento de até 2% não são efetivas para aumento do coeficiente de distribuição k_d , quando em pH extremamente ácido. Sugere-se que novos trabalhos estudem o efeito de maiores concentrações de cimento, também para pH 1, e as mesmas concentrações mas para valores de pH superiores.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES e FAPERGS pelo suporte financeiro para o desenvolvimento das pesquisas.

5. REFERÊNCIAS

- AMADI, A. A. Hydraulic Conductivity Tests for Evaluating Compatibility of Lateritic Soil—Fly Ash Mixtures with Municipal Waste Leachate. *Geotech Geol Eng.*, v. 29, p. 259-265, 2011.
- BRODERICK, G. P.; DANIEL, D. (1990) Stabilizing compacted clay against chemical attack. *Journal of*

Geotechnical Engineering, New York, ASCE, 116, n. 10, p. 1549-1567.

WU, G.; LI, L. Y. Modeling of heavy metal migration in sand/bentonite and the leachate pH effect. **Journal of contaminant hidrology**, v. 33, p. 313-336, 1998.

FAVARETTI, M.; MORACI, N.; PREVIATELLO, P. Effects of Leachate on the hydraulic and Mechanical Behavior of Clay Liners In 1st CONGRESS ON ENVIRONMENTAL GEOTECHNICS. Edmonton, Alberta, Canadá, 1994. p. 221-226.

HUECKEL, T.; KACZMAREK, M.; CARAMUSCIO, P. Theoretical assessment of fabric and permeability changes in clays affected by organic contaminants. **Canadian Geotechnical Journal**, Ottawa, v. 34, 1997. p. 588-603.

JESUS, S. C.; ALVES, G. M.; GUIMARÃES, L.; AZEVEDO, I. Determinação de parâmetros de transporte de metais em solo residual compactado considerando calagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOTECNIA AMBIENTAL, 6., 2008, Recife.

KNOP, A. **Estudo do comportamento de Liners atacado por ácido sulfúrico**, Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2007.

LEMOS, R. G. **Estudo do comportamento hidráulico, mecânico e químico de barreiras hidráulicas verticais, compostas por solo residual, bentonita e cimento sob ação de substâncias agressivas**, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

STRECK, E. V. et al. (2002) Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER. 107 p.

NOBRE, M. M. M. et al. Ensaio de Laboratório para Garantia de Qualidade da Execução de uma Barreira Reativa Permeável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOTECNIA AMBIENTAL, 6., 2007, Recife.

PRIM, E. C. C.; OLIVEIRA, J. C. C.; JUNIOR, A. B. C. Comportamento de solos argilosos utilizados como impermeabilizantes em aterros sanitários diante da atenuação de contaminantes Florianópolis: **PROSAB**, 2003. p.142-97.

WANG, X.; TAO; Z. Diffusion of $^{99}\text{TcO}_4^-$ in compacted bentonite: Effect of pH, concentration, density and contact time. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 260, n. 2, p.305-309, 2004.