

## Retenção de elementos tóxicos em solo argiloso contaminado com cinza de carvão

Juliana Cristina SILVA<sup>1</sup>, Camila Neves LANGE<sup>2</sup>, Cibele Segobia BOCCI<sup>3</sup>, Iara Maria Carneiro de CAMARGO<sup>4</sup>

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP) 1- jjulianacristina@yahoo.com.br; 2- clange@usp.br; 3- cibelebocci@yahoo.com.br; 4- icamargo@ipen.br

### Resumo

Um dos resíduos produzidos em grandes quantidades no Brasil é a cinza de carvão, resultante da obtenção de energia em usinas termoeletricas a base de carvão, cuja problemática associa-se a sua disposição inadequada a céu aberto, que pode ocasionar a contaminação do solo. Neste contexto foi realizado um estudo de lixiviação ácida em colunas de solo contaminado com cinza de carvão durante um ano. No percolato gerado das colunas de solo contaminado foram determinadas as concentrações dos elementos tóxicos, As, Mo, Cd, Zn e Pb, e o solo foi caracterizado quanto ao pH, óxidos e granulometria. As concentrações obtidas no percolato indicaram que os elementos tóxicos ficaram retidos no solo nas condições do estudo.

**Palavras-chave:** cinza de carvão, As, metais, solo, colunas.

### Abstract

One of waste produced in large quantities in Brazil is the coal ash, resulting of the obtaining of energy in power plants coal, whose problems are associated with its inappropriate disposal that it can cause the soil contamination. It was realized an acid leaching in contaminated soil columns with coal ash during one year. In the leachate of contaminated soil columns were determined the concentrations of toxic elements, As, Mo, Cd, Zn and Pb, and in soil was determined pH, oxides and granulometry. The concentrations in the leachate indicated that the toxic elements were retained in soil.

**Keywords:** coal ash, As, metal, soil, columns.

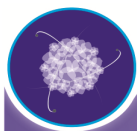
## 1. Introdução

Um dos resíduos produzidos em grandes quantidades no Brasil é a cinza de carvão, resultante da obtenção de energia em usinas termoeletricas a base de carvão, cuja problemática associa-se a sua disposição inadequada a céu aberto, que pode ocasionar a contaminação do solo. Os elementos tóxicos presentes na cinza de carvão podem variar dependendo da composição do carvão do qual ela provém. Esses elementos podem sofrer interações físicas e químicas no solo, além de serem transportados para a água subterrânea, ou serem absorvidos pelas plantas.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a lixiviação de As, Cd, Pb, Zn e Mo nas colunas de solo contaminado com cinza de carvão.

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Cinzas de Carvão



A cinza de carvão é proveniente da usina termoeletrica a carvão de Figueira, Paraná. Arsênio, Cd, Mo, Pb e Zn foram selecionados devido à sua toxicidade e contaminação do solo analisado ao redor da usina termoeletrica (Flues et al., 2008; Camargo, 2005).

## 2.2. Solo

O solo foi coletado numa profundidade de 20 cm da superfície no município de Piracicaba no Estado de São Paulo, em área com pouca perturbação antropogênica. O solo foi analisado quanto ao pH, granulometria (pelo método do densímetro) e óxidos de Al, Fe e Mn (por extração em meio sulfúrico). Os procedimentos adotados para estas análises foram com base no EMBRAPA, 1997.

## 2.3. Montagem das Colunas

Foram utilizadas 10 colunas de acrílico com 8 cm de diâmetro interno. Em oito colunas o solo foi compactado até uma altura de 5 cm, e nas duas outras colunas foi adicionada uma quantidade de areia inerte até obter a mesma altura do solo. Na superfície das colunas foi colocado um papel de filtro e em quatro colunas de solo e duas de areia inerte foram adicionados 50 g de cinza de carvão sobre o papel de filtro.

## 2.4. Lixiviação

As colunas foram lixiviadas por um período de um ano com uma solução simuladora de água de chuva com pH em torno de 4,5, composta com  $\text{HNO}_3$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , com base nos estudos de Rocha et al. (2003) e Flues et al. (2002).

O volume da solução adicionado mensalmente nas colunas foi calculado com base na média do índice pluviométrico mensal dos últimos anos da cidade de São Paulo. Os percolados gerados mensalmente pelas colunas foram recolhidos, filtrados e acidificados para posterior determinação da concentração dos elementos.

## 2.5. Determinação dos Elementos

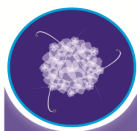
No percolado das colunas foram determinadas as concentrações de As e Pb pelo espectrômetro de absorção atômica com forno de grafite, e as de Cd, Mo e Zn no espectrômetro de emissão atômica com fonte de plasma acoplada indutivamente.

# 3. Resultados e Discussão

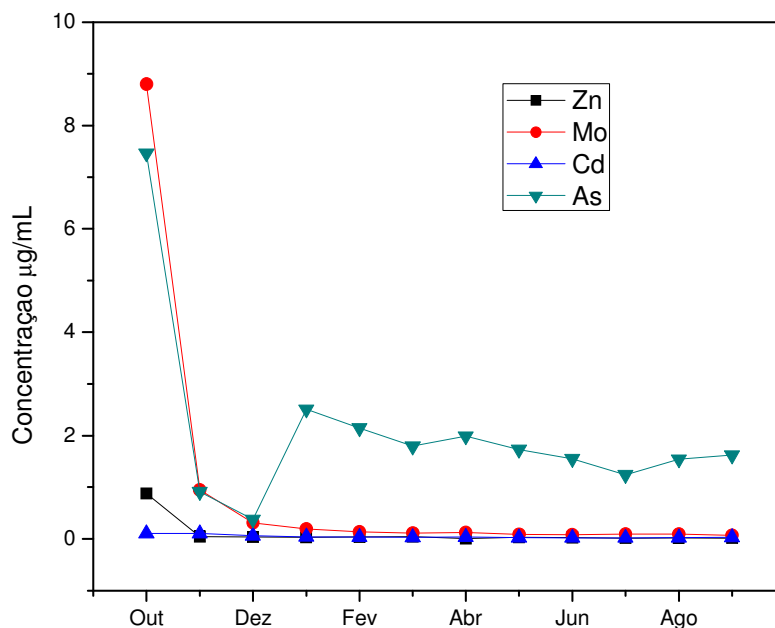
## 3.1. Lixiviação dos Elementos nas Colunas

Nos percolados das colunas de cinza foram quantificadas as concentrações de As, Cd, Mo e Zn representadas na **Figura 1**.

Os elementos apresentaram maiores concentrações nos percolados da cinza nos primeiros meses de lixiviação (Figura 1), diminuindo para concentrações mais baixas, próximas aos limites de quantificação, ao longo de um ano. O As foi o único elemento que apresentou concentração mais elevada que os demais elementos durante um ano de



lixiviação. O Pb não foi detectado no percolado das colunas de cinza, ou seja, o Pb não foi lixiviado da cinza como os demais elementos.



**Figura 1.** Concentração dos elementos nos percolados da cinza durante um ano.

Embora os elementos tenham sido quantificados no percolado das colunas de cinza (**Figura 1**), Cd e Mo não foram detectados no percolado das colunas de solo contaminado. Zinco e As apresentaram concentrações baixas e próximas dos limites de quantificação nos percolados das colunas de solo contaminado, e no caso do Zn, as concentrações foram semelhantes às obtidas nos percolados das colunas de solo (não contaminado). Isto indica que Cd, Mo, Zn e As ficaram retidos no solo.

### 3.2. Retenção dos elementos x características do solo

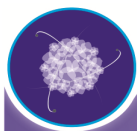
As características físico-químicas dos solos estão relacionadas com a retenção dos elementos. **Na Tabela 1** são apresentadas as características do solo de Piracicaba.

**Tabela 1.** Características físico-químicas do solo de Piracicaba.

	pH <sub>H2O</sub>	pH <sub>KCl</sub>	Argila	Silte	Areia	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO
<b>Solo</b>	6,2	4,9	56%	35%	9%	21,01%	8,39%	0,04%

Os resultados mostraram que o solo é ácido (Tabela 1). O pH do solo é uma característica muito importante, pois, influencia no comportamento de cátions e ânions. Os cátions tendem a ser mais móveis em meio ácido e ânions tendem a ser mais móveis em meio alcalino no solo (Alloway, 1990; McBride, 1994). Arsênio e Mo se encontram em forma de ânion e Cd, Pb e Zn em forma de cátion (Alloway, 1990). Arsênio e Mo têm de média a baixa mobilidade em meio ácido (McBride, 1994).

Todavia, não se deve avaliar a mobilidade e a solubilidade dos elementos com base somente no pH, pois outros fatores, tais como, óxidos e argila também são importantes.



Os resultados da granulometria mostraram que o solo é mais argiloso com maior porcentagem de argila e pouca de areia (Tabela 1). A argila apresenta tamanho dos grãos menor que o do silte e da areia, possuindo uma área superficial maior que os demais grãos. Essa característica da argila auxilia na adsorção e pode reter elementos como Pb, Zn e Mo (Alloway, 1990).

Os óxidos de Al e Fe apresentaram concentrações bem maiores que a do óxido de Mn no solo (Tabela 1), sendo em maior quantidade o óxido de Al. Os elementos podem se ligar com os óxidos também. Arsênio, Zn e Mo têm afinidade com óxidos de Fe e Al, e o Pb com óxidos de Fe e Mn, e em alguns casos isso pode fazer com que eles fiquem retidos no solo (Alloway, 1990).

#### 4. Conclusão

Os elementos As, Cd, Mo e Zn que foram lixiviados da cinza de carvão ficaram retidos no solo argiloso na condição do estudo.

#### 5. Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo suporte financeiro. Ao Laboratório de Análises Químicas e Ambientais do Centro de Química e Meio Ambiente (CQMA) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). A Dra. Maria Eugênia Gimenez Boscov da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

#### 6. Referências

- ALLOWAY, B. J. 1990. Heavy metals in soils. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- CAMARGO, I. M. C., 2005. Estudo da influência do coeficiente de partição de metais no solo de Figueira, Paraná, no cálculo do risco à saúde humana, utilizando o modelo C-Soil. Tese (Doutorado). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/CNEN, São Paulo.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 2005. Decisão de Diretoria Nº 195-2005-E, São Paulo.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997. Manual de métodos de análises de solo. Centro Nacional de Pesquisas de Solos, Rio de Janeiro, 2ª. ed.
- FLUES, M.; HAMA, P.; LEMES, M. J. L.; DANTAS, E. S. K.; FORNARO, A. 2002. Evaluation of the Rainwater acidity of a rural region due to a coal-fired power plant in Brazil. *Atmospheric Environment*, 36, 14, 2397-2404.
- FLUES, M.; SATO, I. M.; COTRIM, M. B.; FIGUEIREDO FILHO, P. M.; CAMARGO, I. M. C. 2008. Avaliação da influência da operação da termoeletrica a carvão na concentração dos metais e As no solo de Figueira, PR-Brasil. *Química Nova*. 31, 1, 25-30.
- McBRIDE, M. B. 1994. Environmental Chemistry of Soils. OXFORD UNIVERSITY PRESS, New York.
- ROCHA, F. R.; SILVA, J. A. F.; LAGO, C. L.; FORNARO, A.; GUTZ, I. G. R. 2003. Wet deposition and related atmospheric chemistry in the São Paulo Metropolis, Brazil: Part 1. Major inorganic ions in rainwater as evaluated by capillary electrophoresis with contactless conductivity detection. *Atmospheric Environment*, 37, 1, 105-115, 2003.