

# Desenvolvimento do método de ativação com nêutrons para análise de materiais de interesse em geologia médica

Rodrigo Brandão Bunevich e Mitiko Saiki  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN

## INTRODUÇÃO

As determinações de elementos traço em solos tem sido de grande importância na geologia médica para o estudo da correlação existente entre o ambiente geológico e a saúde das populações. As amostras de solo podem conter os elementos tóxicos de sua ocorrência natural bem como da contribuição de contaminantes de origem antrópica oriunda das emissões industriais e veiculares. Para investigar a influência dos elementos químicos presentes no solo na poluição aérea da região metropolitana de São Paulo (RMSP), amostras de solo foram coletadas nas diversas estações de monitoramento da CETESB, no IPEN e também em uma região considerada limpa do Parque Estadual Intervales (PEI), Mata Atlântica, SP.

Dentre as várias técnicas analíticas que podem ser aplicadas na análise de solos, neste trabalho foi utilizada a análise por ativação com nêutrons (NAA). Neste trabalho serão apresentados os resultados da validação desta metodologia e os resultados preliminares das determinações elementares de amostras de solo.

## OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi validar a NAA com relação à exatidão e precisão por meio da análise de materiais certificados de referência (MCR) IAEA Soil 7 e NIST 2074 Buffalo River Sediment, para posterior análise de amostras de solos.

## METODOLOGIA

As amostras de solo coletadas a uma profundidade de 10 cm e submetidas a uma secagem de 12h a 40°C em uma estufa,

foram moídas em almofariz de ágata obtendo-se na forma de pó fino. A NAA consiste na irradiação de elementos da amostra com nêutrons onde há formação de radioisótopos. A medição dos raios gama destes radioisótopos permite a análise qualitativa e quantitativa dos elementos. O procedimento da NAA consistiu em irradiar no reator nuclear IEA-R1, cerca de 100 mg de solo pesados em invólucro de polietileno, juntamente com os padrões sintéticos dos elementos. Foram realizadas irradiações longas sob um fluxo de nêutrons térmicos da ordem de  $5 \times 10^{12} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  por um período de 8h. As atividades gama induzidas das amostras e padrões foram medidas usando um detector de Ge hiper puro ligado a um espectrômetro de raios gama. Os radioisótopos foram identificados pelo tempo de meia vida e energias dos raios gama. As concentrações dos elementos foram calculadas pelo método comparativo.

## RESULTADOS

Neste trabalho foram determinados os elementos As, Br, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, K, La, Lu, Nd, Rb, Sb, Sc, Se, Sm, Tb, Th, Yb, U e Zn. Nos resultados de MCR, foram obtidos desvios padrão relativos e erros percentuais inferiores a 13,3%, para a maioria dos elementos. Os resultados menos exatos e precisos foram obtidos para os elementos Ca, Tb, Cr, Sb e Se devido ao problema de interferências espectrais. Foi calculado o parâmetro z-score [1]. Na Figura 1 os índices de z-score estão entre -2 e 2, indicando que os dados obtidos estão dentro da faixa dos valores certificados, a um nível de confiança de 95%.

Os resultados preliminares de As, Br, Ce, La, Nd, Th e U das análises de solos coletados são apresentados na Fig. 2.

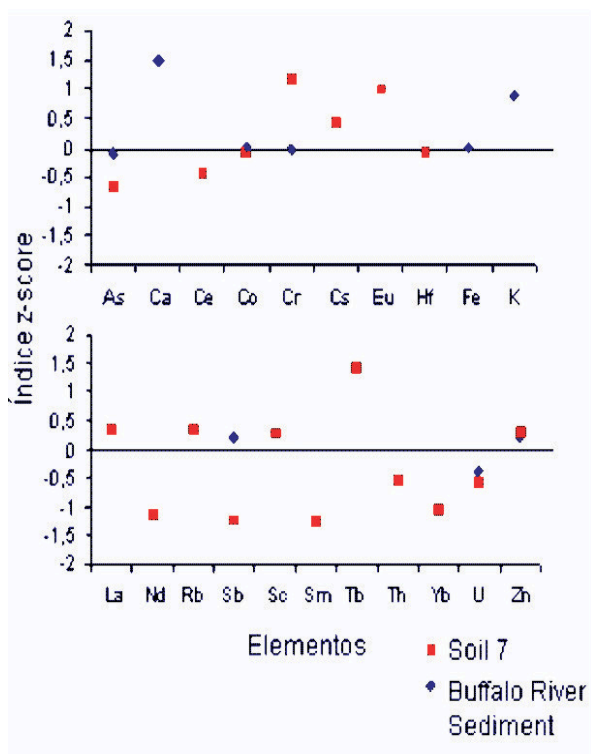


Figura 1: Valores de Z-score para os Materiais de Referência Soil 7 e Buffalo River Sediment

## CONCLUSÕES

O procedimento da NAA adotado na análise de materiais geológicos foi adequado, uma vez que foram obtidos resultados com uma boa precisão e exatidão além de permitir a análise de vários elementos.

A comparação entre as concentrações de Ce, Th e U obtidas para os solos, mostrou que elas são da mesma ordem de grandeza com exceção daquelas obtidas para solo coletado no IPEN, próximo ao antigo laboratório de química. Já para La e Nd as mais altas concentrações foram obtidas para amostras do IPEN e Congonhas. Para As e Br as suas altas concentrações foram obtidas para solos de Santo André-Capuava e Cerqueira César.

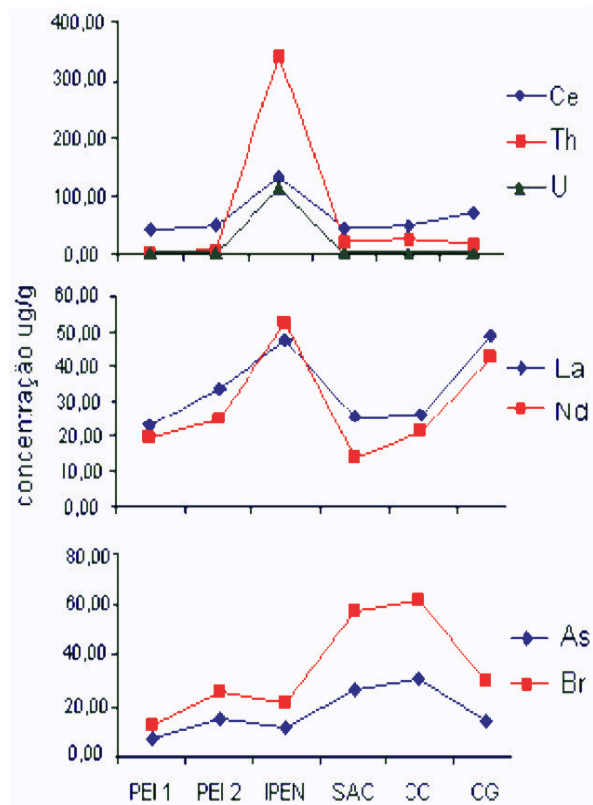


Figura 2. Concentrações dos Elementos nos Pontos: PEI 1- Parq. Est. Intervalas; PEI 2- Parq. Est. Intervalas; IPEN; SAC- Santo André-Capuava; CC-Cerqueira César; CG-Congonhas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] E. J. Wyse, S. Azemard, S. Y. De Moura, Report n. IAEA/AL/147, IAEA/MEL/75, 2004.

## APOIO FINANCEIRO

CNPq/PIBIC e FAPESP