



Avaliação da Concentração de Metais no Solo da Área de Influência do Reservatório Biritiba Mirim, São Paulo

T. C. Silva¹, S. R. Damatto² e P. N. Gonçalves³

¹ *thiagocosta.thiti@gmail.com Laboratório de Radiometria Ambiental - IPEN*

² *damatto@ipen.br Laboratório de Radiometria Ambiental - IPEN*

³ *pedro.goncalves@ipen.br Laboratório de Radiometria Ambiental - IPEN*

1. Introdução

A alta demanda por energia elétrica e água na atualidade é um dos fatores responsáveis pelos altos índices de construção de reservatórios ou barragens a níveis globais [1-3]. A qualidade da água é primordial para a população, visto que esta será distribuída e utilizada pelas pessoas da região. Contudo, a presença de tais barreiras pode se mostrar prejudicial, interrompendo o fluxo dos rios e influenciando o ecossistema das represas. Assim, o local torna-se suscetível à contaminação ambiental, e à concentração de elementos químicos potencialmente tóxicos.

O solo é um sistema trifásico formado pelo intemperismo de rochas e estruturado em horizontes pelos processos de pedogênese (acidificação, remoção, transporte e transformação), sendo seus principais fatores contribuintes o clima, relevo, organismos vivos que habitam o solo, propriedades da rocha matriz e o tempo. A poluição do solo contribui para transferir poluentes para as águas superficiais, uma vez que estão sujeitos à erosão, lixiviação e percolação até as águas subterrâneas subseqüente de escoamento básico [4-5].

Elementos traço são aqueles presentes em baixas concentrações no ambiente (< 0,1% ou < 100 ppm) [6], em suma, metais catiônicos e aniônicos inorgânicos. Suas concentrações em solos estão diretamente relacionadas com a geoquímica do substrato que lhes deu origem, pois os elementos traço presentes na estrutura cristalográfica dos minerais que formam a rocha são transferidos para a composição do solo através do intemperismo químico [5, 7-10]. Desta forma, determiná-los pode auxiliar na compreensão dos processos químicos envolvidos com a deposição de contaminantes em ambientes aquáticos, como por exemplo, um reservatório.

O objetivo do presente trabalho foi a avaliação da concentração de metais no solo superficial da área de influência do Reservatório Biritiba Mirim, São Paulo utilizando a técnica analítica de análise por ativação com nêutrons instrumental – INAA e verificar o enriquecimento dos elementos determinados em relação aos valores de referência da Crosta Continental Superior – CCS [2].

2. Metodologia

Doze pontos distintos foram selecionados para a coleta de solos superficiais do reservatório Biritiba- Mirim, os quais foram coletados com amostrador de solos superficiais de PVC que permitiu a coleta de até 20 cm de profundidade.

Os elementos Na, K, Rb, Cs, Ca, Ba, Cd, Co, Cr, Ta, Sn, Hf, Zn, Fe, U e Th; os não metais Sb, As, Br e os elementos Terras Raras Sc, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb e Lu foram determinados por INAA. As amostras de solo e materiais de referência foram irradiadas por um período de 6h, no Reator de Pesquisa IEA-R1 do IPEN [11]. Os materiais de referência usados foram NIST 2702 e 2711, e SL3 da IAEA. Para o cálculo das concentrações foi utilizada a equação (1).

$$C_{ai} = \frac{A_a^i(t) m_p C_{pi}}{A_p^i(t) m_a} * e^{\lambda(t_a - t_p)} \quad (1)$$

Em que:

C_{ai} = Concentração do elemento i na amostra (mg kg^{-1});

C_{pi} = Concentração do elemento i no material de referência (mg kg^{-1});

A_a^i = Atividade do elemento i na amostra (cps);

A_p^i = Atividade do elemento i no material de referência (cps);

m_a = Massa da amostra (g);

m_p = Massa do material de referência (g);

λ = Constante de decaimento do radioisótopo (s^{-1});

$(t_a - t_p)$ = Diferença de tempo entre a contagem da amostra e do material de referência (min).

O cálculo do fator de enriquecimento (EF) foi realizado por meio da equação (2). O elemento escolhido como normalizador foi o escândio (Sc), e os valores de referência são os da Crosta Continental Superior (CCS) [11].

$$EF_i = \frac{(C_i/C_n)_{amostra}}{(C_i/C_n)_{valor\ de\ referência}} \quad (2)$$

Em que:

EF_i = fator de enriquecimento para o elemento i (adimensional);

C_i = Concentração do elemento i (mg kg^{-1});

C_n = Concentração do elemento normalizador (mg kg^{-1}).

3. Resultados e Discussão

Na Tabela I são apresentados os resultados médios de concentração, valores mínimos e máximos para os 12 pontos de coleta, bem como os valores de referência da Crosta Continental Superior – CCS [2], em mg kg^{-1} , para os elementos que apresentaram valores maiores que os da CCS. Os elementos Ba, Cd, Co, Cr, Cs, Fe, K, Lu, Na, Rb, Sb, Sc, Sn, Yb e Zn apresentaram valores médios menores que os da CCS.

Tabela I – Concentração média, valores mínimos, máximos e CCS, mg kg^{-1} dos elementos nas amostras de solos superficiais

Elemento	Média	Mín	Máx	CCS
As	5,6 ± 0,2	1,1	16	4,8
Br	22 ± 2	9,6	36	1,6
Ce	115 ± 2	40,0	185	63,0
Eu	1,2 ± 0,1	0,33	1,6	1,0
Hf	12,0 ± 0,3	6,10	17,7	5,30
La	55,6 ± 0,9	21,9	82,7	31,0
Nd	51,0 ± 4,0	19,6	103	27,0
Sm	10,2 ± 0,4	3,80	17,2	4,70
Ta	1,89 ± 0,09	1,11	2,35	0,90
Tb	0,81 ± 0,06	0,47	1,2	0,70
Th	31 ± 1	22	52	11
U	5,77 ± 0,52	4,29	7,65	2,70

Nas Fig. 1 e 2 são mostrados os elementos que apresentaram enriquecimento moderado e significativamente enriquecidos para as amostras de solo BMSO1 a 6 e BMSO7 a 12, respectivamente. O Br, não apresentado nas figuras, foi o único elemento a apresentar enriquecimentos altos, com valores variando entre 8,9 e 52,2, mínimo e máximo, respectivamente.

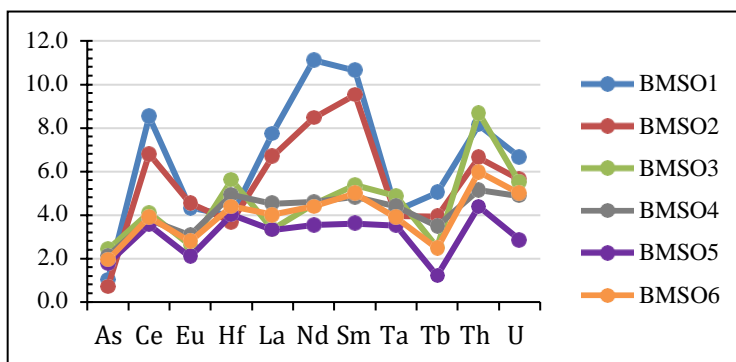


Figura 1: Elementos moderadamente e significativamente enriquecidos para os pontos BMSO1 a 6.

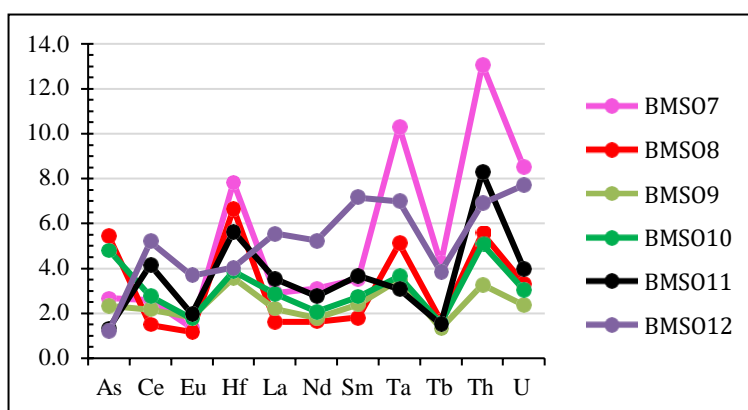


Figura 2: Elementos moderadamente e significativamente enriquecidos para os pontos BMSO7 a 12.

4. Conclusões

A partir dos resultados obtidos, foi possível realizar um diagnóstico inicial dos solos da área de influência do reservatório Biritiba-Mirim, em São Paulo, entretanto, estudos mais aprofundados na região são necessários para diferenciar os enriquecimentos entre fontes naturais e antropogênicas para os elementos-traço analisados. De maneira geral, entre todos os elementos determinados, os elementos As, Br, Ce, Eu, Hf, La, Nd, Sm, Ta, Tb, Th e U apresentaram valores maiores que os valores de referência da CCS. Na avaliação do enriquecimento dos elementos analisados, verificou-se que os elementos Ce, Hf, La, Nd, Sm, Ta, Th e U apresentaram enriquecimento predominantemente moderado e significativo alto e o elemento Br extremamente alto.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de IC.

Referências

- [1] M. Straskraba, J. G. Tundisi, *Diretrizes para o gerenciamento de lagos. Gerenciamento da qualidade da água de represas*. 3 ed. São Carlos, São Paulo: International Lake Environment Committee (2013).
- [2] R. L. Rudnick, S. Gao, H. D. Holland, K. K. Turekian, *Composition of the continental crust. The Crust*, vol. 3, pp. 1-64 (2003).
- [3] A. Holbach, S. Norra, L. J. Wang, Y. J. Yuan, W. Hu, B. H. Zheng, Y. H. Bi, “Three Gorges Reservoir: density pump amplification of pollutant transport into tributaries.” *Environ. Science & Technol.*, vol. 48, pp. 7798– 7806 (2014).
- [4] R. Hypolito, S. Andrade, S. Ezaki, *Geoquímica da Interação Água/Rocha/Solo: Estudos Preliminares*. São Paulo (2011).
- [5] M. L. Ribeiro, C. Lourencetti, S. Y. Pereira, M. R. R. D. Marchi, “Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar.” *Química Nova*, vol. 30, pp. 688-694 (2007).
- [6] G. M. Pierzynski, J. T. Sims, G. F. Vance, *Soils and environmental quality*. Boca Raton: Lewis, pp. 313 (1994).
- [7] W. Teixeira, T. R. Fairchild, M. C. M. D. Toledo, F. Taioli, *Decifrando a Terra*. 1 ed. São Paulo (2000).
- [8] R. C. B. De Oliveira, R. V. Marins. “Dinâmica de metais-traço em solo e ambiente sedimentar estuarino como um fator determinante no aporte desses contaminantes para o ambiente aquático: Revisão.” *Revista Virtual de Química*, vol. 3, pp. 88-102 (2011).
- [9] J. Grotzinger, F. S. Press, T. H. Jordan, *Para Entender a Terra*. 4 ed. Porto Alegre (2006).
- [10] É. S. Santos, B. F. Soares, L. E. P. Travassos, “Panorama inicial dos estudos pedológicos em regiões de carste tradicional.” *Anais do 31º Congresso Brasileiro de Espeleologia*, Ponta Grossa, PR (2011).
- [11] S. R. Damatto. *Determination of natural radionuclides from U and Th series, trace and major elements in sediment cores from Baixada Santista and evaluation of impacted areas* (2010).