

Avaliação e distribuição de metais, elementos traço e terras raras em perfis de sedimentos do reservatório de promissão, estado de São Paulo, por INAA

Matheus Angelini e Deborah Inês Teixeira Fávaro
Instituto de Pesquisas energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

O rio Tietê é um importante rio do estado de São Paulo com uma extensão de aproximadamente 1.100km. Esse rio banha 62 cidades ribeirinhas e, também, a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Seu corpo hídrico é composto por seis sub-bacias hidrográficas. [1] Esse estudo faz parte do projeto de pesquisa intitulado “Avaliação da Extensão e do Histórico de Poluição por Metais e Elementos Traço em Sedimentos Fluviais – Estudo de Caso, Rio Tietê, Estado de São Paulo”.

O reservatório de Promissão, está localizado no rio Tietê, cuja construção foi concluída em 1974 para fins de geração de energia elétrica.

Com o emprego da análise de sedimentos provenientes de sistemas aquáticos, podemos avaliar a contaminação por metais tóxicos, compreender os fenômenos de transporte que ocorrem nestes sistemas e analisando-se perfis de sedimentos, podemos traçar um histórico da poluição.

OBJETIVO

O presente estudo teve por objetivo avaliar a concentração de metais, elementos traço e elementos terras raras em dois perfis de sedimentos, com 35cm (T1- Ponto 1/Julho/2013) e 50cm (T3- Ponto 3/Janeiro/2014) de profundidade, fatiados a cada 2,5cm e resultando em 14 e 20 frações, respectivamente, no reservatório de Promissão, pela técnica de análise por ativação neutrônica (INAA).

METODOLOGIA

Os perfis de sedimentos foram seccionados em campo e levados ao laboratório. Em seguida foram secos em estufa ventilada à 40°C até massa constante e, posteriormente, peneirados em malha de 2 mm, moídos e passados em malha de 0,125 mm. Para determinação multielementar pela técnica de INAA, amostras de sedimentos e materiais de referência certificados foram irradiados no reator de pesquisas IEA-R1 do IPEN-CNEN/SP, sob um fluxo de nêutrons de $1 a 5 \times 10^{12} n \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, durante um ciclo diário. Os seguintes elementos puderam ser quantificados por espectrometria gama: As, Ba, Br, Ca, Co, Cr, Cs, Fe, Hf, Rb, Sb, Sc, Ta, Th, U, Zn e os elementos terras raras (Ce, Eu, Gd, La, Lu, Nd, Sm, Tb e Yb).

RESULTADOS

Para verificação da precisão do método de INAA, foi utilizado o critério de Z-score [2]. Todos os elementos apresentaram um valor de $-3 < Z < 3$, indicando uma boa precisão e exatidão do método. Para avaliação do nível de poluição em sedimentos, utilizam-se as ferramentas de Fator de Enriquecimento (*FE*) e Índice de Geoacumulação (*IGeo*) [3]. Para cálculo desses 2 indexes, utilizou-se como valores de referência o NASC (North American Shale Composite). Para o cálculo do *FE* utilizou-se o Sc como elemento normalizador. Valores de $FE > 1,5$, são indicativos de contribuição antrópica e $FE < 1,5$, valores considerados basais. Para o *IGeo*, tem-se uma classificação: $IGeo < 1$, níveis basais; $1 < IGeo < 2$, moderadamente poluído e $IGeo > 5$, altamente poluído. Os resultados para o *FE* mostraram que **As** e

Ta, apresentaram valores de $1,5 < FE < 6$, na maioria das frações analisadas do Ponto 1, com valores mais elevados na superfície para **As** e no final do perfil, para **Ta**. Os elementos **Ce**, **Eu**, **Hf**, **La**, **Nd** e **Sm** apresentaram $FE > 1,5$, praticamente em todo o perfil do ponto 1. O ponto 3 também apresentou valores de $1,5 < FE < 6$ para **As**, com valores mais elevados na superfície e **Ta**, com valores de $1,5 < FE < 2,0$, em todo o perfil. **Ce**, **La** e **Fe** apresentaram valores de $FE > 1,5$ somente nas frações mais superficiais (T3-1 a 10). Valores de $FE > 1,5$ são indicativos de poluição com contribuição antrópica e quanto maior o valor de FE, maior é o grau de contaminação. Analisando-se os valores obtidos para o *I*Geo, para T1 e T3 (Figura 1), pode-se observar que a maior parte dos elementos analisados apresentaram valores de $I_{Geo} < 1,0$, considerados como não poluídos. Porém, houveram exceções como **As**, com $1 < I_{Geo} < 2$, classificado como moderadamente poluído, nos pontos de T1-1 a T1-4 e **Ta**, nos pontos T1-10 a T1-14. No ponto 3, obtiveram-se valores de $1 < I_{Geo} < 2$, classificado como contaminado para **As** (T3-1 a 15), e não contaminado para **Ta** ($0 < I_{Geo} < 1$). Utilizando-se os valores orientadores **TEL** (Threshold effect level) e **PEL** (Probable effect level), para avaliação da qualidade de sedimentos [4] para As, Cr e Zn, verificou-se que: Ponto 1: **As**: somente os pontos T1-1 a T1-4, apresentaram valores $> TEL$ ($5,9 \text{ mg kg}^{-1}$); **Cr**: T4 a T14 $> TEL$ ($37,3 \text{ mg kg}^{-1}$); **Zn**: nenhum ponto ultrapassou o valor de **TEL** (123 mg kg^{-1}). Nenhuma amostra analisada ultrapassou os valores de **PEL** para os 3 elementos. Para o ponto 3, **As**: pontos T3-1 a T3-15, ultrapassaram o valor de **TEL**; **Cr**: T17 a T20 $> TEL$ e T3-1 a T3-16 $> PEL$, indicativo de qualidade ruim para esse metal; **Zn**: somente T3-12 ($> TEL$).

CONCLUSÕES

A técnica de INAA apresentou-se precisa e exata, permitindo a determinação de 25

elementos em sedimentos. A partir das ferramentas **FE** e *I*Geo de avaliação de nível de poluição, apenas **As** e **Ta** apresentaram valores indicativos de presença de poluição antrópica para os 2 pontos analisados. Quanto aos valores orientadores **TEL** e **PEL** de avaliação da qualidade de sedimentos, o ponto 1 apresentou classificação boa para **As** e **Cr** e ótima para **Zn**; o ponto 3, boa para **As** e **Zn** e ruim para **Cr**.

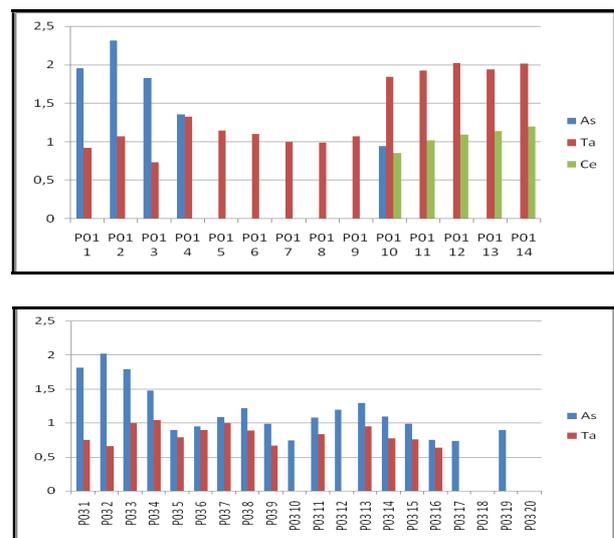


Figura 1. *I*Geo para os pontos T-1 e T-3

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&id=793:historico-do-rio-tiete&Itemid=53 (Acessado em 17/07/2017)
2. BODE, P. INSTRUMENTAL AND ORGANIZATIONAL ASPECTS OF A NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS LABORATORY, Delft, Interfaculty Reactor Institut, Netherlands, p.147, 1996.
3. ZANG, J. LIU, C.L. Coastal and Shelf Science Lett., v.54, p.1051-1070, 2002.
4. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Crítérios para Avaliação da Qualidade de Sedimento*. São Paulo. 4p. Anexo VI, 2006. Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/10.pdf>. Acesso em: jul 2017.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPQ E FAPESP (PROCESSO: 2014/20805-6)