



MODELO DE ATENUAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA MOBILIDADE DO ARSÊNIO E CRÔMIO NA BAÍA DE SEPETIBA, RIO DE JANEIRO

Ribeiro A.P.¹, Figueiredo A.M.G.¹, Wasserman, J.C.², Santos J.O.¹, Cortez, V.D.¹

¹ Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN-CNEN/SP, Laboratório de Análise por Ativação Neutrônica, CP 11049, 05422-970, São Paulo, SP, anamaria@ipen.br).

² Departamento de Análise Geo-Ambiental, Instituto de Geociência, UFF, Av. Litorânea s/n, 24210-340, Niterói, RJ

Palavras-chave: Baía De Sepetiba; Modelo de Atenuação da Concentração; Sedimentos

INTRODUÇÃO

O modelo de atenuação foi proposto por Wasserman e Queiroz (2004) para descrever o gradiente de concentrações de mercúrio em sedimentos da Enseada dos Tainheiro (Baía de Todos os Santos), a partir de uma possível fonte (indústria de cloro-soda) até locais mais afastados, onde as concentrações pudessem ser consideradas naturais. O objetivo foi determinar o raio de impacto de uma fonte conhecida, por meio de uma equação que descrevesse o gradiente da concentração. Acompanhando as concentrações no sedimento a partir da amostra próxima à fonte até a amostra mais distanciada, supunha-se que os valores deveriam cair à medida que aumentava a distância da fonte emissora. O modelo de Wasserman e Queiroz (2004) partiu de um princípio muito utilizado para a modelização da dispersão de poluentes em meio aquoso, que é a difusão descrita pela lei de Fick. (difusão molecular ou turbulenta) que assume o meio aquoso como homogêneo. O modelo proposto por Queiroz simula a mobilidade dos metais, partindo do princípio de que quanto mais móvel encontra-se o metal, mais bem distribuído este se encontra espacialmente.

Embora o modelo de Wasserman e Queiroz (2004) tenha estabelecido as bases teóricas da atenuação das concentrações, seu artigo introduziu um método para a representação da atenuação que não era muito preciso.

Neste trabalho, objetiva-se a aplicação do modelo da atenuação das concentrações de arsênio e de crômio a fim de se determinar a mobilidade destes elementos. O

modelo de atenuação foi construído de maneira distinta ao apresentado por Wasserman e Queiroz (2004). Após a construção dos mapas de isóteores de metais, foram selecionados "hot spots", ou seja, áreas de mais elevada concentração dos elementos de interesse, neste caso As e Cr, e, a partir destes "hot spots", foram traçadas radiais em todas as direções que são interrompidas nos locais onde as concentrações são mínimas.

O modelo foi utilizado para amostras de sedimentos coletadas na baía de Sepetiba, Rio de Janeiro.

Há alguns anos, a baía de Sepetiba vem sendo foco de estudos ambientais (Lacerda *et al.*, 1987; Rodrigues, 1990; Pellegatti *et al.*, 2001; Wasserman & Queiroz, 2002), uma vez que, devido à política de incentivo do crescimento industrial, a região tem sofrido as consequências negativas de um desenvolvimento não sustentável, como, por exemplo, o lançamento de efluentes industriais, potencialmente tóxicos em suas águas. Além disso, o crescimento populacional de uma forma não planejada, no entorno da baía, contribui com o lançamento de esgotos domésticos no espelho d'água.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletadas 67 amostras de sedimentos, utilizando-se um amostrador busca-fundo tipo Van Veen (Rubio & Ure, 1993). As amostras foram, então, acondicionadas em sacos de polietileno e congeladas a -20°C.

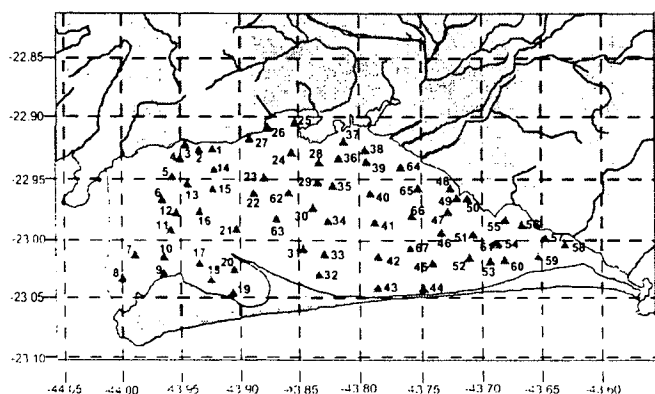


Figura 1: Pontos de coleta das amostras de sedimentos

10947



A determinação das concentrações totais dos elementos estudados foi obtida utilizando-se a técnica de análise por ativação com nêutrons instrumentais (AANI). Foram pesados cerca de 150 mg de amostra e do material de referência Buffalo River Sediment, em sacos de polietileno selados a quente. Além das amostras e do material de referência, foram pipetadas alíquotas de soluções padrão (SPEX-CERTIPREP), com concentrações conhecidas dos elementos, em papel de filtro Whatman nº 40 (1cm²). Amostras e padrões foram irradiados por 16 horas sob fluxo de nêutrons térmicos de 10¹⁵ n cm⁻² s⁻¹, no reator nuclear IEA-R1 do IPEN. As medidas de radiação gama induzida foram realizadas em um espectrômetro de raios gama, consistindo de um detector de germânio hiperpuro modelo GMX2019. Foram realizadas duas séries de medidas, sendo a primeira cerca de 5 dias e a segunda cerca de 15 dias após a irradiação.

A partir destes resultados foram gerados os mapas de isolinhas de concentrações, que são apresentados nas figuras 2 e 4, posteriormente, foram identificados os "hot spots", onde foram traçadas as radiais. Várias radiais foram inseridas, em função do número de "hot spots". Em seguida, criou-se um arquivo, no programa SURFER, com as coordenadas e a concentração dos pontos onde as radiais cortavam as linhas de isotores. Este arquivo foi exportado para o Excel, onde a distância (*D*) entre os pontos consecutivos foi calculada trigonometricamente pelas suas coordenadas geográficas e o valor da atenuação (*A*) para cada intervalo de isolinha, utilizando-se a equação: $A = \sqrt{[Me] D^2}$, onde $\sqrt{[Me]}$ é a diferença entre a concentração da primeira isolinha e a segunda e *D* é a distância entre duas isolinhas consecutivas. Novamente no programa SURFER, foram gerados os mapas de atenuação para cada um dos elementos estudados (Fig. 3 e 5).

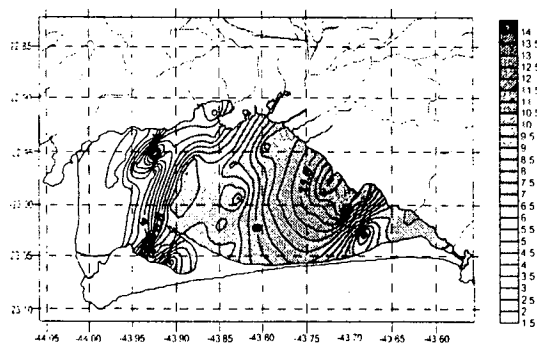


Figura 2: Mapa de isotores de As em mg kg⁻¹.

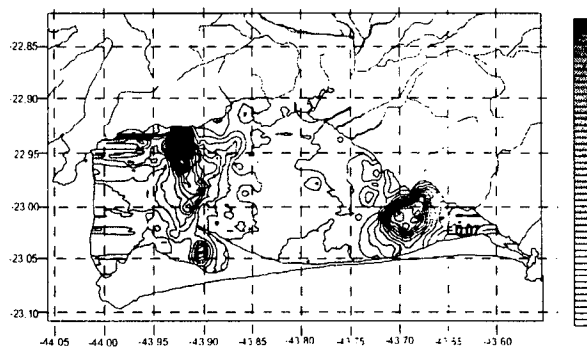


Figura 3: Variação de atenuação de As na baía.

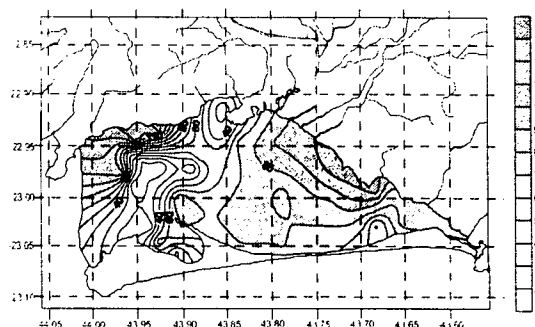


Figura 4: Mapa de isotores de Cr em mg kg⁻¹.

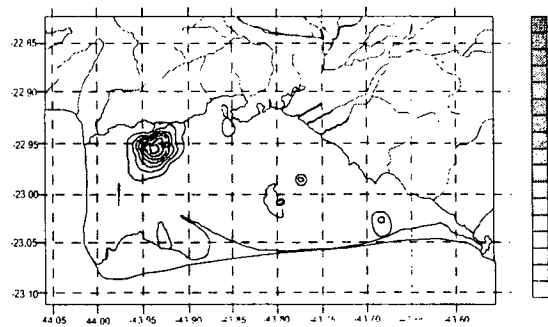


Figura 5: Variação da atenuação de Cr na baía.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O intervalo de concentração obtido para o As ficou entre 1,7 a 11,4 mg kg⁻¹ e para o Cr ficou entre 12 e 129 mg kg⁻¹. Tanto o As como o Cr (Figs. 2 e 4) apresentaram concentrações relativamente elevadas, em associação com a cidade de Itacuruçá, principalmente na saída Oeste do canal entre a Ilha de Itacuruçá e o continente. Aparentemente a fonte destes elementos é totalmente diversa das concentrações de Zn e Cd (Wasserman, 2002), e parece associada a alguma atividade urbana ou

(mais provavelmente) aos pequenos estaleiros instalados nas áreas. Com relação aos mapas de atenuação (Figs. 3 e 5) observou-se para os dois elementos uma homogeneidade muito grande ao longo da baía, indicando elevada mobilidade destes elementos. O modelo parece responder quando existe algum tipo de fonte bem definida, mas quando não existem aportes significativos, a homogeneidade de concentrações ao longo do sistema determina uma atenuação reduzida. Neste caso, a baixa atenuação de concentração não implica necessariamente



em alta mobilidade. Para o As, as atenuações se apresentaram mais significativas na parte Oeste da baía, apesar de uma hidrodinâmica mais intensa, e também no fundo da baía. Já para o Cr, as maiores atenuações foram observadas apenas na parte Oeste. Nesta área, carregadores químicos como os sulfetos podem estar retendo os metais no sedimento, restringindo a mobilidade dos elementos.

CONCLUSÕES

Os mapas de atenuação gerados para o As e Cr permitiram observar uma mobilidade mais restrita para estes elementos na região central da Baía de Sepetiba, ao longo da saída dos rios afluentes (ao Norte) que podem estar atuando como barreira geoquímica. O despejo de sedimentos contaminados por meio dos rios, deve provocar a imobilização de vários elementos, como é o caso do As e Cr, aumentando suas concentrações. Entretanto, os elementos não são transportados e conseqüentemente, os mesmos são diluídos neste local.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- Lacerda, L.D. Pfeiffer, WC, Fiszman, M. 1987. Heavy metal distribution, availability and fate in Sepetiba bay, S.E. Brazil. *Sci. Tot. Environm.* 65, 163-173.
- Pellegatti F, Figueiredo, AMG, Wasserman, JC. 2001. Neutron activation analysis applied to the determination of heavy metals and other trace elements in sediments from Sepetiba bay (RJ), Brazil. *Geostandards Newsletter, The Journal of Geostandards and Geoanalysis* 25, 307-315.
- Rodrigues, P.P.G.W. 1990. Aporte de Metais Pesados para a Baía de Sepetiba e seu Comportamento na Região Estuarina. Dissertação de Mestrado, Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 161 pp.
- Rubio, R e Ure, A.M. 1993. Approaches to Sampling and Sample Pretreatments for Metal Speciation in Soils and Sediments. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 51, 205-217.
- Wasserman JC, Queiroz EL 2004. The attenuation of concentrations model: A new method for assessing mercury mobility in sediments. *Quim. Nova.* 27:17-21.
- Wasserman, J. C, Queiroz, E. L. 2002. Attenuation model as an alternative for fractionation procedures for the evaluation of mercury mobility in sediments of the Tainheiros cove, Bahia, Brazil., *Journal of Soils and Sediments* (submitted).
- Wasserman JC. 2002. Estudo da mobilidade e toxicidade dos metais em sedimentos da baía de Sepetiba. Fundação Ricardo Franco/FEEMA, Niterói. 28 p.