

# NÍVEIS DE $^{210}\text{Pb}$ E $^{210}\text{Po}$ EM ÁGUAS DOS CANAIS DO SISTEMA COSTEIRO CANANÉIA-IGUAPE (SÃO PAULO, BRASIL)

Roberto T. Saito<sup>1</sup>, Rubens C. L. Figueira<sup>2,3</sup>, Moyses G. Tessler<sup>2</sup> e Ieda I. L. Cunha<sup>1</sup>

1 - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CNEN-SP - CRPq  
Post office box 11049 - ZIP CODE 05422-970 - Pine trees - São Paulo - Brazil  
E-mail: hare\_roberto@yahoo.com.br

2 - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo - IO/USP

3 - Universidade Cruzeiro do Sul - CETEC/UNICSUL

## RESUMO

Neste trabalho foram determinados os níveis de  $^{210}\text{Pb}$  e  $^{210}\text{Po}$  em amostras de água dos canais estuarinos do sistema Cananéia-Iguape, coletadas entre os anos de 1998 e 2000. Após a pré-concentração das amostras por evaporação, foram aplicados métodos radioquímicos para a análise de  $^{210}\text{Pb}$  e  $^{210}\text{Po}$ , que foram detectados por espectrometria alfa. Nas amostras de água do estuário, foram obtidos níveis para  $^{210}\text{Pb}$  variando de 2,3 a 6,2  $\text{mBq.L}^{-1}$  e para  $^{210}\text{Po}$  valores de 1,1 a 4,1  $\text{mBq.L}^{-1}$ . Os níveis mais altos de  $^{210}\text{Pb}$  e  $^{210}\text{Po}$  foram encontrados junto ao canal do Valo Grande e os mais baixos na região de Cananéia. Os valores mais altos encontrados no Valo Grande devem estar associados a maior contribuição do Rio Ribeira de Iguape. Os níveis destes radionuclídeos observados nas águas estuarinas estão de acordo com os dados obtidos por outros autores.

Keywords: ecosystem estuarine, seawater samples,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$ , alpha spectrometry.

## I. INTRODUÇÃO

O Sistema Costeiro de Cananéia-Iguape localiza-se no litoral sul de Estado de São Paulo. Este ecossistema apresenta uma dinâmica muito intensa, com influência da grande carga de sedimentos e outros materiais, como os radionuclídeos, provenientes do Rio Ribeira de Iguape, através do canal do Valo Grande. Além disso, este Sistema sofre a ação das oscilações das marés do litoral e das cargas provenientes dos pequenos rios que deságuam no local.

É um ecossistema bastante diversificado, de grande importância, sendo um grande criadouro de diversas espécies aquáticas. Além disso, por causa da sua relativa preservação, esta região merece uma atenção especial, pois corre o sério risco de ser degradada, em virtude da ocupação sem planejamento e da grande exploração dos seus recursos naturais[1].

Os radionuclídeos da série de decaimento do  $^{238}\text{U}$ , como  $^{210}\text{Pb}$  e  $^{210}\text{Po}$ , são elementos radioativos naturais e se encontram disseminados no ambiente em quantidades traços. Com a grande interação entre hidrosfera e a atmosfera, estes radionuclídeos são introduzidos no ambiente marinho através da deposição atmosférica ou erosão na superfície terrestre. A atividade humana, cada vez mais intensa principalmente nas últimas décadas, tem provocado alterações significativas nesta interação.

A utilização de fertilizantes com fosfatos pode

umentar a concentração destes radionuclídeos no solo, que são lixiviados para os rios e podem alcançar os oceanos, constituindo uma fonte adicional de  $^{210}\text{Pb}$  e  $^{210}\text{Po}$ , devido às altas concentrações de radionuclídeos da série do urânio na rocha fosfática[2].

Na água,  $^{210}\text{Pb}$  e  $^{210}\text{Po}$  podem ser retirados da coluna d'água pelo material particulado em suspensão e se depositar nos sedimentos ou serem incorporados pelos organismos aquáticos. Embora sejam encontrados em baixas concentrações na água, estes radionuclídeos acumulam-se nos organismos aquáticos, durante as transferências na cadeia alimentar. Desta forma, uma quantidade aparentemente inócua de radioatividade pode rapidamente tornar-se um problema mais sério.

Desta forma, este trabalho teve o objetivo de determinar os níveis de  $^{210}\text{Pb}$  e  $^{210}\text{Po}$  em águas superficiais dos canais do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape (litoral sul do Estado de São Paulo).

## II. METODOLOGIA

**Coleta das amostras.** As amostras de águas superficiais foram coletadas em 6 (seis) pontos do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape:

A1 - Base sul do I. O. ( $47^{\circ}54,9'W$ ;  $25^{\circ}01,8'S$ );

A2 - Mar de Cananéia ( $47^{\circ}55,0'W$ ;  $25^{\circ}01,4'S$ );

A3 - Baía de Trapandé ( $47^{\circ}55,6'W$ ;  $25^{\circ}07,2'S$ );

A4 - Barra de Cananéia ( $47^{\circ}54,7'W$ ;  $25^{\circ}07,0'S$ );

A5 - Valo Grande (47°34,3'W; 24°42,9'S);

A6 - Valo Grande (47°33,9'W; 24°43,4'S).

Para a coleta de água foram utilizados baldes plásticos, sendo coletados cerca de 20 L de água superficial. A água foi acondicionada em um galão de polietileno e acidificada, com ácido nítrico concentrado e armazenada até as análises, em laboratório.

**Preparação das amostras.** 1 L de água foi pré-concentrada, em chapa aquecedora a 90° C, até o volume de 200 mL. Em seguida, foram aplicados métodos radioquímicos de análise, que consistiram na troca do meio ácido, deposição em disco de prata, percolação em resina aniônica, eluição do polônio, detecção alfa do polônio, tempo de espera para o equilíbrio radioativo entre <sup>210</sup>Pb e <sup>210</sup>Po, nova eluição do polônio e detecção alfa do <sup>210</sup>Po que corresponde à atividade do <sup>210</sup>Pb[3].

**Detecção.** Para a determinação de <sup>210</sup>Pb e <sup>210</sup>Po foi utilizado um espectrômetro alfa (EG&G ORTEC, modelo 576<sup>A</sup>, detector de silício com barreira de superfície), com boa eficiência de contagem para estes radionuclídeos.

**Atividade dos radionuclídeos.** A atividade de <sup>210</sup>Po foi calculada com a Equação 1,

$$A = \frac{C - Br}{r \times \epsilon \times m} \quad (1)$$

em que:

A = Atividade do <sup>210</sup>Po (Bq.kg<sup>-1</sup>);

C = Taxa de contagem da amostra (cps);

Br = Taxa de contagem da radiação de fundo (cps);

r = Rendimento de recuperação do polônio através do traçador <sup>208</sup>Po;

ε = Eficiência de contagem do detector alfa (31%);

m = Massa de amostra analisada (kg);

Para a determinação de <sup>210</sup>Pb, a solução resultante foi armazenada por 6 meses para o crescimento do <sup>210</sup>Po a partir do <sup>210</sup>Pb[3; 4]. A atividade de <sup>210</sup>Pb, foi calculada por meio da Equação 2,

$$A = \frac{C - Br}{R \times r \times \epsilon \times m \times (1 - e^{-\lambda t_1})} \quad (2)$$

em que:

A = Atividade do <sup>210</sup>Pb (Bq.kg<sup>-1</sup>);

C = Taxa de contagem da amostra (cps);

Br = Taxa de contagem da radiação de fundo (cps);

R = Rendimento de recuperação do chumbo (método gravimétrico);

r = Rendimento de recuperação do polônio (<sup>208</sup>Po);

ε = Eficiência de contagem beta do detector alfa (31%);

m = Massa de amostra analisada (kg);

λ = Constante de decaimento do <sup>210</sup>Po;

t<sub>1</sub> = Tempo transcorrido entre a separação completa do <sup>210</sup>Pb/<sup>210</sup>Po e a data de contagem (dias).

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na determinação de <sup>210</sup>Pb e <sup>210</sup>Po nas águas superficiais dos canais do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape estão expressos na Tabela 1 e na Figura 1.

TABELA 1. Níveis de <sup>210</sup>Pb e <sup>210</sup>Po em Amostras de Águas Superficiais do Sistema.

Amostras	<sup>210</sup> Pb (mBq.L <sup>-1</sup> )	<sup>210</sup> Po (mBq.L <sup>-1</sup> )
A1	2,1 ± 0,2	1,6 ± 0,1
A2	3,3 ± 0,2	2,1 ± 0,1
A3	3,7 ± 0,3	2,9 ± 0,2
A4	2,5 ± 0,2	1,7 ± 0,1
A5	6,2 ± 0,6	4,1 ± 0,4
A6	5,8 ± 0,5	3,6 ± 0,3

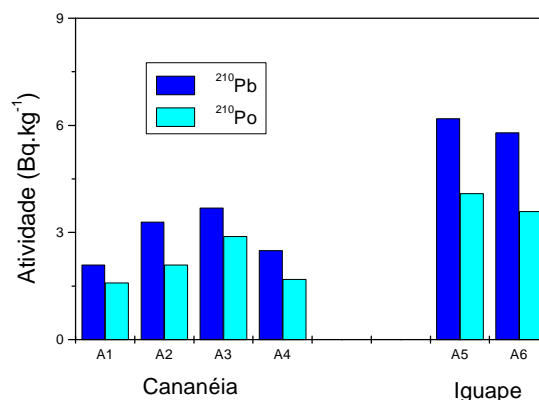


FIGURA 1. Concentração de <sup>210</sup>Pb e <sup>210</sup>Po em Águas do Sistema Cananéia-Iguape.

A Tabela 1 e a Figura 1 mostram que foram obtidos níveis para <sup>210</sup>Pb variando de 2,1 a 6,2 mBq.L<sup>-1</sup> e para <sup>210</sup>Po valores de 1,6 a 4,1 mBq.L<sup>-1</sup>. Os maiores níveis de <sup>210</sup>Pb e <sup>210</sup>Po foram encontrados no Valo Grande (A5 e A6), valor médio de 6,0 e 3,9 mBq.L<sup>-1</sup>, respectivamente, e os mais baixos na região de Cananéia (A1, A2, A3 e A4), valor médio de 2,9 e 2,1 mBq.L<sup>-1</sup>, respectivamente.

Os valores obtidos no Valo Grande devem estar associados a maior contribuição do Rio Ribeira de Iguape. Além disso, a atividade humana desenvolvida ao longo do rio, com a utilização de fertilizantes na agricultura, pode colaborar para a liberação destes radionuclídeos no ambiente.

A utilização de fertilizantes na atividade agrícola no Vale do Ribeira pode aumentar a concentração destes radionuclídeos no solo, que são carregados pelas chuvas

freqüentes e atingir o Rio Ribeira de Iguape, chegando até o Valo Grande.

Embora tenha sido verificado uma pequena variação na concentração de  $^{210}\text{Pb}$  e  $^{210}\text{Po}$  ao longo do Sistema Cananéia-Iguape, os valores obtidos estão próximos dos valores obtidos por outros autores em outras regiões. No litoral da Síria[5] foram observados valores para  $^{210}\text{Po}$  entre 4 e 6  $\text{mBq.L}^{-1}$ , em águas marinhas do litoral da Síria. No litoral do norte da França[6] foram observados níveis de  $^{210}\text{Po}$  variando de 2,5 a 14  $\text{mBq.L}^{-1}$ . McDONALD *et al.*[7] obtiveram níveis de  $^{210}\text{Pb}$  e  $^{210}\text{Po}$ , na costa da Grã Bretanha, entre 0,8 a 32  $\text{mBq.L}^{-1}$  e 0,7 a 8,7  $\text{mBq.L}^{-1}$ , respectivamente. Segundo estes autores, os níveis mais altos destes radionuclídeos estão relacionados à atividade industrial. CARVALHO[8] encontrou níveis de  $^{210}\text{Po}$  na camada superior da água, da costa de Portugal e da Ilha da Madeira, variando entre 1 a 4  $\text{mBq.L}^{-1}$ , com média de 1,1  $\text{mBq.L}^{-1}$ , esse mesmo autor[9] observou níveis de  $^{210}\text{Pb}$  e  $^{210}\text{Po}$ , em águas do estuário Tagus, Portugal, variando entre 0,02 e 0,49  $\text{mBq.L}^{-1}$  e de 0,01 a 0,31  $\text{mBq.L}^{-1}$ , respectivamente.

Para os organismos aquáticos, a presença de determinados radionuclídeos na água, mesmo em baixas concentrações, pode representar um risco, uma vez que alguns destes elementos podem ser absorvidos e permanecer dentro do corpo destes organismos, ocorrendo um acúmulo ao longo do tempo.

#### IV. CONCLUSÃO

Os níveis de  $^{210}\text{Pb}$  e  $^{210}\text{Po}$  em amostras de águas superficiais dos canais do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape obtidos neste trabalho foram baixos e concordantes com outras regiões do mundo, entretanto, é aconselhável um monitoramento periódico destes radionuclídeos em amostras estuarinas.

#### AGRADECIMENTOS

À FAPESP e ao CNPq pelo apoio financeiro, ao Instituto Oceanográfico da USP pelo uso da Base Sul/Cananéia-SP e auxílio nas coleta das amostras, e à UNICSUL pelo auxílio para a confecção e apresentação do trabalho.

#### V. REFERÊNCIAS

- [1] SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; MESQUITA, H. S. L.; CINTRÓN-MOLERO, G. **The Cananéia lagoon-estuarine system, São Paulo, Brazil.** *Estuaries*, 2(3): 193-203, 1990.
- [2] PARFENOV, Y. D. **Polonium-210 in the environment and in the human organism.** *At. Energy Rev.*, 12: 75-143, 1974.
- [3] SAITO, R. T. **Determinação de  $^{210}\text{Pb}$  e  $^{210}\text{Po}$  em amostras marinhas e aerossóis.** São Paulo: 1996.

Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo.

- [4] SAITO, R. T.; CUNHA, I. I. L. **Determination of  $^{210}\text{Po}$  in marine samples.** *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 220(1): 117-119, 1997.
- [5] OTHMAN, I.; YASSINE, T.; BHAT, I. **The measurement of some radionuclides in the marine coastal environment of Syria.** *Sci. Total Environ.*, 153: 57-60, 1994.
- [6] KÖSTER, H. N.; GUEGUENIAT, P.; DUURMA, GALVÃO, J. P. **Behaviour of polonium-210 and lead-210 in european marine environments. Application of bio-indicators.** (EUR-14927): 347-358, 1993.
- [7] McDONALD, P.; COOK, G. T.; BAXTER, M. S. **Natural and artificial radioactivity in coastal regions of UK.** *Radiat. Prot. Dosimetry*, 45(1-4): 707-710, 1992.
- [8] CARVALHO, F. P.  **$^{210}\text{Po}$  in marine organisms: a wide range of natural radiation dose domains.** *Radiat. Prot. Dosimetry*, 24(1-4): 113-117, 1988.
- [9] CARVALHO, F. P.  **$^{210}\text{Pb}$  and  $^{210}\text{Po}$  in sediments and suspended matter in the Tagus estuary, Portugal. Local enhancement of natural levels by wasters from phosphate ore processing industry.** *Sci. Total Environ.*, 159: 201-214, 1995.

#### ABSTRACT

In this work the  $^{210}\text{Pb}$  and  $^{210}\text{Po}$  levels in seawater samples of the estuarine channels of the system Cananeia-Iguape, collected among the years from 1998 to 2000, were determined. After the sample preconcentration by evaporation, radiochemical methods were applied to the analysis of those radionuclides, that were detected by alpha spectrometry. The levels for  $^{210}\text{Pb}$  varying from 2.3 to 6.2  $\text{mBq.L}^{-1}$  and for  $^{210}\text{Po}$  values from 1.1 to 4.1  $\text{mBq.L}^{-1}$ . The highest levels were found in the channel near to the Valo Grande station and the lowest in the area of Cananeia. The highest values found a Valo Grande should be associated to the larger contribution of Ribeira of Iguape river. The levels of these radionuclides observed in the estuarine waters are in agreement with the data obtained by other authors.