

## NÍVEIS DE CHUMBO, COBRE E ZINCO EM AMOSTRAS DE SEDIMENTOS 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>, Ieda I. L. Cunha<sup>1</sup> - IPEN/CNEN-SP –  
Supervisão de Radioquímica. Cx.P. 11049, CEP 05422-970, Pinheiros, São Paulo, Brasil. E-mail:  
hare\_roberto@yahoo.com.br

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

3- CETEC – Universidade Cruzeiro do Sul -UNICSUL

### ABSTRACT

The Cananéia-Iguape Estuary is located at the Southern coast Brazil, in an area of 200 km<sup>2</sup>, including some islands separated by lagoons and rivers that flow to the ocean. The Ribeira de Iguape River is the principal source of sediment into the estuary. The highest sedimentation dynamic is near Iguape Island (Mar Pequeno), that presents high levels of lead resulting from wasters ore processing in Ribeira de Iguape River. In this work, the results of measurements of lead, zinc and copper in sediment cores collected in four stations along the Estuary were report. Lead, copper and zinc showed a wide range of concentration in sediments: 3 to 166 µg.g<sup>-1</sup>, 3 to 44 µg.g<sup>-1</sup> and 8 to 133 µg.g<sup>-1</sup>, respectively. The highest metal levels were obtain in the Core of Valo Grande Channel whereas lowest levels were measured in the Core of Ponta do Frade. The Valo Grande Channel station presented the highest influence of the sediment deposition and the mining lead ore in the Ribeira de Iguape River. These values are in good agreement with obtained by other authors in the same Estuary.

### 1 – INTRODUÇÃO

O Sistema Costeiro Cananéia-Iguape localiza-se no litoral sul do Estado de São Paulo (25° S – 48° W), com uma área aproximada de 200 km<sup>2</sup>, representando a mais bem desenvolvida planície costeira do Estado, com a presença de um conjunto de ilhas localizadas próximas ao continente, separadas entre si por uma série de estreitos canais que se interligam e deságuam no Oceano Atlântico (Figura 1). A região é formada por lagoas costeiras e apresenta características de estuário (TUNDISI, 1969).

Os canais deste Sistema apresentam uma dinâmica muito intensa, sofrendo influência da grande carga de sedimentos finos em suspensão provenientes do Rio Ribeira de Iguape, das oscilações das marés do litoral e das cargas provenientes dos pequenos rios que deságuam no local. Ao longo da região cada um destes fatores afetam a circulação dos sedimentos (SUGUIO & TESSLER, 1992). Considerando-se a gênese da planície costeira do Sistema Cananéia-Iguape, bem como as características de texturas e composições dos sedimentos presentes nas seqüências sedimentares, depositados ao longo dos processos transgressivos/regressivos (SUGUIO & MARTIN, 1978), verifica-se que a fonte de metais encontrados nos sedimentos dos canais é predominantemente externa à planície, visto que também não ocorrem processamentos industriais e/ou minerais na planície costeira, que justificassem os elevados teores detectados no local (TESSLER *et al.*, 1987).

Segundo MORAES (1997), a província mineral do Alto Vale do Rio Ribeira tem sido minerada desde os tempos coloniais, acarretando um incremento na drenagem deste rio de partículas enriquecidas de metais provenientes da lixiviação de rejeitos ou da lavagem do minério. Apesar da ocupação humana ao longo da planície não ser muito intensa, a análise de alguns metais em sedimentos dos canais demonstraram a ocorrência de elevados teores, especialmente de chumbo (TESSLER *et al.*, 1987; MORAES, 1997), comparáveis aos obtidos por RIBEIRO (1979), em Aratu (Ba), que é afetada por problemas de contaminação humana. O Sistema Cananéia-Iguape por sua condição de ambiente de transição, com a ocorrência de vários sub-ambientes de deposição, desde continentais até francamente marinhos, servindo como área de criação de fauna e flora característica e fonte alimentar

para a população humana local, se mostra um local adequado para os estudos relacionados à estimativas dos níveis de metais nos sedimentos.

O objetivo do presente trabalho foi estudar os níveis de alguns metais nos sedimentos, analisando seu comportamento e distribuição ao longo do Sistema Cananéia-Iguape e a influência da mineração no Alto Vale do Rio Ribeira de Iguape.

## 2 – METODOLOGIA

**Amostras:** As colunas de sedimentos (testemunhos) foram coletados durante os anos de 1998-2000 em quatro pontos (Rio Carapara – T1: 25°03,787 S - 48°02,350 W; Ponta do Arrozal – T2: 25°02,039 S - 47°55,358 W; Ponta do Frade – T3: 24°54,531 S - 47°50,316 W; Valo Grande – T4: 24°43,412 S - 47°33,907 W) do Sistema Cananéia-Iguape, pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (Base Sul IO/USP). Para a coleta dos testemunhos foram utilizados tubos de PVC (100 X 7 cm). Cada testemunho foi caracterizado, quanto à litologia, estruturas e componentes biogênicos, antes de ser segmentado. As amostras de sedimento foram obtidas por meio da segmentação dos testemunhos, sendo em seguida secas em estufa a 50° C, acondicionadas em recipientes de plástico e armazenadas. Além do teor de umidade, foram analisados o teor de matéria orgânica e a granulometria do sedimento.

**Procedimento analítico:** As análises químicas de chumbo, zinco e cobre foram efetuadas pela empresa Actilab (Canadá), em alíquotas das amostras totais obtidas a partir do seccionamento dos testemunhos. As amostras foram digeridas com solução de Água Régia (HCl + HNO<sub>3</sub>, 3:1). As soluções resultantes das lixiviações foram analisadas por espectrometria de absorção atômica.

## 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sedimentos analisados apresentaram níveis de chumbo, cobre e zinco variando entre < 2 a 166 µg.g<sup>-1</sup>, 3 a 44 µg.g<sup>-1</sup> e 8 a 133 µg.g<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabelas 1 e 2).

Os sedimentos do Valo Grande apresentaram as maiores concentrações dos três metais (Figuras 2 e 3). Este é o ponto influenciado mais diretamente pela drenagem do Rio Ribeira de Iguape, que é a principal fonte de aporte de sedimentos em suspensão e enriquecidos, que adentram o Sistema Costeiro (MORAES, 1997; FERREIRA, 1994; TESSLER *et al.*, 1987). O Rio Carapara e a Ponta do Arrozal são representativos de ambiente de deposição, com predomínio de condições marinhas atuais e de sedimentos continentais, oriundos do complexo serrano costeiro e das formações arenosas quaternárias da planície costeira. Estas fontes continentais originaram sedimentos com menores teores de metais, comparativamente aos depositados no Valo Grande (Figuras 2 e 3). A Ponta do Frade localiza-se num ponto intermediário do Sistema e os resultados indicam que não está sofrendo grande influência do Ribeira e a contribuição dos pequenos rios locais não é tão significativa (Figuras 2 e 3).

TESSLER *et al.* (1987), encontraram teores de chumbo variando entre 0,3 µg.g<sup>-1</sup> a 246,80 µg.g<sup>-1</sup>, em sedimentos do Sistema Cananéia-Iguape. MORAES (1997) estudou a influência da mineração e a distribuição dos metais ao longo do Rio Ribeira de Iguape, obtendo valores médios de chumbo, cobre e zinco de 90 µg.g<sup>-1</sup>, 21 µg.g<sup>-1</sup> e 101 µg.g<sup>-1</sup>, respectivamente. Nestes estudos, os níveis mais elevados também foram encontrados junto ao Valo Grande, ocorrendo uma diminuição nas concentrações, de acordo com a distância em relação ao rio Ribeira de Iguape.

Os valores obtidos para cobre e zinco nos sedimentos encontram-se dentro dos níveis basais estabelecidos por SALOMONS & FORSTNER (1984) e MORAES (1997). Entretanto, os maiores valores de chumbo encontram-se acima destes níveis basais.

A Figura 3 mostra que os níveis de cobre permanecem relativamente constante ao longo da profundidade. Nos testemunhos T1, T2 e T3, os níveis de chumbo e zinco diminuem com a profundidade, embora ocorra algumas oscilações.

No testemunho T4, os níveis destes dois metais aumenta com a profundidade. Segundo MORAES (1997), a produção de minério de chumbo no Vale do Ribeira era muito grande, chegando nos anos 80 a ser responsável por cerca de 25 a 35% da produção nacional. Nos anos 90, esta produção sofreu forte redução em decorrência do esgotamento. Em 1995 ocorreu o fechamento da última mina.

A queda na produção mineral associada a uma alta taxa de sedimentação no local (SAITO *et al.*, 2001) talvez possa explicar o comportamento observado no testemunho T4, com as maiores concentrações sendo observadas nos sedimentos de fundo.

#### 4 – CONCLUSÃO

Os sedimentos analisados apresentaram níveis de chumbo, cobre e zinco variando entre < 2 a 166  $\mu\text{g.g}^{-1}$ , 3 a 44  $\mu\text{g.g}^{-1}$  e 8 a 133  $\mu\text{g.g}^{-1}$ , respectivamente. Os maiores níveis refletem a grande influência do rio Ribeira de Iguape no Sistema Cananéia-Iguape. Foram observadas concentrações de chumbo acima do nível basal (“background”). A atividade de mineração no alto vale do Rio Ribeira contribuiu de maneira significativa para o aumento na concentração de chumbo no sedimento. Aparentemente esta ocorrendo uma diminuição na concentração de chumbo que se deposita nos sedimentos mais superficiais da área mais afetada.

#### 5 – AGRADECIMENTOS

Ao IPEN, IO/USP e a FAPESP pelo apoio técnico e financeiro.

A Universidade Cruzeiro do Sul pelo apoio à publicação do trabalho.

#### 6 – BIBLIOGRAFIA

- FERREIRA, N. S. 1994. *Aspectos da geoquímica ambiental da Mina do Rocha*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 94 pg.
- MORAES, R. P. 1997. *Transporte de chumbo e metais associados no Rio Ribeira de Iguape*. Instituto de Geociências, da Universidade de Campinas, Dissertação de Mestrado, 94 pg.
- RIBEIRO, R. F. 1979. *Um estudo sobre os metais pesados nos sedimentos recentes da baía de Aratú (Ba)*. Universidade Federal da Bahia, Dissertação de Mestrado.
- SAITO, R. T.; FIGUEIRA, R. C. L.; TESSLER, M. G.; CUNHA, I. I. L. 2001.  $^{210}\text{Pb}$  and  $^{137}\text{Cs}$  geochronologies in the Cananéia-Iguape Estuary (São Paulo, Brazil). *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **249(1)**:257-261.
- SALOMONS, W.; FORSTNER, U. 1984. *Metals in the hydrocycle*. Berlin: Springer-Verlag, 1 ed., 350 pp.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L. 1978. Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense. International Symposium on Coast Evolution in the Quaternary. *Special Publication*, n. 1, The Brazilian National Working Group, IGGCP, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 55 pg.
- SUGUIO, K.; TESSLER, M. G. 1992. Depósitos quaternários da planície costeira de Cananéia - Iguape (SP). 37º. Congresso Brasileiro de Geologia. *Roteiro de excursões*, vol. 1.
- TESSLER, M. G.; SUGUIO, K.; ROBILOTTA, P. R. 1987 Teores de alguns elementos traços metálicos em sedimentos pelíticos da superfície de fundo no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape (SP). Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. *Anais*, **2**:255–263.
- TUNDISI, J. G. 1969. *Produção primária “standing-stock” e fracionamento do fitoplâncton na região lagunar de Cananéia*. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado.

Tabela 1 – Níveis de chumbo, cobre e zinco nos testemunhos T2 (Ponta do Arrozal) T3 (Ponta do Frade) e T4 (Valo Grande).

Profundidade (cm)	T2 (Ponta do Arrozal)			T3 (Ponta do Frade)			T4 (Valo Grande)		
	Chumbo ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ )	Cobre ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ )	Zinco ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ )	Chumbo ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ )	Cobre ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ )	Zinco ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ )	Chumbo ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ )	Cobre ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ )	Zinco ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ )
0-2	26	15	55	8	8	14	101	37	120
2-4	25	15	57	12	7	18	113	39	126
4-6	19	11	41	11	8	18	114	39	127
6-8	17	10	40	12	7	19	84	32	113
8-10	16	11	40	12	7	18	106	36	127
10-12	18	10	39	8	7	18	132	41	133
12-14	16	9	32	11	7	19	120	35	123
14-16	13	8	29	9	7	18	105	35	117
16-18	12	8	28	9	7	18	101	32	108
18-20	11	7	25	5	6	15	110	34	115
20-22	12	8	26	6	7	16	127	37	123
22-24	12	9	28	4	6	11	131	36	121
24-26	13	9	33	4	7	14	141	39	129
26-28	10	17	43	4	6	13	151	41	126
28-30	16	10	41	3	6	12	144	39	124
30-32	23	12	47	4	6	14	153	41	121
32-34	19	10	44	5	6	13	150	40	121
34-36	13	7	30	X	X	X	163	43	124
36-38	15	10	37	X	X	X	159	41	120
38-40	9	9	24	X	X	X	150	38	118
40-42	7	7	20	X	X	X	166	44	133

Tabela 2 – Níveis de chumbo, cobre e zinco no testemunho T1 (Rio Carapara).

Profundidade (cm)	Chumbo ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	Cobre ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	Zinco ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	Profundidade (cm)	Chumbo ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	Cobre ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	Zinco ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )
0-2	14	9	31	40-42	4	7	15
4-6	12	7	29	44-46	4	5	12
8-10	8	6	22	48-50	3	5	10
12-14	35	7	24	52-54	LID	5	9
16-18	13	7	28	56-58	LID	4	9
18-20	9	8	25	60-62	LID	4	9
22-24	8	7	18	66-68	LID	3	9
26-28	7	9	22	70-72	LID	4	8
30-32	5	8	16	74-76	4	4	10
34-36	2	8	12	78-80	2	5	12
38-40	4	8	13	X	X	X	X

LID – Limite Inferior de Detecção ( $< 2\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ).

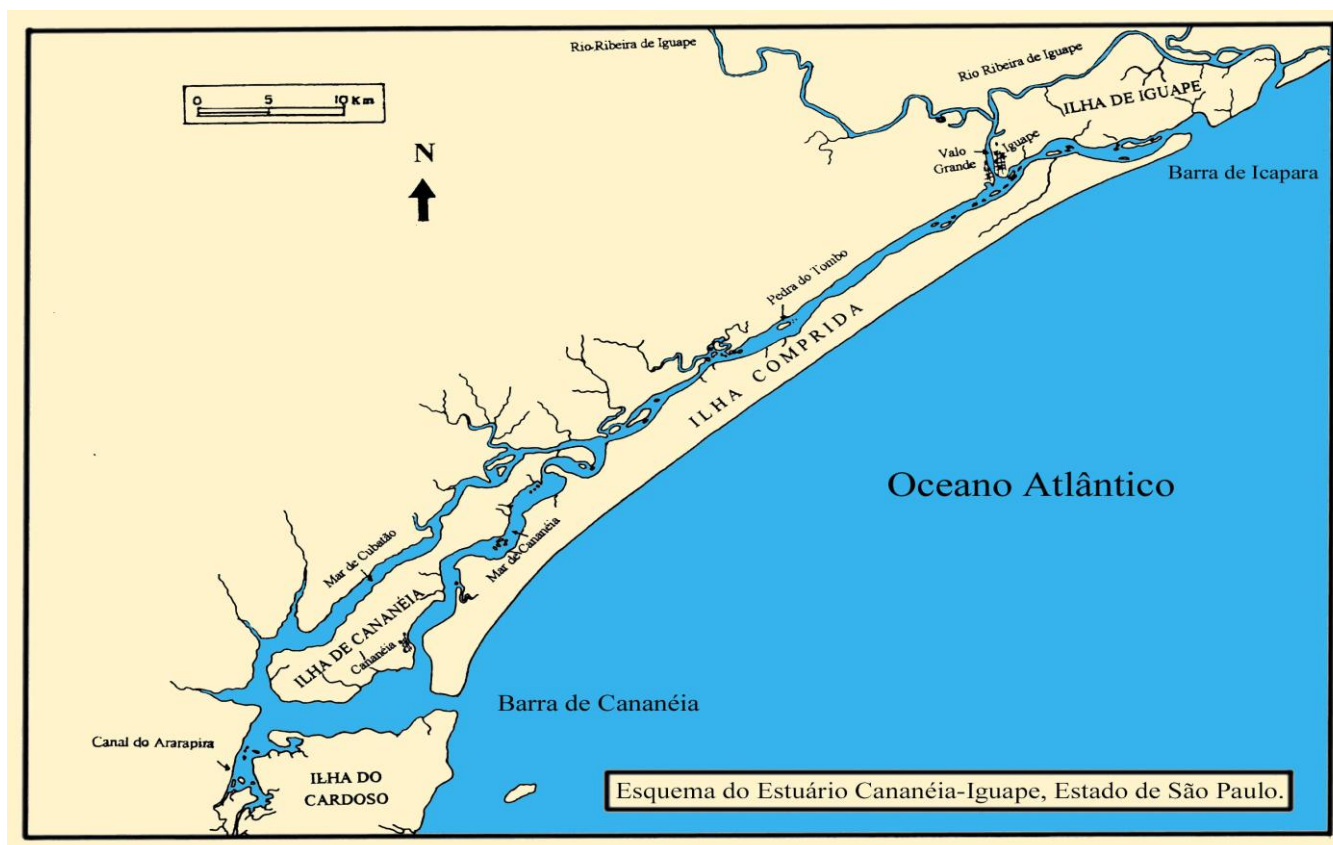
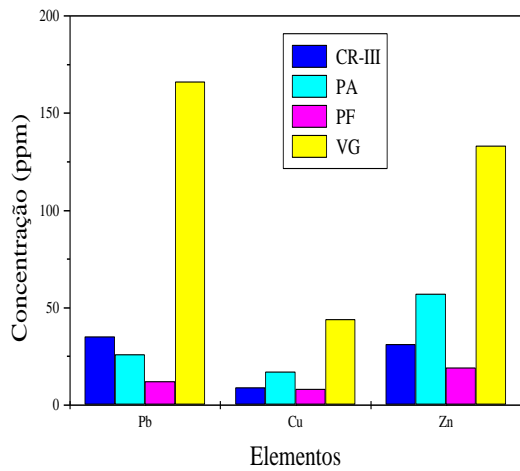
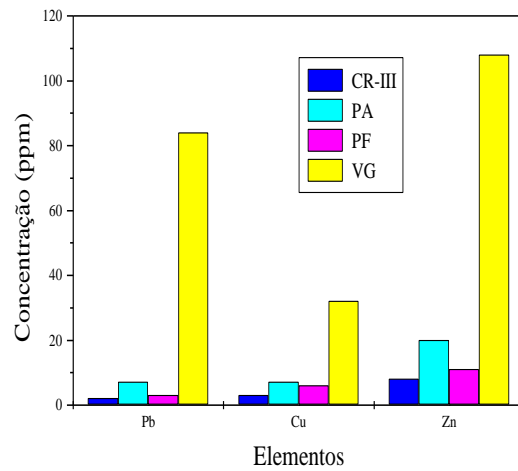


Figura 1 – Esquema do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil.



**NÍVEIS MÁXIMOS**



**NÍVEIS MÍNIMOS**

Figura 2 – Níveis máximos e mínimos de chumbo, cobre e zinco nos sedimentos dos testemunhos T1, T2, T3 e T4.

