

Sá, F. (1); Machado, E. C. (1); Ângulo, J. R. (2)

1 Centro de Estudos do Mar – Universidade Federal do Paraná; 2 Departamento de Geologia – Universidade Federal do Paraná.  
fabianbgm@ufpr.br

## Introdução

O complexo estuarino da Baía de Paranaguá, situado na costa sul do Brasil, entre 25°16' e 25°34' S e 48°17' e 48°42' W, é formado pelas baías de Paranaguá propriamente dita, incluindo a região de Antonina, e das Laranjeiras (Figura 1).

Este sistema é de extrema importância para o ecossistema costeiro e no desenvolvimento econômico e social do estado do Paraná, uma vez que constitui um espaço geográfico propício a instalações portuárias, industriais, atividades pesqueiras (local de reprodução e crescimento de espécies de interesse comercial) e turísticas. A região da baía de Antonina, situada na porção mais interna do complexo estuarino da Baía de Paranaguá, vem sofrendo reativação de instalações portuárias através do aumento destas atividades na região, sendo necessário o aumento do calado dos canais de acesso aos portos de Paranaguá e Antonina, havendo necessidade de dragagens periódicas para a manutenção do calado.

Na região do complexo estuarino da Baía de Paranaguá coexistem atividades urbanas, portuárias, industriais (fertilizantes, estocagem de produtos químicos, granéis), dragagens, atividades pesqueiras, entre muitas outras (Figura 2).

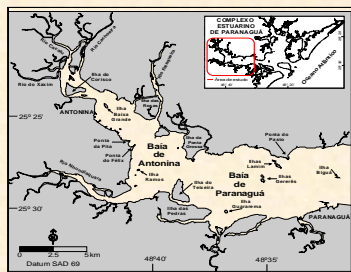


Figura 1 – Mapa do eixo L – O do complexo estuarino da Baía de Paranaguá.



Figura 2 - Atividades urbanas/industriais e portuárias que ocorrem concomitantemente na região: (a) depósito de resíduos sem planejamento; (b) atividades de dragagens; (c) emissários de esgoto doméstico/industrial.

## Métodos

Em maio de 2001 foram coletadas amostras de sedimentos superficiais, em 9 pontos, dispostos em 3 seções ao longo dos 12 Km compreendidos entre a Ponta do Félix e o terminal da Petrobrás (Figura 3).

Foi realizada extração forte utilizando HF e HNO<sub>3</sub> com aquecimento, afim de obter a dissolução completa de toda a estrutura cristalina dos grãos presentes no sedimento, liberando os elementos metálicos tanto naturais quanto os resultantes das atividades antrópicas. O elemento arsênio foi determinado pelo método de espectrofotometria de absorção atômica (AAS) no Laboratório de Oceanografia Geológica da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

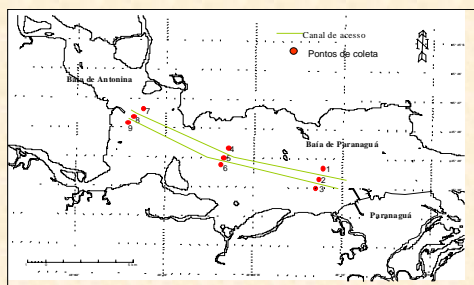


Figura 3 – Mapa dos pontos de coleta e delimitação do canal de acesso ao Terminal Portuário Ponta do Félix e o porto Barão de Tefé, Antonina.

## Fatores físicos

MARONE & JAMIYANAA (1997) classificam a maré do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá como micromaré, predominantemente semidiurna com desigualdades diurnas, sendo a amplitude média de 1,4 m em situação de quadratura e 1,7 m em períodos de sizígia. KNOPPERS *et al.* (1987) interpretou que o setor L – O do Complexo Estuarino de Paranaguá pode ser classificado como um estuário parcialmente misturado tipo 2, no diagrama Estratificação – Circulação de HANSEN & RATTRAY (1965).

Segundo NOERNBERG, 2001, este setor sofre maior influência do aporte de água doce de sua bacia de drenagem em relação ao eixo N – S, apresentando resposta mais rápida e intensa aos processos relacionados à estratificação da coluna d'água, intrusão salina, aporte de sedimentos fluviais e formação da zona de máxima turbidez. Este autor delimitou a presença de uma zona de máxima turbidez (ZMT) neste setor, ocorrendo entre as ilhas Gererês e o Porto de Paranaguá (Figura ???), e acrescentou ainda que a ocorrência desta zona está diretamente relacionada à geometria do corpo estuarino, intensidade das correntes de maré e à estratificação da coluna d'água.

Tabela 1 – Valores de elementos metálicos analisados em sedimentos superficiais no canal de acesso da Baía de Antonina (Sá, 2003).

Estação	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Hg (ppm)
1	2,075	24,750	57,250	15,250	30,922	0,400
2	1,394	21,663	48,805	13,197	21,499	0,930
3	2,225	23,250	52,000	9,250	20,982	0,247
4	2,488	19,652	28,358	5,224	14,112	0,262
5	1,990	18,657	27,363	4,478	18,780	0,094
6	2,498	25,475	48,202	15,734	19,986	0,091
7	2,714	19,173	34,114	5,976	7,900	0,076
8	2,545	19,212	44,162	10,978	19,795	0,299
9	2,679	21,825	29,018	5,456	9,006	0,047



Figura 4 – Concentrações de arsênio nos sedimentos superficiais do canal de acesso da Baía de Antonina.

## Resultados e Discussão

As concentrações de arsênio determinadas para as amostras de sedimento superficial variaram entre 7,9 e 30,9 ppm (Figura 4). Analisando a distribuição das concentrações de arsênio nos sedimentos superficiais no eixo L – O do complexo estuarino observou-se um acréscimo significativo em direção à cidade de Paranaguá (Figura 5), demonstrando a influência da zona de máxima turbidez na retirada deste elemento da coluna d'água e concordando com Sá (2003), que também encontrou concentrações elevadas neste mesmo local para diversos outros elementos metálicos (Tabela 1). Este autor ainda alerta para a existência de uma fonte potencial no município de Paranaguá, pois as concentrações de arsênio são ainda mais elevadas ao redor desta cidade.

Outro aspecto importante para este tipo de sistema é a presença de uma grande diversidade de itens de pescado, o que amplia o número de vias de acesso dos elementos metálicos em suas águas e sedimentos às populações humanas, principalmente em núcleos urbanos onde a dieta alimentar é constituída basicamente de pescado. A população destes locais geralmente apresenta diferentes fontes alimentares, como alguns invertebrados: mariscos, sururu (*Mytella guyanensis*), ostras em geral, caranguejos e siris (*Callinectes danae*). KOLM *et al.* (2002) realizaram análises de elementos metálicos em fígado de *Cathorops spixii* (Aridae), provenientes da Baía de Antonina. Os resultados mostraram concentrações de até 518,69 µg/Kg para arsênio demonstrando a ocorrência dos processos de bioacumulação e biomagnificação neste ambiente, sugerindo que uma quantidade ainda desconhecida deste elemento encontra-se em alguma forma biodisponível.

Devido a gama de informações geoquímicas ainda inexistentes para a região do complexo estuarino da Baía de Paranaguá os estudos atuais estão sendo enfocados na geração de conhecimento sobre a especificação de diferentes elementos nos sedimentos superficiais, determinação dos níveis de referência (background) e as concentrações presentes na coluna d'água. Estes estudos servirão, não só para futuros trabalhos de caráter científico, como para o gerenciamento das atividades de dragagem, dando suporte para tomadas de decisões. Como por exemplo, qual o melhor destino para o material dragado e as principais entradas destes elementos para o sistema.

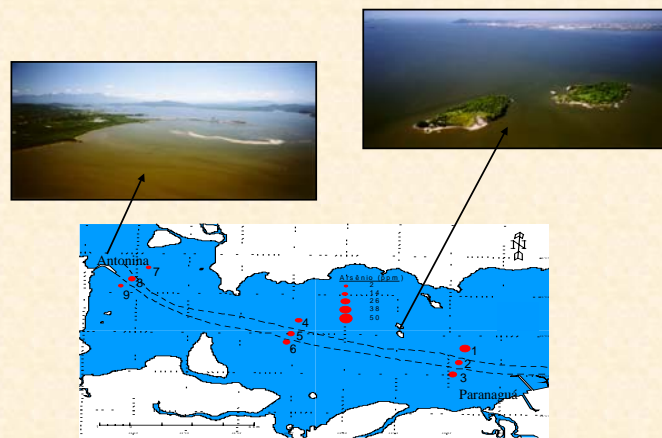


Figura 5 – Mapa de proporcionalidade das concentrações de arsênio no sedimento superficial, em destaque o Terminal Portuário da Ponta do Félix e as ilhas Gererês próximo ao município de Paranaguá.

## Referências bibliográficas

- HANSEN, D. V.; RATTARAY JÚNIOR, M. 1965. Gravitational circulation in straits and estuaries. *J. Mar. Res.*, New Haven, v. 23, p. 104-122.
- KNOPPERS, B. A.; BRANDINI, F. P.; THAMM, C. A. (1987). *Ecological studies in the Bay of Paranaguá*. II. Some physical and chemical characteristics. *Neérica*, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 1-36.
- KOLM, H.E.; MACHADO, E.C. *et al.*, 2002. *Avaliação dos impactos decorrentes da construção de um pier pela FOSPAR – Fertilizantes Fosfatados do Paraná S.A.* Pontal do Paraná: UFPR-CEM-FOSPAR. 184 p. Relatório Técnico.
- MARONE, E.; JAMIYANAA, D. 1997. *Tidal characteristics and a variable boundary numerical model for the M2 tide for the Estuarine Complex of the Bay of Paranaguá, PR, Brazil*. *Neérica*, v. 11 (1-2), p. 95-107.
- NOERNBERG, M. A. 2001. *Processos morfodinâmicos no Complexo Estuarino de Paranaguá: um estudo utilizando dados Landsat-TM e medições in situ*. Curitiba – PR. 118 f. Dissertação (Doutorado em Geologia Ambiental – Departamento de Geologia), Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná.
- SÁ, F. 2003. *Distribuição e fracionamento de contaminantes nos sedimentos superficiais e atividades de dragagem no Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, PR*. Dissertação de mestrado apresentada ao Curso de Pós-graduação em Geologia – UFPR, 92p., inédito.