

II CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA  
09 a 12 de Outubro de 2005 - Vitória - ES - Brasil

## AVALIAÇÃO AMBIENTAL DOS SEDIMENTOS DAS ÁREAS CIRCUNJACENTES DO EMISSÁRIO DE SANTOS

Teodoro<sup>1</sup>, A.C.; Duleba<sup>1</sup>, W.; Lamparelli<sup>2</sup>, C.; Moura<sup>2</sup>, D.O.; Bevilacqua<sup>2</sup>, J.; Filippis<sup>1</sup>, L.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental  
Rua do Lago, 562 Cidade Universitária, São Paulo, S.P. Phone: + 55 11 3091 3948. e-mail: [waduleba@uol.com.br](mailto:waduleba@uol.com.br)  
<sup>2</sup> CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental  
Av Professor Frederico Hermann Jr, 345 Alto de Pinheiros, São Paulo/SP, Phone: + 55 11 3030 6000

Palavras-chaves: Foraminíferos, circulação hídrica, poluição orgânica,

### 1. Introdução

Localizado na Baixada Santista (23°30'S-24°S e 46°05'W-46°30'W), Santos é considerada a maior cidade litorânea paulista, possuindo o principal porto da América Latina. (Fig. 1)

A Baía de Santos, além de receber águas estuarinas dos canais de Santos e de Piaçaguera (Canal do Porto), à leste, e do Mar Pequeno (Barra de São Vicente) à oeste, também é receptora de esgotos do município de Santos, os quais são lançados no mar através de emissário submarino.

A disposição oceânica é considerada, por muitos países, como forma adequada e econômica de se promover a disposição final de esgotos domésticos em áreas litorâneas urbanizadas ( 1 ), contudo diversos problemas têm sido verificados, entre eles riscos à saúde pública, estéticos e impactos ambientais ( 2 ).

Os objetivos deste trabalho são analisar a influência da disposição oceânica através de emissário submarino sobre associações de foraminíferos, bem como sua variação espacial e temporal em relação aos parâmetros hidrográficos, sedimentológicos e geoquímicos obtidos.

### 2. Material e Método

Em abril de 2004, foram coletadas 10 amostras posicionadas nas proximidades da saída do emissário submarino da Baía de Santos. (Fig. 2)

De cada ponto amostral, foram obtidos dados hidrográficos (profundidade, salinidade, temperatura, pH, teor de oxigênio dissolvido) e coletados, com pegador tipo Petersen, sedimentos superficiais para análises granulométricas, geoquímicas (C, N, H, S e CaCO<sub>3</sub>) e do conteúdo de foraminíferos.

Para determinação dos foraminíferos contidos no sedimento, o material foi previamente corado, em solução alcoólica de Rosa de Bengala ( 3 ) e fixado com álcool 70 GL, no momento da coleta. Posteriormente, foram retiradas alíquotas de 10 cm<sup>3</sup>, as quais foram peneiradas a úmido em duas peneiras: 0,500 e 0,062 mm. As frações peneiradas foram secas, flotadas em tricloroetileno, visando separar os foraminíferos do sedimento. Posteriormente os foraminíferos foram triados, contados e identificados. Tal procedimento foi realizado até a obtenção de aproximadamente 100 espécimes corados, sendo que para desenvolver o presente trabalho foram utilizados de 20 a 110 cm<sup>3</sup> de sedimento.

Para análise granulométrica utilizou-se o método descrito por Suguio ( 4 ), sendo a classificação do material feita segundo escala proposta por Wentworth ( 5 ) e parâmetros de Folk & Ward ( 6 ).

### 3. Resultados e Discussões

Os resultados obtidos dos dados hidrográficos estão descritos em CETESB ( 7 ).

#### 3.1 Parâmetros Sedimentológicos

##### 3.1.1 Granulometria

Os valores de carbonato de cálcio variam de 6,1 a 20,7%, sendo as menores concentrações encontradas nas amostras 5 (6,1%) e 1 (6,2%), e a maior na amostra 3 (20,7%) (Fig. 5). No tocante à distribuição de sedimentos, verifica-se heterogeneidade, com ocorrência de areia muito fina nas amostras 1, 2, 4, 5 e 10 (Fig. 3), e silte grosso nas amostras 3, 6, 7, 8 e 9 (Fig. 4).

Tal padrão de distribuição, é semelhante ao descrito por Heitor ( 2 ), ou seja, distribuição de areias a oeste e predomínio de finos a leste, estando tal distribuição sob influência de ação marinha (oeste), e à leste, sob influência do canal do porto.

### 3.1.2 Geoquímica

Os teores de C e N apresentam o mesmo padrão de distribuição, estando os menores teores presentes nas amostras 1 e 5, e os maiores nas amostras 3 e 7. (Figs. 6 e 7)

Com relação aos teores de S, as menores concentrações também estão presentes nas amostras 1 e 5, e as maiores nas amostras 2 e 3. (Fig. 8)

Os resultados das razões C/N, apresentam valores de 8,12 a 18,90, indicando a presença de matéria orgânica tanto marinha como continental.

O resultado obtido para a razão C/S de todas as amostras analisadas, apresentou valores inferiores a 5, o que torna possível inferir anoxia do sedimento. O menor valor de razão está presente na amostra 1 (1,93), localizada na saída do emissário submarino.

### 3.2 Microfauna – Foraminíferos vivos

Foram identificadas 32 espécies de foraminíferos e 1 espécie de tecameba.

Os maiores valores de densidade e riqueza são encontrados na estação 10, a qual apresentou em 20 cm<sup>3</sup> – 142 ind./20 sp, ocorrendo o contrário na amostra 3, pois apesar de utilizados 110 cm<sup>3</sup> de sedimento, somente foram encontrados 50 indivíduos distribuídos em 11 espécies.

Em todas as amostras analisadas, os rotaliíneos foram as formas predominantes, sendo miliolídeos, textulariíneos e tecamebas considerados raros.

As espécies dominantes em toda a Baía de Santos são *Pararotalia cananeaensis* e *Ammonia tepida*. Contudo, as espécies indicadoras de ambiente rico em matéria orgânica e de Água Costeira (AC) (i.e. *Bolivina* spp, *B. striatula*, *H. pacifica* e *Pseudononion* spp), são encontradas abundantemente em todas as amostras, sugerindo ambiente tendendo a redutor.

Com relação as espécies indicadoras de massas de água da plataforma externa Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e Água Tropical (AT), o resultado foi pouco significativo, existindo indivíduos do primeiro grupo somente na amostra 6 e pertencentes ao segundo, somente na amostra 10.

## 4. Conclusões

Os sedimentos estudados apresentam altos teores de C, N, S, indicando grande acúmulo de matéria orgânica nas áreas circunjacentes ao emissário. Particularmente, os altos valores de S, e, por conseguinte, as baixas razões C/S indicam a presença de ambiente com características fortemente redutoras, com matéria orgânica em avançado estágio de decomposição.

Essas características ambientais estão influenciando diretamente as associações de foraminíferos, Por exemplo, os valores de densidade e riqueza populacionais são extremamente baixos. Em várias amostras foi necessário utilizar 110 cm<sup>3</sup> de sedimento, para conseguir encontrar alguns espécimes vivos. Em ambientes marinhos não poluídos, geralmente, a quantidade de sedimento padrão é de 10 cm<sup>3</sup>.

## 5. Referências Bibliográficas

- <sup>1</sup>Gonçalves, F. B.; Souza, A.P. 1997. Disposição oceânica de esgotos sanitários: história, teoria e prática. ABES, Rio de Janeiro, 325p.
- <sup>2</sup>Heitor, S. R. 2002. Composição e distribuição da macrofauna bentônica em áreas sob influência da disposição oceânica de esgotos municipais na Baixada Santista e no Canal de São Sebastião, São Paulo, Brasil. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 245 p.
- <sup>3</sup>Walton, W. R. 1952. Techniques for recognition of living foraminífera. Contr. Cushman. Fdn. Foram. Res., 3: 56-60.
- <sup>4</sup>Suguio, K. 1973. Introdução à sedimentologia. Edgard Blucher/EDUSP, São Paulo, 317 p.
- <sup>5</sup>Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastics sediments. J.J. Geol. 30(1): 377-392.
- <sup>6</sup>Folk, R. L.; Ward, W.C. 1957. Brazos river bar: Study of the significance of grain size parameters. Journal of Sedimentary Petrology, 27: 3-27.
- <sup>7</sup>CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 2005. Relatório de qualidade das águas litorâneas do estado de São Paulo, capítulo 4 – Emissários Submarinos.

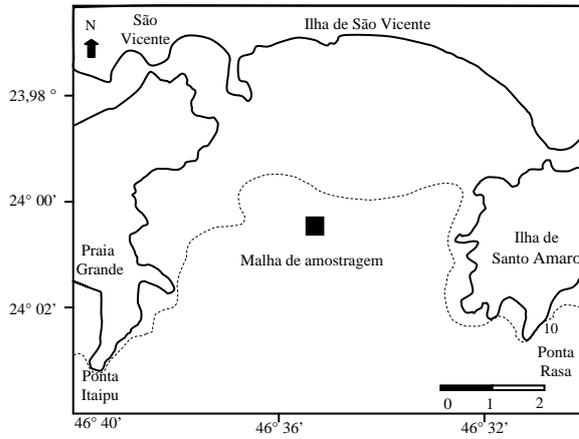


Fig. 1 – Localização da área estudada

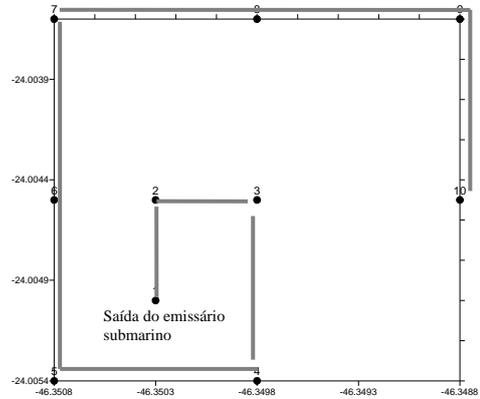


Fig. 02 – Localização dos pontos amostrais

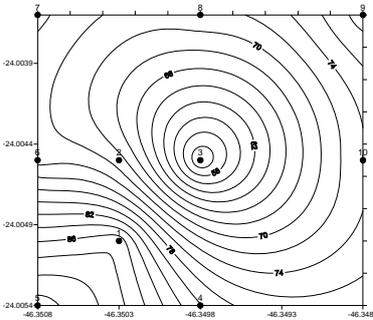


Fig. 3 – Distribuição horizontal de areia

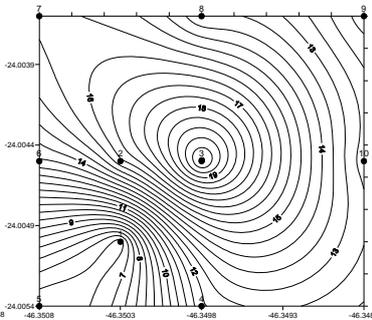


Fig. 4 – Distribuição horizontal de finos (silte e argila)

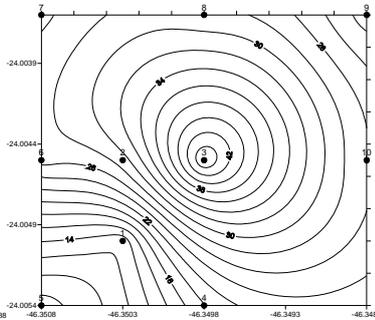


Fig. 5 – Distribuição horizontal de CaCO<sub>3</sub>

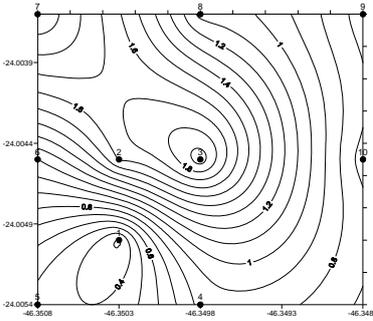


Fig. 6 – Distribuição horizontal de C

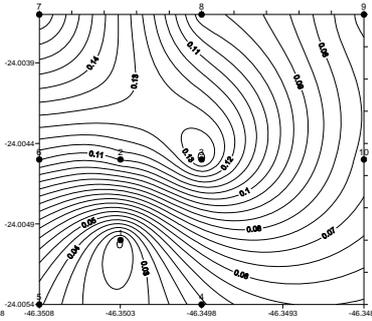


Fig. 7 – Distribuição horizontal de N

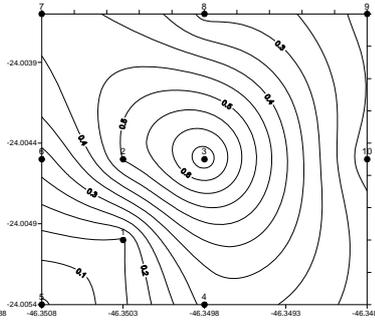


Fig. 8 – Distribuição horizontal de S