

TOXICIDADE DOS SEDIMENTOS DA BAÍA DE GUANABARA-RJ DETERMINADA PELA OCORRÊNCIA DAS ASSOCIAÇÕES DE FORAMINIFEROS BENTÔNICOS E TESTES COM ANFÍPODOS *TIBURONELLA VISCANA*.

Patricia B. P. Kfoury¹; Patricia B. Eichler²; Evelyn da R. M. Pereira¹; Rubens C.L. Figueira³; Denis M.S. Abessa¹; Beatriz B. Eichler¹; E. Ceci P. M. de Sousa¹.

¹Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP)
Praça do Oceanográfico, 191, Cep: 05508-900, Cid Universitária, São Paulo, SP, Brasil
Phone: +55 11 3091-6567 e-mail: pkfoury@ceres.io.usp.br

²Laboratório de Ciências Marinhas, Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL)
Rua: Colombo Sales Machado, 84, CEP: 88790-100 Laguna, SC, Brasil
Phone: +55 48 644 2324 e-mail: eichler@unisul.br

³Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL)
Av. Doutor Ussiel Cirilo 225 CEP: 08060-070 São Miguel Paulista São Paulo SP - Phone: +55 11 6956-2979

RESUMO

Os sedimentos proporcionam habitat para muitos organismos marinhos e são os principais depósitos de químicos persistentes que são introduzidos nas águas principalmente pela ação antropogênica. No presente trabalho com o objetivo de observar a toxicidade dos sedimentos da Baía da Guanabara fez-se um levantamento das associações de foraminíferos bentônicos e, através de organismos testes como os anfípodos *Tiburonella viscana*, identificou-se as áreas mais tóxicas. Em 5 estações da região leste e 2 próximas a região da Refinaria Duque de Caxias-REDUC a média de sobrevivência dos anfípodos foi muito baixa o que representa alta toxicidade. Esse fato aliado a presença marcante de espécies de foraminíferos oportunistas como *Ammonia tepida*, *Elphidium spp.* e *Buliminella elegantissima* revelam que o ambiente encontra-se altamente impactado.

ABSTRACT

Sediments provide habitat for many marine organisms and is major deposit of the more persistent chemicals that are introduced into waters by anthropogenic. The main goal of the present work was analyse the toxicity in the sediment on the Baía de Guanabara with foraminiferal assemblages and determine the toxic in the sediments with infaunal amphipods tests organisms *Tiburonella viscana*. Five station showed toxicity in the east area and two stations near Refinaria Duque de Caxias-REDUC area. In such areas, amphipods survival was very low, representing high toxicity. This characteristic linked to the presence of opportunistic foraminifera species *Ammonia tepida*, *Elphidium spp.*, and *Buliminella elegantissima* show that the region is highly impacted.

Palavras-Chave: foraminíferos, anfípodos, Baía de Guanabara-RJ

1. INTRODUÇÃO

As regiões costeiras encontram-se comprometidas pelos constantes lançamentos de efluentes industriais (FEEMA, 2001) e domésticos (Carreira, *et al.* 2001), com ou sem tratamento prévio, e que alteram as condições naturais para a biota.

Os sedimentos marinhos proporcionam habitat para muitos organismos e constituem o principal depósito de químicos persistentes introduzidos nas águas por diversas fontes (Cesar, *et al.*, 2000). A qualidade dos sedimentos é de fundamental importância para os ecossistemas marinhos, principalmente por constituir o primeiro depósito dos diversos contaminantes que gradualmente se transferem através dos níveis tróficos.

A fauna encontrada nos sedimentos representa as condições existente no ambiente, independente da qualidade do mesmo. A toxicidade dos sedimentos pode ser determinada pelas associações de foraminíferos bentônicos ocorrentes e pela média de sobrevivência de anfípodos *Tiburonella viscana*.

Os foraminíferos são organismos marinhos utilizados para o monitoramento da qualidade de ambientes costeiros que estão sujeitos às frequentes alterações antrópicas. As alterações ambientais podem ser observadas através da

dinâmica de algumas espécies de foraminíferos resistentes às condições do meio.

Trabalhos realizados em áreas costeiras revelam as associações de foraminíferos que resistem às condições alteradas tanto por fatores naturais com frequência sazonal, como pela ação antrópica (Bonetti, 2000 e Eichler, 2001).

Os anfípodos são excelentes organismos utilizados nos testes de toxicidade aguda em sedimentos, águas marinhas e estuarinas por possuírem ciclo de vida curto e, representarem a toxicidade dos sedimentos através da sua porcentagem de sobrevivência.

Um problema crônico do crescimento urbano nas regiões costeiras é a disposição final dos resíduos sólidos. A Baía de Guanabara uma proeminente baía costeira do Brasil é chamada de Baixada Fluminense ou “rift” Guanabara (Amador, 1997) localiza-se no Estado do Rio de Janeiro, entre os paralelos de 22° 24’ e 22° 57’ de latitude Sul e os meridianos de 42° 33’ e 43° 19’ W. A baía é margeada por 16 municípios que lançam nas suas águas seus efluentes domésticos e industriais. É constantemente impactada pelos ocasionais derramamentos de óleo da Refinaria Duque de Caxias e dos navios.

Segundo Carreira *et al.* (2001) a contaminação na parte nordeste é menos acentuada devido a pequena contribui-

ção de rios poluídos, mas a região noroeste, que concentra indústrias e a maior densidade populacional é altamente contaminada.

No presente estudo, apesar de não terem sido determinados os contaminantes, o principal objetivo é observar o comportamento da fauna de foraminíferos e através dos testes com os anfípodos determinar nas 26 estações de coleta (figura 1), quais as regiões da baía que apresentam para o verão de 2001, maior toxicidade nos sedimentos.



Figura 1 – Mapa das estações de coleta da Baía de Guanabara, RJ.

2. METODOLOGIA

2.1. Ecotoxicologia- *Tiburonella viscana*

Como organismo-teste, foi utilizado o anfípodo escavador *Tiburonella viscana*, pertencente à família *Platyschnopidae*. *T. viscana* foi recomendado à CETESB pelo Dr. Robert C. Swartz, da US Environmental Protection Agency - USEPA, e vem sendo utilizada com sucesso em estudos sobre toxicidade de sedimentos da região de Santos (Abessa et al., 1998).

Os testes foram conduzidos em frascos de polietileno de alta densidade com volume de 1 litro. Cerca de 24 horas antes do início de cada experimento, as amostras de sedimento foram homogeneizadas normalmente e as réplicas preparadas. Em cada uma, foi introduzida uma camada de 2 cm (\cong 175ml) de sedimento não peneirado e 750ml de água do mar de filtrada em CUNO (0,1micra).

No dia seguinte, foram iniciados os testes no Laboratório de Ecotoxicologia do IOUSP. Cada amostra (26 total) coletada no verão de 2001 na Baía da Guanabara recebeu 10 indivíduos sadios e de mesmo tamanho. Durante os experimentos os animais não foram alimentados e perma-

neceram sob aeração e iluminação constantes, e temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Diariamente, foi observado o número de organismos mortos e o número de animais vivos desenterrados (emergentes) em cada frasco.

Após 10 dias, os experimentos foram encerrados. O sedimento de cada réplica foi peneirado em malha 0,5 mm. Os exemplares de *T. viscana* foram então transferidos para placas de Petri e o número de animais mortos e vivos foi contado. Sobre os dados foram aplicadas as análises estatísticas contidas no pacote estatístico TOXTAT, versão 3.3, que contém o tratamento estatístico recomendado pela USEPA (1991) para testes de toxicidade.

Os dados foram checados quanto à homocedasticidade pelo teste de Bartlett, e quanto à normalidade de suas distribuições pelo teste de Shapiro-Wilks. Uma vez que estes foram homocedásticos e suas distribuições foram normais, foi aplicada Análise de Variância (ANOVA), seguida de teste de Dunnett.

2.2. Foraminíferos

Para as análises da fauna de foraminíferos, cerca de 50cc do sedimento de cada amostra foi peneirado a úmido em peneiras de 0,500 e 0,062mm (Schöder et al., 1987) e secos em estufa a 60°C no Laboratório de Micropaleontologia do IOUSP. Com o sedimento seco, o material foi flotado em tricloretileno de carbono e seco novamente para a triagem e identificação dos foraminíferos.

Para os dados abióticos os resultados foram transformados em LOG (X+1) e foi aplicado o PCA cujos resultados foram comparados ao MDS realizado com os dados biológicos.

A estação 26 foi eliminada para os testes estatísticos por apresentar esterilidade quanto a fauna de foraminíferos.

3. RESULTADOS

3.1. Parâmetros abióticos

Os dados abióticos formaram 4 grupos A, B, C e D (figura 2). No grupo A estão reunidas as estações que apresentam maior concentração do oxigênio dissolvido e alta porcentagem de areia, bem como indicio de toxicidade (2, 6, 8 e 9) e estações não tóxicas (# 3,4 e 5). O grupo B é formado pelas estações 7, 15, 19, 22, 23 e 24 que apresentaram valores altos de temperatura de fundo (24.2 a 28.3), enxofre orgânico entre 3,79 a 5,20%. O grupo C reuniu as estações 1, 10, 11 e 13 com variação de salinidade entre 24,2 a 28,3UPS e profundidade entre 6,7 a 19. E, finalmente no grupo D estão agrupadas as estações 12, 14, 16, 17, 18, 20 e 21 que apresentaram concentrações de lama entre 23,86 a 75,66%, o pH entre 6,5 a 8,88, carbono orgânico entre 3,84 a 5,06% e nitrogênio orgânico entre 0,30 a ,053%.

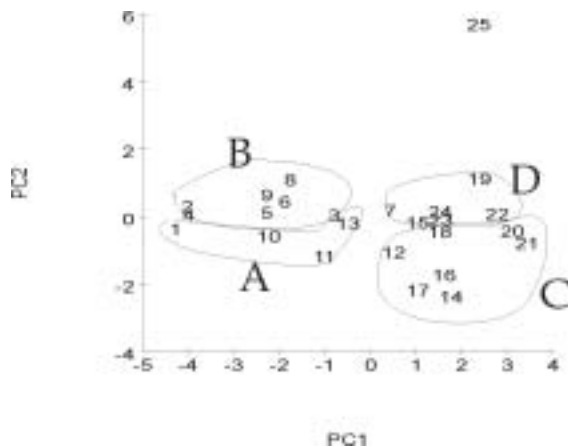


Figura 2-PCA apresenta a formação de quatro grupos A, B, C e D onde estão reunidos os fatores abióticos que expressam maior similaridade.

A fauna de foraminíferos apresentou 35 espécies com um total de 116241 indivíduos ao longo de toda a baía. No MDS formaram-se 5 grupos (figura 3). O grupo A com as estações da entrada da baía 1, 3 e 4, no grupo B as estações 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16 e 17 da parte centro-leste. No grupo C, as estações da parte nordeste 14 e 18, no grupo D as estações da Área de Proteção Ambiental-APA de Guapimirim 19, 20 e 22 e finalmente o grupo E reúne as estações próximas aos Rios Iguaçu e Estrela 21, 23, 24 e 25.

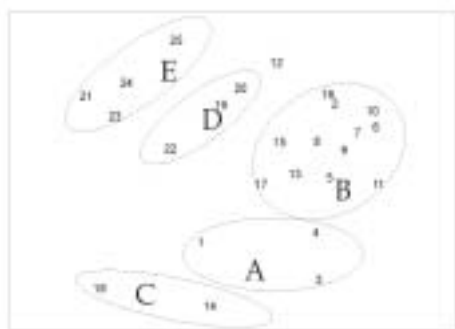


Figura 3- MDS com a formação de 5 grupos a partir dos resultados biológicos da fauna de foraminíferos.

4. DISCUSSÃO

O grupo A reúne as estações da entrada da baía onde estão presentes as espécies de ambiente marinho-costeiro, mixohalino e oportunistas. As oportunistas *Ammonia tepida*, *Buliminella elegantissima*, *Elphidium* spp., *Fursenkoina pontoni*, encontram-se distribuídas em toda a baía, inclusive nas estações que apresentam toxicidade com base na média de sobrevivência dos anfípodos. Ainda dentro deste grupo a *Pararotalia* sp. apesar de não ser oportunista demonstrou ser resistente à toxicidade e principalmente às condições anóxicas. (figura 4).

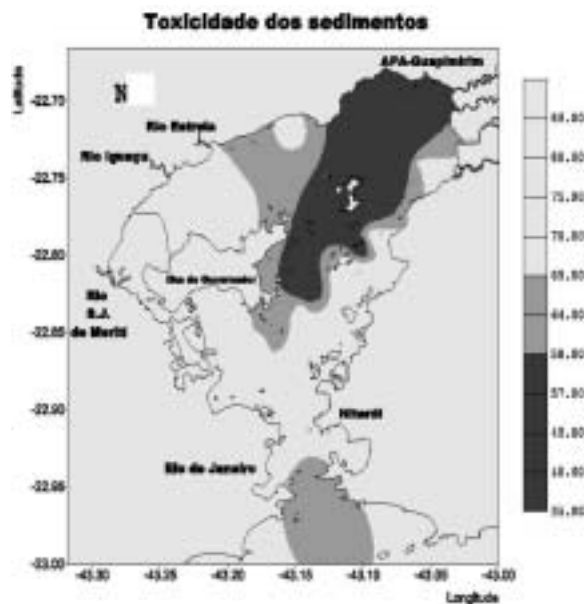


Figura 4- Toxicidade pela média de sobrevivência de anfípodos *Tiburonella viscana*.

No grupo B observam-se as estações da parte central permanecendo alta a frequência de espécies marinhas, mixohalinas e principalmente espécies típicas de ambiente anóxico como *Bolivina striatula*, *Buliminella elegantissima* e *Quinqueloculina seminulum*. As estações 14 e 18 consideradas tóxicas pela média de sobrevivência dos anfípodos estão reunidas no grupo C com baixa diversidade, ocorrendo apenas *Ammonia tepida*, *Buliminella elegantissima* e *Pararotalia* sp.. No grupo D nas estações próximas a Área de Proteção Ambiental-APA de Guapimirim as espécies oportunistas foram dominantes e a presença de *Quinqueloculina seminulum* indica alta resistência da espécie às condições anóxicas (Moodley, *et al.*, 1998). O grupo E reúne as estações do fundo da baía, sendo a estação 23 tóxica. Observa-se um aumento significativo da frequência de *Ammonia tepida* e *Elphidium excavatum*, *E. gunteri*, *E. poyeanum* e *Pararotalia* sp. da estação 23 considerada tóxica para a estação 25, não tóxica. O que talvez possa estar relacionado com o aumento da disponibilidade de oxigênio, sendo que os demais fatores abióticos não mostraram grandes alterações.

5. CONCLUSÃO

O reflexo do vazamento de óleo da Refinaria Duque de Caxias-REDUC ocorrido em janeiro de 2000 pode ser estimado pela biota. A região noroeste mais atingida pelo acidente, apresenta espécies de foraminíferos com elevado número de espécies oportunistas como *Ammonia tepida*, *Buliminella elegantissima* e *Elphidium* spp que conseguem se estabelecer, reagindo conforme às alterações do meio.

No entanto, a ausência de análises que determinem os contaminantes, permite inferir apenas na toxicidade dos sedimentos pelos testes com anfípodos e pela fauna de foraminíferos. Observa-se que a região nordeste é a mais comprometida, pela alta toxicidade dos sedimentos e permanência exclusiva de espécies oportunistas que resistem à um aumento da quantidade de enxofre e menor dis-

ponibilidade de oxigênio. Segundo Eichler (2002) os efluentes industriais são transportados da região noroeste para nordeste através das correntes, comprometendo, portanto, a região da APA de Guapimirim.

Estão sendo feitas análises biométricas na fauna de foraminíferos pela aluna de mestrado Evelyn Pereira e num trabalho de colaboração, análises de metais pesados para as 26 estações com o Prof. Dr. José Batista Neto da Universidade Federal Fluminense (UFF) que poderão posteriormente complementar os dados do presente estudo.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP Proj 99/10678-5), a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN-Rio de Janeiro) e aos Laboratório de Ecotoxicologia e Micropaleontologia do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABESSA, D. M. S., EDUYNETY, C.P.M. SOUSA, BAUER R.F. RACHID AND MASTROTI, R.R.. 1998. Use of the Burrowing Amphipod *Tiburonella viscana* as a Tool in Marine Sediments Contamination Assessment. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.41, n.2, p.225-230.
- AMADOR, E.S., 1997. Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza. *Reproarte Gráf. E Edit.*, 539p.
- BONETTI, C. V. H. C. 2000. Foraminíferos como bioindicadores do gradiente de estresse ecológico em ambientes costeiros poluídos. Estudo aplicado ao sistema estuarino de Santos-São Vicente (SP, Brasil). Tese de doutorado Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, SP 229p.
- EICHLER, B.B., MIRANDA, L.B., VILELA, G.C., KJERFVE, B., MAHIQUES, M.M., FURTADO, V.V., TESSLER, M.G., EICHLER, P.P. 2003. Relatório Final de Atividades. FAPESP.
- EICHLER, P.P.B. 2001. Avaliação e Diagnóstico do Canal de Bertioiga (São Paulo, Brasil) através da utilização de indicadores (foraminíferos) associados aos padrões de deposição e circulação estuarina. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico. 240p+CD
- FEEMA, 2001- Jornal Estado. Site: <http://www.cibg.rj.gov.br>
- CESAR, A., MARIN, L., VITA, R., GOMEZ, M., JIMENEZ, B., MARIN, A. 2000. Test de toxicidade com Sedimento Marino en La Costa Mediterránea Empleando Anfípodos: *Gammarus Aequicauda* y *Microdeutopus Gryllotalpa*. In: *Ecotoxicologia - Perspectivas para o século XXI*. 575p.
- CARREIRA, R., WAGENER, A.L.R., TIMOTHY, F., READMEAN, J.W. 2001. Distribuição do coprostanol (5B(H))-colestano-3B-OI em sedimentos superficiais da Baía de Guanabara: Indicador da poluição recente por esgotos domésticos. *Química nova* 24, 37-42.
- MOODLEY, L., ZWAAN, G.J. VAN DER, RUTTER, G.M.W., BOOM, R.C.E. E KEMPERS, A.J. (1998). Subsurface activity of benthic foraminifera in relation to

- porewater oxygen content: laboratory experiments. *Marine Micropaleontology*. 34,91-106.
- SCHÖDER, C.J.; SCOTT, D.B. & MEDIOLLI, F.S. 1987. Can smaller benthic foraminifera be ignored in paleoenvironmental analyses? *Journal of Foraminiferal Research*. 4:101-110.
- USEPA. Breckenridge, R.P.; Williams, J.R.; Keck, J.F. 1991. *Characterizing Soils for Hazardous Waste Site Assessments*. EPA/540/4-91/003.