

ANÁLISE ECOTOXICOLÓGICA DO SEDIMENTO SOB INFLUÊNCIA DE DRAGAGEM NA BAÍA DE SANTOS – SP

Laura Barros Marangoni^{1*}; Roberta Vendramini^{1*}; Fernando Sanzi Cortez¹;
Aldo Ramos Santos¹; Camilo Dias Seabra Pereira¹; Augusto Cesar^{1**}

¹Departamento de Ecotoxicologia da Universidade Santa Cecília, Santos – SP

*Acadêmicas do 8º ciclo do curso de Ciências Biológicas, Universidade Santa Cecília (UNISANTA)

** Professor Orientador

laurafbmarangoni@yahoo.com.br

RESUMO

As zonas costeiras são constantemente afetadas por várias fontes de contaminação de origem antropogênica. O Estuário de Santos é uma área muito exposta à poluição proveniente da intensa atividade industrial, portuária e turística. Há uma vasta literatura que relata o alto nível de contaminação e toxidade nessa região. A avaliação da toxicidade do sedimento é fundamental para o monitoramento da qualidade ambiental, uma vez que este compartimento possui grande capacidade de incorporar e acumular contaminantes. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de sedimento de três pontos situados na baía de Santos (24°00'27"S, 46°19'22"O ; 24°00'21"S, 46°19'34"O; 24°00'16"S, 24°19'18"O), visando obter informações sobre a possível influência da atividade de dragagem contemplada no plano de desenvolvimento do Porto de Santos. Testes de toxicidade crônica de curta duração com *Lytechinus variegatus* foram realizados nos tratamentos Elutriato e Interface Sedimento/Água, enquanto testes com sedimento integral foram realizados com o copépode *Nitocra sp.* Em paralelo, foram feitas análises de amônia, matéria orgânica e granulometria. Os três pontos analisados apresentaram diferenças significativas em relação ao controle para ambas as espécies e tratamentos. Tais resultados corroboram com estudos realizados em locais próximos aos pontos de coleta do presente trabalho e podem estar relacionados à interação entre a coluna d'água e o sedimento, uma vez que os contaminantes aprisionados no mesmo podem ser disponibilizados por mudanças nas condições ambientais e atividades mecânicas, como dragagens. Os valores obtidos de amônia foram baixos e não ultrapassaram o limiar das espécies empregadas, descartando a interferência deste composto na toxicidade detectada nos ensaios. Os dados obtidos neste trabalho indicam efeito crônico em todos os pontos situados na baía de Santos, inferindo assim que a atividade de dragagem representa risco para a qualidade ambiental nesta região.

Palavras-chave: Sedimento, baía de Santos, toxicidade

1. Introdução

As zonas costeiras são constantemente afetadas por várias fontes de contaminação de origem antropogênica. A alta densidade demográfica, aliada ao modelo de desenvolvimento econômico baseado no uso desenfreado e crescente de recursos naturais, torna essas regiões suscetíveis a diversos impactos ambientais. A pressão constante sobre essas áreas, de forma contraditória, compromete o seu funcionamento e os próprios interesses econômicos, podendo causar desequilíbrio ecológico e riscos à saúde humana. Além disso, esses locais favorecem o desenvolvimento de portos, centros urbanos e pólos industriais, que por sua vez utilizam os corpos hídricos para descarga direta de seus resíduos.

O Estuário de Santos é uma região muito exposta à poluição proveniente da intensa atividade industrial, portuária e turística. Há uma vasta literatu-

ra que relata o alto nível de contaminação e toxidade nessa área (Cesar *et al.*, 2007; Cesar *et al.*, 2006; Abessa, 2002; Abessa *et al.*, 2001; Lamparelli *et al.*, 2001). O plano de desenvolvimento do Porto de Santos implica na realização de diversas obras de infraestrutura, incluindo atividades de dragagem para o aprofundamento do canal. Esse tipo de atividade pode influenciar na qualidade de água e sedimento da região.

A aplicação de bioensaios acelera o entendimento sobre como o ecossistema está respondendo a inúmeras fontes difusas de poluição, de forma mais econômica e prática. Permitem a detecção de consequências biológicas através da medição de respostas em organismos marinhos, particularmente nos estágios iniciais de vida, em que são mais sensíveis. Experimentos envolvendo ovos e embriões de ouriço-do-mar para estudos de poluição marinha têm sido aceitos internacionalmente como apropriados para testes

de toxicidade (Cesar et al., 2004), sendo amplamente utilizados para caracterizar a variedade de elementos tóxicos em testes de sedimento em fase sólida, elutriado e água intersticial.

Estudos abordando o efeito da contaminação química sobre o bentos indicam que os copépodes são mais susceptíveis aos efeitos de vários contaminantes do que outros invertebrados meiobentônicos. Esses animais apresentam hábito bentônico que favorece a interação máxima com o sedimento, ciclo de vida relativamente curto e alta sensibilidade a diversos contaminantes (Lotufo & Abessa, 2002).

Recentemente, a avaliação da qualidade do sedimento tem sido vista como uma extensão coerente e necessária de programas de avaliação dos recursos aquáticos; pois se trata de uma matriz geológica heterogênea, extremamente complexa, com inúmeras rotas pelas quais a biota pode ser exposta a diversos contaminantes associados (Davoren et al., 2005).

Contaminantes acumulados no sedimento têm o potencial para causar efeitos adversos na biota aquática, podendo se tornar novamente disponíveis pela ação de processos químicos, físicos e biológicos. A avaliação de contaminantes em sedimentos deve, portanto, ser parte integrante de qualquer monitoramento de qualidade de água (Davoren, 2005).

Devido ao fluxo de contaminantes entre o sedimento e a coluna d'água, à constante deposição de novos materiais e remineralização de matéria orgânica no sedimento, esse compartimento ambiental pode acumular contaminantes em concentrações mais elevadas do que aquelas observadas na coluna d'água. Sedimentos com altos níveis de sulfeto e amônia podem apresentar efeitos adversos em testes de laboratório e baixo desenvolvimento da comunidade bentônica no campo. Tais resultados são frequentemente considerados como "falso-positivos" quando se trata de decisões legislativas na disposição de material dragado (EPA/USACE, 1998) devido ao fato de que a amônia e sulfeto facilmente se convertem em nitrato e sulfato na água do mar aerada, tornando-se menos tóxicos.

A região de Interface sedimento/água representa um habitat ecologicamente relevante, devido ao fato de organismos epibentônicos se tornarem mais suscetíveis a contaminantes nessa região (Anderson et al., 2001). O teste de Interface sedimento/água fornece condições mais realistas de exposição para testes embrioláveis de organismos epibentônicos, sendo que esses experimentos tendem a minimizar interferências de constituintes da água intersticial, incluindo amônia e sulfeto. O uso de elutriados fornece informações sobre a capacidade de lixiviação de contaminantes associados ao sedimento, e também pode ser considerado como uma rota importante na exposição de elementos tóxicos depois de eventos de ressuspensão de sedimento, podendo fornecer dados importantes sobre o potencial de efeitos adversos para organismos da coluna d'água após distúrbios no sedimento.

O objetivo geral do presente trabalho foi avaliar a qualidade de sedimento de três pontos situados na baía de Santos (saída do canal do porto) visando obter informações sobre a possível influência de atividades de dragagem na região através de distintos bioensaios.

2. Materiais e métodos

A coleta das amostras do sedimento analisado se deu em três pontos na saída do canal do Porto de Santos (24°00'27"S, 46°19'22"O ; 24°00'21"S, 46°19'34"O; 24°00'16"S, 24°19'18"O) através de um pegador de fundo do tipo *van Veen*, no mês de março de 2010. Após a coleta as amostras foram imediatamente levadas ao Laboratório de Ecotoxicologia em caixas de isopor com gelo onde foram acondicionadas em refrigerador até a realização dos testes. A água utilizada como controle nos testes foi coletada em Ilhabela, SP.

A metodologia utilizada para a realização dos testes com *Nitocra* sp foi a padronizada por Lotufo & Abessa (2002). Testes de toxicidade crônica de curta duração com *Lytechinus variegatus* foram realizados nos seguintes tratamentos: Elutriado e Interface Sedimento/Água, de acordo com a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR15350 (2006) e também dentro do escopo do sistema de qualidade ISO/IEC 17025. O teste de Interface Sedimento/Água foi executado com algumas modificações sugeridas por Cesar (2009; 2004) em relação à quantidade de sedimento e recipientes utilizados. Testes com substância de referência (Sulfato de Zinco) foram realizados paralelamente aos ensaios. Para a análise do nitrogênio amoniacal, a metodologia utilizada foi o Método 4500-NH₃C descrito no livro Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998). O teor de matéria orgânica foi obtido através da adaptação do método de combustão e gravimetria (Luczak et al., 1997). A classificação granulométrica foi realizada a partir da escala de Wentworth.

Os dados obtidos nos experimentos foram analisados através do Software TOXSTAT 3.5, utilizando o método T-teste, sendo que para ouriço-do-mar foi aplicado o valor de bioequivalência (0,91).

3. Resultados

Os três pontos analisados apresentaram diferenças significativas em relação ao controle ($p < 0,05$ T-student) para ambas as espécies e tratamentos (figuras 1 e 2). O sedimento nos 3 pontos foi classificado como areia muito fina segundo a escala de Wentworth. Foram obtidos baixos valores de amônia, sendo que os pontos 1, 2 e 3 apresentaram, respectivamente, 0,3; 0,2 e 0,2 mg/l. Em relação ao teor de matéria orgânica o ponto 2 apresentou o maior valor (15,5%), seguido pelo ponto 1 (13,5%) e ponto 3 (8,5%).

4. Discussão

Os resultados demonstraram toxicidade em todos os pontos amostrados, corroborando com estudos realizados em locais próximos aos pontos de coleta do presente trabalho, em amostras de água de fundo (Pereira et al., 2004) e água intersticial (Abessa, 2002). Tais resultados podem estar relacionados à interação entre a coluna d'água e o sedimento, uma vez que os contaminantes aprisionados no mesmo podem ser disponibilizados por mudanças nas condições ambientais e atividades mecânicas, como dragagens, que acarretam suspensão de sedimento e conseqüentemente maior integração entre estes dois compartimentos.

Sedimentos finos são frequentemente relacionados com condições anóxicas, elevados teores de amônia e sulfeto e também alto nível de metais e contaminantes associados ao elevado conteúdo orgânico (Lapota & Word, 2000). O sedimento analisado foi classificado como areia muito fina, justificando a ocorrência de toxicidade das amostras, uma vez que, grãos finos possuem maior capacidade de aprisionar contaminantes em seu interstício.

A amônia, apesar de ser um dos principais componentes responsáveis pela toxicidade em sedimentos (Ankley et al., 1990; Burgess et al., 2003), nas amostras analisadas, não ultrapassou o limiar das espécies empregadas, descartando a interferência deste composto na toxicidade detectada nos ensaios.

5. Conclusão

Os dados obtidos neste trabalho indicam efeito crônico em todos os pontos situados na baía de Santos, inferindo assim que a atividade de dragagem representa risco para a qualidade ambiental nesta região.

6. Agradecimentos

Prof. Doutor Denis Moledo de Souza Abessa.

7. Referências

- ABESSA, D. M. S. Avaliação da Qualidade de Sedimentos do Sistema Estuarino de Santos, SP, Brasil. 2002. 290f Doctorate Thesis - Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo.
- ABESSA, D. M. S.; SOUSA, E. C. P. M.; RACHID, B. R. F.; MASTROTI, R. R. Toxicity of Sediments from Santos Estuary (SP, Brazil): Preliminary Results. *Ecotoxicology and Environmental Restoration* 4(1): 6-9. São Paulo, 2001.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Toxicidade crônica de curta duração – Método de ensaio com ouriço-do-mar (Echinodermata-Echinoidea), NBR 15350/2006, 2006.
- ANDERSON, B. S.; HUNT, J. W.; PHILLIPS, B. M.; FAIREY, R.; PUCKETT, H. M.; STEPHENSON, M.; TABERSK, K.; NEWMAN, J.; TJEERDEMA, R. S. Influence of sample manipulation on contaminant flux and toxicity at the sediment-water interface. *Marine Environmental Research*. v. 51, p.191-211, 2001.
- BURGESS, R. M.; CANTWELL, M. G.; PELLETIER, M. C.; HO, K. T.; SERBST, J. R.; COOK, H. F.; KUHN, A. Development of a toxicity identification evaluation (TIE) procedure for characterizing metal toxicity in marine sediments. *Environmental Toxicology and Chemistry*. v.19, p. 982-991, 2000.
- BURGESS, R. M.; PELLETIER, M. C.; SERBST, J. R.; RYBA, S. A.; KUHN, A.; PERRON, M. M.; RACZELOWSKI, P.; CANTWELL, M. G. Removal of ammonia toxicity in marine sediment TIEs: a comparison of *Ulva lactuca*, zeolite and aeration methods. *Marine Pollution Bulletin*. v. 46, p. 607-618, 2003.
- CESAR, A.; CHOUERI, R. B.; RIBA, I.; MORALES-CASELLES, C.; PEREIRA, C. D. S.; SANTOS, A. R.; ABESSA, D. M. S.; DELVALLS, T. A. Comparative sediment quality assessment in different littoral ecosystems from Spain (Gulf of Cadiz) and Brazil (Santos and São Vicente estuarine system). *Environment International*. v. 33, p. 429-435, 2007.
- CESAR, A.; MARÍN, A.; MARÍN-GUIRAO, L.; VITA, R. Amphipod and sea urchin tests to assess the toxicity of Mediterranean sediments: the case of Portmán Bay. *SCI. MAR*. v. 68, n. 1, p. 205-213, 2004.
- CESAR, A.; PEREIRA, C. D. S.; SANTOS, A. R.; ABESSA, D. M. S.; FERNÁNDEZ, N.; CHOUERI, R. B. Ecotoxicological assessment of sediments from the Santos and São Vicente estuarine system – Brasil. *Braz J Ocean*. v. 54, n. 1, p. 55-63, 2006.
- DAVOREN, M.; NÍ SHÚILLEABHÁIN, S.; HALLORAN, J. O.; HARTL, M. G. J.; SHEEHAN, D.; O'BRIEN, N. M.; VAN PELT, F. N. A. M.; MOTHERSILL, C. A Test Battery Approach for the Ecotoxicological Evaluation of Estuarine Sediments. *Ecotoxicology*. v. 14, p.741-755, 2005.
- PUCKETT, H. M.; STEPHENSON, M.; FAIREY, R.; OAKDEN, J. A large-scale categorization of sites in San Francisco Bay, USA, based on the sediment quality triad, toxicity identification evaluations, and gradient studies. *Environ. Toxicol. Chem*. v. 20, p.1252-1265, 2001.
- LAMPARELLI, M. L.; COSTA, M. P.; PRÓSPERI, V. A.; BEVILÁCQUA, J. E.; ARAÚJO, R. P. A.; EYSINK, G. G. L.; POMPEIA, S. Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. Relatório Técnico. São Paulo, SP: CETESB; 2001. 178p.
- LAPOTA, D. & WORD, J. Q. Confounding Factors in Sediment Toxicology. *Issue Papers*. San Diego, 2000.
- LOTUFO, G. R. & ABESSA, D. M. S. Testes de toxicidade com sedimentos total e água intersticial estuarinos utilizando copépodos bentônicos. In: Nascimento, I. A.;
- Sousa, E. C. P. M. & Nipper, M. G. Métodos em Ecotoxicologia Marinha: Aplicações no Brasil. São Paulo: Artes Gráficas e Indústria Ltda, 2002. cap.13, p.151-162.
- LUCZAK, C.; JANQUIN, M. A.; KUPKA, A. Simple standard procedure for the routine determination of organic matter in marine sediment. *Hydrobiologia. Belgica*. v. 345, p. 87-94, 1997.
- PEREIRA, C.D.S., ROTUNDO, M.M., IANNUZZI, A., FERRAZ, N.L., FURQUIM, L.G. E SANTOS, A.R. Avaliação da toxicidade de águas superficiais e de fundo de uma área próxima à desembocadura do estuário de Santos. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS AMBIENTAIS E SAÚDE, Santos, SP. 2004. p. 303-305.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. 20a ed. 1998. 4-103-4-104p.

US EPA – United States Environmental Protection Agency.
Evaluation of dredged material proposed for discharge
in waters of the U.S. U.S Environmental Protection A-

gency and U.S. Army Corps of Engineers. EPA-823-B-
98-004. Washington DC, 1998.

Figuras

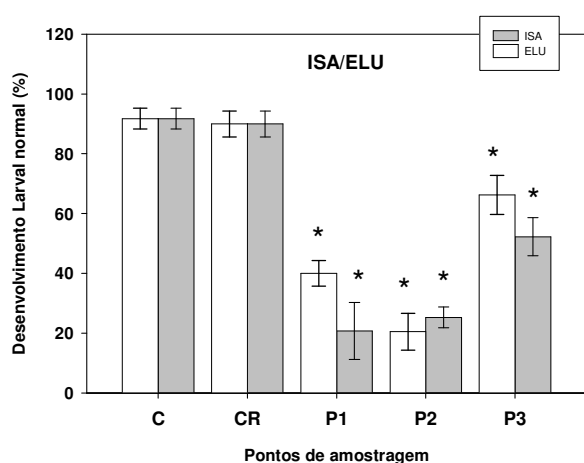


Figura 1- Comparação de desenvolvimento embriolarval entre os tratamentos de elutriato e interface sedimento/água nos 3 pontos amostrados.

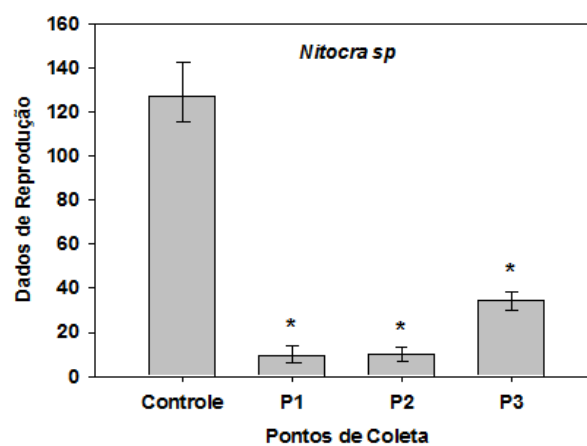


Figura 2- Dados de reprodução (número de copepoditos e náuplios) de copépodos expostos ao sedimento integral dos 3 pontos amostrados.