



Avaliação ecotoxicológica preliminar de amostras de coluna d'água e sedimento do Complexo Estuarino do Jundiá-Potengi, Natal/RN, Brasil.

Silva-Nicodemo, S. C. T.¹, Andrade, I. C.², Silva, K. S. T.³, Fonseca, J. R.⁴, Medeiros, G. F.⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Universidade Federal do Rio Grande do Norte (sinara.cybelle@gmail.com)

Resumo

A deficiente gestão no tratamento de efluentes causa impactos ecotoxicológicos para ecossistemas aquáticos. Este trabalho objetivou avaliar a toxicidade de amostras de coluna d'água, através de testes qualitativos com o organismo-teste *Mysidopsis juniae*, CRUSTACEA, MISIDACEA (Silva, 1979), e de sedimento, com o organismo *Leptocheirus plumulosus*, CRUSTACEA, AMPHIPODA (Shoemaker, 1932). Para os testes realizados com o *M. juniae*, efeitos sobre a sobrevivência, fecundidade e crescimento foram analisados; para os realizados com o *L. plumulosus*, analisou-se efeitos sobre a sobrevivência. A significância dos resultados foi testada através de Teste T ($p \leq 0,05$). De todas as amostras analisadas, apenas a amostra de sedimento P2, localizada no Porto da cidade do Natal apresentou-se tóxica aos organismos testados. Esse resultado denota a importância dos sedimentos como compartimento importante para a dinâmica das interações toxicológicas nesse tipo de ecossistema.

Palavras-chave: *Mysidopsis juniae*. *Leptocheirus plumulosus*. Ecotoxicologia de Estuários.

Área Temática: Tema 12 – Impactos Ambientais.

Abstract

Poor management in the treatment of effluents cause ecotoxicological impacts to aquatic ecosystems. This study aimed to evaluate the toxicity of samples of water, through qualitative tests with the test organism Mysidopsis juniae, CRUSTACEA, MISIDACEA (Silva, 1979), and sediment, with the organism Leptocheirus plumulosus, CRUSTACEA, AMPHIPODA (Shoemaker, 1932). For the tests with M. juniae effects on survival, fecundity and growth were analyzed. For the test with the L. plumulosus, we analyzed the effects on survival. The significance of the results was tested by T Test ($p \leq 0.05$). Of all the samples analyzed, only the sediment sample P2, located in the Natal's Port, presented toxic to test organisms. This result indicates the importance of sediments as a place of toxicological interactions in this type of ecosystem.

Keys-words: *Mysidopsis juniae*. *Leptocheirus plumulosus*. *Estuaries Ecotoxicology*.

Theme Area: Theme 12 – Environmental Impacts.



1 Introdução

Os municípios e as atividades industriais, além de fazerem uso de cerca de 10% da água potável mundial acessível (UNESCO, 2003), geram também efluentes com numerosos compostos químicos, nas mais variadas concentrações, que fluem ou se infiltram em rios, lagos, lençóis freáticos e regiões costeiras. O deficiente tratamento e disposição de efluentes em países em desenvolvimento constitui uns dos mais sérios fatores que contribui para a deterioração de ecossistemas aquáticos. Um dos impactos aos quais os ecossistemas aquáticos estão vulneráveis são os de natureza toxicológica, onde compostos químicos naturais e manufaturados causam efeitos adversos aos organismos.

Os estuários são corpos d'água costeiros, semiconfinados, onde ocorre a mistura de água doce vinda do continente com a água salgada do oceano (PRITCHARD, 1967). Esses ecossistemas são extremamente complexos (JONES *et al.*, 2003) e prestam importantes serviços, como a proteção contra a erosão, a ciclagem de nutrientes (THOM, 1987; CONSTANZA *et al.*, 1997; EMMETT *et al.*, 2000), a renovação de estoques pesqueiros e a diluição de efluentes, além de proverem habitats para várias espécies, tanto aquáticas, como terrestres (BECK *et al.*, 2001).

Uma das razões que justificam a complexidade de estuários reside no fato de que eles são constituídos por diversos compartimentos. Os sedimentos, assim como os seus interstícios, podem ser considerados como um compartimento. Eles são um componente integral para todos os ecossistemas aquáticos, provendo comida e habitat para muitos organismos bentônicos (HACK *et al.*, 2008). Os contaminantes podem alojar-se no fino material silteoso de sedimentos estuarinos, criando um reservatório de contaminantes que se tornam uma fonte de poluição para a coluna d'água e organismos ao longo do tempo (BURGESS & SCOTT, 1992; BURTON, 1992; OBERHOLSTER *et al.*, 2005). De acordo com Abessa *et al.* (2006), mesmo considerado como fonte crônica, os efeitos da exposição direta aos contaminantes de um sedimento poluído podem ser agudos, ou seja, podem ser letais.

Séculos de sobre-exploração, modificação de habitats e poluição vem causando a degradação de estuários, a diminuição de sua biodiversidade e sua resiliência ecológica (LOTZE *et al.*, 2006). O Complexo Estuarino do Jundiá/Potengi, constituído pelos rios Potengi, Jundiá e Doce, também vem sendo impactado por atividades antropogênicas. O complexo banha as cidades de Natal, Macaíba e São Gonçalo do Amarante, que concentram juntas cerca de 1 milhão de habitantes. Só a cidade do Natal lança no estuário mais de 60% de efluentes sanitários (SILVA *et al.*, 2006), sem contar com o grande volume de efluentes industriais, como os de indústrias têxteis e alimentícias.

Ante aos impactos aos quais os estuários estão expostos, é vital a existência de programas de diagnóstico, caracterização e de monitoramento de sua qualidade ambiental. O efeito dos contaminantes sobre esses sistemas pode ser mensurado através de testes ecotoxicológicos. No mundo inteiro, eles já são realizados há bastante tempo e ganham cada vez mais espaço dada a limitação das análises puramente físico-químicas. Os testes ecotoxicológicos fundamentam-se na exposição de organismos-teste a várias concentrações de uma ou mais substâncias, ou fatores ambientais, durante um determinado período de tempo (GHERARDI-GOLDSTEIN *et al.*, 1990).

Diante do exposto, este trabalho objetivou avaliar a toxicidade de amostras de coluna d'água do Complexo Estuarino do Jundiá/Potengi, Natal/RN, através de bioensaios crônicos utilizando o misidáceo *Mysidopsis juniae*, CRUSTACEA, assim como de amostras de sedimento, através de bioensaios agudos, utilizando o anfípoda *Leptocheirus plumulosus*, CRUSTACEA.



2 Materiais e Métodos

O complexo estuarino do Jundiá/Potengi localiza-se no litoral oriental do Rio Grande do Norte, entre a praia de Santa Rita (ao norte) e o Parque das Dunas (ao sul), latitudes 5°52'00'' e 5°41'57'' e longitudes 35°19'16'' e 35°08'24'' (FRAZÃO, 2003), situando-se na Bacia Potengi (SEMARH, 2009).

Quatro amostras de superfície de coluna d'água foram coletadas de maneira simples. As amostras de sedimento foram também coletadas de maneira simples, em dois pontos, com a ajuda de uma draga. Todas as amostras foram coletadas no mês de dezembro de 2009, em maré baixa. A identificação das amostras e sua localização encontram-se na tabela 1:

Tabela 1 – Identificação e localização das amostras coletadas.

PONTOS DE COLETA	TIPO DE AMOSTRA	COORDENADAS UTM	LOCALIZAÇÃO (referência)
P1	ÁGUA	0256953 9364154	Forte do Reis Magos
P2	ÁGUA	0256953 9362321	Clube de militares do Quartel do Exército
P3	ÁGUA	0255712 9361306	Porto de Natal
P4	ÁGUA	0260721 9363503	Bota Fora (Costa)
P5	SEDIMENTO	0255910 9362278	Iate Clube
P6	SEDIMENTO	0255761 9361430	Porto de Natal

As amostras de coluna d'água, ao chegarem ao laboratório, foram congeladas. De acordo com a ABNT NBR 15469/2007, esse tipo de amostra pode ser congelada por até 60 dias. No dia do início do teste, após descongeladas em temperatura ambiente, as amostras tiveram sua salinidade ajustada para 35 ppm, salinidade recomendada pela norma ABNT NBR 15308/2005 para testes agudos. Essa correção deu-se pela adição de salmoura diretamente na amostra. A salmoura é uma solução de sal comercial Red Sea® com água de diluição, aerada por 12 horas para estabilização do pH. As amostras de sedimento, por sua vez, foram conservadas em refrigeração até o início dos testes (NBR ABNT 15469/2007).

Os filhotes de *Mysidopsis bahia*, para os testes com as amostras de coluna d'água, foram oriundos do cultivo do ECOTOX/Lab/DOL/UFRN, que segue a metodologia para o cultivo baseada na ABNT NBR 15308/2005. A qualidade do cultivo foi monitorada através da realização mensal de testes agudos (96 horas), usando-se como substância de referência o sulfato de zinco heptahidratado ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$). Os anfípodas foram também oriundos do cultivo do mesmo laboratório, que para o caso, segue a metodologia baseada pela norma NBR ABNT 15638/2008.

A metodologia para os testes crônicos foi adaptada de outra idealizada para o *Mysidopsis bahia* pela EPA (2002). Filhotes de *M. juniae* com 6-7 dias de vida foram expostos as amostras durante 7 dias, período do desenvolvimento sexual do organismo. Os endpoints analisados foram sobrevivência, fecundidade (porcentagem de fêmeas com ovos no oviduto e/ou bolsa incubadora) e crescimento (comprimento). Na tabela 2, tem-se o resumo das condições dos testes crônicos realizados com o *M. juniae*:



Tabela 2 – Resumo das condições de teste realizados com amostras de coluna d'água.

Organismo-teste	<i>M. juniae</i>
Tipo de Ensaio	Crônico
Renovação	semi-estático
Temperatura de Incubação	25 ± 1°C
Fotoperíodo	12 horas claro / 12 horas escuro
Frasco-teste	Becker de 400 mL
Volume da solução-teste	200 mL
Origem dos organismos	Cultivo ECOTOX
Idade dos organismos	6-7 dias
Nº de organismos / frasco	8
Nº de réplicas	3
Alimentação	20 náuplios de <i>Artemia sp</i> recém eclodidos / misidáceo / dia
Controle	Água do mar natural filtrada
Salinidade	35±1‰
Duração do ensaio	7 dias
Resposta	Sobrevivência / Fecundidade / Crescimento

Com relação aos testes realizados com as amostras de sedimento, o método aplicado foi baseado na ABNT NBR 15638/2008. Anfípodos juvenis que mediam entre 500 e 700 µm foram expostos às diferentes amostras de sedimento, durante 10 dias. O efeito analisado foi a sobrevivência. Os sobreviventes foram visualizados e contabilizados após peneiramento do sedimento nos recipientes-teste, ao final do teste. Na tabela 3, tem-se o resumo das condições de teste agudos com o *L. plumulosus*.

Tabela 3 – Resumo das condições de teste realizados com amostras de sedimento.

Organismo-teste	<i>L. plumulosus</i>
Tipo de Teste	Agudo
Método de Teste	Estático
Temperatura de Incubação	25 ± 2°C
Fotoperíodo	24 horas claro
Frasco-teste	Becker de 1000 mL
Volume da solução-teste	175 mL de sedimento; 725 mL de água de diluição
Origem dos organismos	Cultivo ECOTOX
Tamanho dos organismos	500-700 µm
Nº de organismos / frasco	20
Nº de réplicas / amostra	5
Alimentação	sem alimentação
Água de diluição	Água do mar natural filtrada
Salinidade	20‰
Duração do ensaio	10 dias
Resposta	Sobrevivência

Os testes realizados, tanto com as amostras de coluna d'água como para as de sedimentos foram qualitativos (sem diluições). A significância do efeito tóxico das amostras em relação ao controle foi calculada através do Teste T.

3 Resultados e Discussão

Os resultados referentes aos testes realizados com as amostras de coluna d'água estão dispostos no quadro 1:



Quadro 1 – Parâmetros físico-químicos e resultados referentes às respostas analisadas (sobrevivência, fecundidade e crescimento) no teste com as amostras de coluna d'água. Os valores de pH e OD foram medidos de uma das replicatas. Nível de significância: $p \leq 0,05$.

Amostra (ppm)	Sal. Inical (ppm)	pH		OD (mg/L)		Sobrev. Média \pm d.p.	p	Proporção Média de ovadas \pm d.p.	p	Comp. Médio (mm) \pm d.p.	p
		I	F	I	F						
Controle	-	7,2	7,7	6,2	8,9	100 \pm 0	-	0,71 \pm 0,34	-	4,15 \pm 0,72	-
P1	30	7,6	7,9	8,4	7,4	100 \pm 0	1,000	0,48 \pm 0,43	0,503	3,58 \pm 0,03	1,000
P2	31	7,8	7,8	6,9	5,9	100 \pm 0	1,000	0,93 \pm 0,11	0,346	4,08 \pm 0,39	0,878
P3	25	7,8	7,8	7,6	7,1	100 \pm 0	1,000	0,58 \pm 0,38	0,691	3,45 \pm 0,13	0,173
P4	23	7,9	7,9	7,9	7,2	100 \pm 0	1,000	0,44 \pm 0,10	0,266	4,07 \pm 0,45	0,879

De acordo com o quadro acima, nenhuma das amostras de coluna d'água coletadas mostraram-se tóxicas em relação aos efeitos analisados. No quadro 2, estão dispostos os resultados referentes ao teste realizado com amostras de sedimento. Das amostras de sedimento analisadas, apenas a P2(Porto) mostrou-se TÓXICA. Vale enfatizar que a amostra de coluna d'água do mesmo ponto (P3) não foi considerada tóxica.

Quadro 2 – Resultados referentes à resposta analisada (sobrevivência) no teste com as amostras de sedimento. Nível de significância: $p \leq 0,05$.

Amostra	Sobrevivência Média \pm d.p.	p
Controle	18,8 \pm 1,09	-
P5	15,8 \pm 3,49	0,104
P6	16,2 \pm 1,79	0,024

Os efeitos tóxicos causados em organismos dependem primeiramente de interações entre o contaminante e fatores bióticos e abióticos do estuário. Devido a grande dinamicidade desse tipo de sistema, essas interações são diversas e muito complexas, sendo elas as responsáveis pela definição da biodisponibilidade de agentes tóxicos para os organismos que habitam o estuário (SCHWARZENBACH *et al.*, 2006). Por exemplo, Fonseca *et al.* (2009), ao analisar a biodisponibilidade de metais pesados, verificou que o principal influenciador da dinâmica geoquímica da Baía de Guanabara/RJ é a matéria orgânica disponível.

As correntes de maré em estuários são diversas e podem apresentar diferentes velocidades nas diferentes épocas do ano (FRAZÃO, 2003). Não é de se estranhar não se encontrar efeitos tóxicos nos organismos testados em amostras de coluna d'água. Contaminantes nesses ambientes dispersam-se rapidamente ou podem ser depositados em compartimentos, como mangue (SILVA *et al.*, 2006) e sedimento.

Já existem trabalhos onde se verifica a toxicidade de sedimentos estuarinos e a notável sensibilidade do *L. plumulosus* quando em sedimentos contaminados (SCHLEKAT *et al.*, 1992; MANYING & ROWE, 2004)



Um sedimento poluído normalmente contém uma mistura de vários contaminantes (SWARTZ *et al.*, 1988), que podem interagir entre si de maneira antagônica ou aditiva, produzindo efeitos desconhecidos sobre o ecossistema (KEMP & SWARTZ, 1988). Frequentemente, a natureza das substâncias lançadas por esses efluentes é desconhecida, assim como as conseqüências ecotoxicológicas de sua presença no ambiente (ABESSA *et al.*, 2006).

Por isso é importante que mais testes com sedimento sejam realizados, além de novos estudos que objetivem o entendimento da dinâmica de contaminantes que normalmente alojam-se no sedimento e que, ocasionalmente são liberados para a coluna d'água, onde podem causar efeitos tóxicos agudos ou crônicos na biota local.

4 Considerações Finais

- Nenhuma das amostras de coluna d'água analisadas foram consideradas tóxicas;
- Das amostras de sedimento analisadas, a amostra P2 localizada no Porto de Natal, mostrou-se TÓXICA;
- O sedimento do estuário do Potengi pode estar servindo de reservatório de agentes tóxicos e definindo a dinâmica ecotoxicológica desse sistema.

Referências

ABESSA, D., *et al.* Utilização de testes de toxicidade na avaliação da qualidade de sedimentos marinhos. **Revista de Geologia**, v. 19, n. 2, p. 253-261, 2006.

ABNT NBR 15308. **Ecotoxicologia Aquática** – Toxicidade Aguda – Método de ensaio com misidáceos (Crustacea). Rio de Janeiro, 2005.

ABNT NBR 15469. **Ecotoxicologia Aquática** – Preservação e preparo de amostras. Rio de Janeiro, 2007.

BECK, M. W.; HECK, K. L.; ABLE, K. W.; CHILDERS, D. L.; EFLESTON, D. B.; GILLANDERS, B. M.; HALPERN, B.; HAYS, C. G.; HOSHINO, K.; MINELLO, T. J.; ORTH, R. J.; SHERIDAN, P. F.; WEINSTEIN, M. P. The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. **Bioscience** n. 51, p.633–641, 2001.

BURGESS, R.M. & SCOTT, J.K. The significance of in-place contaminated marine sediments on the water column: Processes and effects. **IN:** Burton, G.A. (Ed.). Sediment toxicity assessment. Lewis Publishers, Inc., Chelsea. p. 313-340, 1992.

BURTON, G.A. Assessing contaminated aquatic sediments. **Environ. Sci. Technol.**, n. 26, v. 10, p. 1862-1863, 1992.

CONSTANZA *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, n. 6630, v. 380, p. 253-260, 1997.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA/US. **Short-term Methods for Estimating the Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Marine and**



Estuarine Organisms: Mysid, *Mysidopsis bahia*, Survival, Growth, and Fecundity Test Method, 2002. Disponível em: <<http://www.epa.gov/waterscience/methods/wet/disk1/>>. Acesso em: 30 jun. 2009.

EMMETT, R. Geographic signatures of north American west coast estuaries. **Estuaries**, n.23, p.765–792, 2000.

FONSECA, E.; BAPTISTA NETO, J.; MCALLISTER, J.; CRAPEZ, M.; FERNANDEZ, M.; BISPO, M. Bioavailability of heavy metals in Guanabara Bay, Rio de Janeiro (Brazil). **Journal of Coastal Research**, Reino Unido, v. 56, p. 802-806, 2009.

FRAZÃO, E. **Caracterização Hidrodinâmica e Morfo-sedimentar do Estuário Potengi e Áreas adjacentes:** subsídios para controle e recuperação ambiental no caso de derrames de hidrocarbonetos. Dissertação de Mestrado/UFRN, 2003.

GHERARDI-GOLDSTEIN, E. *et al.* Estimativa da carga poluidora de efluentes industriais da região de Cubatão através de ensaios biológicos com microcrustáceos e peixes. **IN: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 13. Maceió, AL. 1985, 10p.

HACK, L. *et al.* Toxicity of estuarine sediments using a full life-cycle bioassay with the marine copepod *Robertsonia propinqua*. **Ecotoxicology and Environmental Safety** vol. 70, p. 469-474, 2008.

JONES, P. D.; TYLER, A. O.; WITHER, A. W. Decision-support Systems: Do they have a Future in Estuarine Management? **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 55, n. 6, p. 993-1008, 2003.

KEMP, P.F. & SWARTZ, R.C. Acute toxicity of interstitial and particle-bound cadmium to a marine infaunal amphipod. **Marine Environmental Research**, n.26, p.135-153, 1988.

LOTZE, H. K. *et al.* Depletion, Degradation, and Recovery Potential of Estuaries and Coastal Seas. **Science**, Washinton, Dc, n. 312, p.1806-1809, 23 jun. 2006.

MANYING. T.; ROWE, C. Modeling effects of cadmium on population growth of *Palaemonetes pugio*: Results of a full life cycle exposure. **Aquatic Toxicology**, v. 88, n. 2, p.111-120, 2008.

OBERHOLSTER, P. J., BOTHA, A. M., CLOETE, T.E. Using a battery of bioassays, benthic phytoplankton and the AUSRIVAS method to monitor long-term coal tar contaminated sediment in the Cache la Poudre River, Colorado. **Water Res.** n.39, p.4913–4924, 2005.

PRITCHARD, D. W. What's is an estuary? Physical Viewpoint. **IN: Estuaries** (ed. By G. D. Lauff). p. 3-5. Am. Ass. Adv. Sci., n. 38, Washington, D.C., 2007.

SCHLEKAT, C.E., MCGEE, B.L; REINHARZ, E. Testing sediment toxicity in Chesapeake Bay with the amphipod *Leptocheirus plumulosus*: an evaluation. **Environmental Toxicology and Chemistry**, n.11, p.225-236, 1992.

SCHWARZENBACH, R. P. *et al.* Systems The Challenge of Micropollutants in Aquatic. **Science**, Washinton, n. 313, p.1072-1077, 25 ago. 2006.



SWARTZ, R.C., KEMP, P.F., SCHULTS, D.W.; LAMBERSON, J.O. Effects of mixtures of sediment contaminants on the marine infaunal amphipod, *Rhepoxynius abronius*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, n.7, v.12, p.1013-1020, 1988.

SILVA, C., *et al.* Comparative biomonitors of coastal trace metal contamination in tropical South America (N. Brazil). **Marine Environmental Research**, 2006.

SILVA, C. *et al.* Concentration, stock and transport rate of heavy metals in a tropical red mangrove, Natal, Brazil. **Marine Chemistry**, n.99, p.2-11, 2006.

SILVA, V. *Mysidopsis juniae*, nova espécie de Crustacea – Mysidacea. Avulso do Departamento de Zoologia da Universidade do Rio de Janeiro, n°30, 1979.

THOM, R. M. The biological importance of pacific northwest estuaries. **N W Environ J**, n.3, p.21–42, 1987.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC, AND CULTURAL ORGANIZATION, **World Water Assessment Programme, Water For People, Water For Life** - The United Nations World Water Development Report. Berghahn Books, Barcelona, 2003.