

**AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA E DAS
COMUNIDADES DA MACROFAUNA BENTÔNICA
E DEMERSAL-BENTÔNICA DA REGIÃO
MARINHA AO LARGO DA BAIXADA SANTISTA**

***Avaliação Ecotoxicológica do Sedimento na
Plataforma Rasa da Baía de Santos***

Relatório Técnico Final
RTF(2/3) – N°120208

São Paulo
Fevereiro/2008

IDENTIFICAÇÃO

RELATÓRIO: RTF(2/3) 120208 – Avaliação Ecotoxicológica e das Comunidades da Macrofauna Bentônica e Demersal-Bentônica da Região Marinha ao Largo da Baixada Santista: *Avaliação Ecotoxicológica do Sedimento na Plataforma Rasa da Baía de Santos.*

DATA: 12 de fevereiro de 2008.

CONTRATANTE:

Consultoria Paulista de Estudos Ambientais

Eng. Raphael Koch Turri / Sylvia Lima

Tel: (0xx11) 4082 3200

End. Elet.: raphael.turri@cpeanet.com / sylvia.lima@cpeanet.com

CONTRATADA:

Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas – FUNDESPA

Av. Afrânio Peixoto, 412 – Butantã – São Paulo – SP

CEP 05507-000

Tel/Fax: (11) 3816-2737

Prof. Dr. Luiz Roberto Tommasi

Diretor Presidente – FUNDESPA

E-mail: tommasi@fundespa.com.br

bauer@fundespa.com.br

APRESENTAÇÃO

A FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS - FUNDESPA, constituída em 1989 pelos docentes, técnicos e alunos do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo - IOUSP, é uma instituição de caráter educacional e científico, de direito privado e sem fins lucrativos, voltada ao estudo, pesquisa e desenvolvimento de projetos ambientais.

A FUNDESPA presta serviços nas suas várias especialidades, celebra convênios, acordos ou contratos com pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, dispondo para execução dos estudos, de um corpo de técnicos e consultores de elevado nível, atuando em diagnósticos e monitoramentos ambientais há 18 anos, com diversas empresas localizadas em pólos industriais e regiões estuarinas e portuárias, em situações semelhantes ao do presente caso.

A Fundação dispõe de sede própria localizada em São Paulo, estrutura operacional, logística e administrativa, laboratórios, viaturas e equipamentos de última geração para coleta e análise de dados físicos, químicos, geológicos, meteorológicos e biológicos, e uma equipe de profissionais qualificados responsável pela elaboração, execução e gerenciamento dos projetos ambientais, tanto no estado de São Paulo como em outras regiões do país. O objetivo dos estudos tem sido o monitoramento da qualidade ambiental, avaliação dos efeitos de lançamentos de efluentes, diagnósticos de ecossistemas marinhos, estudos oceanográficos, avaliação de áreas atingidas por vazamentos, dragagens especiais, projetos em educação ambiental, de recuperação de áreas degradadas, além da elaboração de estudos de impactos ambientais e respectivo relatório de impacto do meio ambiente.

Dando seguimento às atividades contratadas pela Consultoria Paulista, a FUNDESPA apresenta seu Relatório Técnico Final - **RTF(2/3) N°120208**, intitulado Avaliação Ecotoxicológica do Sedimento na Plataforma Rasa da Baía de Santos para os serviços de “Avaliação Ecotoxicológica e das

Comunidades da Macrofauna Bentônica e Demersal-Bentônica da Região
Marinha ao Largo da Baixada Santista.”

1. INTRODUÇÃO

A manutenção das atividades portuárias e a segurança à navegação no Porto de Santos exigem operações constantes de dragagens, tanto do canal de navegação quanto dos berços de atracação. Essa atividade é realizada em todo o mundo, dada às características dos corpos hídricos costeiros, especialmente os estuarinos, propícios à deposição sedimentar natural ou acelerada pela ação antrópica.

As dragagens são normalmente realizadas, quer os sedimentos sejam caracterizados como contaminados ou não, sendo necessário, em caso positivo, de identificação de contaminação e estudos adequados que a viabilizem sem causar dano ao meio ambiente. Esses estudos devem contemplar diferentes áreas do conhecimento, de modo a fornecer subsídios para a análise de técnicas e de alternativas adequadas que promovam a minimização dos possíveis impactos ambientais decorrentes da mobilização e disposição de sedimentos.

Monitorar a qualidade ambiental marinha implica em avaliar os efeitos das atividades antrópicas, analisar as características oceanográficas do meio, avaliar áreas atingidas direta ou indiretamente, propor medidas de recuperação do ambiente e adequar e atualizar os estudos de monitoramento.

2. OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo avaliar a toxicidade do sedimento, em 66 pontos de coleta pré-estabelecidos da plataforma rasa ao largo da Baía de Santos, dando subsídios para a identificação de novas áreas para disposição de material proveniente da dragagem portuária.

3. ÁREA DE ESTUDO

A área monitorada está situada ao largo da Baía de Santos, compreendendo a zona costeira dos Municípios de Praia Grande, Santos, Guarujá e Bertioga (Figura 1).

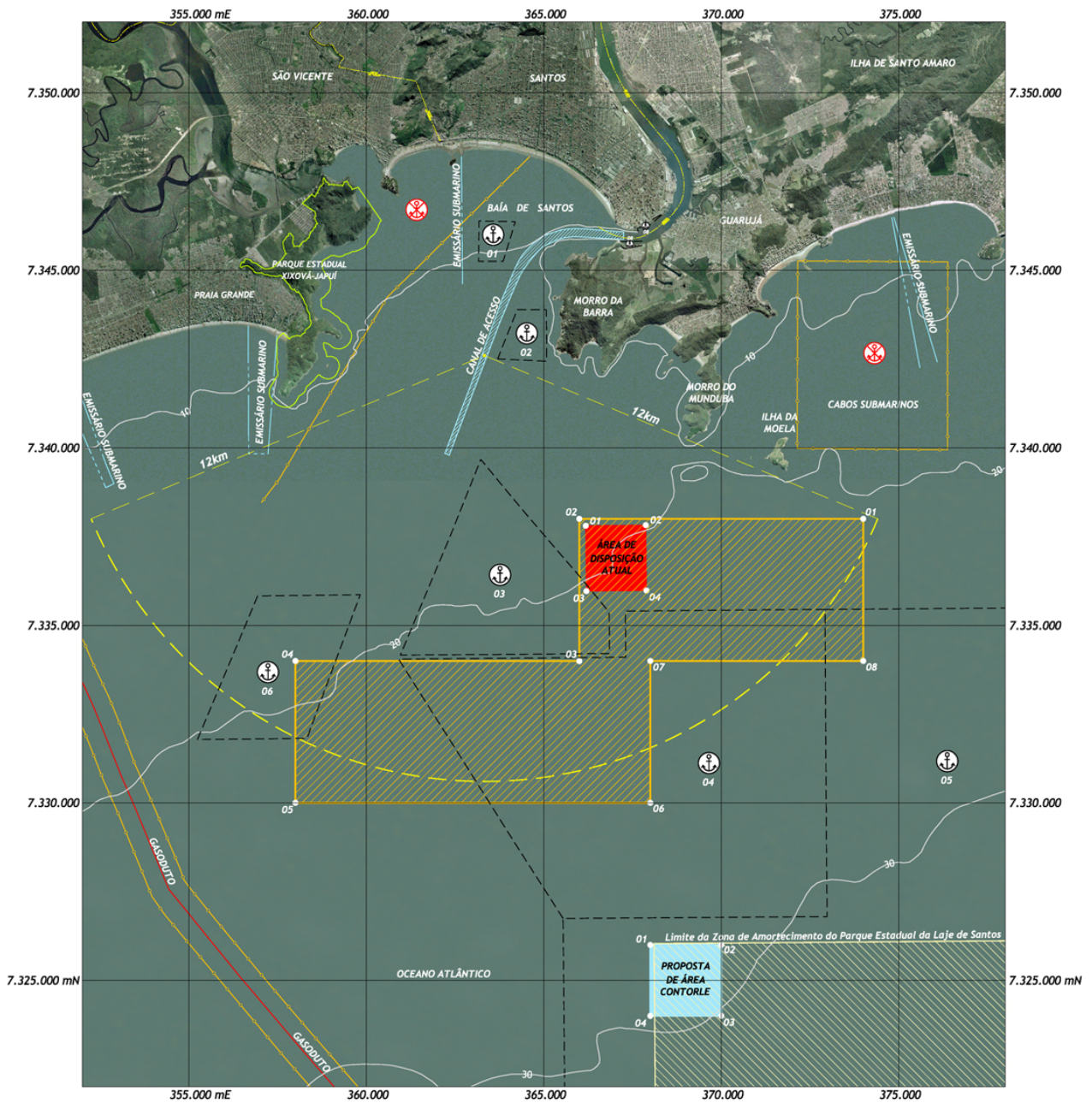


Figura 1. Mapa da área de estudo.

4. METODOLOGIA DE TRABALHO

4.1 Coleta

Amostras de sedimento foram coletadas nos dias 08, 09, 14 e 22 de novembro de 2007, e chegaram ao Laboratório de Ecotoxicologia Marinha –LEcotox- do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo – IOUSP no dia 23 de novembro de 2007 (Protocolo do Laboratório: N°30/2007).

Todas as amostras chegaram dentro de sacos plásticos duplos, devidamente etiquetadas, refrigeradas com gelo e armazenadas em recipientes térmicos.

As amostras foram mantidas sob refrigeração até o momento da execução do teste., em 25 de novembro de 2007.

Os testes de toxicidade foram conduzidos com as amostras de sedimento integral de 66 pontos de coleta (Tabela 1), seguindo o protocolo do teste de toxicidade com o anfípodo *Tiburonella viscana*, cujo procedimento foi adequado por Melo (1993) e descrito por Melo & Abessa (2002).

Tabela 1. Pontos de coleta de sedimento para os ensaios ecotoxicológicos.

	<i>PONTO</i>	<i>LATITUDE*</i>	<i>LONGITUDE*</i>
PONTOS DE COLETA DE SEDIMENTO	PS1	-24 04' 14,18580"	-46 18' 44,43299"
	PS2	-24 04' 14,44663"	-46 18' 13,93019"
	PS3	-24 04' 14,86357"	-46 17' 24,75674"
	PS4	-24 04' 15,20770"	-46 16' 43,77375"
	PS5	-24 04' 15,54879"	-46 16' 02,79055"
	PS6	-24 04' 15,95402"	-46 15' 13,61629"
	PS7	-24 04' 16,19223"	-46 14' 44,45808"
	PS8	-24 04' 55,43771"	-46 14' 27,13162"
	PS9	-24 04' 55,14926"	-46 15' 02,54011"

PS10	-24 04' 54,85327"	-46 15' 38,58579"
PS11	-24 04' 54,51384"	-46 16' 19,57257"
PS12	-24 04' 54,10255"	-46 17' 08,75056"
PS13	-24 04' 53,75641"	-46 17' 49,73687"
PS14	-24 04' 53,43798"	-46 18' 27,12728"
PS15	-24 04' 53,13409"	-46 19' 02,53469"
PS16	-24 05' 14,23718"	-46 19' 02,75040"
PS17	-24 05' 14,54114"	-46 18' 27,34138"
PS18	-24 05' 14,85966"	-46 17' 49,94928"
PS19	-24 05' 15,20589"	-46 17' 08,96111"
PS20	-24 05' 15,61730"	-46 16' 19,78087"
PS21	-24 05' 15,95682"	-46 15' 38,79223"
PS22	-24 05' 16,25289"	-46 15' 02,74491"
PS23	-24 05' 16,54143"	-46 14' 27,33482"
PS24	-24 05' 55,49890"	-46 14' 45,41803"
PS25	-24 05' 55,26038"	-46 15' 14,58248"
PS26	-24 05' 54,85462"	-46 16' 03,76727"
PS27	-24 05' 54,51310"	-46 16' 44,75923"
PS28	-24 05' 54,16852"	-46 17' 25,75099"
PS29	-24 05' 53,75105"	-46 18' 14,93495"
PS30	-24 05' 53,48988"	-46 18' 45,44428"
PS31	-24 06' 34,44628"	-46 18' 10,44354"
PS32	-24 06' 14,50281"	-46 18' 56,14181"
PS33	-24 06' 14,14837"	-46 19' 37,13474"
PS34	-24 06' 13,71906"	-46 20' 26,32010"
PS35	-24 06' 13,35791"	-46 21' 07,31253"
PS36	-24 06' 12,99370"	-46 21' 48,30474"
PS37	-24 06' 12,55267"	-46 22' 37,48924"
PS38	-24 06' 12,18175"	-46 23' 18,48094"
PS39	-24 06' 51,05677"	-46 23' 43,49674"
PS40	-24 06' 51,50388"	-46 22' 54,30854"

PS41	-24 06' 51,87316"	-46 22' 13,31324"
PS42	-24 06' 52,23938"	-46 21' 32,31771"
PS43	-24 06' 52,67477"	-46 20' 43,12863"
PS44	-24 06' 53,03428"	-46 20' 02,13261"
PS45	-24 06' 53,39073"	-46 19' 21,13636"
PS46	-24 06' 53,81439"	-46 18' 31,94643"
PS47	-24 07' 04,54808"	-46 18' 10,74828"
PS48	-24 07' 14,91745"	-46 18' 32,16109"
PS49	-24 07' 14,49368"	-46 19' 21,35326"
PS50	-24 07' 14,13713"	-46 20' 02,35137"
PS51	-24 07' 13,77752"	-46 20' 43,34926"
PS52	-24 07' 13,34202"	-46 21' 32,54058"
PS53	-24 07' 12,97569"	-46 22' 13,53798"
PS54	-24 07' 12,60631"	-46 22' 54,53514"
PS55	-24 07' 12,15908"	-46 23' 43,72558"
PS56	-24 07' 51,48228"	-46 23' 19,55253"
PS57	-24 07' 51,85368"	-46 22' 38,55204"
PS58	-24 07' 52,29527"	-46 21' 49,35701"
PS59	-24 07' 52,65995"	-46 21' 08,35602"
PS60	-24 07' 53,02157"	-46 20' 27,35480"
PS61	-24 07' 53,45143"	-46 19' 38,15890"
PS62	-24 07' 53,80633"	-46 18' 57,15720"
PS63	-24 07' 34,64984"	-46 18' 11,05316"
PS64	-24 10' 37,77227"	-46 17' 24,36215"
PS65	-24 11' 16,66372"	-46 17' 49,36455"
PS66	-24 11' 17,08035"	-46 17' 00,14612"

*DATUM HORIZONTAL WGS-84

4.2 Variáveis Físico-Químicas

Com a fração aquosa do teste de sedimento total foram medidos, no início e ao final do teste, a temperatura (°C), salinidade (*Atago Hand Refractometer S/Mill-E*), pH (*Mettler Toledo MP 120 pH Meter*) e amônia total pelo método colorimétrico (*Tropic Marin[®] Ammonia-Ammonium Test*). A amônia não ionizável foi estimada a partir desses valores.

4.3 Teste com anfípodos

Os exemplares de anfípodos da espécie *T. viscana* foram coletados na Praia do Engenho D'Água, Ilhabela – SP, nos dias 20 e 21 de novembro de 2007. Os organismos foram aclimatados às condições de laboratório, mantidos em um recipiente contendo água do mar de boa procedência filtrada em CUNO (0,1 µ) e uma camada de ≈ 1 cm de sedimento proveniente do local de onde foram coletados, sob aeração e iluminação constantes e temperatura de 25 ± 2°C. Após o período de aclimação, os animais foram então selecionados para o teste.

O teste consistiu na exposição de anfípodos adultos (excluindo-se fêmeas ovadas e animais apresentando aparência ou movimentação alterada) às amostras de sedimento, durante 10 dias.

Aproximadamente 24 horas antes do início do experimento, as amostras de sedimento foram homogeneizadas e, para cada amostra foram preparadas quatro réplicas, em frascos de polipropileno, contendo aproximadamente 175 mL de sedimento e 750 mL de água do mar filtrada em CUNO (0,1 µ). No dia seguinte, foram iniciados os testes. Em cada frasco foram introduzidos 10 anfípodos saudáveis. Todas as amostras receberam aeração e iluminação constantes e temperatura controlada (25 ± 2°C), em sala climatizada.

Diariamente, foi observado se havia a presença de organismos desenterrados (emergentes) em cada frasco. Ao final do período de exposição (10 dias), o teste foi encerrado. O conteúdo de cada réplica foi peneirado, em malha 0,5 mm, e o número de indivíduos vivos e mortos contados. A sobrevivência média dos organismos de cada amostra foi comparada com a

observada no sedimento controle. Os resultados das amostras foram comparados estatisticamente com a amostra controle, utilizando o *Student T Test* com bioequivalência de 0.69 (Abessa, *et al.*, 2007) para detecção de diferenças significativas e determinação das amostras tóxicas.

Paralelamente, foi realizado um teste com substância de referência, sem a presença de sedimento, para avaliar a sensibilidade dos organismos utilizados. A substância de referência testada foi o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$). Após 48 horas, o número de vivos e mortos em cada réplica foi contado, e posteriormente calculada a CL50-48horas para o dicromato de potássio. O resultado obtido no teste com essa substância foi analisado pelo método estatístico *Trimmed Spearman-Kärber* com correção de *Abbott* (Hamilton *et al.*, 1977), para calcular a CL50-48horas, ou seja, a concentração letal a 50% dos organismos após 48 horas e seu intervalo de confiança.

5. RESULTADOS

5.1 Variáveis Físico-Químicas

As variáveis físico-químicas como a salinidade, pH, amônia total (NH_4^+) medidas na fração aquosa, no início e no final do teste com sedimento integral, bem como a amônia não ionizável (NH_3) estão apresentados na Tabela 2. Durante o teste, a temperatura se manteve em $25 \pm 2^\circ\text{C}$ por meio de sala climatizada.

Tabela 2. Variáveis físico-químicas (salinidade, pH, amônia total (NH_4^+) e amônia não ionizável (NH_3)) obtidas na fração aquosa do teste com sedimento integral no início e ao final do teste.

Amostra	Variáveis Físico-Químicas							
	Inicial				Final			
	Salinidade	pH	NH_4^+	NH_3	Salinidade	pH	NH_4^+	NH_3
1	35	7,83	1,00	0,030	35	6,20	0,10	0,000
2	35	7,90	1,00	0,035	35	7,72	0,10	0,002
3	35	7,86	3,00	0,097	35	8,16	0,10	0,006
4	35	7,76	1,00	0,026	35	8,18	0,10	0,007
5	35	7,94	1,00	0,039	35	8,17	0,10	0,006
6	35	7,95	0,20	0,008	35	8,21	0,10	0,007
7	35	7,87	1,00	0,033	35	8,21	0,10	0,007
8	35	7,76	1,00	0,026	35	8,23	0,20	0,015
9	35	8,00	1,00	0,044	35	8,16	0,20	0,013
10	35	7,92	0,20	0,001	35	8,21	0,10	0,001
11	35	7,91	1,00	0,006	35	8,29	0,10	0,001
12	35	8,00	3,00	0,021	35	8,18	0,10	0,001
13	35	8,00	1,00	0,007	35	8,18	0,10	0,001
14	35	7,90	1,00	0,006	35	8,17	0,10	0,001
15	35	8,03	1,00	0,008	35	8,20	0,10	0,001

Amostra	Continuação... Variáveis Físico-Químicas							
	Inicial				Final			
	Salinidade	pH	NH ⁺ ₄	NH ₃	Salinidade	pH	NH ⁺ ₄	NH ₃
16	35	8,00	1,00	0,007	35	8,25	0,10	0,001
17	34	7,94	1,00	0,006	35	8,20	0,10	0,001
18	34	7,94	1,00	0,006	35	8,17	0,10	0,001
19	34	7,92	1,00	0,006	35	8,20	0,10	0,001
20	34	7,95	1,00	0,006	35	8,19	0,10	0,001
21	35	7,87	3,00	0,016	35	8,21	0,10	0,001
22	35	7,90	1,50	0,008	35	8,12	0,10	0,001
23	34	7,90	1,50	0,008	34	8,19	0,05	0,001
24	34	7,88	3,00	0,016	34	8,41	0,20	0,004
25	35	7,94	1,50	0,009	35	8,26	0,10	0,001
26	33	7,90	1,50	0,009	33	8,04	0,10	0,001
27	34	7,97	0,25	0,002	34	8,19	0,05	0,001
28	34	7,98	0,25	0,002	34	8,16	0,05	0,001
29	35	7,93	1,50	0,009	35	8,19	0,20	0,002
30	34	7,94	1,50	0,009	34	8,33	0,10	0,002
31	35	7,63	5,00	0,015	35	8,22	0,50	0,006
32	34	7,87	1,50	0,008	34	8,20	0,20	0,002
33	34	7,93	1,50	0,009	34	8,23	0,05	0,001
34	34	7,76	1,50	0,006	34	6,69	0,10	0,000
35	34	7,80	1,50-3,00	0,007-0,013	34	8,19	0,10	0,001
36	34	7,91	0,25-1,50	0,001-0,009	34	8,39	0,10	0,002
37	34	7,82	1,50	0,007	34	8,25	0,05	0,001
38	33	7,95	0,25-1,50	0,002-0,010	34	8,05	0,20	0,002
39	34	7,97	1,50	0,010	34	8,19	0,05	0,001
40	34	7,99	0,25-1,50	0,002-0,010	34	8,19	0,10	0,001
41	34	7,98	0,50-1,00	0,003-0,007	34	8,33	0,10	0,002
42	34	7,96	3,00	0,019	34	8,16	0,10	0,001
43	34	8,00	0,20-0,50	0,001-0,004	34	8,05	0,05	0,002
44	34	7,95	1,00-3,00	0,006-0,019	35	8,10	0,05	0,003
45	34	7,95	1,00	0,006	34	8,09	0,05	0,000
Amostra	Continuação... Variáveis Físico-Químicas							

	Inicial				Final			
	Salinidade	pH	NH ₄ ⁺	NH ₃	Salinidade	pH	NH ₄ ⁺	NH ₃
46	34	7,93	1,00-3,00	0,006-0,018	34	8,20	0,00	0,000
47	34	7,93	1,00	0,006	34	8,13	0,00	0,000
48	34	8,01	0,20	0,001	35	8,13	0,00	0,000
49	35	7,96	3,00	0,019	35	8,15	0,00	0,000
50	34	7,86	3,00	0,015	34	8,09	0,00	0,000
51	34	7,85	>3,00	0,015	34	8,12	0,00	0,000
52	34	7,95	1,00	0,006	34	8,11	0,00	0,000
53	34	8,02	1,00	0,007	34	8,13	0,00	0,000
54	35	7,99	1,00	0,007	35	8,13	0,00	0,000
55	34	8,00	1,00-3,00	0,007-0,021	34	8,12	0,00	0,000
56	34	7,91	1,00-3,00	0,006-0,017	34	8,13	0,00	0,000
57	34	7,88	1,00-3,00	0,005-0,016	34	7,94	0,00	0,000
58	34	7,97	0,20	0,001	34	7,95	0,00	0,000
59	34	8,02	0,50	0,004	34	8,15	0,00	0,000
60	34	8,06	0,05	0,000	34	8,19	0,00	0,000
61	34	7,91	0,50	0,003	34	8,18	0,00	0,000
62	34	8,02	0,10	0,001	34	8,14	0,00	0,000
63	34	8,02	0,10	0,001	34	8,21	0,00	0,000
64	34	8,03	0,20	0,002	34	8,23	0,00	0,000
65	34	8,04	0,50	0,004	34	8,20	0,00	0,000
66	34	8,01	0,50-1,00	0,004	34	8,19	0,00	0,000
Controle	35	7,87	1,50	0,050	35	8,38	0,10	0,010

Os valores de amônia não ionizável NH₃, estimados no início e ao final do testes foram inferiores aos sugeridos por Sáfydi *et al.* (2004), cuja sensibilidade do anfípodo *T. viscana* ao cloreto de amônia foi de 0,3 mg/L (DP=±0,1).

5.2 Sedimento Integral

O resultado da amostra controle obtido no teste de toxicidade com o sedimento integral e o anfípodo *T. viscana*, esteve dentro dos limites aceitáveis, uma vez que a média de organismos vivos no controle foi igual a 90%.

A Tabela 3 apresenta a porcentagem de organismos vivos em cada réplica com as médias e desvios padrão obtidos no teste.

Tabela 3. Porcentagem de organismos vivos em cada réplica com as médias e desvios padrão obtidos no teste com sedimento integral (Em vermelho estão as amostras que apresentaram toxicidade).

Teste Agudo com Sedimento Integral - <i>Tiburonella viscana</i>					
Percentual de sobrevivência					
Amostra	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Média	Desvio Padrão
1	50	100	60	70,0	26,5
2	70	100	50	73,3	25,2
3	60	30	70	53,3	20,8
4	90	40	50	60,0	26,5
5	40	40	40	40,0	0,0
6	40	30	30	33,3	5,8
7	70	50	40	53,3	15,3
8	80	70	50	66,7	15,3
9	40	50	80	56,7	20,8
10	40	40	60	46,7	11,5
11	80	60	60	66,7	11,5
12	80	50	0	43,3*	40,4
13	50	70	50	56,7	11,5
14	50	40	50	46,7	5,8
15	60	70	70	66,7	5,8
16	60	80	70	70,0	10,0
17	70	40	50	53,3	15,3
18	40	30	60	43,3	15,3

Amostra	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Média	Desvio Padrão
19	20	40	50	36,7	15,3
20	40	80	50	56,7	20,8
21	20	30	50	33,3	15,3
22	40	50	60	50,0	10,0
23	70	60	40	56,7	15,3
24	60	80	30	56,7	25,2
25	60	40	50	50,0	10,0
26	40	40	60	46,7	11,5
27	40	50	50	46,7	5,8
28	60	30	70	53,3	20,8
29	40	50	80	56,7	20,8
30	90	50	60	66,7	20,8
31	70	40	40	50,0	17,3
32	60	70	50	60,0	10,0
33	50	80	70	66,7	15,3
34	80	60	30	56,7	25,2
35	50	50	50	50,0	0,0
36	40	20	60	40,0	20,0
37	60	80	80	73,3	11,5
38	40	90	100	76,7	32,1
39	70	60	60	63,3	5,8
40	50	40	40	43,3	5,8
41	80	70	40	63,3	20,8
42	30	60	40	43,3	15,3
43	50	50	60	53,3	5,8
44	90	60	30	60,0	30,0
45	70	60	70	66,7	5,8
46	60	50	50	53,3	5,8
47	70	70	70	70,0	0,0
48	40	60	50	50,0	10,0
49	50	50	70	56,7	11,5
50	60	70	60	63,3	5,8

Amostra	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Média	Desvio Padrão
51	90	70	50	70,0	20,0
52	90	70	60	73,3	15,3
53	90	40	50	60,0	26,5
54	70	80	70	73,3	5,8
55	70	60	70	66,7	5,8
56	90	50	80	73,3	20,8
57	50	80	70	66,7	15,3
58	70	40	40	50,0	17,3
59	80	60	70	70,0	10,0
60	60	70	70	66,7	5,8
61	50	80	80	70,0	17,3
62	70	50	70	63,3	11,5
63	60	50	80	63,3	15,3
64	60	40	60	53,3	11,5
65	60	70	100	76,7	20,8
66	100	80	70	83,3	15,3
Controle	90	100	80	90,0	10,0

*média considerando as três réplicas. Caso considere somente duas, considerando o valor da terceira réplica como *out layer* o valor passa a ser 65.

Nas figuras 1 e 2 estão representados graficamente os valores médios obtidos em cada amostra de sedimento integral juntamente com seus desvios padrão.

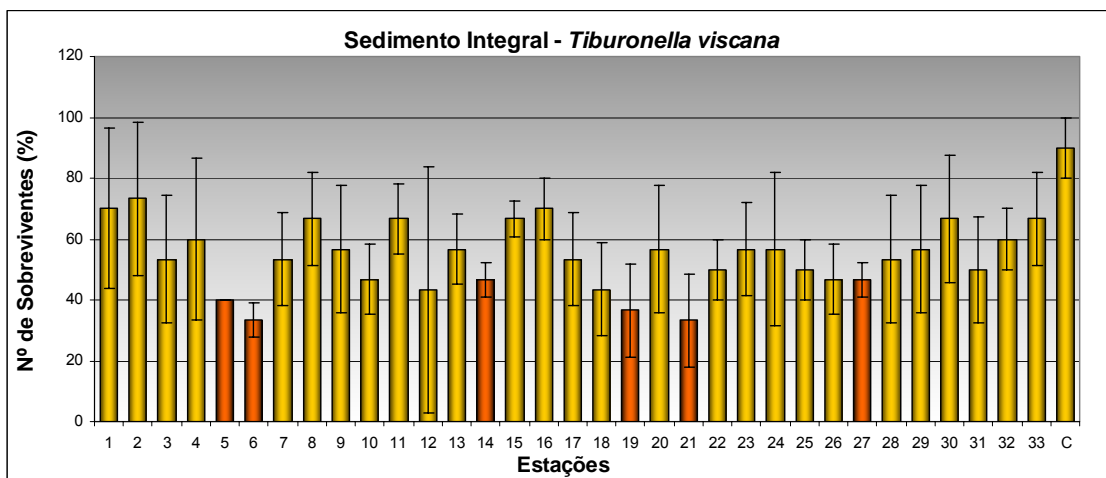


Figura 1. Média de organismos vivos, com seus respectivos Desvios Padrão, em cada amostra (1 a 33) de sedimento integral testada e para a amostra controle (C). Barras em vermelho = amostra tóxica.

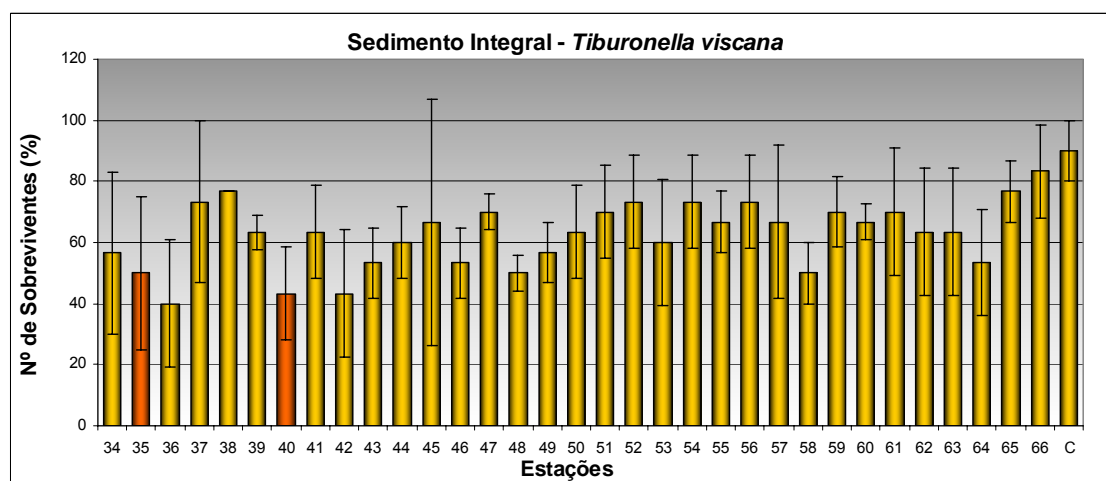


Figura 2. Média de organismos vivos, com seus respectivos Desvios Padrão, em cada amostra (34 a 66) de sedimento integral testada e para a amostra controle (C). Barras em vermelho = amostra tóxica.

Com o pacote estatístico *Toxstat* verificou-se que o resultado do teste foi normal e homogêneo e que as amostras 5, 6, 14, 19, 21, 27, 35 e 40 foram consideradas tóxicas (12% das estações de coleta), quando comparadas com a amostra controle, segundo *Student T Test* ($p < 0,05$), com bioequivalência para a espécie *T. viscana* de 0,694.

Outras amostras apresentaram elevada porcentagem de mortalidade, entretanto, o método estatístico aplicado não as caracterizou como significativamente diferente do controle, portanto, não foram consideradas tóxicas, podendo-se inferir apenas que as mesmas apresentaram indício ou potencial de efeito.

Na Tabela 4 são apresentados os coeficientes da Correlação de Pearson para as variáveis físico-químicas obtidas na fração aquosa do teste de toxicidade com sedimento integral e o anfípodo *T. viscana*.

Tabela 4. Variáveis correlacionadas com os resultados do teste ecotoxicológico e seus respectivos coeficientes da Correlação de Pearson.

Variáveis Correlacionadas	Coefficiente de Pearson
Salinidade Inicial	-0,128
Salinidade Final	-0,213
pH Inicial	0,064
pH Final	-0,103
NH ⁺ ₄ Inicial	-0,129
NH ⁺ ₄ Final	-0,253
NH ₃ Inicial	0,043
NH ⁺ ₃ Final	-0,058

Nenhuma das variáveis físico-químicas apresentou correlação significativa com as médias de organismos vivos obtidas no teste com sedimento integral e o *Tiburonella viscana*.

A sensibilidade dos anfípodos utilizados nos testes com sedimento integral foi estimada através do teste com substância de referência – Dicromato de Potássio (K₂Cr₂O₇). Os resultados obtidos estão na Tabela 5.

Tabela 5. Porcentagem de organismos vivos obtida nas concentrações da substância de referência $K_2Cr_2O_7$, com suas respectivas médias e desvios padrão.

Concentração de Dicromato de Potássio (mg/L)						
Réplica	3,13	6,25	12,50	25,00	50,00	Controle
R1	60	90	80	20	0	70
R2	70	60	60	20	0	90
R3	80	80	80	20	10	70
Média	70,00	76,67	73,33	20,00	3,33	76,67
Desvio Padrão	10,00	15,28	11,55	0,00	5,77	11,55

LC50-48h = 20,01 (17,34 – 23,08) mg/L de $K_2Cr_2O_7$

O teste de sensibilidade do organismo-teste apresentou resultado dentro dos limites esperados para a espécie, CL50-48h (média \pm 2DP) = 13,79 (6,84 - 20,75).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As amostras das estações 5, 6, 14, 19, 21, 27, 35 e 40 foram consideradas tóxicas ao anfípodo *Tiburonella viscana* no teste estatístico realizado.

Dentre as variáveis físico-químicas avaliadas, no início e ao final do teste, nenhuma apresentou correlação significativa com os resultados obtidos para sobrevivência de *T. viscana*.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Luiz Roberto Tommasi
Diretor Presidente

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abessa, D.M.S.; Maranhão, L.A.; Prósperi, V.A. 2007. A proposal for bioequivalence to 10-day whole sediment toxicity tests with *Tiburonella viscana*. In: Setac Latin America – Uruguay - 2007.
- Melo, S.L.R. 1993. Testes de toxicidade com sedimentos marinhos: adequação de metodologia para anfípodo escavador *Tiburonella viscana*. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 172p.
- Melo, S.L.R.; Abessa, D.M.S. 2002. Testes de toxicidade com sedimentos marinhos utilizando anfípodos. In: Nascimento, I.; E.C.P.M. Sousa; M.G.Nipper (Eds.) Métodos em Ecotoxicologia Marinha: Aplicações no Brasil. Cap.XIV. 262p.
- Sáfadi, R.S.; Melo, S.L.R.; Fontes, A.F.A.; Simões, A.P.; Gelb, E.C.; Costa, F.A.; Martins, J.M.; Pires, L.E.B.; Silva, U.F. 2004. Sensibilidade do anfípodo marinho *Tiburonella viscana* ao cloreto de amônia. In: Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia, 8. Florianópolis. B5-22, p.48.

ANEXO I – Laudo Analítico

