



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DO RIO GRANDE

**PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL
PARA O CANAL DE ACESSO AO PORTO DO RIO GRANDE,
BACIA DE EVOLUÇÃO DO PORTO NOVO E
DA ÁREA DE DESCARTE DO MATERIAL DRAGADO**

RELATÓRIO ANUAL 2011

Esse documento deve ser citado como:

FERNANDES, E.H. & ROSA, T. (Orgs.) 2011. Programa de Monitoramento Ambiental para o Canal de Acesso ao Porto do Rio Grande, Bacia de Evolução do Porto Novo e da Área de Descarte do Material Dragado. Relatório Anual 2011. Relatório Técnico, Universidade Federal do Rio Grande-FURG, 184pp.

**PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL PARA O CANAL DE ACESSO AO PORTO
DO RIO GRANDE, BACIA DE EVOLUÇÃO DO PORTO NOVO E DA ÁREA DE DESCARTE
DO MATERIAL DRAGADO**

Relatório Anual 2011

Elisa Helena Leão Fernandes
Coordenadora

Tatiana Pinho da Rosa
Gerente Técnico-Administrativo

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	09
1.1 Equipe de Coordenação	09
2.HIDROQUÍMICA	10
2.1 Equipe técnica	10
2.2 Metodologia	10
2.2.1 Monitoramento Contínuo	10
2.2.2 Monitoramento do gradiente salino.....	12
2.2.3 Monitoramento de bioindicadores.....	13
2.2.4 Monitoramento da Especiação de metais.....	15
2.3 Resultados.....	16
2.3.1 Monitoramento contínuo	16
2.3.2 Monitoramento do gradiente salino.....	25
2.3.3 Monitoramento de bioindicadores.....	37
2.3.4 Especiação química de Metais	40
2.4 Discussão	45
2.4.1 Monitoramento contínuo	45
2.4.2 Monitoramento do gradiente salino.....	48
2.4.3 Monitoramento de Bioindicadores.....	50
2.4.4 Especiação Química.....	51
2.5 Conclusão.....	52
3.GEOQUÍMICA	55
3.1 Equipe técnica	55
3.2 Atividades Desenvolvidas	55
3.3 Metodologia	57
3.3.1 Análises granulométricas.....	57
3.3.2 Análises químicas.....	57
3.3.2.1 Análise dos metais pesados dos sedimentos	57

3.3.2.2	Análise de arsênico.....	58
3.3.2.3	Análise de mercúrio	58
3.3.2.4	Análise do carbono orgânico total.....	58
3.3.2.5	Análise do nitrogênio orgânico total.....	58
3.3.2.6	Análise de óleos e graxas	58
3.3.2.7	Análise do fósforo total	59
3.3.2.8	Granulometria dos sedimentos	59
3.3.2.9	Controle de qualidade analítica	59
3.4	Resultados e discussão	59
3.4.1	Granulometria dos sedimentos	60
3.4.2	Caracterização dos sedimentos.....	66
3.4.3	Carbono orgânico total (COT) e nutrientes	66
3.4.4	Óleos e graxas (OG).....	68
3.4.5	Elementos metálicos.....	69
3.4.6	Aspectos do Ponto controle	71
3.5	Considerações Finais	72
4.	MICROCONTAMINANTES ORGÂNICOS.....	74
4.1	Equipe técnica	74
4.2	Atividades Desenvolvidas e Metodologia.....	74
4.2.1	Coleta quadrimestral das amostras de sedimento	74
4.2.2	Análises químicas	76
4.2.2.1	Hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs).....	76
4.2.2.2	Pesticidas clorados e PCBs.....	78
4.3	Resultados.....	80
4.3.1	Hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs).....	81
4.3.2	Praguicidas clorados e PCBs	82
4.4	Conclusão.....	82
4.5	Anexos.....	83
5.	ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS.....	89
5.1	Equipe técnica	89
5.2	Atividades Desenvolvidas e Metodologia.....	89

5.2.1 Coleta e manutenção dos organismos-teste	89
5.2.2 Ensaio com material de referência (Controle Positivo)	91
5.2.2.1 Metodologia para Kalliapseudes Schubartii	91
5.2.2.2 Resultado para Kalliapseudes Schubartii	92
5.2.2.3 Metodologia para Acartia Tonsa	93
5.2.2.4 Resultados para Acartia Tonsa.....	94
5.2.3 Ensaio ecotoxicológico com sedimentos integral	95
5.2.3.1 Coleta quadrimensal das amostras de sedimentos	95
5.2.3.2 Metodologia do ensaio ecotoxicológico com Kalliapseudes Schubartii	95
5.2.3.3 Resultados do ensaio com sedimento integral (Kalliapseudes Schubartii)	96
5.2.4 Ensaio ecotoxicológico com sedimento elutriado	102
5.2.4.1 Coleta quadrimensal das amostras de sedimento	102
5.2.4.2 Metodologia dos ensaios ecotoxicológicos	102
5.2.4.3 Resultado dos ensaios com sedimento elutriado (Kalliapseudes Schubartii)	103
5.2.5 Ensaio ecotoxicológico com água	108
5.2.5.1 Coleta quadrimensal das amostras com água	108
5.2.5.2 Metodologia dos ensaios ecotoxicológicos com água	109
5.2.5.3 Resultados dos ensaios com água	111
5.3 Conclusão	121
5.3.1 Cruzeiro 1	121
5.3.2 Cruzeiro 2	122
5.3.3 Cruzeiro 3	122
5.3.4 Análise Temporal	123
6.MACROFAUNA BENTÔNICA.....	124
6.1 Equipe técnica	124
6.2 Atividades Desenvolvidas e Metodologia.....	124
6.2.1 Áreas de estudo e metodologia amostral	124
6.2.1.1 Canal de acesso e bacia de evolução do Porto do Rio Grande.....	124
6.2.1.2 Local de descarte das dragagens efetuadas no Porto do Rio Grande.....	125
6.2.2 Processamento de amostras em campo e em Laboratório.....	125
6.2.3 Análises estatísticas	126
6.3 Resultados	126

6.3.1 Canal de acesso e bacia de evolução do Porto do Rio Grande.....	126
6.3.2 Local de descarte das dragagens efetuadas no Porto do Rio Grande.....	128
6.4 Discussão	130
6.4.1 Canal de acesso e bacia de evolução do Porto do Rio Grande.....	130
6.4.2 Local de Descarte das dragagens efetuadas no Porto do Rio Grande	132
6.5 Conclusão.....	134
6.6 Anexos.....	135
7. ICTIOFAUNA.....	145
7.1 Equipe técnica	145
7.2 Atividades Desenvolvidas e Metodologia.....	145
7.2.1 Monitoramento da composição de espécies, abundâncias e diversidades de peixes .	145
7.2.1.1 Coletas de campo	145
7.2.1.2 Processamento das amostras.....	145
7.2.1.3 Análise dos dados.....	146
7.3 Resultados e Conclusões	147
7.4 Comentários Gerais	148
7.5 Anexos.....	149
8. CETÁCEOS.....	154
8.1 Equipe técnica	154
8.2 Atividades Desenvolvidas e Metodologia.....	154
8.2.1 Introdução.....	154
8.2.2 Material e Métodos	156
8.3 Resultados.....	163
8.4 Conclusão.....	167
9. CONCLUSÕES FINAIS.....	169
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	174
10.1 Hidroquímica.....	174
10.2 Geoquímica	175
10.3 Microcontaminantes Orgânicos	177

10.4 Ensaios Ecotoxicológicos	178
10.5 Macrofauna Bentônica.....	178
10.6 Ictiofauna	182
10.7 Cetáceos.....	183

1. INTRODUÇÃO

Em atendimento a uma das condicionantes estabelecidas na Licença de Operação (LO) do licenciamento ambiental do Porto do Rio Grande (Rio Grande, RS), a Autoridade Portuária executa o Programa de Monitoramento Ambiental do Canal de Acesso e Áreas de Descarte do Porto do Rio Grande, através de um contrato com a Universidade Federal do Rio Grande – FURG. A universidade, através da atuação de um grupo multidisciplinar, avançou as atividades relativas ao programa no período de Outubro de 2010 a Outubro de 2011. O presente relatório descreve tais atividades e comenta os resultados encontrados, tendo em conta a utilização destes como indicadores da qualidade ambiental da área portuária. Como referência, sempre que possível, foram utilizados parâmetros de qualidade ambiental legalmente definidos como, por exemplo, aqueles definidos por resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Na falta de referências legais, os resultados foram interpretados frente ao já abundante conhecimento sobre os parâmetros considerados na região estuarina da Lagoa dos Patos (sítio de localização do Porto do Rio Grande), acumulado em décadas de estudos ambientais realizados pela FURG.

As áreas incluídas no monitoramento foram: qualidade da água (Hidroquímica), análise química de bio-indicadores, geoquímica dos sedimentos, análise de microcontaminantes orgânicos nos sedimentos, ensaios ecotoxicológicos, comunidade macrobentônica, ictiofauna e cetáceos.

As atividades do programa foram coordenadas pelo Laboratório de Oceanografia Costeira e Estuarina, do Instituto de Oceanografia da FURG, que se responsabiliza pela gestão operacional e administrativa do programa, além de promover as reuniões técnicas e de planejamento com a equipe, e de consolidar os relatórios executivos e anuais do programa.

1.1 Equipe de Coordenação

Dra. Elisa Helena Fernandes (Coordenador Científico)

Tatiana Pinho da Rosa (Gerente de Projeto)

2. HIDROQUÍMICA

2.1 EQUIPE TÉCNICA

Dr. Luis Felipe Hax Niencheski – coordenador

MSc. Maria da Graça Zepka Baumgarten - colaboradora

Dr. Márcio Raimundo Milani - colaborador

Acadêmica Mariele Paiva (Curso de Oceanologia) - colaboradora

Técnicos Químicos Lúcia Helena Böhmer e José Vanderlen Veigas Miranda- colaboradores

2.2 METODOLOGIA

2.2.1 Monitoramento Contínuo

As amostragens para as análises do Monitoramento Contínuo foram realizadas em dois dias sucessivos em cada estação do ano de 2011. A primeira amostragem foi realizada em fevereiro (**verão**), a segunda em junho (**outono**), a terceira em julho (**inverno**), e a quarta em outubro (**primavera**).

Em cada estação de coleta foram obtidas amostras de água em superfície e fundo. Isso diferiu dos anos anteriores (2006 a 2010), quando três profundidades foram amostradas (superfície, meia água e fundo). Portanto, em 2011 foram excluídas as amostragens de meia água devido a pouca variabilidade dos resultados entre as três profundidades.

As amostragens do Monitoramento Contínuo foram realizadas em estações de coleta localizadas ao longo da área portuária, sendo nove no Canal de Acesso do estuário (Canal do Rio Grande) e uma no Porto Velho (Canal do Norte). A estação 11 ficou posicionada ao lado da Bóia 19, em frente ao local Cocuruto (Figura 2.1 e Tabela 2.1).

Nas Tabelas 2.2; 2.3; 2.4, 2.5 (parâmetros físico-químicos e nutrientes) e 2.6, 2.7, 2.8 e 2.9 (metais) estão apresentados os resultados das amostragens feitas ao longo do estuário no primeiro e no segundo semestre de 2011.

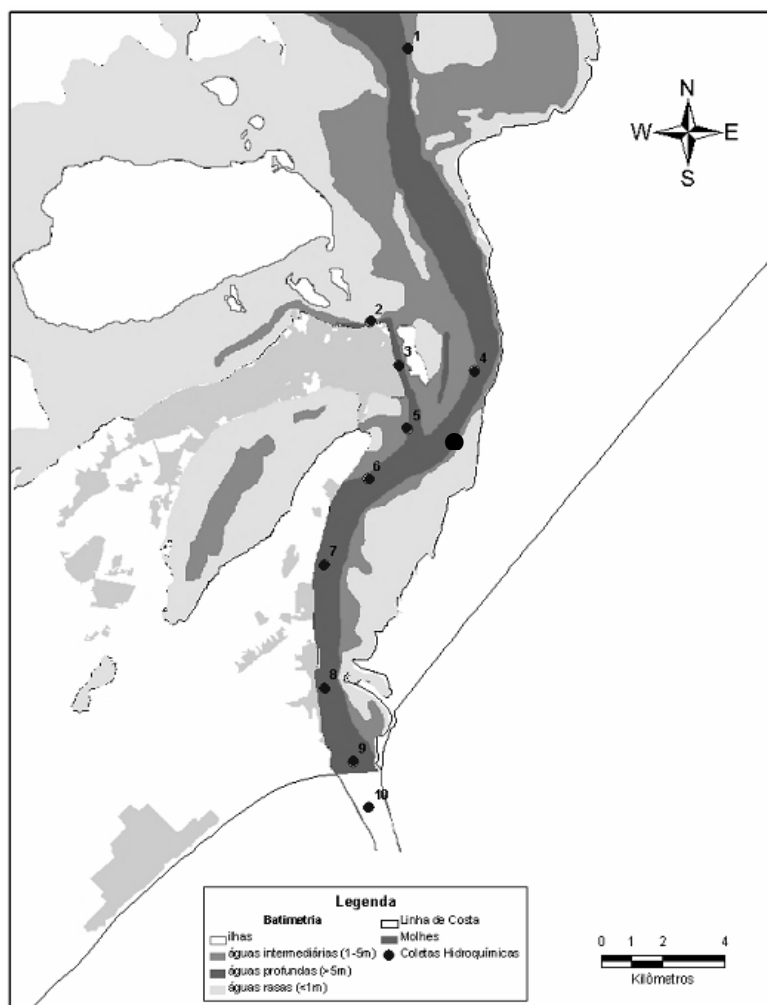


Figura 2.1 - Desenho Amostral - Hidroquímica

Tabela 2.1. Localização das estações de coleta - Hidroquímica

Estações de amostragem	latitude	longitude
01 - Foral Diamante (norte estuário)	31°56,913'	52°04,207'
02 - Porto Velho	32°01,730'	52°05,031'
03 - Porto Novo	32°02,482'	52°04,447'
04 - Cocuruto	32°02,600'	52°02,900'
05 - Bóia 1	32°03,609'	52°04,277'
06 - Pier pretoquímico	32°04,491'	52°05,106'
07 - Bóia 13	32°05,982'	52°06,026'
08 - Zona da Praticagem da Barra	32°08,173'	52°06,033'
09 - Raiz dos molhes	32°09,472'	52°05,459'
10 - Ponta dos molhes	32°10,286'	52°05,150'
11- Bóia 19	32°03,447'	52°03,260'

2.2.2 Monitoramento do Gradiente Salino

As amostragens para as análises do Gradiente Salino foram realizadas em dois dias sucessivos em cada estação do ano de 2011, a primeira amostragem foi realizada em fevereiro (**verão**), a segunda em junho (**outono**), a terceira em julho (**inverno**), e a quarta em outubro (**primavera**). As estações de coleta não eram fixas, mas sim distribuídas ao longo do gradiente salino formado dentro do estuário ou na plataforma adjacente à desembocadura do mesmo, dependendo do regime hidrológico ocorrente em cada período amostrado.

As amostras de água foram obtidas na superfície da coluna d'água em 10 estações de coleta em fevereiro (verão); 10 estações em 17 de junho (outono); 10 estações de coleta em julho (inverno) e 09 estações de coleta em outubro (primavera) de 2011. Estas foram delimitadas e posicionadas "*in locu*" de acordo com a salinidade da água no trajeto ao longo do estuário e sua desembocadura no oceano, de maneira que fosse amostrado o gradiente salino causado pelo encontro da água marinha com a água continental. As amostragens da água em cada estação de coleta foram feitas com uma garrafa coletora lançada de cima da lancha até a profundidade desejada para ser amostrada. Da água assim obtida foram separadas alíquotas individuais para cada parâmetro a ser analisado, os quais estão listados em tabelas a seguir apresentadas.

Tanto no monitoramento Contínuo quanto no Monitoramento do Gradiente Salino, os métodos analíticos utilizados para os parâmetros físico-químicos e nutrientes são aqueles descritos em Baumgarten et al. (2010) e para os metais em APHA (1998).

As amostras de metais em água foram digeridas em solução ácida e depois passadas em uma coluna de resina Chelex, para pré-concentração das amostras e retirada da matriz salina, para posterior análise por espectrometria de absorção atômica com forno de grafite. Como controle analítico das análises de cada período sazonal de amostragem, foi utilizado o Material de Referência Certificado SLRS-4, correspondente a água de rio, do National Research Council Canada. Todos os resultados destas amostras estiveram dentro do valor de recuperação esperado.

Nas Tabelas 2.10; 2.11; 2.12, 2.13 (parâmetros físico-químicos e nutrientes) e 2.14, 2.15, 2.16 e 2.17 (metais) estão apresentados os resultados das amostragens nos gradientes salinos analisados no primeiro e no segundo semestre no estuário e na plataforma adjacente. Esses resultados brutos foram comparados com os valores citados na legislação ambiental estadual da FEPAM (1995) referente a águas salobras Classe C, conforme o Canal do Rio Grande foi enquadrado pelo referido órgão ambiental. Para os parâmetros que não estão referidos nessa

legislação, os resultados foram comparados com aqueles citados na legislação nacional do CONAMA (2005) ou na bibliografia referente a concentrações normais em ambientes costeiros.

Esses valores referência estão apresentados nessas tabelas na coluna lateral, colocada à direita daquelas colunas onde estão os resultados das análises da água amostrada em cada estação de coleta. Esta formatação permite uma visualização comparativa do conjunto de resultados com os valores referenciais para cada estação de coleta nas três profundidades amostradas.

2.2.3. Monitoramento de bioindicadores

As amostragens relativas ao Monitoramento de Bioindicadores referentes ao período do verão de 2011 foram realizadas da seguinte forma: mexilhões e cracas no Molhe Leste e no Farol da Conceição foram coletados em 24/01 e cracas na região portuária foram coletadas no dia 25/04. Bagre, Corvina e Camarões foram coletados no dia 18/02. Já as amostragens do período do inverno de 2010 ocorreram entre os meses de agosto e outubro, sendo coletadas cracas na região portuária no dia 06/10, e peixes (bagre e corvina) no dia 16/08.

Verão:

1) Craca (*Balanus improvisus*):

As cracas foram obtidas junto a um amostrador inerte, que consiste de duas placas de cerâmica de 50cm² colocadas no ambiente a 1m de profundidade (da superfície). Os amostradores foram fixados junto ao Píer de Atracação do Porto Novo (32° 02 482 S; 52° 04 447 W) e no Farol da Conceição (31° 43 834 S e 51° 28 932 W), considerado Ponto Controle. Também foram amostradas junto ao Molhe Leste (32° 09 050 S; 52° 04 550 W) .

2) Mexilhão *Perna perna*

Os organismos foram divididos em dois grupos correspondentes ao Molhe Leste e dois correspondentes ao Farol da Conceição.

3) Peixes

As coletas dos peixes ocorreram junto ao cais do Porto Novo (32°04'14"S e 052°04'37" W), com o auxílio de uma rede de arrasto, tendo sido coletados:

Corvina (*Micropogonias furnieri*): 5 exemplares

Bagre (*Netuma barba*): 1 exemplar

Jundiá (*Rhamdia quelen*): 1 exemplar

Para fins de análise, foram feitas 3 réplicas para as amostras de corvina. Como não haviam vários exemplares de bagre e de jundiá, as réplicas foram efetuadas usando músculo de diferentes partes do organismo.

4) Camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*)

Foi realizada apenas uma coleta, característica do período “durante a safra”, junto ao píer de atracação do Porto do Rio Grande. Devido ao número amostral limitado (5), só foi possível a análise de um grupo na sua forma inteira (todo o indivíduo) e um na sua fração limpa (sem casca e cabeça).

Inverno

1) Craca (*Balanus improvisus*):

As cracas foram obtidas junto a um amostrador inerte, que consiste de duas placas de cerâmica de 50cm² colocadas no ambiente a 1m de profundidade (da superfície). Os amostradores foram fixados junto ao Píer de Atracação do Porto Novo (32° 02 482 S; 52° 04 447 W).

Os organismos foram divididos em 3 grupos para fins de análise.

2) Peixes

As coletas dos peixes ocorreram junto ao cais do Porto Novo (32°04'14"S e 052°04'37" W), com o auxílio de uma rede de arrasto no dia 22/08, tendo sido coletados:

Corvina (*Micropogonias furnieri*): 4 exemplares

Bagre (*Netuma barba*): 4 exemplares

Linguado (*Paralichthys orbignyanus*): 1 exemplar

Para fins de análise, foram feitas 3 réplicas para as amostras de corvina e 4 para as amostras de bagre.

A metodologia utilizada na limpeza do material e processamento dos organismos e encontra-se disponível na bibliografia abaixo:

- Niencheski, L.F. e Wallner-Kersanach, M. 2006. Capítulo 4. Contaminantes: metais, hidrocarbonetos e organoclorados. Subitem 4.2.2.5.1 Peixes. *In: Avaliação Ambiental de Estuários Brasileiros: Diretrizes Metodológicas*. Lana, P.C.; Bianchini, A.; Ribeiro, C.A.O.; Niencheski, L.F.; Fillmann, G. & Santos, C.S.G. (Organizadores). Projeto RECOS: Uso e apropriação de Recursos Costeiros. Grupo Temático: Biodiversidade e Qualidade Ambiental. Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2006 (ISBN 85-7427-017-2). p. 66 – 67.
- Niencheski, L.F. e Santos, C.S.G. 2006. Capítulo 4. Contaminantes: metais, hidrocarbonetos e organoclorados. Subitem 4.2.2.5.2 Mollusca, Bivalvia (Ostra). *In: Avaliação Ambiental de Estuários Brasileiros: Diretrizes Metodológicas*. Lana, P.C.; Bianchini, A.; Ribeiro, C.A.O.; Niencheski, L.F.; Fillmann, G. & Santos, C.S.G. (Organizadores). Projeto RECOS: Uso e apropriação de Recursos Costeiros. Grupo Temático: Biodiversidade e Qualidade Ambiental. Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2006 (ISBN 85-7427-017-2). p. 68 – 70.
- Niencheski, L.F. e Baumgarten, M.G.Z. 2006. Capítulo 4. Contaminantes: metais, hidrocarbonetos e organoclorados. Subitem 4.2.2.5.4 Crustacea, Cirripedia (Cracas). *In: Avaliação Ambiental de Estuários Brasileiros: Diretrizes Metodológicas*. Lana, P.C.; Bianchini, A.; Ribeiro, C.A.O.; Niencheski, L.F.; Fillmann, G. & Santos, C.S.G. (Organizadores). Projeto RECOS: Uso e apropriação de Recursos Costeiros. Grupo Temático: Biodiversidade e Qualidade Ambiental. Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2006 (ISBN 85-7427-017-2). p. 73 – 75.
- Niencheski, L.F. 2006. Capítulo 4. Contaminantes: metais, hidrocarbonetos e organoclorados. Subitem 4.2.2.6 Digestão do material biológico – análise de elementos traço por espectroscopia de absorção atômica. *In: Avaliação Ambiental de Estuários Brasileiros: Diretrizes Metodológicas*. Lana, P.C.; Bianchini, A.; Ribeiro, C.A.O.; Niencheski, L.F.; Fillmann, G. & Santos, C.S.G. (Organizadores). Projeto RECOS: Uso e apropriação de Recursos Costeiros. Grupo Temático: Biodiversidade e Qualidade Ambiental. Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2006 (ISBN 85-7427-017-2). p. 75 – 79.

2.2.4. Monitoramento da Especiação de Metais

Foram amostradas 11 estações de coleta distribuídas ao longo do eixo do Canal do Rio Grande, numa área desde o norte do estuário até a desembocadura no Oceano Atlântico, de

modo semelhante ao Monitoramento Contínuo (Figura 2.1 e Tabela 2.1). As amostras foram coletadas seguindo a mesma técnica usada para coleta das amostras para análise de metais do Monitoramento Contínuo. Em cada estação de coleta foram obtidas amostras de água em superfície e fundo.

As amostras foram filtradas em bancada de fluxo laminar no Laboratório de Hidroquímica – FURG – através de membranas 0,45 e 0,20 μ m, sucessivamente. As amostras filtradas foram mantidas sob refrigeração até o momento da análise.

As seguintes referências bibliográficas foram usadas como suporte para as análises de especiação química dos metais:

- Kononets, M. Y.; Pakhomova, S. V.; Rozanov, A. G.; Proskurnin, M. A. J. Anal. Chem. 57, 2002, p586-589.
- Quináia, S. P.; Rollemberg, M. C. E. J. Braz. Chem. Soc. 12, 2001, p.37-41.
- Quináia, S. P.; Rollemberg, M. C. E. J. Braz. Chem. Soc. 8, 1997, p.349-356.
- Sule, P. A.; Ingle Jr, J. D. Anal.Chim. Acta, 326, 1996, p.85-93.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Monitoramento contínuo

Parâmetros físico-químicos, nutrientes e metais

Tabela 2.2. **Monitoramento Contínuo** em estações fixas na amostragem de **verão (fevereiro de 2011 – Primeiro Trimestre)**: resultados dos parâmetros físico-químicos e nutrientes analisados e comparados com valores referenciais. Obs.: resultados em células coloridas indicam desconformidade com os respectivos valores referenciais. Em vermelho: legislação ambiental; em amarelo: valores normais recomendados na bibliografia.

Parâmetro	Unidade	Prof.	est. 1	est. 2	est. 3	est. 4	est. 5	est. 6	est. 7	est. 8	est. 9	est. 10	est. 11	Referências
Hora			15:05	9:36	9:50	14:20	10:12	10:27	10:48	11:15	11:30	11:47	14:05	-
Latitude			31 56,913	32 01,730	32 02,482	32 02,600	32 03,609	32 04,491	32 05,982	32 08,173	32 09,472	32 10 286	32 03,447'	-
Longitude			52 04,207	52 05,031	52 04,447	52 02,900	52 04,277	52 05,106	52 06,026	52 06,033	52 05,459	52 05,150	52° 03,260'	-
temp agua	°C	S	27,6	25,0	25,0	26,8	24,8	25,7	26,0	26,2	25,0	26,3	26,4	-
		F	27,4	25,0	25,0	26,3	25,0	25,9	26,1	26,1	26,1	26,2	27,1	-
temp ar	°C		31,0	25,0	25,0	28,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	28,0	-
Direção Vento			SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-
Regime Hid.			vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	-
Profundidade	m	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		F	9	6	10	9	7	13	16	16	13	14	12	-
Condutividade		S	44,6	30,7	48,9	49,9	37,5	48,1	49,0	50,3	50,4	51,1	51,0	-
		F	47,3	47,1	39,5	50,8	49,8	50,6	51,0	51,4	51,2	51,4	51,0	-
Salinidade		S	27,3	19,1	31,9	31,5	24,0	30,9	31,4	32,1	32,4	32,7	32,5	-
		F	29,4	30,5	25,1	32,5	32,3	32,6	32,8	33,1	32,9	33,0	32,1	-
pH		S	8,3	7,9	7,3	8,1	7,1	7,7	8,1	8,4	8,5	8,5	8,3	6,5 a 8,5 *
		F	8,3	7,8	7,5	8,4	8,1	7,7	8,0	8,5	8,7	8,5	8,2	-
Oxigênio	mg/L	S	7,8	6,4	8,3	7,9	6,4	6,3	7,5	7,6	7,5	7,6	8,2	> 5 *, >4**
		F	7,6	6,4	6,4	7,4	6,3	6,3	6,3	7,4	7,5	7,5	7,3	-
Saturação de oxigênio	%	S	110,0	87,0	86,3	110,7	86,6	86,5	104,1	104,4	103,6	104,5	113,0	>100 **
		F	105,9	87,0	86,4	102,2	86,2	86,2	86,8	101,4	102,7	102,8	110,7	-
DBO5	mg/L	S	0,35	2,30	0,30	0,30	1,18	1,13	2,15	2,30	2,57	2,36	1,13	< 5*
		F	0,27	1,75	0,26	0,50	1,17	1,07	1,50	1,78	1,86	2,39	2,67	-
Mat. Susp.	mg/L	S	52,4	163,6	73,2	50,0	38,4	65,2	42,0	84,0	28,8	0,0	38,8	-
		F	61,6	43,2	50,8	59,2	51,2	133,2	57,6	325,2	18,4	0,0	70,4	-
Turbidez	NTU	S	6,2	8,8	9,9	5,7	11,6	9,7	8,0	6,4	7,7	8,6	8,1	-
		F	20,1	10,5	6,9	15,9	14,7	15,6	13,3	31,3	13,7	74,1	13,8	-
Transparência	cm		150	130	90	145	70	110	130	150	120	120	110	-
Clorofila a	µg/L	S	1,40	0,35	0,34	0,57	1,11	0,01	0,10	0,37	0,82	0,27	0,83	<30 **
		F	0,38	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,32	0,76	0,27	0,00	Classe 2
Nit. Amoniacal	µM de N	S	1,40	6,76	3,59	1,29	2,22	3,70	2,93	3,81	3,15	2,33	2,11	< 5 ****
		F	15,91	7,80	4,68	11,53	1,78	1,95	2,55	3,48	10,38	2,82	2,20	ou 0,7mg/L ou 50µM*
Fosfato	µM de P	S	0,47	0,57	0,75	0,43	1,02	1,08	1,07	0,53	0,51	0,52	0,41	< 1 ***
		F	0,42	0,93	1,06	0,45	0,39	0,47	0,89	1,03	0,50	0,40	0,43	-
Fósforo Total	mg/L	S	0,038	0,056	0,053	0,050	0,067	0,048	0,054	0,053	0,050	0,063	0,055	<0,186 **
		F	0,079	0,055	0,051	0,063	0,060	0,048	0,049	0,093	0,067	0,164	0,051	-
N/P		S	17,9	17,2	9,6	24,6	4,2	6,8	6,2	14,6	16,1	12,3	19,4	<10 a 16****
		F	60,5	17,5	7,7	52,9	17,7	21,1	5,7	5,9	31,5	23,6	27,2	-
Nitrito	µM de N	S	0,16	0,09	0,16	0,14	0,12	0,22	0,25	0,25	0,42	0,29	0,24	<1***
		F	0,15	0,15	0,19	0,51	0,15	0,21	0,22	0,27	0,32	0,33	0,22	-
Nitrato	µM de N	S	6,82	3,01	3,42	9,18	1,90	3,48	3,44	3,75	4,60	3,84	5,68	<10 a 15***
		F	9,50	8,28	3,22	11,77	5,07	7,74	2,33	2,34	4,96	6,36	9,32	ou 0,7mg/L ou 50µM*
Silicato	µM de Si	S	136,8	48,4	52,3	84,1	62,6	68,7	49,8	54,0	83,4	42,2	54,0	< 150 ***
		F	51,6	52,3	64,0	51,0	57,6	49,1	51,3	43,9	92,5	48,9	39,8	-

* FEPAM, Classe C água salobra (1995)

*** Aminot & Chaussepied (1983)

** = CONAMA n° 357, Classe 2 água salobra (2005)

**** = Day et al. (1986)

Tabela 2.3. **Monitoramento Contínuo** em estações fixas na amostragem de **outono (junho de 2011 – Segundo Trimestre)**: resultados dos parâmetros físico-químicos e nutrientes analisados e comparados com valores referenciais.

Obs.: resultados em células coloridas indicam desconformidade com os respectivos valores referenciais. Em vermelho: legislação ambiental; em amarelo: valores normais recomendados na bibliografia.

17/06/11

Parâmetro	Unidade	Prof.	est. 1	est. 2	est. 3	est. 4	est. 5	est. 6	est. 7	est. 8	est. 9	est. 10	est. 11	Referências
Hora			14:20	15:06	15:23	12:07	11:36	11:22	11:05	10:41	10:25	10:10	11:51	-
Latitude			31 56,913	32 01,730	32 02,482	32 02,600	32 03,609	32 04,491	32 05,982	32 08,173	32 09,472	32 10 286	32 03,447'	-
Longitude			52 04,207	52 05,031	52 04,447	52 02,900	52 04,277	52 05,106	52 06,026	52 06,033	52 05,459	52 05,150	52° 03,260'	-
temp agua	°c	S	15,7	15,7	15,5	15,3	15,5	15,4	15,4	15,3	15,3	15,4	15,3	-
		F	15,5	15,6	15,4	15,1	15,2	15,4	15,4	15,2	15,4	15,6	15,3	-
temp ar	°c		17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	16,0	17,0	-
Direção Vento			NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	-
Regime Hid.			vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	-
Profundidade	m	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		F	11	6	10	10	6	13	15	16	11	14	12	-
Condutividade		S	3,27	4,85	4,65	4,54	5,78	5,52	5,44	6,59	10,28	8,55	4,32	-
		F	4,26	11,04	24,60	15,19	9,87	35,70	37,90	16,17	24,80	33,00	34,50	-
Salinidade		S	2,0	3,2	3,0	3,0	3,9	3,7	3,6	4,5	7,3	6,0	2,8	-
		F	2,8	7,8	18,7	11,2	7,0	28,1	3,0	11,9	18,9	25,7	27,1	-
pH		S	7,9	8,4	8,0	8,2	8,2	8,2	7,8	7,6	6,7	7,1	8,1	6,5 a 8,5 *
		F	8,2	8,2	8,1	8,2	8,4	8,2	8,1	8,1	8,2	6,7	8,2	-
Oxigênio	mg/L	S	8,8	8,6	8,9	8,8	8,7	8,7	8,7	8,8	8,8	8,7	8,8	> 5 *, >4**
		F	8,9	8,6	8,6	8,7	8,6	8,4	8,4	8,7	8,6	8,5	7,9	-
Sat. Oxigênio	%	S	100,7	98,6	98,3	99,7	98,6	99,1	99,5	99,2	98,5	98,8	99,8	>100 **
		F	100,9	97,6	93,2	97,6	96,8	95,3	94,8	98,0	97,1	96,2	89,0	-
DBO	mg/L	S	0,74	1,65	1,46	0,78	1,11	1,00	0,35	3,05	0,45	0,31	0,37	< 5*
		F	0,43	0,92	0,27	0,38	2,74	0,18	0,64	0,31	0,11	0,46	0,29	-
Mat. Susp.	mg/L	S	15,2	62,4	46,8	129,2	80,4	42,0	34,4	37,6	50,0	45,2	20,8	-
		F	103,2	82,0	74,7	19,2	26,4	138,0	132,4	40,4	46,8	30,8	15,3	-
Turbidez	ntu	S	9,7	8,1	8,0	6,9	7,9	6,4	5,9	7,3	7,7	9,7	5,5	-
		F	8,0	12,8	12,4	8,6	17,3	9,4	9,9	10,0	12,7	7,6	29,3	-
Transparência	cm		70	70	70	100	100	100	130	100	100	110	150	-
Clorofila a	µg/L	S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	<30 **
		F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	Classe 2
Nit. Amoniacal	µM de N	S	5,34	4,41	9,61	4,90	4,03	17,77	5,29	4,85	0,00	0,00	2,11	< 5 µM ****
		F	3,04	6,71	3,81	4,68	6,16	4,46	4,57	4,52	0,00	0,00	24,83	(ou 0,7mg/L ou 50µM*)
Fosfato	µM de P	S	0,53	1,10	0,79	0,54	1,06	0,78	0,69	0,78	0,73	1,26	0,53	< 1 µM ***
		F	0,83	0,78	0,69	0,89	1,43	1,49	1,37	1,10	1,00	1,33	1,46	-
Fósforo Total	mg/L	S	0,033	0,037	0,039	0,036	0,037	0,038	0,033	0,045	0,046	0,060	0,037	<0,186 **
		F	0,034	0,060	0,093	0,053	0,090	0,056	0,052	0,036	0,043	0,054	0,160	-
N/P		S	21,9	10,2	22,5	27,5	11,2	33,7	20,0	20,1	12,4	6,5	22,6	>10 a 16****
		F	10,4	20,2	16,4	13,4	10,0	9,3	7,5	10,9	11,0	5,8	23,0	-
Nitrito	µM de N	S	0,40	0,16	0,22	0,19	0,29	0,20	0,23	0,16	0,22	0,46	0,19	< 1***
		F	0,27	0,20	0,06	0,37	0,27	0,69	0,06	0,32	0,06	0,68	0,78	-
Nitrato	µm de N	S	5,95	6,64	7,85	9,84	7,55	8,19	8,31	10,61	9,18	8,12	9,76	<10 a 15****
		F	5,34	8,79	7,47	6,85	7,89	8,68	5,71	7,17	11,28	7,34	7,94	(ou 0,7mg/L ou 50 µM*)
Silicato	µM de Si	S	242,6	164,1	139,1	121,9	165,8	223,6	190,8	202,0	343,7	235,5	206,4	< 150 ***
		F	257,8	218,6	217,2	229,0	34,7	90,1	87,1	61,4	200,0	208,4	188,8	-

* FEPAM, Classe C água salobra (1995)

*** Aminot & Chaussepied (1983)

** = CONAMA n° 357, Classe 2 água salobra (2005)

**** = Day et al. (1986)

Tabela 2.4. **Monitoramento Contínuo** em estações fixas na amostragem de **inverno (julho de 2011 – Terceiro Trimestre)**: resultados dos parâmetros físico-químicos e nutrientes analisados e comparados com valores referenciais. Obs.: resultados em células coloridas indicam desconformidade com os respectivos valores referenciais. Em vermelho: legislação ambiental; em amarelo: valores normais recomendados na bibliografia.

data: 28_07_2011

Parâmetro	Unidade	Prof.	est.1	est. 2	est. 3	est. 4	est. 5	est. 6	est. 7	est. 8	est. 9	est. 10	est. 11	Referências
Hora			14:37	9:30	15:10	12:25	10:00	11:55	10:23	10:43	10:57	11:07	12:12	-
Latitude			31 56,913	32 01,730	32 02,482	32 02,600	32 03,609	32 04,491	32 05,982	32 08,173	32 09,472	32 10 286	32 03,447'	-
Longitude			52 04,207	52 05,031	52 04,447	52 02,900	52 04,277	52 05,106	52 06,026	52 06,033	52 05,459	52 05,150	52° 03,260'	-
temp agua	°c	S	14,1	15,2	14,7	14,4	14,3	14,2	14,2	14,2	14,1	14,2	14,6	-
		F	13,9	15,1	14,4	14,3	14,2	14,2	14,4	14,1	14,1	14,1	14,3	-
temp ar	°c		17,0	17,0	17,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	-
Direção Vento			NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	-
Regime Hid.			VAZANTE	VAZANTE	VAZANTE	VAZANTE	VAZANTE	VAZANTE	VAZANTE	VAZANTE	VAZANTE	VAZANTE	VAZANTE	-
Profundidade	m	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		F	14	6	10	8	9	12	16	16	11	14	13	-
Condutividade		S	0,85	2,62	0,90	0,08	1,19	0,09	1,00	1,09	0,97	0,99	0,97	-
		F	0,99	2,63	0,09	0,08	1,30	0,89	1,10	1,07	0,97	1,00	0,98	-
Salinidade		S	0,3	1,2	0,3	0,3	0,6	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	-
		F	0,4	1,6	0,4	0,3	0,6	0,3	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	-
pH		S	7,3	7,2	7,3	7,5	7,4	7,5	7,3	7,2	7,5	7,6	7,5	6,5 a 8,5 *
		F	7,5	7,5	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	-
Oxigênio	mg/L	S	8,9	8,4	8,8	8,9	8,7	8,9	9,0	8,9	8,9	8,9	9,9	> 5 *, >4**
		F	9,1	8,6	8,9	9,0	8,7	9,0	9,0	8,9	9,0	9,0	8,9	-
Sat. Oxigênio	%	S	100,1	95,1	98,5	99,3	97,1	99,0	98,9	98,0	98,2	98,2	99,2	>100 **
		F	99,4	96,4	98,9	99,4	96,3	99,4	98,6	98,5	98,4	98,4	98,7	-
DBO	mg/L	S	1,02	1,68	1,51	0,95	1,26	1,37	0,65	3,57	0,65	0,58	1,63	< 5*
		F	0,69	0,99	0,73	0,77	3,18	0,87	1,37	0,61	0,54	1,08	0,70	-
Mat. Susp.	mg/L	S	72,7	77,3	68,7	50,0	111,3	95,3	85,3	93,3	96,7	132,7	74,7	-
		F	89,3	84,0	84,7	99,3	184,0	90,0	108,0	110,7	107,3	100,0	104,7	-
Turbidez	NTU	S	23,6	23,8	25,2	24,3	25,7	22,8	24,4	25,8	26,2	26,9	20,0	-
		F	25,4	24,1	26,0	25,1	45,1	25,6	26,4	26,1	27,0	29,3	25,9	-
Transparência	cm		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Clorofila a	µg/L	S	3,59	1,03	3,09	2,65	4,19	0,00	4,53	0,25	7,71	5,35	0,00	<30 **
		F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	Classe 2
Nit. Amoniacal	µM de N	S	3,04	10,76	6,71	5,39	2,55	5,67	6,22	3,92	12,07	3,20	4,14	< 5 ****
		F	2,82	10,92	7,58	4,25	5,07	3,59	7,15	4,25	4,30	6,44	2,88	(ou 0,7mg/L ou 50µM*)
Fosfato	µM de P	S	0,94	1,33	0,94	0,94	1,03	1,07	1,04	1,01	0,93	1,36	1,02	< 1 ***
		F	0,94	0,76	1,09	1,18	1,23	1,31	1,22	1,09	0,91	1,15	0,94	-
Fósforo Total	mg/L	S	0,033	0,037	0,039	0,036	0,037	0,038	0,033	0,045	0,046	0,060	0,037	<0,186 **
		F	0,034	0,063	0,093	0,053	0,090	0,056	0,052	0,036	0,043	0,054	0,160	-
N/P		S	15,8	16,5	21,8	20,2	16,7	18,2	19,5	17,7	28,0	12,3	23,6	<10 a 16****
		F	16,9	28,1	19,3	15,2	16,0	13,1	17,1	17,3	19,9	19,0	38,2	-
Nitrito	µM de N	S	0,25	0,53	0,43	0,61	0,25	0,50	0,27	0,31	0,29	0,34	0,18	<1***
		F	0,24	0,58	0,26	0,17	0,29	0,33	0,34	0,31	0,32	0,42	0,23	-
Nitrato	µM de N	S	11,60	10,62	13,25	12,92	14,40	13,28	13,78	13,70	13,56	13,23	19,73	<10 a 15***
		F	12,79	9,82	13,27	13,55	14,34	13,26	13,32	14,36	13,43	15,05	32,66	(ou 0,7mg/L ou 50µM*)
Silicato	µM de Si	S	104,0	160,4	90,1	140,1	135,1	135,1	86,4	109,7	126,3	49,2	134,4	< 150 ***
		F	130,0	85,7	142,8	94,8	165,5	57,0	67,4	142,8	143,5	140,1	69,5	-

* FEPAM, Classe C água salobra (1995)

*** Aminot & Chaussepied (1983)

** = CONAMA n° 357, Classe 2 água salobra (2005)

**** = Day et al. (1986)

Tabela 2.5. **Monitoramento Contínuo** em estações fixas na amostragem de **primavera (outubro de 2011 – Quarto Trimestre)**: resultados dos parâmetros físico-químicos e nutrientes analisados e comparados com valores referenciais.

Obs.: resultados em células coloridas indicam desconformidade com os respectivos valores referenciais. Em vermelho: legislação ambiental; em amarelo: valores normais recomendados na bibliografia.

Parâmetro	Unidade	Prof.	est. 1	est. 2	est. 3	est. 4	est. 5	est. 6	est. 7	est. 8	est. 9	est. 10	est. 11	Referências
Hora			14:45	15:43	15:25	14:00	11:45	11:25	11:05	10:40	10:20	10:00	13:35	-
Latitude			31 56,913	32 01,730	32 02,482	32 02,600	32 03,609	32 04,491	32 05,982	32 08,173	32 09,472	32 10 286	32 03,447'	-
Longitude			52 04,207	52 05,031	52 04,447	52 02,900	52 04,277	52 05,106	52 06,026	52 06,033	52 05,459	52 05,150	52° 03,260'	-
temp agua	°c	S	17,0	16,7	16,8	16,9	16,3	16,3	16,5	16,6	16,6	16,8	16,7	-
		F	16,6	16,5	16,6	16,5	16,2	16,4	16,5	16,5	16,5	16,5	16,6	-
temp ar	°c		18,5	18,5	18,5	18,5	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,5	-
Direção Vento			leste	leste	leste	leste	nordeste	leste	leste	leste	leste	leste	leste	-
Regime Hid.			vazante	enchente	enchente	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	-
Profundidade	m	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		F	15	6	10	9	9	12	16	16	12	15	12	-
Condutividade		S	5	16	18	28	27	30	31	31	31	30	27	-
		F	29	28	30	28	27	30	31	31	31	30	27	-
Salinidade		S	3,1	11,5	12,8	4,8	12,8	15,6	17,9	20,0	21,7	21,0	6,3	-
		F	21,5	20,8	22,3	20,7	20,1	22,5	23,0	23,3	23,8	22,4	19,7	-
pH		S	8,5	8,4	8,4	8,5	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	6,7	6,5 a 8,5 *
		F	8,3	8,4	8,4	8,3	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	7,9	-
Oxigênio	mg/L	S	8,1	8,1	8,2	8,2	8,1	8,1	8,1	8,2	8,0	8,0	8,2	> 5 *, >4**
		F	7,7	8,0	7,9	7,9	8,0	7,9	8,0	8,0	7,9	8,1	8,0	-
Sat. Oxigênio	%	S	94,4	94,5	95,6	95,5	93,0	93,4	93,2	94,5	92,9	93,1	95,6	>100 **
		F	89,2	91,8	91,1	90,9	92,4	91,0	92,2	92,8	93,0	93,4	92,3	-
DBO	mg/L	S	1,84	2,03	1,76	2,23	1,72	4,06	2,50	1,97	2,58	3,01	1,62	< 5*
		F	1,48	1,52	1,61	1,57	2,33	2,54	2,23	2,19	2,24	2,18	1,34	-
Mat. Susp.	mg/L	S	40,0	41,6	33,6	32,8	40,4	46,4	47,2	40,8	57,2	44,0	48,4	-
		F	245,3	37,5	90,0	7,2	90,5	194,0	192,0	245,3	207,3	149,5	44,8	-
Turbidez	NTU	S	15,9	12,5	11,3	16,1	13,9	12,3	12,9	12,6	12,3	8,6	12,0	-
		F	39,2	16,9	19,0	11,5	15,1	33,7	34,0	41,9	37,3	20,9	10,6	-
Transparência	cm		70	70	70	70	60	70	80	90	90	70	-	
Clorofila a	µg/L	S	0,96	2,09	1,74	0,51	1,26	0,67	0,56	0,25	0,14	2,83	0,00	<30 **
		F	0,72	1,56	0,00	0,38	0,95	0,00	0,00	0,19	0,10	2,12	0,00	Classe 2
Nit. Amoniacal	µM de N	S	5,25	3,89	4,42	3,06	3,36	4,19	3,82	3,89	5,48	4,65	3,44	< 5 ****
		F	4,50	4,80	3,67	5,70	9,32	4,19	5,02	4,35	5,93	6,76	3,97	(ou 0,7mg/L ou 50µM*)
Fosfato	µM de P	S	0,91	1,19	1,00	0,94	1,19	1,07	1,11	1,13	1,03	1,57	1,10	< 1 ***
		F	0,19	1,06	1,01	1,13	1,27	1,09	1,25	1,02	1,09	0,99	1,09	-
Fósforo Total	mg/L	S	0,054	0,049	0,067	0,042	0,052	0,042	0,055	0,044	0,057	0,051	0,038	<0,186 **
		F	0,121	0,060	0,041	0,050	0,054	0,104	0,099	0,116	0,113	0,086	0,039	-
N/P		S	26,0	17,9	20,1	25,7	16,7	16,6	14,6	12,3	13,4	7,9	20,4	<10 a 16****
		F	61,6	14,5	13,3	13,2	16,0	12,2	9,0	12,2	12,3	16,2	13,2	-
Nitrito	µM de N	S	0,16	0,24	0,27	0,15	0,23	0,23	0,33	0,36	0,30	0,27	0,19	<1***
		F	0,40	0,30	0,31	0,40	0,31	0,35	0,33	0,36	0,32	0,43	0,31	-
Nitrato	µM de N	S	18,18	17,15	15,41	21,06	16,25	13,26	12,09	9,67	8,00	7,56	18,85	<10 a 15***
		F	6,75	10,18	9,43	8,84	10,73	8,81	5,98	7,73	7,19	8,88	10,18	(ou 0,7mg/L ou 50µM*)
Silicato	µM de Si	S	140,5	122,2	111,1	126,3	113,4	116,8	102,3	92,1	92,8	93,8	135,7	< 150 ***
		F	96,9	95,5	108,7	96,9	95,2	106,3	87,1	81,0	82,7	89,4	101,9	-

* FEPAM, Classe C água salobra (1995)

*** Aminot & Chaussepied (1983)

** = CONAMA n° 357, Classe 2 água salobra (2005)

**** = Day et al. (1986)

Tabela 2.6. **Monitoramento Contínuo** em estações fixas na amostragem de **verão (fevereiro de 2011- Primeiro Trimestre)**: resultados dos metais traço analisados e comparados com valores referenciais da legislação.

Parâmetro	Profundidade	Est 1	Est 2	Est 3	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 8	Est 9	Est 10	Est 11	Referência
As	Sup.	0,020	1,112	0,184	0,793	1,104	0,674	2,033	1,046	0,342	0,116	1,012	<50*, <69**
	Fundo	<0,010	0,546	1,003	0,442	1,989	0,702	0,654	2,038	1,277	0,455	0,984	
Cd	Sup.	0,041	0,255	0,220	0,210	0,285	<0,007	0,092	0,151	0,325	0,170	0,010	<5*, <40**
	Fundo	0,032	<0,007	0,140	0,128	0,065	0,221	0,081	<0,007	0,199	0,128	0,140	
Cr	Sup.	3,39	6,60	5,75	9,87	6,70	11,88	16,09	15,01	13,57	12,52	13,05	<50*, <1100**
	Fundo	8,49	5,78	3,16	13,18	4,72	15,39	14,16	16,70	8,20	2,85	14,79	
Cu	Sup.	1,34	4,14	2,69	1,59	3,87	3,10	7,21	1,43	2,23	2,83	1,71	<50*, 7,8** (dissolv.)
	Fundo	2,40	1,33	2,83	3,08	1,05	1,47	3,55	3,38	1,36	3,01	1,98	
Fe	Sup.	270,5	487,3	518,5	476,1	1408,3	426,0	321,9	460,8	1821,6	413,9	121,5	---
	Fundo	3672,0	2264,4	2449,7	4219,2	2080,8	638,6	504,8	4519,8	1929,6	17506,8	1283,0	
Hg	Sup.	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,1*, <1,8**
	Fundo	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	
Mn	Sup.	5,09	7,86	4,85	3,61	17,91	5,91	1,59	4,74	10,30	2,38	1,55	---
	Fundo	64,67	4,54	2,36	31,11	8,48	8,16	21,63	40,84	5,84	7,95	2,35	
Ni	Sup.	0,37	0,38	4,17	6,77	0,32	2,80	6,28	2,97	2,92	0,22	0,08	<100*, <74**
	Fundo	0,12	0,59	0,11	4,00	0,35	1,14	3,99	2,08	3,33	3,90	0,14	
Pb	Sup.	1,33	6,75	4,41	2,41	6,80	5,76	3,30	1,22	1,72	8,05	4,65	<10*, 210**
	Fundo	4,05	2,52	2,95	5,50	0,49	1,21	2,50	4,83	0,89	4,05	2,00	
Zn	Sup.	4,50	4,92	7,01	7,92	4,31	2,57	12,70	7,80	7,52	8,25	6,51	<170*, <120**
	Fundo	8,19	6,01	6,23	6,09	13,64	18,67	6,61	8,52	13,52	14,39	16,14	

* FEPAM – Classe C águas salobras (1995).

** CONAMA – Classe 2 águas salobras (2005).

Tabela 2.7. **Monitoramento Contínuo** em estações fixas na amostragem de **outono (junho de 2011- Segundo Trimestre)**: resultados dos metais traço analisados e comparados com valores referenciais da legislação.

Parâmetro	Profundidade	Est 1	Est 2	Est 3	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 8	Est 9	Est 10	Est 11	Referência
As	Sup.	0,359	0,586	0,284	0,120	1,296	2,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<50*, <69**
	Fundo	0,479	0,443	2,871	1,409	0,970	1,410	1,303	<0,010	<0,010	<0,010	2,863	
Cd	Sup.	0,058	0,071	0,056	0,036	0,027	0,060	0,043	0,027	0,057	0,046	0,048	<5*, <40**
	Fundo	0,056	0,064	0,056	0,027	0,063	0,052	0,043	0,042	0,039	0,089	0,068	
Cr	Sup.	3,43	1,82	4,92	2,81	3,62	8,58	4,41	2,12	0,89	0,59	4,99	<50*, <1100**
	Fundo	4,41	3,68	4,79	1,98	5,14	1,85	1,19	1,41	2,11	2,38	2,07	
Cu	Sup.	1,34	4,14	2,69	1,59	3,87	3,10	7,21	1,43	2,23	2,83	1,71	<50*, 7,8** (dissolv.)
	Fundo	2,40	1,33	2,83	3,08	1,05	1,47	3,55	3,38	1,36	3,01	1,98	
Fe	Sup.	409,8	314,4	109,1	537,9	349,0	252,4	117,8	118,5	218,4	329,5	78,8	
	Fundo	521,8	1376,5	3880,7	397,9	3704,8	506,6	408,4	458,2	288,6	85,1	4013,9	
Hg	Sup.	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,1*, <1,8**
	Fundo	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	
Mn	Sup.	2,77	0,58	0,69	0,90	0,99	1,05	0,75	0,82	0,43	1,36	0,42	---
	Fundo	7,90	4,33	6,28	2,14	3,88	2,18	3,09	1,12	1,83	0,24	9,95	
Ni	Sup.	0,93	4,65	2,08	2,55	1,48	4,82	0,93	1,50	1,40	0,89	1,06	<100*, <74**
	Fundo	6,49	1,24	1,43	2,07	0,60	1,15	1,46	1,10	1,51	0,42	1,47	
Pb	Sup.	0,27	0,27	0,13	0,11	0,24	0,11	0,27	0,29	0,21	0,16	0,20	<10*, 210**
	Fundo	0,43	0,28	0,33	0,18	0,40	0,48	0,21	0,65	0,18	0,18	1,73	
Zn	Sup.	5,80	6,37	5,15	6,09	4,96	6,37	8,63	7,92	5,58	3,83	5,40	<170*, <120**
	Fundo	3,74	7,46	7,35	7,86	2,02	5,76	4,18	4,75	4,12	5,83	7,71	

* FEPAM – Classe C águas salobras (1995).

** CONAMA – Classe 2 águas salobras (2005).

Tabela 2.8. **Monitoramento Contínuo** em estações fixas na amostragem de inverno (**julho de 2011 – Terceiro Trimestre**): resultados dos metais traço analisados e comparados com valores referenciais da legislação. (idem)

Parâmetro	Profundidade	Est 1	Est 2	Est 3	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 8	Est 9	Est 10	Est 11	Referência
As	Sup.	0,436	0,357	0,469	0,356	0,343	0,273	0,333	0,305	0,312	0,313	0,166	<50*, <69**
	Fundo	0,442	0,406	0,204	0,289	1,035	0,199	0,311	0,267	0,434	0,523	0,275	
Cd	Sup.	0,138	0,047	0,016	0,036	0,034	0,059	0,105	0,023	0,033	0,052	0,029	<5*, <40**
	Fundo	0,081	0,047	0,010	0,084	0,029	0,061	0,025	0,030	0,021	0,028	0,051	
Cr	Sup.	4,19	10,59	3,14	3,96	2,20	3,18	3,67	3,53	3,58	1,87	2,41	<50*, <1100**
	Fundo	4,44	5,38	3,00	2,88	9,34	3,50	3,33	3,13	4,71	5,52	3,23	
Cu	Sup.	3,76	4,99	3,39	3,02	4,74	3,08	3,89	2,12	2,99	1,82	4,05	<50*, 7,8**(dissolv.)
	Fundo	4,72	3,99	1,52	3,38	6,98	5,74	3,37	1,56	3,29	3,05	5,69	
Fe	Sup.	5402,8	4057,2	3951,8	5531,7	3565,3	4308,4	4271,5	4619,6	6238,5	2153,6	2597,2	
	Fundo	5576,7	3190,5	3262,4	363,7	8837,7	3150,4	4123,2	3742,8	5302,0	8485,2	4186,7	
Hg	Sup.	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,1*, <1,8**
	Fundo	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	
Mn	Sup.	8,80	9,17	3,00	5,94	19,69	5,99	3,15	6,29	13,53	8,29	8,99	---
	Fundo	9,43	5,20	11,22	7,75	18,05	7,85	5,92	10,84	10,21	7,66	9,51	
Ni	Sup.	0,78	2,76	0,37	0,38	1,05	0,33	0,93	0,87	0,83	0,23	1,14	<100*, <74**
	Fundo	0,71	0,71	0,33	0,34	1,44	1,05	0,16	0,21	0,15	0,58	0,68	
Pb	Sup.	0,49	3,12	1,90	2,17	0,17	1,73	2,28	1,97	0,41	1,34	1,44	<10*, <210**
	Fundo	1,27	2,20	1,78	3,92	4,13	2,37	2,18	2,07	2,64	3,33	2,40	
Zn	Sup.	3,14	4,91	5,80	5,87	10,69	7,06	8,63	5,89	4,72	6,91	8,37	<170*, <120**
	Fundo	2,52	5,58	3,75	4,99	9,43	6,11	4,17	6,60	5,15	4,22	42,47	

* FEPAM – Classe C águas salobras (1995).

** CONAMA – Classe 2 águas salobras (2005).

Tabela 2.9. **Monitoramento Contínuo** em estações fixas na amostragem de **primavera (outubro de 2011- Quarto Trimestre)**: resultados dos metais traço analisados e comparados com valores referenciais da legislação.

Parâmetro	Profundidade	Est 1	Est 2	Est 3	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 8	Est 9	Est 10	Est 11	Referência
As	Sup.	2,208	2,881	5,538	1,664	2,625	2,464	3,169	3,233	2,913	3,457	2,440	<50*, <69**
	Fundo	6,146	4,73	2,945	3,745	3,297	6,946	7,426	8,867	7,971	7,810	3,105	
Cd	Sup.	0,082	1,844	0,049	0,067	0,047	0,080	0,071	0,058	0,051	0,072	0,087	<5*, <40**
	Fundo	0,077	0,099	0,060	0,071	0,048	0,049	0,079	0,048	0,089	0,040	0,086	
Cr	Sup.	3,28	3,61	2,57	3,95	4,02	1,63	7,44	5,89	7,64	2,55	2,35	<50*, <1100**
	Fundo	3,76	2,44	2,79	1,21	9,54	16,43	5,08	28,23	7,86	13,7	1,15	
Cu	Sup.	1,81	1,07	1,22	1,31	1,27	1,98	0,72	1,62	0,88	0,56	1,18	<50*, 7,8** (dissolv.)
	Fundo	1,74	2,37	1,12	1,21	1,16	0,95	1,78	1,24	0,75	1,62	1,74	
Fe	Sup.	557,1	470,5	2230,0	773,6	312,8	4080,6	1047,2	775,8	671,4	2287,8	307,8	
	Fundo	1249,7	1445,9	3506,2	509,4	238,3	3835,8	1306,9	5122,8	3986,6	366,4	55,8	
Hg	Sup.	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,1*, <1,8**
	Fundo	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	
Mn	Sup.	179,6	98,1	29,8	4,0	4,6	52,6	6,7	4,3	24,2	3,4	2,4	---
	Fundo	59,2	50,2	5,9	10,8	3,8	45,4	14,6	106,4	6,2	70,6	1,4	
Ni	Sup.	0,91	0,22	0,11	1,78	1,46	1,25	0,15	0,29	0,31	0,14	0,18	<100*, <74**
	Fundo	1,67	0,53	3,2	0,60	0,75	0,49	0,32	0,58	0,37	0,67	0,89	
Pb	Sup.	3,07	4,65	2,65	4,22	2,28	2,37	3,17	5,58	2,17	2,08	3,28	<10*, 210**
	Fundo	7,00	2,45	1,97	2,00	2,16	2,32	2,12	2,44	1,95	3,29	2,65	
Zn	Sup.	7,46	9,66	12,95	19,43	22,65	35,89	28,94	43,66	44,73	46,84	41,82	<170*, <120**
	Fundo	12,31	24,52	10,44	25,80	22,84	23,18	27,65	45,15	49,70	50,49	46,20	

* FEPAM – Classe C águas salobras (1995).

** CONAMA – Classe 2 águas salobras (2005).

2.3.2. Monitoramento do Gradiente Salino

Parâmetros Físico-químicos e nutrientes



Figura 2.2 - Localização das estações de coleta no **Gradiente Salino** monitorado em **fevereiro de 2011 – Primeiro Trimestre (verão)** no estuário e plataforma adjacente.

Tabela 2.10. **Monitoramento do Gradiente Salino** em estações não fixas, acompanhando o gradiente de salinidade na amostragem de **verão (fevereiro de 2011 – Primeiro Trimestre)**: resultados dos parâmetros físico-químicos e nutrientes analisados e comparados com valores referenciais Obs.: resultados em células coloridas indicam desconformidade com os respectivos valores referenciais. Em vermelho: legislação ambiental; em amarelo: valores normais recomendados na bibliografia.

salinidades

Parâmetro	Unidade	Sal. 1,1	Sal. 1,4	Sal. 4,2	Sal. 8,8	Sal. 12,7	Sal. 19,0	Sal. 22,4	Sal. 16,7	Sal. 27,1	Sal. 31,1	Referências
Hora		13:10	13:25	13:45	13:53	14:24	15:48	16:43	16:16	17:03	19:12	
Latitude		31 42 339	31 42 575	31 43 190	31 43 392	31 43 150	31 45 733	31 51 570	31 48 876	31 53 270	32 11 207	
Longitude		051 57 295	051 58 112	051 59 692	052 00 333	052 04 394	052 10 240	052 09 865	052 10 363	052 09 980	052 04 576	
Temp. água	°C	31	31	31	30	31	32	32	34	31	29	
Temp. ar	°C	30	30	30	30	30	30	30	30	30	25	
DireçãoVento												
Regime Hid.		vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	
Profundidade	m	8	8	8	7	7	7	5	5	5	18	
Condutividade	mS	2,51	2,94	8,02	15,63	21,90	34,00	39,70	30,00	47,30	52,30	
pH		7,4	7,4	7,5	8,0	8,4	8,5	8,1	8,0	7,6	8,1	6,5 a 8,5*
Oxigênio	mg/L	7,8	8,0	8,5	8,6	8,2	8,3	7,9	7,8	8,0	7,5	> 5 mg/L* ou >4 mg/L
Sat. Oxigenio	%	108,2	111,0	119,0	119,5	115,0	117,0	111,8	111,1	110,0	102,8	>100% **
DBO 5	mg/L	2,33	3,13	3,53	3,39	3,22	2,65	2,54	2,29	2,47	1,90	<5 mg/L*
Mat. Susp.	mg/L	13,6	15,6	23,2	3,6	15,2	6,4	5,6	20,4	10,4	7,8	
Turbidez	NTU	23,9	14,2	9,6	3,2	3,0	2,0	2,3	0,0	0,0	1,2	
Transpar.	cm	30	40	60	100	100	160	140	0	60	410	
Clorofila a	µg/L	4,94	0,50	6,63	2,39	0,55	3,29	13,03	1,79	0,33	2,44	<30 µg/L ** água doce classe 2
Nit. Amoniacal	µM de N	22,75	8,35	4,35	17,44	12,40	26,69	5,83	15,80	1,95	22,42	<5 µM *** ou <50µM** (ou 0,7mg/L)
Fosfato	µM de P	1,89	1,40	0,75	0,73	0,58	0,52	0,78	0,62	0,69	0,64	< 1µM ***
Fósforo Total	mg/L	0,313	0,319	0,225	0,160	0,141	0,228	0,178	0,173	0,193	0,299	<0,186 mg/L**
Nitrito	µM de N	0,25	0,83	0,99	0,59	0,27	0,30	0,29	0,39	0,50	0,09	< 1µM ***ou 14 µM ** (ou 0,2 mg/L)
Nitrato	µM de N	11,92	8,83	11,67	10,77	7,79	11,05	7,97	7,92	11,97	11,87	10 a 15µM ***, <50 µM ** (ou 0,7 mg/l)
Silicato	µM de Si	103,9	99,8	94,4	94,1	81,7	94,9	131,5	58,2	90,0	60,4	< 150 µM ***
Razão N/P		18,5	12,8	22,7	39,4	35,2	72,5	18,1	39,0	20,8	54,0	entre 10 a 16 ****

* FEPAM, Classe C água salobra (1995)

** = CONAMA n° 357, Classe 2 água salobra (2005)

*** Aminot & Chaussepied (1983)

**** = Day et al. (1986)



Figura 2.3 - Localização das estações de coleta no Gradiente Salino monitorado em junho de 2011 – Segundo Trimestre (outono) no estuário e plataforma adjacente.

Tabela 2.11. **Monitoramento do Gradiente Salino**, em estações não fixas, acompanhando o gradiente de salinidade na amostragem de **outono (junho de 2011 – Segundo trimestre)**: resultados dos parâmetros físico-químicos e nutrientes analisados e comparados com valores referenciais. Obs.: resultados em células coloridas indicam desconformidade com os respectivos valores referenciais. Em vermelho: legislação ambiental; em amarelo: valores normais recomendados na bibliografia.

Salinidades												
Parâmetro	Unidade	Sal. 1,4	Sal. 4,0	Sal. 6,2	Sal. 10,0	Sal. 13,5	Sal. 18,4	Sal. 21,8	Sal. 24,6	Sal. 28,4	Sal. 31,7	Referências
Hora		17:50	15:45	14:50	14:40	14:15	13:53	13:40	12:51	12:30	11:58	
Latitude		31 49 56	32 03 73	32 11 70	32 11 74	32 11 82	31 12 28	32 12 63	32 13 51	32 14 51	32 14 91	
Longitude		052 10 45	052 04 20	052 03 88	052 03 64	052 03 42	051 59 75	051 58 00	051 54 13	051 50 90	051 46 26	
Temp. água	°C	15	9	16	16	16	16	17	16	16	17	
Temp. ar	°C	16	19	18	18	18	18	18	18	18	18	
DireçãoVento		NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	
Regime Hid.		vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	vazante	P/ Sul	P/ Sul	P/ Sul	P/ Sul	
Profundidade		7	10	16	13	13	16	19	22	23	15	
Condutividade	mS	2,38	4,88	8,83	13,79	18,31	24,70	29,80	32,00	36,60	42,10	
pH		7,9	8,2	8,2	8,3	8,3	8,3	8,3	8,4	8,3	8,3	6,5 a 8,5 *
Oxigênio	mg/L	8,8	8,6	8,9	8,8	8,8	8,8	8,6	8,4	9,1	8,8	> 5 mg/L* ou >4 mg/L
Sat. Oxig.	%	100,6	98,5	100,3	99,8	100,0	99,8	100,4	102,0	105,8	103,8	100% **
DBO 5		3,35	3,80	3,90	3,60	3,78	3,13	3,20	2,90	3,66	3,17	<5 mg/L
Mat. Susp.	mg/L	7,6	39,0	23,4	64,6	40,2	21,0	17,2	18,8	25,0	32,2	
Turbidez	NTU	7,2	6,8	7,0	8,7	4,5	4,9	3,3	4,3	2,0	1,2	
Transpar.	cm	100	60	100	70	70	150	150	160	180	410	
Clorofila a	µg/L	4,59	1,36	2,50	1,88	2,53	0,88	1,40	1,69	1,40	4,93	<30 µg/L ** água doce classe 2
Nit. Amoniacal	µM de N	16,02	5,01	5,23	12,18	3,26	11,09	6,22	6,60	4,90	9,06	<5 µM *** ou <50µM (ou 0,7mg/L)
Fosfato	µM de P	0,61	0,71	1,03	1,07	0,96	1,23	1,21	1,15	1,26	1,22	< 1µM ***
Fósforo Total	mg/L	0,060	0,040	0,040	0,050	0,050	0,040	0,040	0,050	0,050	0,040	<0,186 mg/L
Nitrito	µM de N	0,09	0,24	0,31	0,27	0,40	0,37	0,53	0,62	0,49	0,46	< 1µM ***ou 14 µM ***(ou 0,2 mg/L)
Nitrato	µM de N	7,50	8,32	8,49	9,30	6,26	7,17	8,09	7,68	12,06	8,31	10 a 15µM ***, <50 µM ***(ou 0,7 mg/l)
Silicato	µM de Si	136,5	114,4	163,8	104,6	93,5	83,6	101,0	120,3	68,1	52,9	< 150 µM ***
Razão N/P		38,8	19,1	13,6	20,4	10,4	15,1	12,3	12,9	13,8	14,6	entre 10 a 16 ****

* FEPAM, Classe C água salobra (1995)
 *** Aminot & Chaussepied (1983)

** = CONAMA n° 357, Classe 2 água salobra (2005)
 **** = Day et al. (1986)

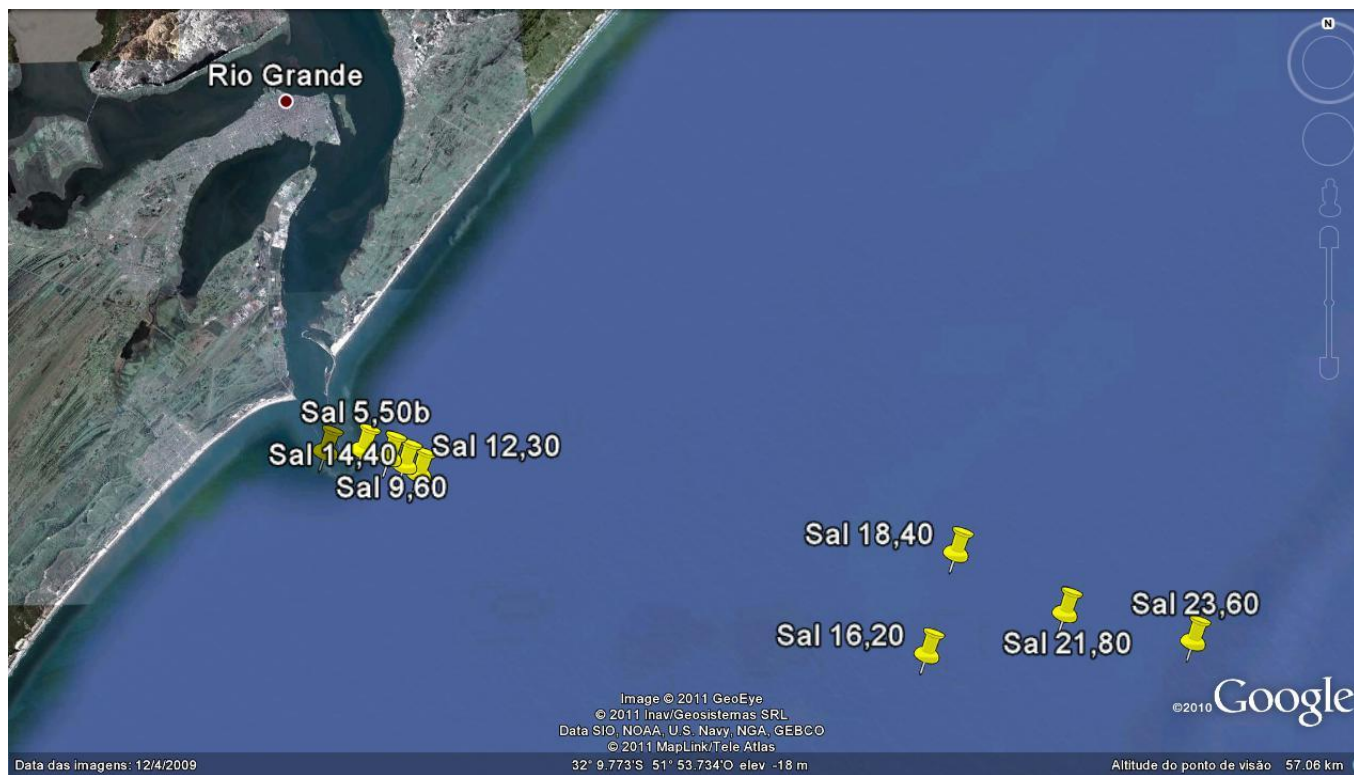


Figura 2.4 - Localização das estações de coleta no **Gradiente Salino** monitorado em **julho de 2011 – Terceiro Trimestre (inverno)** no estuário e plataforma adjacente.

Tabela 2.12. **Monitoramento do Gradiente Salino**, em estações não fixas acompanhando o gradiente de salinidade na amostragem de **inverno (julho de 2011- Terceiro trimestre)**: resultados dos parâmetros físico-químicos e nutrientes analisados e comparados com valores referenciais. Obs.: resultados em células coloridas indicam desconformidade com os respectivos valores referenciais. Em vermelho: legislação ambiental; em amarelo: valores normais recomendados na bibliografia.

Data: 27_07_2011

Salinidade

Parâmetro	Unidade	Sal. 0,5	Sal. 0,5	Sal. 5,5	Sal. 9,6	Sal. 12,3	Sal. 14,4	Sal. 16,2	Sal. 18,4	Sal. 21,8	Sal. 23,6	Referências
Hora		17:45	16:55	16:40	16:26	16:15	16:13	14:40	14:56	13:45	13:20	
Latitude		32° 11.562	32° 11.545	32° 11.777	32° 11.758	32° 11.963	32° 12.198	32° 17.193	32° 14.577	32° 16.208	32° 17.011	
Longitude		52°05.234	52°04.087	52°03.335	52°03.285	52°02.821	52°02.384	51°46.905	51°45.944	51°42.6318	51°38.698	
Temp. água	°C	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
Temp. ar	°C	14	15	15	15	15	15	15	15	18	18	
Direção Vento		Leste	Leste	Leste	Leste	Leste	Leste	Leste	Leste	Leste	Leste	
Regime Hid.		vazante	para sul	para sul	para sul	para sul	para sul	para sul	para sul	para sul	para sul	
Prof.	m	14	14	13	14	14	14	25	21	24	27	
Condutividade	mS	0,0	1,1	7,8	7,7	12,9	18,6	21,1	23,9	27,8	29,9	
pH		8,5	7,8	7,5	8,4	8,5	8,5	8,5	8,6	8,7	8,6	6,5 a 8,5 *
Oxigênio	mg/L	9,1	8,3	8,9	9,0	9,2	9,4	9,6	10,0	10,8	10,7	> 5 mg/L* ou >4 mg/L
Sat. Oxig.	%	99,6	99,1	98,4	100,2	102,4	104,0	106,4	110,3	119,0	118,2	>100% **
DBO 5	mg/L	1,16	0,70	1,94	0,94	2,43	2,63	3,69	4,35	7,15	4,70	<5 mg/L
Mat. Susp.	mg/L	95,3	50,0	44,1	34,0	57,2	38,0	35,4	38,9	37,1	22,3	
Turbidez	NTU	21,3	19,4	17,7	13,7	10,9	8,4	2,8	2,7	5,3	1,3	
Transpar.	cm				100	100	100	200	200	200	220	
Clorofila a	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<30 µg/L ** água doce classe 2
Nit. Amoniacal	µM de N	3,48	7,75	3,48	7,58	2,82	10,98	5,45	4,85	3,97	16,56	<5 µM *** ou <50µM** (ou 0,7 mg/L)
Fosfato	µM de P	1,17	1,06	1,09	1,12	0,97	1,14	1,09	0,93	0,59	0,66	< 1µM ***
Fósforo Total	mg/L	0,061	0,040	0,045	0,055	0,042	0,043	0,046	0,057	0,060	0,046	<0,186 mg/L**
Nitrito	µM de N	1,17	0,58	0,60	0,62	0,50	0,78	0,67	0,80	0,47	0,38	< 1µM *** ou 14 µM ** (ou 0,2 mg/L)
Nitrato	µM de N	6,44	7,99	8,21	8,96	6,17	6,78	7,94	7,50	12,08	17,15	10 a 15µM *** , <50 µM ** (ou 0,7 mg/l)
Silicato	µM de Si	69,1	72,9	67,4	141,3	50,8	18,5	55,0	59,8	52,7	46,2	< 150 µM ***
Razão N/P		9,5	15,4	11,2	15,3	9,7	16,2	12,9	14,2	28,0	51,3	entre 10 a 16 ****

* FEPAM, Classe C água salobra (1995)

*** Aminot & Chaussepied (1983)

** = CONAMA nº 357, Classe 2 água salobra (2005)

**** = Day et al. (1986)

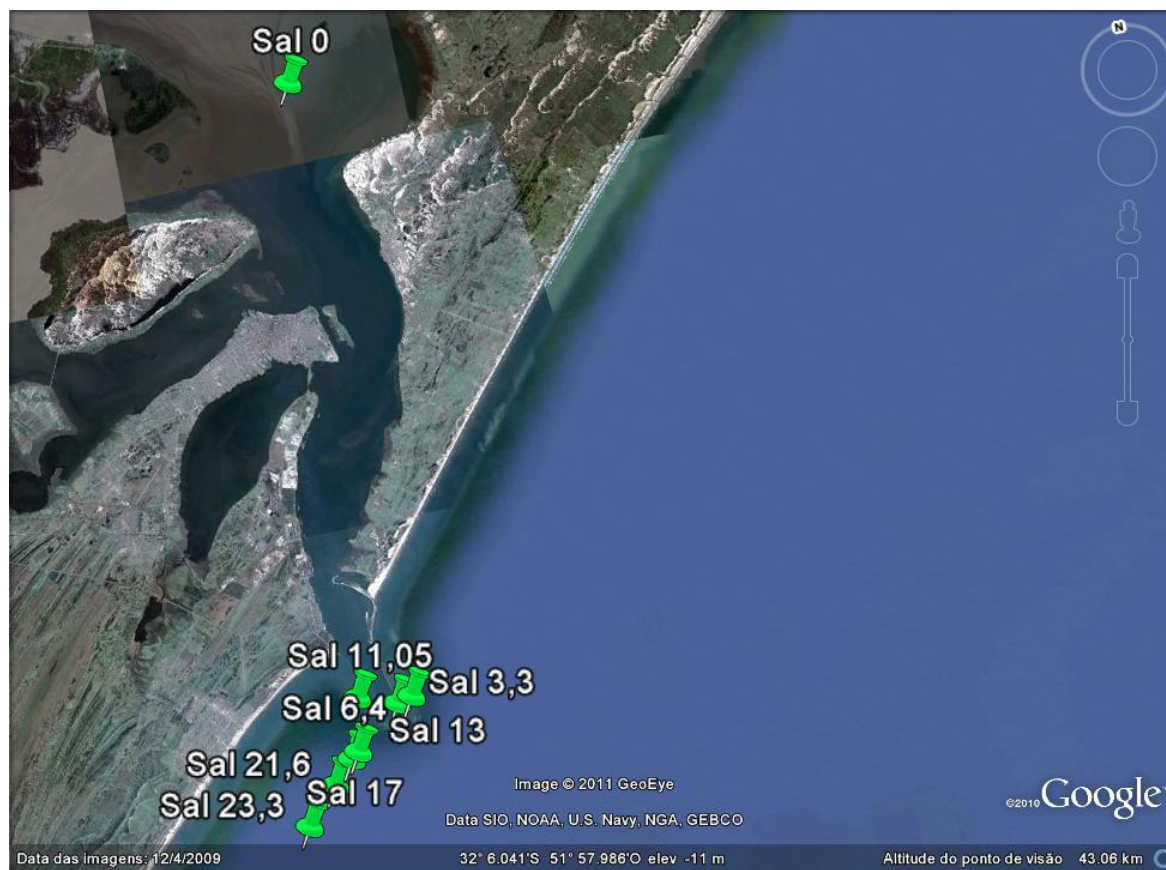


Figura 2.5 - Localização das estações de coleta no **Gradiente Salino** monitorado em **outubro de 2011 – Quarto Trimestre (primavera)** no estuário e plataforma adjacente.

Tabela 2.13. **Monitoramento do Gradiente Salino** em estações não fixas acompanhando o gradiente de salinidade na amostragem de **primavera (outubro de 2011- Quarto Trimestre)**: resultados dos parâmetros físico-químicos e nutrientes analisados e comparados com valores referenciais. Obs.: resultados em células coloridas indicam desconformidade com os respectivos valores referenciais. Em vermelho: legislação ambiental; em amarelo: valores normais recomendados na bibliografia.

Data: 05_10_2011

Parâmetro	Unidade	sal. 0	Sal. 3,3	Sal. 6,4	Sal. 11,05	Sal. 13,0	Sal. 17,0	Sal. 21,6	Sal. 23,3	Sal. 26,7	Referências
Hora		15:35	13:42	13:25	13:05	13:04	12:59	12:52	12:40	11:30	
Latitude		31°57'080"S	32° 11.511'S	32° 11.407'S	32° 12.215'S	32° 12.427'S	32° 12.564'S	32° 13.085'S	32° 13.901'S	32° 23.524'S	
Longitude		52°04.537'O	52° 4.900'O	52° 4.486'O	52° 6.196'O	52° 6.196'O	52° 6.409'O	52° 6.987'O	52° 7.889'O	52° 10.488'O	
Temp. água	°C	18,30	17,60	17,60	17,60	17,50	17,60	17,20	17,20	16,90	
Temp. ar	°C	20,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	
Direção Vento		sul	sul	sw	sw	sw	sw	sw	sw	sw	
Regime Hid.		vazante	vazante	p/norte	p/norte	p/norte	p/norte	p/norte	p/sul	p/sul	
Profundidade		14,00	0,00	0,00	8,00	8,00	8,00	9,00	10,00	15,00	
Condutividade	mS	1632,0	5,3	9,5	19,9	19,5	23,9	29,4	31,4	35,5	
pH		8,3	8,4	8,5	8,5	8,6	8,6	8,5	8,3	8,5	6,5 a 8,5 *
Oxigênio	mg/L	8,1	7,9	8,0	8,1	8,2	8,3	8,4	8,2	8,5	> 5 mg/L* ou >4 mg/L
Sat. Oxig.	%	97,2	92,6	94,1	96,1	97,2	97,3	98,1	97,6	99,7	100% **
DBO 5		0,98	0,92	1,13	1,26	1,67	1,79	2,04	1,79	2,04	<5 mg/L
Mat. Susp.	mg/L	85,6	34,0	185,3	46,0	30,8	29,6	16,6	0,4	0,4	
Turbidez	NTU	33,0	34,0	36,3	13,6	12,9	10,5	8,2	8,9	7,5	
Transpar.	cm	30	50	50	70	70	70	100	160	160	
Clorofila a	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<30 µg/L ** água doce classe 2
Nit. Amoniacal	µM de N	3,29	4,35	4,50	2,69	2,84	3,52	2,99	1,03	1,78	<5 µM *** ou <50µM (ou 0,7mg/L)
Fosfato	µM de P	1,28	1,99	0,95	0,92	0,94	1,00	0,81	0,80	0,66	< 1µM ***
Fósforo Total	mg/L	0,095	0,042	0,052	0,055	0,057	0,049	0,047	0,044	0,038	<0,186 mg/L
Nitrito	µM de N	0,39	1,56	0,77	0,64	0,94	0,92	1,07	1,01	1,18	< 1µM *** ou 14 µM *** (ou 0,2 mg/L)
Nitrato	µM de N	16,9	10,9	15,7	16,4	14,0	5,7	8,4	7,7	7,3	10 a 15µM ***, <50 µM ** (ou 0,7 mg/L)
Silicato	µM de Si	73,3	64,3	60,4	56,5	52,3	52,3	80,0	41,0	31,7	< 150 µM ***
Razão N/P		16,1	8,5	21,9	21,5	19,0	10,1	15,3	12,1	15,7	entre 10 a 16 ****

* FEPAM, Classe C água salobra (1995)

*** Aminot & Chaussepied (1983)

** = CONAMA n° 357, Classe 2 água salobra (2005)

**** = Day et al. (1986)

Metais

Tabela 2.14. **Monitoramento do Gradiente Salino**, em estações não fixas acompanhando o gradiente de salinidade na amostragem de **verão (fevereiro de 2011 – Primeiro Trimestre)**; resultados dos metais traço analisados e comparados com valores referenciais.

Parâmetro	Sal. 1,1	Sal. 1,4	Sal. 4,2	Sal. 8,8	Sal. 12,7	Sal. 19,0	Sal. 22,4	Sal. 16,7	Sal. 27,1	Sal. 31,1	Referência
As	<0,010	<0,010	0,3307	<0,010	<0,010	<0,010	1,003	<0,010	0,459	0,288	<50*, <69**
Cd	<0,007	0,140	0,031	0,118	0,023	0,082	0,143	0,121	0,033	0,032	<5*, 40**
Cr	13,05	14,79	4,99	4,89	8,95	2,93	5,19	34,41	4,00	4,38	<50*, <1100**
Cu	1,82	2,33	1,37	0,54	0,65	1,02	1,41	1,75	1,24	1,07	<50*, 7,8** (dissolv.)
Fe	2763,0	2322,0	414,5	332,6	223,9	291,9	184,2	382,1	250,9	849,8	---
Hg	<0,190	<0,190	<0,190	<0,190	<0,190	<0,190	<0,190	<0,190	<0,190	<0,190	<0,1*, <1,8**
Mn	3,18	3,97	2,27	1,91	2,51	1,63	0,42	6,70	1,75	2,23	---
Ni	1,85	1,68	2,77	0,80	5,74	1,58	1,06	0,99	1,62	0,27	<100*, <74**
Pb	2,65	2,23	0,40	1,99	1,98	1,44	1,56	3,40	3,35	2,16	<10*, 210**
Zn	5,49	10,19	7,56	8,53	5,84	7,06	12,60	6,55	4,57	6,14	<170*, <120**

* FEPAM – Classe C águas salobras (1995).

** CONAMA – Classe 2 águas salobras (2005).

Tabela 2.15. **Monitoramento do Gradiente Salino**, em estações não fixas acompanhando o gradiente de salinidade na amostragem de **outono (junho de 2011 – Segundo Trimestre)**: resultados dos metais traço analisados e comparados com valores referenciais.

Parâmetro	Sal. 1,4	Sal. 4,0	Sal. 6,2	Sal. 10,0	Sal. 13,5	Sal. 18,4	Sal. 21,8	Sal. 24,6	Sal. 28,4	Sal. 31,7	Referência
As	<0,010	<0,010	<0,010	<CAL	0,143	1,005	1,003	0,022	0,179	<0,010	<50', <69"
Cd	0,062	0,046	0,019	0,043	0,046	0,074	<0,007	0,044	<0,007	0,0134	<5', 40"
Cr	2,07	1,27	0,89	2,46	1,18	3,57	1,26	5,71	0,49	3,72	<50', <1100"
Cu	1,57	2,89	1,76	2,21	2,26	1,62	1,47	4,38	2,44	1,64	<50', 7,8"(dissolv.)
Fe	532,7	450,6	193,9	320,7	334,8	335,1	121,8	85,8	88,8	67,3	---
Hg	<0,190	<0,190	<0,190	<0,190	0,269	<0,190	<0,190	<0,190	<0,190	<0,190	<0,1', <1,8"
Mn	1,21	1,77	1,02	1,96	0,72	0,53	0,84	0,46	0,98	0,18	---
Ni	1,00	0,67	0,53	4,27	0,74	2,03	1,08	5,43	0,52	1,08	<100', <74"
Pb	1,19	0,21	0,42	0,18	0,39	0,62	0,35	0,22	0,23	0,95	<10', 210"
Zn	5,10	5,09	7,85	8,38	8,62	6,90	9,99	13,14	15,04	12,98	<170', <120"

* FEPAM – Classe C águas salobras (1995).

** CONAMA – Classe 2 águas salobras (2005).

Tabela 2.16. **Monitoramento do Gradiente Salino**, em estações não fixas acompanhando o gradiente de salinidade na amostragem de **inverno (julho de 2011 – Terceiro Trimestre)**: resultados dos metais traço analisados e comparados com valores referenciais.

Parâmetro	Sal. 0,5	Sal. 0,5	Sal. 1,5	Sal. 9,6	Sal. 12,3	Sal. 14,4	Sal. 16,2	Sal. 18,4	Sal. 21,8	Sal. 23,6	Referência
As	0,474	0,422	0,342	0,393	0,441	0,339	0,183	0,220	0,252	0,146	<50', <69"
Cd	<0,007	0,055	0,044	0,010	0,056	0,048	0,020	0,051	0,019	0,043	<5', 40"
Cr	4,52	5,89	1,32	2,06	5,72	4,83	2,51	2,43	2,13	2,76	<50', <1100"
Cu	1,33	1,47	1,69	11,39	2,31	4,98	2,52	4,16	2,92	2,28	<50', 7,8"(dissolv.)
Fe	168,7	124,8	36,5	319,5	712,1	1182,5	3304,1	3210,9	1592,9	2424,3	---
Hg	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,19	<0,1', <1,8"
Mn	0,95	0,67	0,21	1,19	2,15	1,71	2,75	1,92	3,06	5,88	---
Ni	1,58	0,84	2,07	7,49	2,68	1,74	0,26	0,38	0,67	0,23	<100', <74"
Pb	0,32	0,16	0,12	0,76	0,55	0,83	1,52	1,63	0,90	1,56	<10', 210"
Zn	11,04	6,49	5,27	8,84	1,68	11,69	8,23	4,95	5,79	7,31	<170', <120"

* FEPAM – Classe C águas salobras (1995).

** CONAMA – Classe 2 águas salobras (2005).

Tabela 2.17. **Monitoramento do Gradiente Salino**, em estações não fixas acompanhando o gradiente de salinidade na amostragem de **primavera (outubro de 2011 – Quarto trimestre)**: resultados dos metais traço analisados e comparados com valores referenciais.

Parâmetro	Sal. 0,0	Sal. 3,3	Sal. 6,4	Sal. 11,1	Sal. 13,0	Sal. 17,0	Sal. 21,6	Sal. 23,3	Sal. 26,7	Referência
As	1,697	4,257	4,578	1,697	1,825	1,824	2,881	1,857	1,825	<50', <69"
Cd	0,064	0,047	0,072	0,058	0,107	<0,007	0,070	0,066	0,107	<5', 40"
Cr	11,43	13,74	18,86	6,70	4,44	5,23	2,47	1,20	1,69	<50', <1100"
Cu	1,66	2,56	1,44	0,82	0,67	1,17	0,57	0,74	0,92	<50', 7,8"(dissolv.)
Fe	3578,8	9592,2	3283,2	589,3	410,4	110,9	157,5	351,5	669,6	---
Hg	<0,190	<0,190	<0,190	<0,190	<0,190	<0,190	<0,190	<0,190	<0,190	<0,1', <1,8"
Mn	48,6	170,6	84,8	2,76	4,2	21,2	4,28	2,62	1,24	---
Ni	1,08	1,73	0,42	0,33	0,86	1,71	0,80	0,11	0,37	<100', <74"
Pb	5,380	2,928	7,059	4,078	3,083	1,982	2,332	2,125	2,267	<10', 210"
Zn	58,37	59,02	62,08	47,31	52,26	53,73	47,96	51,96	52,50	<170', <120"

* FEPAM – Classe C águas salobras (1995).

** CONAMA – Classe 2 águas salobras (2005).

2.3.3 Monitoramento de bioindicadores

Os resultados encontrados para o Cd foram comparados com a Portaria n° 685 de 27/08/98 – ANVISA (VisaLegis) e os metais Cr, Cu e Ni com o Decreto 55.871/65 – ANVISA. Para tanto, os resultados foram expressos em peso úmido.

Camarão-rosa

A Tabela 2.18 mostra os resultados dos teores de metais encontrados no camarão-rosa durante o período de safra do verão de 2011.

Tabela 2.18. Concentração de metais-traço ($\mu\text{g g}^{-1}$ – peso úmido) em camarões *Farfantepenaeus paulensis*

	Limpo	Inteiro	Referência
Hg	0,007	0,010	0,50
As	0,036	0,018	1,00
Pb	0,041	0,035	2,00
Cd	0,002	0,005	1,00
Cr	0,005	0,011	0,10
Zn	0,047	0,044	50,00
Fe	4,001	4,915	Não há
Ni	0,015	0,017	5,00
Cu	0,137	0,177	30,00
Mn	0,090	0,125	Não há

Peixes

A Tabela 2.19 apresenta os valores de metais encontrados em espécies de peixes coletadas no verão de 2011, no estuário da Lagoa dos Patos.

Tabela 2.19. Concentrações ($\mu\text{g g}^{-1}$ - peso úmido) de metais em espécies de peixes coletados no verão de 2011 e comparação com a Legislação brasileira.

	Bagre	Corvina	Referência
Hg	0,029	0,015	0,50
As	0,481	0,937	1,00
Pb	0,164	0,109	2,00
Cd	0,210	<LD	1,00
Cr	0,021	0,018	0,10
Zn	5,652	1,276	50,00
Fe	21,52	21,15	Não há
Ni	0,018	0,028	5,00
Cu	0,319	0,221	30,00
Mn	0,096	0,112	Não há

A Tabela 2.20 apresenta os valores de metais encontrados em espécies de peixes coletadas no **inverno de 2011**, no estuário da Lagoa dos Patos.

Tabela 2.20. Concentrações ($\mu\text{g g}^{-1}$ - peso úmido) de metais em espécies de peixes coletados no inverno de 2011 e sua comparação com a Legislação Brasileira.

	Bagre	Corvina	Referência
Cd	0,017	0,012	1,00
Cr	0,084	0,051	0,10
Cu	0,139	0,262	30,00
Fe	29,998	38,188	Não há
Mn	0,234	1,651	Não há
Ni	0,021	0,031	5,00
Pb	0,037	0,078	2,00
Zn	1,700	2,863	50,00
As	0,754	0,974	1,00
Hg	0,026	0,019	0,50

Mexilhões

A Tabela 2.21 apresenta os resultados de metais encontrados em mexilhões *Perna perna* no **verão de 2011**, para o Ponto Controle (Farol da Conceição) e Molhe Leste e sua comparação com a Legislação brasileira.

Tabela 2.21. Concentração de metais ($\mu\text{g g}^{-1}$ – peso úmido) em mexilhões *Perna perna*

	Farol	Molhe	Referência
Hg	0,002	0,002	0,50
As	0,025	0,020	1,00
Pb	0,031	0,053	2,00
Cd	0,003	0,003	1,00
Cr	<LD	0,005	0,10
Zn	0,049	0,058	50,00
Fe	12,750	13,723	Não há
Ni	0,037	0,046	5,00
Cu	0,176	0,135	30,00
Mn	0,046	0,041	Não há

Cracas

A Tabela 2.22 indica os teores de metais nas cracas durante o **verão de 2011**.

Tabela 2.22. Concentração de metais-traço ($\mu\text{g g}^{-1}$ – peso úmido) em cracas *Balanus improvisus*.

	Farol	Molhe	Porto	Referência
Hg	0,001	0,020	0,025	0,50
As	0,006	0,125	0,096	1,00
Pb	0,015	0,219	0,278	2,00
Cd	0,002	0,012	0,018	1,00
Cr	0,006	0,081	0,075	0,10
Zn	33,890	2,858	17,931	50,00
Fe	299,300	286,960	269,45	Não há
Ni	0,014	0,246	0,223	5,00
Cu	0,011	0,613	0,683	30,00
Mn	428,000	467,850	867,12	Não há

A Tabela 2.23 indica os teores de metais nas cracas durante o inverno de 2011.

Tabela 2.23. Concentração de metais-traço ($\mu\text{g.g}^{-1}$ – peso úmido) em cracas *Balanus improvisus*.

	Farol	Referência
Cd	0,014	1,00
Cr	0,106	0,10
Cu	1,035	30,00
Fe	69,763	Não há
Mn	18,742	Não há
Ni	0,676	5,00
Pb	0,151	2,00
Zn	15,934	50,00
As	0,089	1,00
Hg	0,204	0,50

2.3.4 Especificação química de metais

Nas Tabelas 2.24 a 2.27 são apresentados os resultados de especificação química para ferro, cobre, arsênio e cromo para as coletas do Monitoramento Contínuo de 2011.

Tabela 2.24. **Especificação de metais** (concentração em $\mu\text{g L}^{-1}$) para a coleta do **Verão**.

Metal	Posição	Est.1	Est.2	Est.3	Est.4	Est.5	Est.6	Est.7	Est.8	Est.9	Est.10	Est.11
As III	Superfície	0,131	0,041	0,107	0,192	0,092	<0,010	0,165	0,147	0,186	0,587	0,511
	Fundo	<0,010	0,244	0,212	0,135	0,182	0,366	0,196	0,542	0,608	0,141	0,590
As V	Superfície	<0,010	0,104	0,072	0,083	0,051	0,031	0,096	0,160	0,248	0,416	0,041
	Fundo	<0,010	0,069	0,207	0,214	0,669	0,292	0,0378	0,054	0,398	0,219	0,232
Cr ³⁺ Lábil	Superfície	0,468	0,679	0,673	0,339	0,442	0,329	0,467	0,463	0,378	0,284	0,322
	Fundo	0,561	0,755	0,341	0,584	0,873	0,844	0,881	0,437	0,612	0,147	0,281
Cu Lábil	Superfície	0,443	0,347	0,563	0,742	0,323	0,652	1,093	0,327	0,443	0,474	0,343
	Fundo	0,307	0,264	0,209	0,826	0,664	0,330	0,779	0,409	0,328	0,206	0,229
Fe Reat	Superfície	11,7	39,3	10,3	7,5	16,3	20,6	16,0	83,6	22,7	20,9	26,9
	Fundo	58,8	25,5	12,8	12,4	29,1	36,5	29,1	18,4	56,7	43,9	10,7
Fe Dis	Superfície	182,7	60,3	46,9	59,5	21,7	28,4	94,7	108,1	52,7	56,9	40,2
	Fundo	265,7	67,8	38,5	80,4	65,3	149,2	41,0	52,7	106,4	72,0	49,4

Tabela 2.25. **Especiação de metais** (concentração dos metais em $\mu\text{g L}^{-1}$) para a coleta de **Outono**.

Metal	Posição	Est.1	Est.2	Est.3	Est.4	Est.5	Est.6	Est.7	Est.8	Est.9	Est.10	Est.11
As III	Superfície	0,067	0,134	0,083	0,011	0,155	0,505	0,316	0,186	0,402	0,143	0,232
	Fundo	0,104	0,165	<0,010	0,147	0,131	0,319	0,150	0,306	0,137	0,261	0,297
As V	Superfície	0,257	0,365	0,099	0,012	0,652	0,760	0,687	0,744	0,955	1,434	1,261
	Fundo	0,251	0,263	0,509	0,868	0,636	0,774	0,964	0,600	0,817	1,009	0,727
Cr ³⁺ Lábil	Superfície	2,811	1,606	1,703	0,856	0,645	1,805	1,709	0,713	0,593	0,575	1,943
	Fundo	1,528	0,571	0,828	1,536	2,918	1,161	0,848	1,212	1,044	1,421	1,485
Cu Lábil	Superfície	0,377	0,592	0,896	1,463	0,758	0,966	0,543	0,517	0,585	0,550	1,387
	Fundo	1,521	0,591	0,057	0,808	0,997	1,014	0,629	0,445	0,908	0,643	1,066
Fe Reat	Superfície	4,1	86,2	21,6	10,8	8,6	1,2	1,9	6,0	9,3	4,1	19,0
	Fundo	13,4	6,7	0,1	1,2	7,1	4,5	2,3	11,6	14,5	0,1	6,4
Fe Dis.	Superfície	23,6	96,1	61,8	15,0	20,4	22,0	22,0	17,3	161,6	55,5	55,5
	Fundo	23,6	15,0	8,7	33,7	25,1	22,8	22,0	25,1	129,6	26,7	189,7

Tabela 2.26. **Especiação de metais** (concentração dos metais em $\mu\text{g L}^{-1}$) para a coleta de **Inverno**.

Metal	Posição	Est.1	Est.2	Est.3	Est.4	Est.5	Est.6	Est.7	Est.8	Est.9	Est.10	Est.11
As III	Superfície	<0,010	0,092	0,031	0,108	0,254	0,051	0,011	0,048	0,045	0,120	0,111
	Fundo	0,102	0,012	0,067	0,218	0,103	0,156	0,101	0,173	0,169	0,064	0,032
As V	Superfície	<0,010	0,177	0,015	0,002	0,042	0,195	0,093	0,139	0,104	0,044	0,019
	Fundo	0,098	0,093	0,111	0,070	0,011	<0,010	0,045	<0,010	0,029	0,071	0,044
Cr ³⁺ Lábil	Superfície	0,329	0,197	0,332	0,117	0,339	0,136	0,622	0,139	0,193	0,266	0,128
	Fundo	0,305	0,051	0,059	0,837	0,171	0,606	0,409	0,153	0,117	0,117	0,089
Cu Lábil	Superfície	2,774	2,308	0,771	1,481	0,616	0,813	0,755	0,481	0,484	0,577	0,749
	Fundo	0,995	0,157	0,474	2,003	1,112	1,256	0,813	0,483	0,718	0,554	0,272
Fe Reat	Superfície	29,1	19,0	27,0	33,9	26,3	52,6	32,2	19,7	23,9	22,1	27,0
	Fundo	20,4	19,7	71,4	84,2	96,3	59,2	24,2	15,9	25,3	14,8	22,5
Fe Dis.	Superfície	48,3	31,4	40,0	86,6	120,5	93,3	109,9	47,7	34,4	68,0	55,0
	Fundo	20,8	24,4	104,6	126,2	200,1	84,6	86,6	50,7	71,6	50,3	53,7

Tabela 2.27. **Especiação de metais** (concentração dos metais em $\mu\text{g L}^{-1}$) para a coleta de **Primavera**.

Metal	Posição	Est.1	Est.2	Est.3	Est.4	Est.5	Est.6	Est.7	Est.8	Est.9	Est.10	Est.11
As III	Superfície	1,391	1,404	1,373	0,956	1,177	1,339	1,291	1,424	1,574	1,337	1,181
	Fundo	1,875	1,604	1,503	1,499	1,393	1,433	1,483	1,402	1,354	1,454	1,517
As V	Superfície	0,649	1,042	1,568	0,366	0,135	0,051	1,772	1,377	0,940	1,966	1,073
	Fundo	0,830	1,425	1,425	1,003	1,294	5,064	4,236	7,336	5,870	5,653	1,258
Cr ³⁺ Lábil	Superfície	3,04	3,20	1,25	3,79	3,62	1,02	5,54	4,30	6,39	1,37	1,62
	Fundo	2,97	1,75	1,25	0,92	3,72	9,91	2,39	16,75	5,10	6,97	0,92
Cu Lábil	Superfície	1,57	0,44	0,40	0,71	0,79	0,40	0,32	0,37	0,32	0,48	0,40
	Fundo	0,55	0,45	0,47	0,75	0,66	0,67	0,34	0,33	0,69	0,42	0,64
Fe Reat	Superfície	12,7	7,8	4,4	9,3	13,1	7,3	8,4	5,8	8,2	6,6	6,4
	Fundo	64,7	13,6	16,9	7,1	10,4	44,8	41,8	49,2	37,1	28,4	8,4
Fe Dis.	Superfície	39,1	34,2	16,9	23,5	25,3	15,2	40,2	72,7	39,6	42,8	24,2
	Fundo	249,6	32,2	62,7	32,5	29,5	61	112,6	125,4	104,8	101,3	10,6

Na Figura 2.18 é apresentada a razão entre a concentração de arsênio trivalente e arsênio inorgânico ($\text{As}^{3+}/\text{As}^{5+}$) dissolvido para as amostras coletadas durante o monitoramento de 2011.

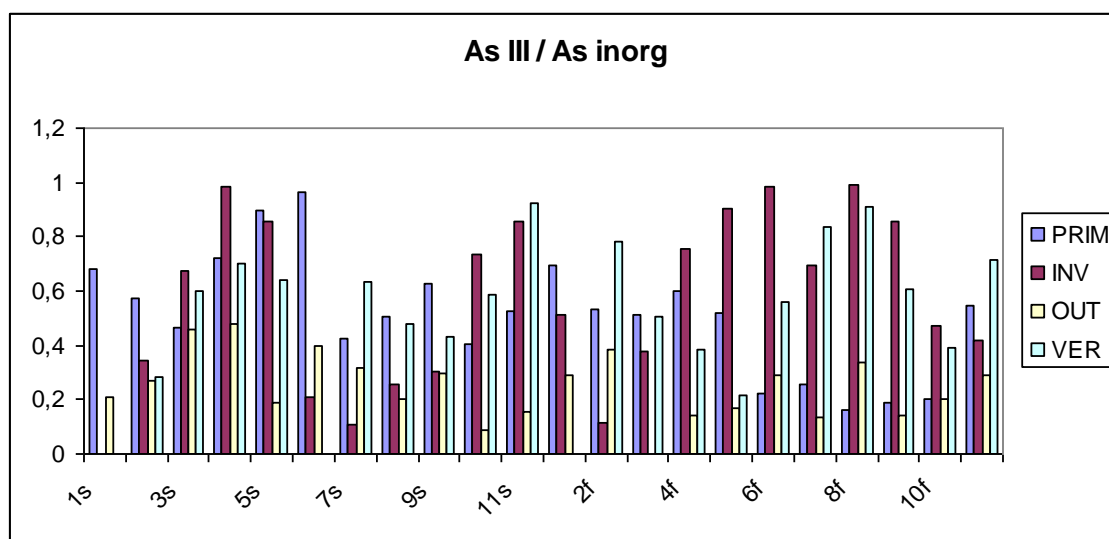


Figura 2.18 - Distribuição do arsênio trivalente com relação ao arsênio inorgânico dissolvido.

As Figuras 2.19 e 2.20 apresentam a distribuição da razão entre as concentrações de cobre lábil e cromo trivalente lábil com relação à concentração total de cada metal, respectivamente.

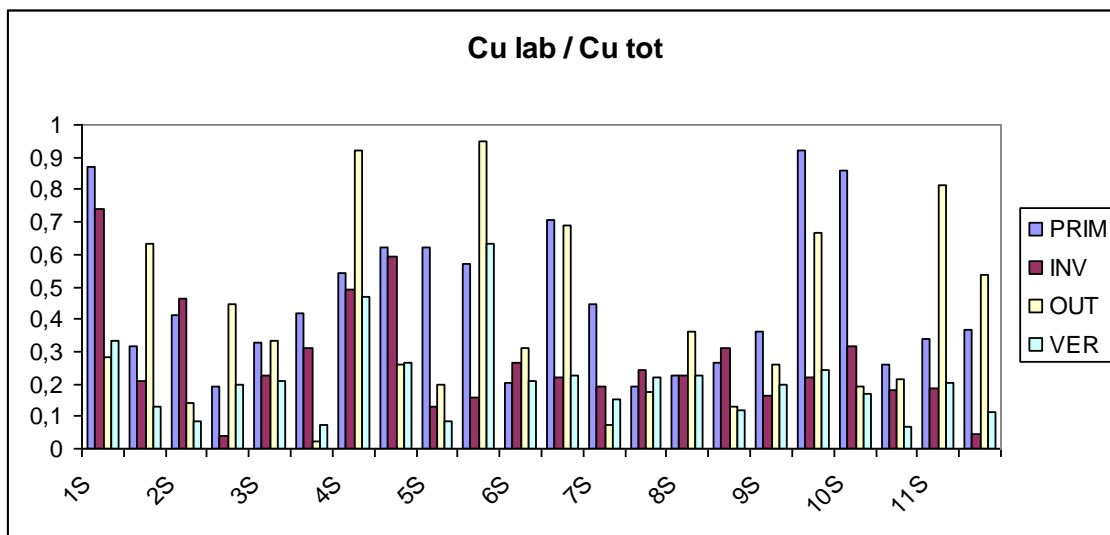


Figura 2.19 - Distribuição do cobre lábil com relação ao cobre total.

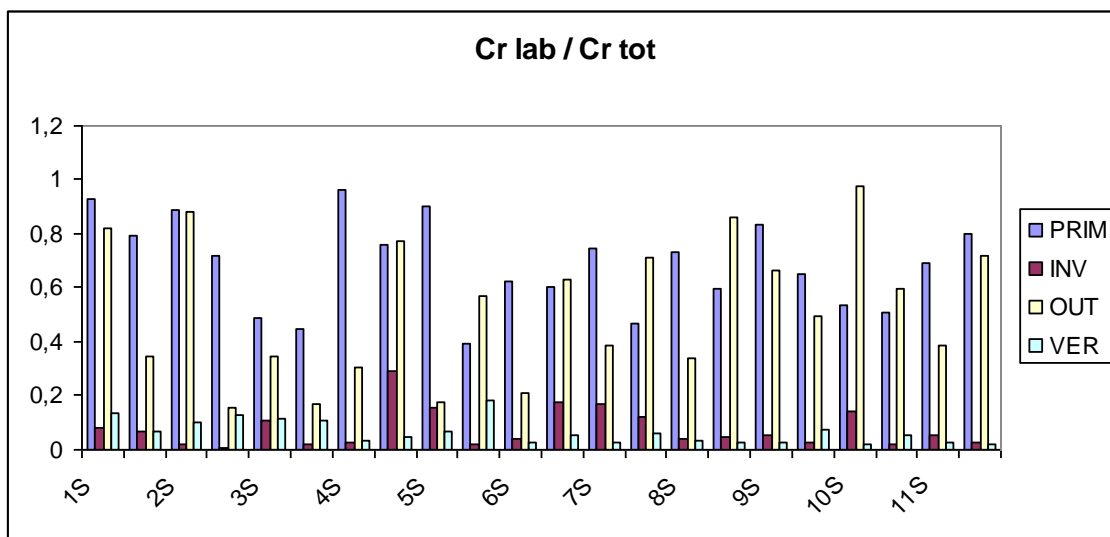


Figura 2.20 - Distribuição do cromo trivalente lábil com relação ao cromo total.

Na Figura 2.21 é apresentada a razão entre a concentração de ferro reativo e ferro dissolvido, enquanto na Figura 2.22 está mostrada a razão entre ferro reativo e ferro total.

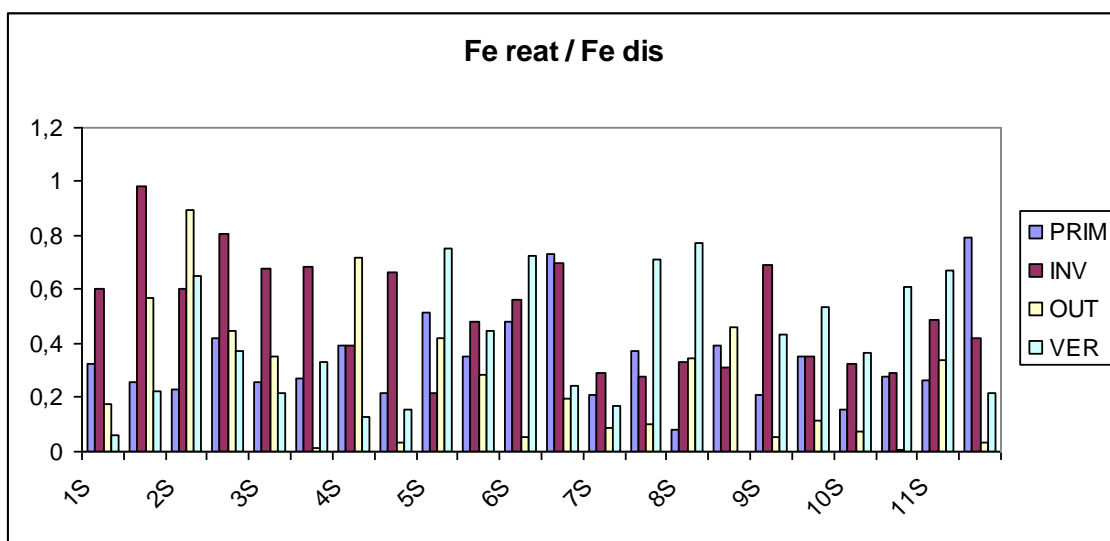


Figura 2.21 - Distribuição do ferro reativo com relação ao ferro dissolvido.

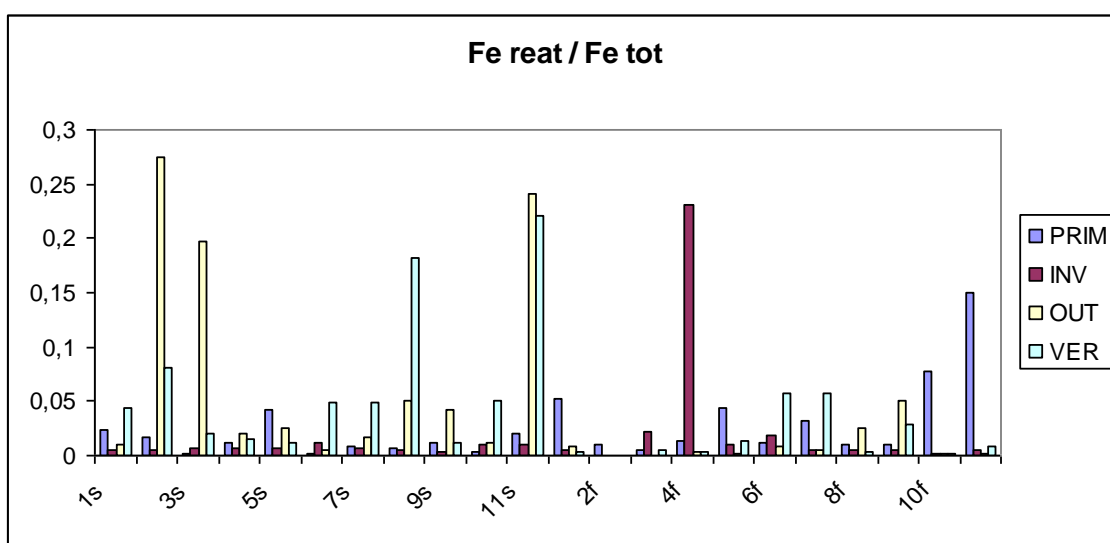


Figura 2.22 - Distribuição do ferro reativo com relação ao ferro total.

2.4 DISCUSSÃO

2.4.1 Monitoramento contínuo

Parâmetros físico-químicos e nutrientes

Na amostragem de **verão (fevereiro - Tabela 2.2)** o estuário se apresentou em regime de vazante, pelo menos em superfície, mas com valores de salinidade altos em função da ocorrência de ventos sudeste, evidenciando um padrão salino comum para a época: estuário dominado por águas costeiras e não significativamente estratificado. Então, isso induz que o regime de vazante registrado durante a amostragem foi recente e superficial e precedido de uma enchente de água marinha no estuário.

Sendo as águas marinhas oligohalinas, estas diluem as concentrações no canal, mantendo-as em conformidade com a legislação ambiental e com predomínio de valores normais de concentrações. Com relação aos importantes acréscimos de nitrogênio amoniacal (amônio) que ocorreram nas águas das estações 1, 2, 4 e 9, a causa pode ter sido a difusão a partir da coluna sedimentar, já que isso ocorreu nas águas de fundo. Isso costuma acontecer quando há acúmulo de matéria orgânica soterrada em decomposição, com conseqüente enriquecimento de amônio para a água intersticial, que funciona como vetor para a coluna d'água (Baumgarten et al., 2001). As leves subsaturações de oxigênio ocorridas nas águas ao redor de Rio Grande podem ser conseqüência de aportes dessa matéria orgânica a partir de efluentes industriais e domésticos não suficientemente tratados, que podem chegar ao canal em estado de degradação, com conseqüente consumo do oxigênio. Ou, isso pode ser naturalmente devido a relativa menor hidrodinâmica e aeração das águas nessa área em comparação com as águas mais próximas a desembocadura do estuário.

No **outono (junho - Tabela 2.3)** e no **inverno (julho – Tabela 2.4)** a evolução das concentrações foi relativamente semelhante. Embora o regime hidrológico constatado tenha sido de vazante, da mesma forma que o registrado no monitoramento de verão, o padrão hidrodinâmico foi oposto ao do período anterior, estando o estuário bastante heterogêneo em termos de salinidade. Em junho esteve sempre com água fracamente mixohalina em superfície, e estratificado com águas mais salinas apenas nas estações 3, 4 e 6 (interior do estuário) e com águas bem salinas junto à desembocadura. Em julho esteve sem estratificação e totalmente dominado por águas doces em toda a sua extensão, inclusive junto a sua desembocadura.

Esse aumento da hidrodinâmica constatado principalmente em junho e a grande influência de água continental resultou em mais material em suspensão nas águas e um relativo aumento de nitrogênio amoniacal, que se destacou em algumas estações de coleta em ambos períodos amostrados, principalmente nas adjacências de Rio Grande. As águas também se apresentaram predominantemente com leve sub-saturação de oxigênio. Além disso, elevações em fosfato foram constatadas nas águas de fundo, além de importantes acréscimos de silicatos. Todas essas elevações nas concentrações são esperadas quando há maior turbulência das águas do estuário, pois nessa situação são remobilizados os sedimentos de fundo com liberação de constituintes aí armazenados, liberação da água intersticial enriquecida por processos de diagenese (principalmente em nitrogênio amoniacal e fosfato) e decomposição da matéria orgânica depositada, além de serem mais dispersados os efluentes lançados a partir da margem. Tudo isso contribui para enriquecer mais a água do estuário. Apesar desse maior aporte de nutrientes nitrogenados e fosfatados, não foi constatada aumento de produtividade, pelo menos nas águas do canal (baixos valores de clorofila a). Isso pode indicar que os aportes de nutrientes tenham sido recentes, não dando tempo de eutrofizar as águas de canal.

Apesar dos acréscimos de nutrientes ultrapassarem as concentrações recomendadas pela bibliografia como normais, estiveram em conformidade com a legislação ambiental. Isso comprova o relativo potencial de depuração das águas dos canais portuários.

Na **Primavera (outubro - Tabela 2.5)** o estuário voltou a se diferenciar, em função de sua heterogênea hidrodinâmica, pois havia uma área com regime de enchente dentro do estuário, embora todo o resto se apresentava com vazante. A consequência foi uma estratificação salina em todo o estuário, inclusive na estação 1, bem ao norte, onde a salinidade de fundo chegou a ser em torno de 21.

Essa alta hidrodinâmica causou alguns acréscimos de concentrações de nutrientes e leves sub-saturações de oxigênio. Entretanto, a presença da água marinha oligohalina não proporcionou acréscimos muito significativos, bem menores que nos monitoramentos anteriores.

Todas as concentrações se apresentaram em conformidade com a legislação ambiental.

Metais (Tabelas 2.6 à 2.9)

No período de amostragem no verão (Tabela 2.6) o ambiente apresentou-se homogêneo com relação à salinidade, em torno de 30. A condição vazante da água do estuário favoreceu uma distribuição relativamente homogênea da concentração dos metais na coluna d'água, com altas concentrações de ferro e manganês para amostras coletadas no fundo. Os picos de concentrações máximas estiveram concentrados entre as estações de coleta 2 a 7, uma região caracterizada por

maior influência da atividade urbana/industrial/portuária. As concentrações mais elevadas de zinco e cobre, por exemplo, ocorreram nas estações 5 e 7. Ao comparar os resultados desta estação sazonal com igual período de 2010 constata-se um leve incremento nas concentrações dos metais, sem no entanto caracterizar desequilíbrio do ambiente.

Na amostragem de outono (Tabela 2.7) o estuário estava mixoalino, com maior salinidade para amostras de fundo das estações 10 e 11. A média da concentração dos metais manteve-se abaixo dos valores observados para as amostras coletadas no verão de 2011 e em níveis semelhantes aos observados no outono de 2010. Deve ser destacado o elevado número de máximos de concentração na amostra de fundo coletada na estação 11, onde também foi verificada a maior turbidez dentre as amostras coletadas. Esse fato suporta a hipótese de resuspensão do sedimento de fundo e conseqüente liberação de metais para a coluna d'água.

O período de amostragem do inverno (Tabela 2.8) caracterizou-se pela predominância de água doce no estuário e período de chuvas, juntamente com vento NE que provoca a saída da água do estuário, favoreceu a elevada concentração de Fe na coluna d'água (máximo de 8837,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$). Excetuando a concentração de ferro, os demais metais apresentaram concentrações inferiores às observadas para igual período amostral de 2010. Deve ser destacado que os valores máximos de concentração foram verificado para a estação 5.

Na coleta da primavera (Tabela 2.9) o ambiente estava sob ação de fortes ventos proporcionando intensa ressuspensão de sedimento, conforme demonstrado pelos teores de material em suspensão (máximo de 245 mg L^{-1}). Com relação à salinidade, o ambiente não apresentava um perfil perfeitamente definido, mas havendo predominância de salinidade entre 15 e 20. As concentrações de As e Zn estiveram acima das demais amostras coletadas ao longo de 2011 e superiores às amostras coletadas na primavera de 2010. Os picos máximas concentrações, observados nas estações 1, 2, 6, 7 8, 9 e 10, são coincidentes com máximos teores de material em suspensão indicando a contribuição dos sólidos na concentração de metal analisado.

Todos os resultados indicaram estar dentro dos limites recomendados pela legislação do CONAMA (2005) para águas salobras da Classe 2.

2.4.2 Monitoramento do Gradiente Salino

Parâmetros físico-químicos e nutrientes

No **verão (Tabela 2.10, Figura 2.2)**, como a água marinha estava presente no estuário, embora o regime hidrológico de superfície tenha sido de vazante fraca, o gradiente foi todo amostrado dentro do estuário, variando de salinidade 1,1 até 31 bem junto a desembocadura.

A entrada da cunha salina no estuário proporcionou uma boa oxigenação das águas (supersaturadas em oxigênio), mas na área norte do estuário, acima do deságue do Rio São Gonçalo, as águas se apresentaram enriquecidas em fosfato, nitrogênio amoniacal e fósforo total, evidenciando uma contribuição antrópica de efluentes e de zonas agrícolas da região e ainda urbanas. Esses acréscimos de nitrogênio se mantiveram ao longo do gradiente salino coletado na área próxima a cidade de Pelotas.

Então, estes resultados evidenciaram que a entrada da água salina no estuário reteve os efluentes lançados dentro do estuário, tendendo a empurrar as águas contaminadas na direção norte, embora junto aos molhes ainda tenha sido detectada água rica em amônio e fósforo total.

A formação dessa cunha salina dentro do estuário é instável no tempo e aparentemente até o momento da amostragem não deu tempo de ocorrer estabilidade das diluições das concentrações com a água marinha oligotrófica, inclusive estando as concentrações de fósforo total predominantemente acima do limite máximo recomendado pela legislação ambiental para estuários. Como os valores de clorofila a (Tabela 2.10), embora considerados não muito altos, foram maiores que os detectados no monitoramento contínuo realizado um dia antes ao longo do estuário, possivelmente os valores de fósforo total podem ser explicados pela presença de fósforo biogênico presente nesses organismos, já que o fosfato (forma solúvel) foi baixo.

Durante o **outono (Tabela 2.11)**, em função da forte vazante ocorrente, o gradiente salino foi amostrado na plataforma frente ao deságue do estuário, com exceção da salinidade 1,4 e 4 que foi dentro. A salinidade amostrada foi até cerca de 31 na plataforma.

A água escoante se apresentou bastante oxigenada, a exemplo do gradiente anterior, mas enriquecida em amônio, fosfato e silicato evidenciando uma importante exportação de nutrientes para a plataforma costeira nessa situação hidrológica. Isso pode contribuir bastante para uma posterior eutrofização e proliferação de vegetais oportunistas nas águas marginais aos molhes da barra do Rio Grande, principalmente em períodos de estiagem e alta insolação.

Apesar destes importantes acréscimos, as concentrações se apresentaram em conformidade com a legislação ambiental.

O gradiente salino amostrado no **inverno (Tabela 2.12)** foi na plataforma, se deslocando para uma área mais afastada da desembocadura que o gradiente anterior. Neste ponto a salinidade máxima foi em torno de 23. Portanto, a diluição das águas continentais pelas águas marinhas foi intensa junto ao deságue. Nessa situação, o padrão foi similar ao do gradiente anterior: exportação de nutrientes, mas numa intensidade muito menor, com concentrações menos significativas de amônio e fosfato.

Apesar destes acréscimos, as concentrações se apresentaram em conformidade com a legislação ambiental.

Na **primavera (Tabela 2.13)** a heterogeneidade nos regimes hidrológicos da região se manteve nas amostragens desse gradiente, da mesma forma que observado no dia anterior quando da amostragem do Monitoramento Contínuo dentro do estuário. Entretanto, a predominância do regime de vazante proporcionou que o gradiente fosse amostrado todo na área de influência do deságue do estuário, no sentido sul, sendo que a salinidade máxima foi de cerca de 26. A presença de ventos do sentido sul favoreceu muito as diluições, e assim as concentrações se apresentaram sempre baixas ao longo de todo o gradiente, praticamente com características de águas oligotróficas, em total conformidade com a legislação ambiental e sem influências de aportes antrópicos, que provavelmente tenham ficado retidos nas proximidades das áreas de lançamentos.

Metais (Tabelas 2.14 à 2.17)

No verão, as amostras mostraram vários picos de máxima concentração de cádmio comparado com as demais estações. As concentrações de cromo e chumbo tendem a ser mais elevadas do que as concentrações observadas nas demais estações, ao contrário do que ocorre com o cobre, que apresentou as menores concentrações medidas para o período.

As amostras do gradiente salino no outono destacam as concentrações de cobre por estarem entre as mais altas, e as de cromo e chumbo por estarem entre as menores registradas durante o acompanhamento do gradiente salino de 2011.

As amostras coletadas no inverno podem ser reunidas em dois grupos: amostras com baixas salinidades (salinidades menores do que 15) coletadas próximo à ponta dos molhes; amostras com altas salinidades coletadas mais afastado da costa (ver Figura 2.4), cuja salinidade máxima é de 23,6.

O comportamento do cobre, chumbo e zinco é muito semelhante ao observado para as amostras coletadas no outono.

Excetuando a amostra com salinidade zero, todas as demais amostras da campanha da primavera foram coletadas no oceano (Figura 2.5). Para arsênio, chumbo e zinco as concentrações das amostras da primavera foram as mais altas de todas as amostras do gradiente salino coletadas durante 2011. O perfil de distribuição do cromo em função da salinidade é bastante semelhante à distribuição do cromo verificada no verão e outono. O ferro e manganês apresentam comportamento semelhante, com pico de máxima concentração para salinidade inferior a 5, e rápido decréscimo na concentração para salinidades superiores a 5.

2.4.3 Monitoramento de Bioindicadores

Camarão

Os metais analisados encontraram-se bem abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação brasileira (Tabela 2.18). Flutuações sazonais das concentrações de metais em camarões podem ocorrer por vários fatores ambientais e biológicos. Um dos processos que afeta a dinâmica do metal em organismos marinhos é a variabilidade nas condições físico-químicas da água e do sedimento, relacionadas a mudanças nas concentrações de metais biodisponíveis (Sokolowski et al., 2004). Por exemplo, durante o monitoramento do verão de 2009 a concentração de cobre atingiu valores médios de $44,3\mu\text{g g}^{-1}$, porém em 2010 e 2011 as concentrações retornaram ao patamar histórico. Conforme reportado no relatório de 2010, a variação da salinidade do estuário pode ser a principal responsável pela disponibilização de alguns metais para os organismos.

As concentrações de cádmio observadas tanto para o camarão inteiro quanto para o camarão limpo, mantiveram-se na mesma faixa encontrada para todos os anos de amostragens, enquanto as concentrações de níquel retornaram aos níveis de 2007, continuando o processo de redução da concentração.

Peixes

Durante o verão, todas as amostras de músculo nas espécies analisadas apresentaram teores de metais abaixo dos limites estabelecidos pela Legislação Brasileira, resultado semelhante ao encontrado nas coletas em anos anteriores (Tabela 2.19), com exceção da concentração do arsênio para corvina cuja concentração se aproxima do limite máximo estabelecido.

Dos metais analisados, o cromo apresentava histórico de valores de concentração acima do permitido pela legislação em músculo de peixes, porém essa tendência alterou-se a partir de 2009.

Para as amostras de peixe coletadas no inverno, o único metal que apresentou concentrações próximas ao limite estabelecido pela legislação foi o arsênio (Tabela 2.20), sem que fosse superior ao máximo estabelecido.

Mexilhões

Todas as concentrações dos metais analisados estiveram abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação, tanto no Molhe Leste quanto no Farol da Conceição, considerado ponto controle (Tabela 2.21).

No verão deste ano, as amostras de mexilhões coletadas no Molhe Leste e Farol da Conceição demonstraram concentrações em níveis semelhantes aos observados no verão de 2009 e inferiores aos de 2010, especialmente para Mn e Cr.

A comparação da concentração de metais em organismos não demonstra que a região dos molhes, que está sob a influência da atividade portuária, esteja causando acúmulo de metais em mexilhões.

Cracas

As concentrações de cromo, que historicamente estavam acima do estabelecido pela legislação, para a coleta de verão situaram-se abaixo do limite máximo. No inverno, o Cr apresentou valor de concentração levemente superior ao estabelecido pela legislação, seguindo tendência histórica

As concentrações dos demais metais estiveram abaixo do limite definido pela legislação em todas as coletas.

2.4.4 Especificação Química

As maiores concentrações de arsênio total foram observadas na primavera de 2011, conforme as Tabelas 2.6 a 2.9. Além disso, as coletas realizadas na primavera e no inverno revelaram um ambiente onde a razão (arsênio III / arsênio inorgânico) era menos favorável. Assim, o inverno foi o período em que a forma mais tóxica do arsênio se fez presente em maiores concentrações, provavelmente relacionada ao aumento de material em suspensão na coluna d'água. As coletas realizadas no outono revelaram uma distribuição das espécies de arsênio ambientalmente mais

favoráveis, ou seja, menor proporção da espécie trivalente dentre as espécies inorgânicas dissolvidas (Figura 2.18), concomitantemente à menor presença de material em suspensão na coluna d'água.

A Figura 2.19 mostra que a razão de cobre lábil com relação ao cobre total apresentou picos de máximo no outono e primavera de 2011, atingindo razões superiores a 0,8, embora as máximas concentrações de cobre lábil tenham sido medidas no inverno (Tabela 2.26). Os resultados apresentados na Figura 2.20 revelam uma clara tendência da razão entre cromo lábil e cromo total ser mais elevada no outono e primavera, semelhante ao verificado para o cobre. O comportamento do cobre lábil e do cromo trivalente lábil parece não estar fortemente relacionado à presença de material em suspensão, mas estar relacionado com valores de salinidades situados entre 10 e 15.

Para a razão ferro reativo / ferro dissolvido, os maiores valores ocorrem para as coletas de inverno e verão (Figura 2.21). Nestes períodos, os valores médios de turbidez são um pouco mais elevados do que nas outras estações, indicando maior concentração de material em suspensão o que pode favorecer o aumento da concentração de ferro total, podendo causar aumento da concentração de ferro dissolvido devido deslocamento de equilíbrio químico. Os dados demonstram que no verão, com ambiente fracamente salgado, houve maior liberação de ferro para a forma dissolvida que se encontrava associada ao material em suspensão. Esse fenômeno reflete-se na tendência da razão (ferro reativo / ferro total) ser maior para as amostras coletadas no verão (Figura 2.22).

2.5 CONCLUSÃO

O padrão geral das concentrações dos **parâmetros físicos, nutrientes e metais** nas águas do estuário foi a **conformidade com a legislação ambiental**.

Entretanto, os aportes de efluentes a partir das margens do estuário fizeram com que ocorressem picos de concentrações de nutrientes um pouco acima do que é considerado normal, não padronizados no tempo nem no espaço, mas com tendência a ocorrerem em regime de vazante e próximos a centros urbanos, como Rio Grande e Pelotas.

Um regime de enchente no estuário, mesmo que seja pelo fundo, pode empurrar essas águas estuarinas com maior trofia para o norte, onde posteriormente pode provocar eutrofizações, caso condições de elevações da temperatura ou períodos de estiagem sejam favoráveis para tanto. Em fortes regimes de vazante do estuário, isso pode ocorrer junto à área de deságuas, podendo até supostamente afetar as áreas adjacentes de arrebentação praial e exportar nutrientes para a zona costeira.

Portanto, essas evidências podem ser mais detalhadas com estudos similares feitos espaço-temporalmente nas margens do estuário, com vistas a comparações de áreas com diferentes hidrodinâmicas, tempo de residência, níveis de recepção de efluentes, poder de autodepurações e profundidade. Isso permitirá melhor identificar as reais fontes desses nutrientes, já que as possíveis origens são muito diversificadas na região, onde há além dos aportes intensos de efluentes domésticos e industriais não suficientemente tratados, aportes navais e portuários, mais ou menos intensos em cada área estuarina considerada, já que a região está em franco desenvolvimento nessas áreas.

Em termos de cuidados legais com o ambiente, toda a região sofreu enquadramento pela FEPAM em 1995 segundo a vocação de cada área hídrica. Para cada Classe de água foram definidos limites de concentrações de compostos químicos que devem ser respeitados. Esse estudo mostrou que isso está sendo cumprido para as águas dos canais. Entretanto, como as mesmas recebem aportes antrópicos já diluídos, é importante que sejam fiscalizados os lançamentos a partir das margens do estuário, visando a preservação do estuário como um todo, já que as áreas não são independentes.

Particularmente **para os metais**, o Monitoramento Contínuo nos pontos fixos no estuário em 2011 indicou, como nos anos anteriores, um comportamento sazonal dos metais que está relacionado com o período de chuvas e principalmente com o vento, que promove a entrada ou saída de água do estuário. O gradiente salino durante o monitoramento realizado no outono, inverno e primavera apresentou semelhanças quanto a sua localização na área oceânica. Apesar disso, as concentrações dos metais nem sempre apresentaram o mesmo comportamento, sendo que os perfis de distribuição das concentrações não foram função exclusiva da salinidade. Não foram observadas diferenças significativas no comportamento dos metais com relação aos monitoramentos anteriormente realizados.

Monitoramento de bioindicadores

As análises de peixes, bem como do camarão, amostrados durante o verão mostraram teores de metais abaixo do limite estabelecido pela legislação, não indicando problemas, sob o ponto de vista sanitário.

Ao comparar as concentrações de metais para amostras de craca e mexilhão coletadas no Farol da Conceição, no molhe Oeste e na área portuária não fica evidenciado um aumento da concentração de metais naqueles organismos pela ação das atividades antropogênicas. Foi identificado apenas um resultado de cromo para craca muito próximo ao limite máximo estabelecido pela legislação, portanto não caracterizando um problema.

Especiação química

As coletas do outono e da primavera revelaram as razões mais elevadas de (Cu lábil / Cu total) e (Cr lábil / Cr total), o que pode ser atribuído à salinidade característica desse período. É importante observar que no outono e primavera a proporção de (cromo lábil / cromo total) é significativamente alta, ou seja, o cromo encontra-se em concentrações majoritariamente na forma lábil. Por outro lado, as máximas razões de (As III / As inorgânico) e (Fe reativo / Fe dissolvido) ocorreram no inverno/primavera e inverno/verão, respectivamente, e esses valores parecem estar associados ao material em suspensão. No entanto, as concentrações totais desses metais estão em níveis bastante aceitáveis pela legislação vigente.

3. GEOQUÍMICA

3.1 EQUIPE TÉCNICA

Dr. Paulo Baisch – coordenador

Dr. Nicolai Mirlean – colaborador

Prof. Gilberto Griep – colaborador

Ms. Felipe A. P. Garcia - colaborador

Téc. Eng. Elisa Rosa Seus – colaborador

Acad. Guilherme Castro da Rosa Quintana – bolsista

Acad. Fabio Borba Nogari – bolsista

Acad. André Luiz de Bem – bolsista

3.2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O presente relatório refere-se às atividades de sondagem geológica e geoquímica envolvendo processos de amostragem, análises de laboratório e interpretação de resultados. Os resultados expressos referem-se às atividades realizadas no primeiro e segundo semestres de 2011, abrangendo três campanhas amostrais durante o ano, realizadas em 01 de março, 13 de junho e 28 de setembro. Como as amostras da última saída ainda estão em processamento, neste relatório serão apresentados somente resultados das duas primeiras campanhas.

O trabalho executado teve como objetivo investigar a qualidade dos sedimentos superficiais da região portuária estuarina do Porto do Rio Grande (Figura 3.1), com vistas ao monitoramento ambiental dessa região. Para tanto foram realizadas: medições de pH e Eh; análise granulométrica; análises para dosar os teores dos metais pesados: Mercúrio; Zinco, Chumbo, Cobre, Níquel, Cromo, Cádmio e Alumínio; e do metalóide Arsênio; Carbono Orgânico Total; Nitrogênio Orgânico Total; Óleos e Graxas; e Fósforo Total, avaliando se os teores estão em conformidade com os níveis exigidos pela Resolução CONAMA 344/2004. Cada campanha de amostragem foi realizada em 11 pontos (Figura 3.1 e Tabela 3.1).

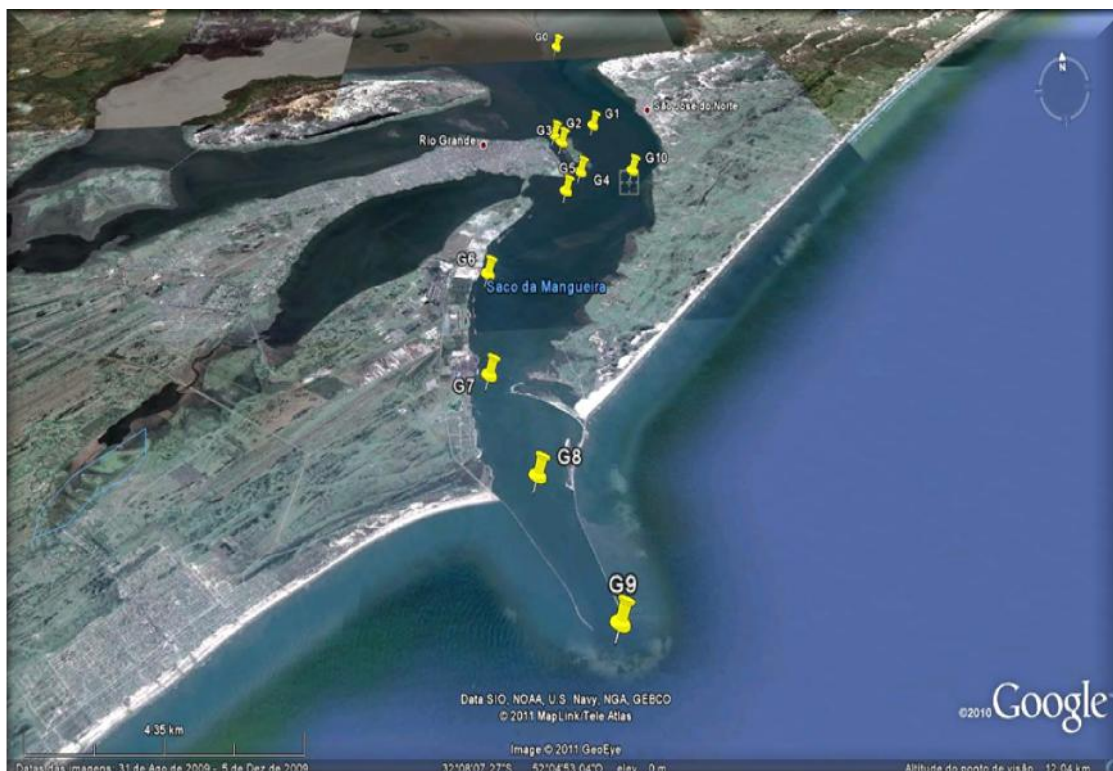


Figura 3.1 - Distribuição dos pontos de amostragem

Tabela 3.1 . Coordenadas geográficas dos pontos amostrais

	Descrição	Latitude (WGS 84)	Longitude (WGS 84)
G0	São José do Norte 1	31°59.295'	52°03.536'
G1	Terrapleno	32°01.460'	52°03.460'
G2	Marinha	32°02.058'	52°04.550'
G3	Portão 4	32°02.507'	52°04.413'
G4	Bóia 4	32°03.205'	52°04.126'
G5	Mangueira	32°03.540'	52°04.320'
G6	Dique Seco	32°05.656'	52°05.941'
G7	Praticagem	32°08.002'	52°06.020'
G8	Raiz do Molhe	32°09.376'	52°05.271'
G9	Ponta do Molhe	32°10.995'	52°04.690'
G10	Descarte Estuarino	32°03.749'	52°03.346'

3.3 METODOLOGIA

As amostras de sedimento superficial foram coletadas utilizando-se um amostrador pontual do tipo Van-Veen, livre de contaminação metálica ou orgânica.

As medidas de pH e Eh (potencial redox) foram realizadas imediatamente após as coletas. O pH foi medido pelo método potenciométrico ($\pm 0,01$ pH) com um eletrodo combinado de vidro tipo baioneta, e o Eh (potencial redox) foi medido pelo método potenciométrico (± 1 mV) com o emprego um eletrodo combinado de platina.

No laboratório, cada uma das amostras foi dividida em duas partes: uma parte destinada às análises granulométricas e a outra destina as análises químicas. As amostras destinadas às análises químicas foram dessalinizadas, secas em estufa e maceradas em gral da ágata. As análises químicas foram realizadas diretamente sobre a fração total dos sedimentos.

A seguir são descritas as metodologias dos diversos procedimentos analíticos realizados nas amostras coletadas.

3.3.1 Análises granulométricas

A granulometria dos sedimentos foi efetuada através do método tradicional de peneiragem para as partículas grosseiras, enquanto que para as partículas finas (silte e argila) foi empregado o método da separação por decantação. Os resultados de cada fração granulométrica analisada são apresentados em porcentagem de peso seco total da amostra.

3.3.2 Análises químicas

3.3.2.1 Análise dos metais pesados dos sedimentos

As frações dos sedimentos destinadas às análises químicas (elementos metálicos e matéria orgânica) foram secas em estufa a temperatura máxima de 30 °C para evitar perdas de Hg e As por volatilização.

As análises dos elementos metálicos: Chumbo, Cobre, Zinco, Cádmio, Níquel, Cromo e Alumínio foram efetuadas segundo a metodologia descrita por (Windom et al., 1989), a qual consiste na digestão ácida total (HNO_3 , HClO_4 , HF) a quente em recipientes de teflon, com a posterior eliminação

dos fluoretos. A dosagem dos elementos metálicos foi efetuada segundo os procedimentos tradicionais de Espectrofotometria de Absorção Atômica por chama, com a utilização de um aparelho BCG de modelo 932 AA. Os resultados dos metais são apresentados em mg/kg de sedimento seco, a exceção do alumínio, expresso em percentual (%).

3.3.2.2 Análise de Arsênio

As análises de Arsênio dos sedimentos foram realizadas através da metodologia de Forno de grafite (Nham & Brodie, 1989). Os resultados de arsênio são apresentados em mg/kg de sedimento seco.

3.3.2.3 Análise de mercúrio

O mercúrio dos sedimentos foi extraído através de um ataque sulfúrico e foi dosado através da técnica de vapor a frio com leitura por Espectrofotometria de Absorção Atômica.

3.3.2.4 Análise do carbono orgânico total

O carbono orgânico total (COT) foi determinado pelo método de oxidação em via úmida segundo Strickland e Parsons (1972), e modificado por de Etcheber (1981). Os resultados do COT são apresentados em porcentagem (%) do sedimento seco.

3.3.2.5 Análise do nitrogênio orgânico total

A concentração de Nitrogênio Orgânico Total (NOT) foi analisada de acordo com a metodologia micro-Kjeldahl, descrita por Bremner (1965). Os resultados do NOT são apresentados em mg/Kg do sedimento seco.

3.3.2.6 Análise de óleos e graxas

A dosagem do teor de óleos e graxas dos sedimentos foi efetuado segundo metodologia de extração por solvente (APHA, 1992), sendo os resultados apresentados em porcentagem (%) de sedimento seco.

3.3.2.7 Análise do fósforo total

O fósforo total (P-Total) foi determinado através do método espectrofotométrico, e os resultados são apresentados em mg/kg do sedimento seco.

3.3.2.8 Granulometria dos sedimentos

Para a determinação da granulometria dos sedimentos foi empregado o método clássico de peneiragem (sistema de vibração elétrica) da fração maior do que 0,062 mm de diâmetro, e para as partículas menores o método empregado foi o da separação por decantação, seguido por pipetagem sucessivas.

3.3.2.9 Controle de qualidade analítica

As análises foram realizadas em triplicatas, sendo repetidas no caso de terem apresentado valores considerados não aceitáveis de desvio padrão standard (RSD). Para o controle e monitoramento da qualidade analítica foram empregados sedimentos certificados de referência (pacs-1; pacs-2).

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de concentração total referentes à primeira e à segunda campanhas são apresentados respectivamente nas Tabelas 3.2 e 3.3, e descritos por área de interesse.

3.4.1 Granulometria dos sedimentos

Os percentuais em massa das frações granulométricas, para cada estação amostral, referentes às duas campanhas, estão ilustrados nas Figuras 3.2 e 3.3 e Tabelas 3.3 e 3.4. Em termos das principais frações granulométricas (cascalho, areia, silte, argila) os resultados estatísticos mostram que, em média, os sedimentos da região portuária – estuarina apresentam-se mais enriquecidos na fração silte e que, em termos globais, há um predomínio dos finos na composição granulométrica. De maneira que os sedimentos coletados na 1ª campanha podem ser classificados globalmente como silte-argilosos, enquanto os da 2ª campanha podem ser classificados como fácies mistas lamosas.

Para os sedimentos da 1ª campanha, os pontos G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8 e G9 apresentam-se mais enriquecidos pela fração silte (57,61%, 58,7%, 55,72%, 57,91%, 62,86%, 58,43%, 50,94% e 55,07%, respectivamente), sendo considerados como silte-argilosos. Já os sedimentos dos pontos G0 e G1 podem ser classificados respectivamente como silte arenoso e areia siltosa, enquanto o sedimento do ponto G10 pode ser considerado como uma fácie mista lamosa.

Para a segunda campanha, pode-se observar que os pontos G1, G5 e G8 apresentam-se mais enriquecidos pela fração areia (78,81%, 77,56 e 92,83 respectivamente), sendo considerados arenosos. Já os demais sedimentos apresentam-se lamosos (G2, G3, G5, G6, e G9) com elevados teores de silte e argila.

Possivelmente a maior abundância da fração areia, para alguns pontos da primeira e segunda campanhas, esta relacionada às atividades de dragagem associadas a condições hidrodinâmicas mais intensas que favoreceram a retirada das frações granulométricas mais finas dos sedimentos.

Tabela 3.2. (1ª Campanha de 2011). Resultados das análises geológicas e geoquímicas dos sedimentos superficiais da região portuária do estuário da Lagoa dos Patos, referente à qualidade do sedimento. Valores excedendo o Nível 1 do CONAMA encontram-se grifados de amarelo, enquanto que o Nível 2 ou Alerta encontram-se em vermelho.

	Nível 1	Nível 2 Alerta	G0	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	Média	Desvio padrão
Cascalho (%)	X	X	0	0	0	0	0	0	0,16	0	0	0,14	2,56	0,26	0,77
Areia (%)	X	X	7,79	46,39	10,07	6,42	12,12	9,19	5,01	8,01	11,07	17,93	25,12	14,47	12,04
Silte (%)	X	X	67,65	34,04	57,61	58,7	55,72	57,91	62,86	58,43	50,94	55,07	35,65	54,05	10,41
Argila (%)	X	X	24,56	19,57	32,33	34,88	32,16	32,9	31,97	33,57	37,99	26,86	36,67	31,22	5,47
pH (pH)	X	X	7,25	7,15	7,11	7,26	7,27	7,31	7,33	7,47	7,31	7,51	7,18	7,29	0,12
Eh (mV)	X	X	7	-23	-84	-54	-88	-113	-81	-67	-89	-73	-97	-69,27	34,62
COT (%)	X	10	0,77	0,4	0,71	0,78	0,68	0,76	0,75	0,78	0,74	0,68	0,54	0,69	0,12
Óleos e Graxas (%)	X	X	0,33	0,39	0,13	0,24	0,46	0,31	0,74	0,41	0,1	0,16	0,14	0,31	0,19
NOT (mg/kg)	X	4.800	1911	524	1913	1977	1736	1813	1714	1813	1939	1286	1353	1634	434
P-Total (mg/kg)	X	2.000	786	238	750	1075	1089	1132	2295	1476	1411	1394	1419	1188	523
Zn (mg/kg)	150	410	49,52	32,33	53,97	54,64	49,93	53,33	58,15	57,64	46,51	51,1	40,07	49,74	7,73
Cu (mg/kg)	34	270	14,74	6,2	13,21	13,56	12,99	13,87	15,42	14,15	11,66	15,33	10,42	12,87	2,67
Cd (mg/kg)	1,2	9,6	89,14	43,01	76,47	71,94	62,62	84,86	80,67	58,73	52,61	79,22	42,42	67,43	16,53
Ni (mg/kg)	20,9	51,6	9,55	6,50	10,83	9,87	8,66	11,41	14,29	12,66	9,25	11,39	8,71	10,28	2,14
Cr (mg/kg)	81	370	21,42	13,53	21,17	23,43	18,96	21,5	21,44	27,26	16,04	21,38	9,74	19,62	4,86
Pb (mg/kg)	46,7	218	9,35	3,20	11,97	14,86	10,85	9,84	10,60	11,97	8,81	13,09	8,41	10,27	3,03
As (mg/kg)	8,2	70	4,00	2,63	3,93	4,07	3,73	3,41	3,86	4,77	4,49	2,93	2,85	3,70	0,68
Hg (mg/kg)	0,15	0,71	0,06	0,08	0,09	0,10	0,09	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,01

Tabela 3.3. (2ª Campanha de 2011). Resultados das análises geológicas e geoquímicas dos sedimentos superficiais da região portuária do estuário da Lagoa dos Patos, referente à qualidade do sedimento. Valores excedendo o Nível 1 do CONAMA encontram-se grifados de amarelo, enquanto que o Nível 2 ou Alerta encontram-se em vermelho.

	Nível 1	Nível2 Alerta	G0	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	Média	Desvio padrão
Cascalho (%)	X	X	0,03	0,33	0,00	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	7,18	0,00	0,28	0,72	2,15
Areia (%)	X	X	4,16	78,81	7,50	16,97	9,98	77,56	3,57	3,14	92,83	4,07	15,73	28,57	35,51
Silte (%)	X	X	66,88	17,07	73,77	69,74	51,67	19,96	77,34	81,19	0,00	68,53	76,53	54,79	28,71
Argila (%)	X	X	28,93	3,79	18,73	13,27	38,35	2,45	19,08	15,66	0,00	27,40	7,46	15,92	12,18
pH (pH)	X	X	7,38	7,75	7,39	7,46	6,59	7,27	7,27	7,31	7,36	7,22	7,2	7,29	0,28
Eh (mV)	X	X	-113	27	-260	-137	-47	-115	-85	-53	26	-104	-141	-91,09	80,89
COT (%)	X	10	0,73	0,17	0,8	0,5	0,72	0,24	0,81	0,75	0,04	0,59	0,66	0,55	0,27
Óleos E Graxas (%)	X	X	0,17	0,11	0,26	0,16	0,1	0,09	0,07	0,09	0,05	0,08	0,05	0,11	0,06
NOT (mg/kg)	X	4.800	1837	587	2103	1464	1821	872	2223	2166	202	1640	1631	1504,3	670,48
P-Total (mg/kg)	X	2.000	2027	111	1856	833	1241	424	3113	2260	88	1990	1707	1422,9	969,18
Zn (mg/kg)	150	410	51,39	17,18	48,11	33,12	37,81	18,04	49,03	50,81	1,69	48,82	42,47	36,22	16,86
Cu (mg/kg)	34	270	16,85	4,37	15,24	10,51	14,35	5,98	16,29	16,60	1,29	15,79	17,83	12,28	5,81
Cd (mg/kg)	1,2	9,6	0,07	0,12	0,07	0,04	0,10	0,05	0,07	0,17	0,00	0,17	0,06	0,08	0,05
Ni (mg/kg)	20,9	51,6	12,20	3,04	10,54	7,99	7,87	4,00	12,20	12,88	1,69	10,89	9,28	8,42	3,93
Cr (mg/kg)	81	370	21,50	6,43	19,47	13,27	14,92	7,07	21,33	21,90	0,65	22,23	17,48	15,11	7,44
Pb (mg/kg)	46,7	218	14,53	3,34	13,59	5,23	13,63	0,47	13,48	8,01	ND	43,02	10,57	12,59	11,76
As (mg/kg)	8,2	70	6,19	1,40	5,65	3,00	2,80	1,83	4,50	3,75	0,55	4,88	3,11	3,42	1,78
Hg (mg/kg)	0,15	0,71	0,07	0,10	0,13	0,10	0,15	0,11	0,08	0,10	0,06	0,09	0,07	0,09	0,03

Granulometria 1ª Campanha de 2011

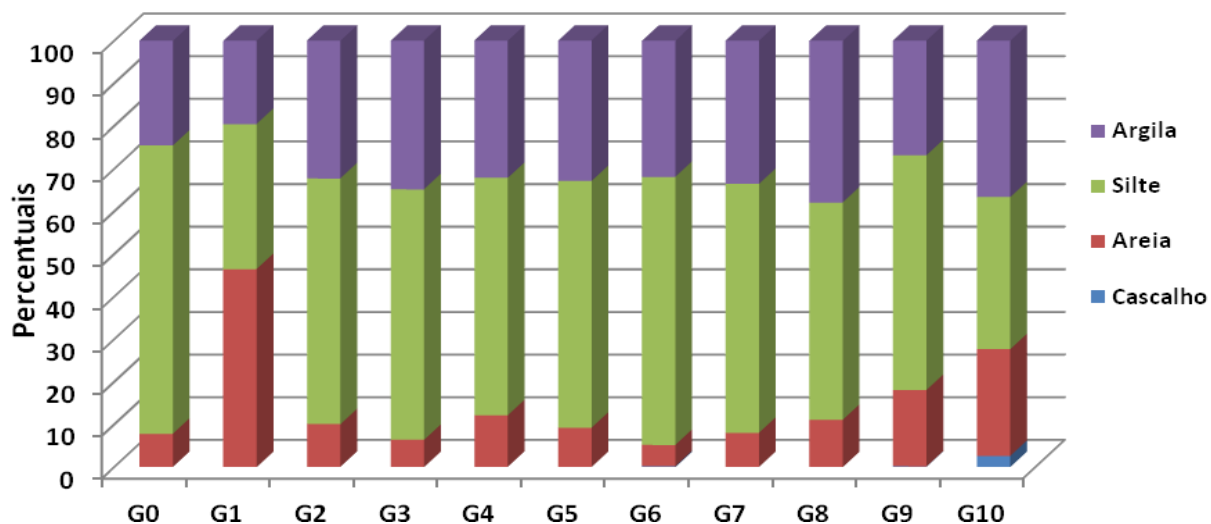


Figura 3.2 - Distribuição granulométrica dos sedimentos coletados durante a primeira campanha de amostragem

granulometria 2ª campanha de 2011

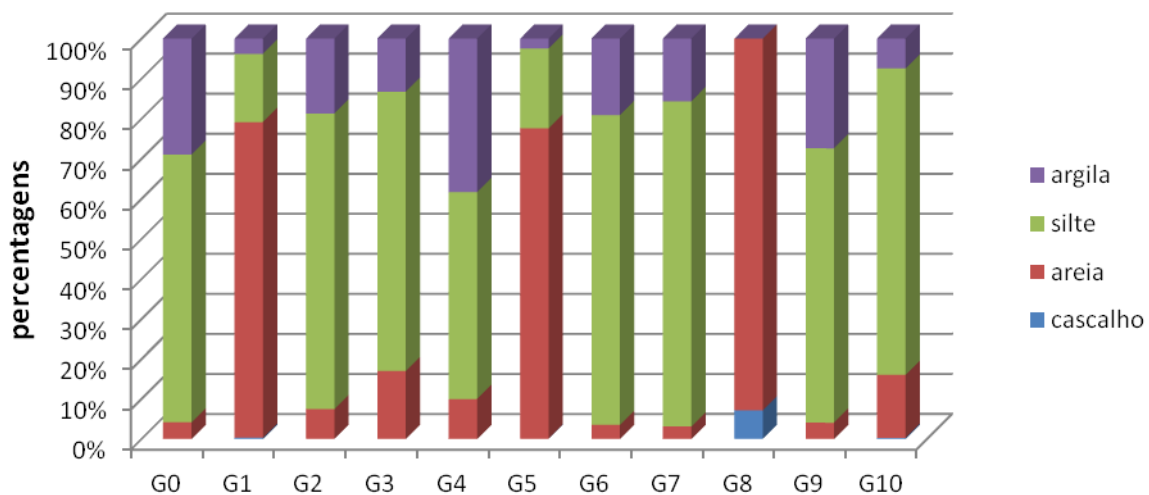


Figura 3.3 - Distribuição granulométrica dos sedimentos coletados durante a segunda campanha de amostragem.

Tabela 3.4. Granulometria das amostras referentes à 1ª campanha de 2011

1ª Campanha de 2011															
Estação	G-0	G-1	G-2	G-3	G-4	G-5	G-6	G-7	G-8	G-9	G-10	Média	Desv Padrão	Máx.	Mín.
Grânulo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,14	2,56	0,26	0,77	2,56	0,00
Areia muito grossa	0,16	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,15	0,03	0,00	0,05	1,80	0,21	0,53	1,80	0,00
Areia grossa	0,12	0,05	0,23	0,01	0,03	0,04	0,13	0,03	0,00	0,02	1,24	0,17	0,36	1,24	0,00
Areia média	0,19	0,04	0,14	0,02	0,20	0,26	0,21	0,09	0,03	0,26	5,36	0,62	1,58	5,36	0,02
Areia fina	2,30	0,48	0,98	0,12	1,76	2,51	1,35	0,48	0,25	0,78	15,80	2,44	4,50	15,80	0,12
Areia muito fina	5,01	45,83	8,70	6,27	10,13	6,34	3,17	7,38	10,80	16,81	0,92	11,03	12,28	45,83	0,92
Areias totais	7,79	46,39	10,07	6,42	12,12	9,19	5,01	8,01	11,07	17,93	25,12	14,47	12,04	46,39	5,01
Silte grosso	21,85	16,92	16,92	22,56	14,66	11,42	14,40	19,22	12,99	17,73	4,90	15,78	4,99	22,56	4,90
Silte médio	13,02	3,46	9,05	4,43	7,67	10,72	9,19	4,40	4,10	8,86	2,85	7,07	3,38	13,02	2,85
Silte fino	17,26	2,22	14,18	10,57	10,83	10,16	9,05	7,53	8,33	4,40	6,25	9,16	4,23	17,26	2,22
Silte muito fino	15,53	11,44	17,46	21,14	22,56	25,61	30,22	27,28	25,51	24,08	21,66	22,04	5,48	30,22	11,44
Siltes totais	67,65	34,04	57,61	58,70	55,72	57,91	62,86	58,43	50,94	55,07	35,65	54,05	10,41	67,65	34,04
Argila grossa	4,96	2,57	4,87	4,28	4,19	3,20	4,74	4,95	2,87	4,27	0,03	3,72	1,49	4,96	0,03
Argila média	3,58	3,70	5,03	4,69	5,75	8,20	3,64	5,28	7,57	3,37	9,75	5,51	2,14	9,75	3,37
Argila fina	5,69	6,22	8,24	8,57	8,54	4,80	8,53	8,91	10,28	7,22	7,26	7,66	1,60	10,28	4,80
Argila muito fina	10,33	7,08	14,20	17,34	13,68	16,70	15,06	14,43	17,26	12,01	19,63	14,34	3,55	19,63	7,08
Argilas totais	24,56	19,57	32,33	34,88	32,16	32,90	31,97	33,57	37,99	26,86	36,67	31,22	5,47	37,99	19,57
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00				

Tabela 3.5. Granulometria das amostras referentes à 2ª Campanha de 2011.

Planilha de Granulometria - 2ª Campanha de 2011																
Classes	Estação	G0	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	Média	Desv. Padrão	Máx	Min
Grânulo		0,03	0,33	0,00	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	7,18	0,00	0,28	0,72	2,15	7,18	0,00
Areia muito grossa		0,04	0,55	0,02	0,05	0,03	0,05	0,01	0,02	5,03	0,00	0,15	0,54	1,50	5,03	0,00
Areia grossa		0,03	0,24	0,09	0,11	0,04	0,29	0,09	0,10	5,00	0,24	0,11	0,57	1,47	5,00	0,03
Areia média		0,12	0,38	0,19	0,16	0,11	0,50	0,12	0,25	14,46	0,08	0,41	1,53	4,29	14,46	0,08
Areia fina		1,39	9,33	0,74	0,81	1,14	4,86	1,10	0,46	58,48	0,24	4,91	7,59	17,11	58,48	0,24
Areia muito fina		2,59	68,31	6,46	15,84	8,65	71,86	2,25	2,32	9,86	3,51	10,14	18,35	25,93	71,86	2,25
Areias totais		4,16	78,81	7,50	16,97	9,98	77,56	3,57	3,14	92,83	4,07	15,73	28,57	35,51	92,83	3,14
Silte grosso		42,51	0,85	0,76	8,55	19,96	3,99	9,47	2,57	0,00	20,26	16,45	11,40	12,82	42,51	0,00
Silte médio		1,26	0,22	8,24	1,24	13,00	2,22	64,10	19,66	0,00	17,13	19,79	13,35	18,61	64,10	0,00
Silte fino		13,79	5,60	46,82	38,69	9,81	4,44	0,68	29,82	0,00	21,27	26,98	17,99	15,93	46,82	0,00
Silte muito fino		9,31	10,40	17,95	21,26	8,89	9,32	3,09	29,15	0,00	9,88	13,31	12,05	8,19	29,15	0,00
Siltos totais		66,88	17,07	73,77	69,74	51,67	19,96	77,34	81,19	0,00	68,53	76,53	54,79	28,71	81,19	0,00
Argila grossa		0,77	0,31	3,07	2,53	2,07	0,30	3,81	2,36	0,00	2,07	1,65	1,72	1,24	3,81	0,00
Argila média		0,33	0,95	2,80	1,93	7,78	0,39	2,49	3,44	0,00	7,24	1,53	2,63	2,65	7,78	0,00
Argila fina		9,28	0,17	1,77	1,20	8,21	0,14	2,34	0,82	0,00	2,69	0,18	2,44	3,26	9,28	0,00
Argila muito fina		18,54	2,37	11,08	7,61	20,29	1,62	10,44	9,05	0,00	15,39	4,09	9,14	6,86	20,29	0,00
Argilas totais		28,93	3,79	18,73	13,27	38,35	2,45	19,08	15,66	0,00	27,40	7,46	15,92	12,18	38,35	0,00
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00				

3.4.2. Caracterização dos sedimentos

O pH e o potencial redox (Eh) são parâmetros que fornecem importantes informações sobre as condições do ambiente geoquímico, e assim, dão indicações sobre a tendência do comportamento químico de elementos, compostos naturais e contaminantes. Os dados mostram que o pH dos sedimentos estudados apresentou uma variação pequena, com média de 7,29 ($\pm 0,12$) para a primeira campanha e 7,29 ($\pm 0,28$) para a segunda campanha. A pequena variação de pH encontrada nos sedimentos da região portuária – estuarina do Rio Grande é uma característica natural desse sistema, pois a maior parte dos valores neste ambiente oscila entre 6,50 a 7,50. Por outro lado, a homogeneidade dos valores de pH entre as amostras (dentro de uma faixa neutra) indica que esse parâmetro exerce pouca influência sobre a mobilidade dos contaminantes metálicos dos sedimentos da região portuária - estuarina de Rio Grande.

O potencial redox (Eh) apresentou média de -69,27 mV ($\pm 34,62$ mV) para a primeira campanha e -91,09 mV ($\pm 80,89$ mV) para a segunda campanha. Estes resultados demonstram que os sedimentos estudados encontram-se em condições mediamente redutoras a redutoras para as duas campanhas amostrais. Nas condições de Eh verificadas nesse estudo, é pouco provável a ocorrência de sulfetos metálicos associados aos sedimentos. Ademais, considera-se muito pouco provável que ocorra algum tipo de impacto pela redução de oxigênio na coluna de água devido à remobilização desse substrato.

Os valores de pH e de Eh encontrados nesse trabalho situam-se dentro da faixa de variação natural freqüentemente verificada nos sedimentos desse setor do estuário da Lagoa dos Patos (Baisch, 1987, Baisch, 1996, Baisch, 1997 Baisch, 2000a; Baisch & Mirlean, 2002; Baisch et al., 2004; Baisch et al., 2005).

3.4.3. Carbono Orgânico Total (COT) e Nutrientes

Os sedimentos do estuário da Lagoa dos Patos caracterizam-se por apresentarem teores relativamente baixos em COT e NOT em comparação a outros sistemas estuarinos. Os teores orgânicos mais elevados encontrados no estuário localizam-se em torno da cidade de Rio Grande, que é a zona mais afetada por compostos orgânicos da região estuarina (Baisch, 1987; Baisch, 1996, Baisch, 1997, Baisch, 2000a; Baisch & Mirlean, 2002; Baisch et al., 2004; Baisch et al., 2005; entre outros).

Os valores encontrados de COT (Figuras 3.3 e 3.4, linha azul) para as duas campanhas amostrais, estão de acordo com os teores habitualmente verificados nessa região portuária – estuarina

da Lagoa dos Patos (Baisch, 1987; Baisch et al. 1988; Baisch, 1996; Baisch, 1997; Baisch, 2000a; Baisch, 2000b; Baisch e Mirlean, 2001; Baisch e Mirlean, 2002; Baisch et al., 2005; Baisch et al., 2006 entre outros), e encontram-se muito abaixo do limite estabelecido pela legislação. Verifica-se que os pontos com maior concentração de COT apresentam os maiores teores de silte e argila, portanto os sedimentos mais finos tendem a acumular maior quantidade de matéria orgânica.

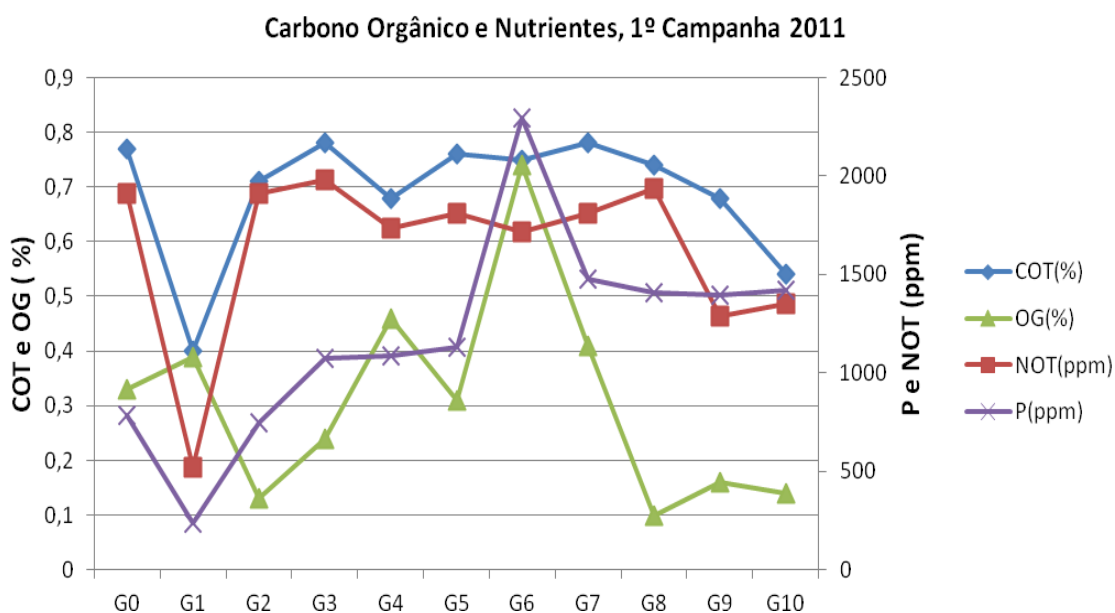


Figura 3.4 - Perfil dos contaminantes orgânicos na primeira campanha de amostragem.

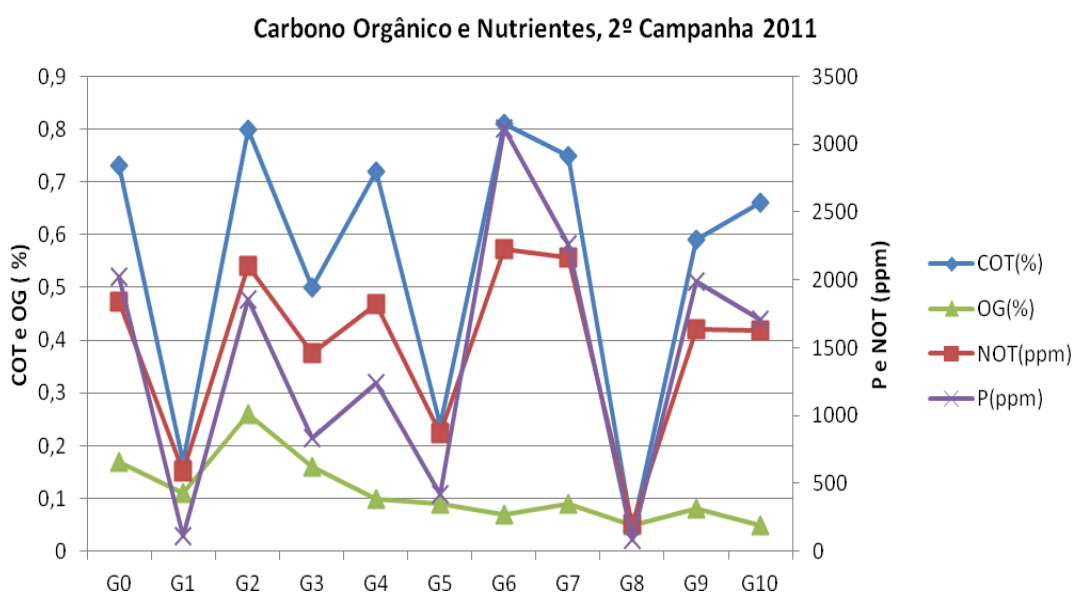


Figura 3.5 - Perfil dos contaminantes orgânicos na segunda campanha de amostragem.

Durante as duas campanhas de amostragem, os teores de Nitrogênio Orgânico Total (NOT) apresentou valor médio de 1134 mg/kg (± 434 mg/kg) para a primeira campanha, e 1504 mg/kg (± 670 mg/kg) para a segunda campanha, demonstrando que os sedimentos são pobres em nitrogenados. Assim como o verificado para o COT, os valores de Nitrogênio Total (NOT) encontrados nesse trabalho estão de acordo com os teores comumente verificados nessa região portuária – estuarina da Lagoa dos Patos (Baisch, 1987; Baisch et al. 1988; Baisch, 1997; Baisch, 2000a; Baisch, 2000b; Baisch e Mirlean, 2001; Baisch e Mirlean, 2002; Baisch et al., 2005 entre outros).

Para o Fósforo Total (P-total), o nível de alerta (2000 mg/kg) estabelecido pela solução CONAMA 344/2004 foi excedido em um ponto na primeira campanha e em três pontos na segunda campanha, apresentando valor médio de 1188 mg/kg (± 523 mg/kg) para a primeira, e 1422 mg/kg (± 969 mg/kg) para a segunda campanha.

O enriquecimento de P-total nos sedimentos pode ser imputado a fatores naturais e antrópicos. As condições inerentes ao fato do ambiente estuarino ter grandes variações físico-químicas é um fator muito importante para o acúmulo de fósforo nos sedimentos, que se somam com os aportes resultantes dos efluentes urbanos e industriais, especialmente das indústrias de fertilizantes locais. Entretanto, os valores encontrados para os sedimentos portuários - estuarinos situam-se dentro dos teores frequentemente encontrados para esses ambientes (Baisch, 1987; Baisch, 1996; Baisch et al., 2005).

Os trabalhos pretéritos de monitoramento das dragagens do Porto do Rio Grande efetuados pela FURG, não indicam o fósforo como um parâmetro importante de contaminação durante a execução das dragagens. Esse fato associado ao comportamento geoquímico desse elemento indica ser reduzida a probabilidade do P-total causar impacto ambiental na coluna de água. Os prováveis efeitos contaminantes devem ficar restritos aos organismos da coluna sedimentar.

Considera-se pequena a probabilidade do P-total causar contaminação para a coluna de água durante a ressuspensão natural ou forçada (dragagem, navegação). Essa condição será ainda menor se as condições dominantes na região portuária - estuarina forem marinhas, pois reduziria a possibilidade da solubilização de fósforo a partir dos sedimentos.

3.4.4. Óleos e Graxas (OG)

Os sedimentos dos sistemas aquáticos podem também apresentar compostos orgânicos do tipo óleos e graxas, tanto de origem natural quanto de origem antrópica, cujos teores são muito

variáveis de acordo com as fontes naturais (p.ex. óleos e resinas vegetais) e antrópicas (provenientes de esgotos cloacais e industriais).

Os teores encontrados para os óleos e graxas para as duas campanhas de amostragem estão representados nas Tabelas 3.2 e 3.3, juntamente com os demais parâmetros orgânicos dos sedimentos. A média apresentada para este parâmetro foi de 0,31 % ($\pm 0,19$ %) na primeira campanha e 0,11 % ($\pm 0,06$ %) na segunda campanha. Com base nestes resultados pode-se inferir que há um pequeno impacto por óleos e graxas na região portuária - estuarina. Contudo, em termos globais, os sedimentos da região portuária - estuarina tem uma contaminação considerada muito pequena por esse parâmetro.

3.4.5 Elementos metálicos

O presente estudo envolveu análises dos elementos metálicos Zinco, Chumbo, Cobre, Níquel, Cromo, Cádmi e Mercúrio, e o semi-metal Arsênio, que apresentam limites legais de qualidade (CONAMA 344-2004), mais o Alumínio para ser utilizado como elemento de referência. Os teores dos metais pesados são apresentados em mg/kg de sedimento seco, com a exceção do Al, cujos resultados são apresentados em porcentagem (%).

O perfil das distribuições dos diferentes elementos metálicos nas duas campanhas pode ser visualizado nas Figuras 3.6 e 3.7. Assim como os parâmetros orgânicos e nutrientes, os elementos metálicos são fortemente influenciados pela granulometria, a qual pode eventualmente mascarar fontes de contaminação local. Os teores de Chumbo, Cádmi, Zinco, Cromo, Cobre, Níquel e Arsênio (Tabela 3.2 e 3.3) demonstram que os sedimentos estudados estão livres de contaminação por estes metais, tendo em vista que todas as concentrações observadas se situaram abaixo dos valores do nível 1 estipulados pela legislação vigente (CONAMA 344/2004). A única exceção foi o resultado de Hg no ponto G4 (0,19 mg/kg) na segunda campanha, que alcançou o limite do nível 1 (0,15 mg/kg) da CONAMA 344/2004. O nível 1 representa o limiar até onde se prevê baixa possibilidade de efeitos adversos a biota.

O processo de contaminação por Hg na região estuarina da Lagoa dos Patos já foi abordado em alguns trabalhos (Baisch e Mirlean, 1998; Mirlean et al., 2003, Baisch & Mirlean, 2002, Baisch et al., 2004; Baisch et al., 2006). Nas campanhas de monitoramento anteriores, foram encontrados concentrações em uma maior amplitude de valores, contudo observa-se que houve uma redução do valor médio desse metal nos sedimentos. Visto que o Hg é um elemento de grande mobilidade

ambiental, os teores observados para o ano de 2011 estão dentro dos valores habitualmente verificados para o Estuário da Lagoa dos Patos.

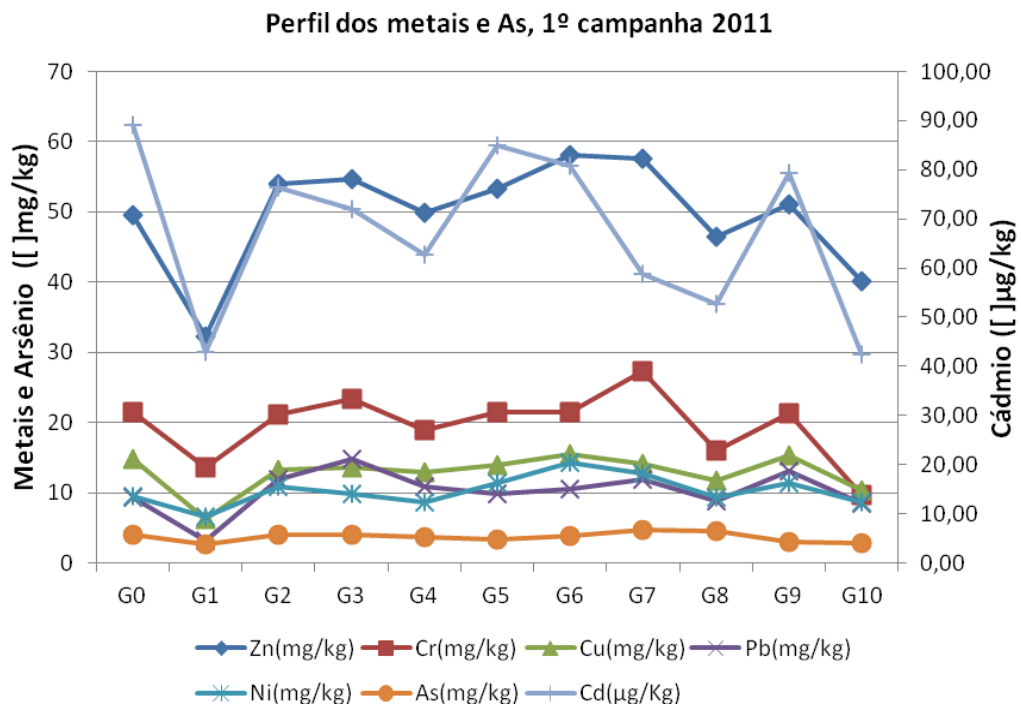


Figura 3.6 - Perfil dos contaminantes metálicos na primeira campanha de amostragem.

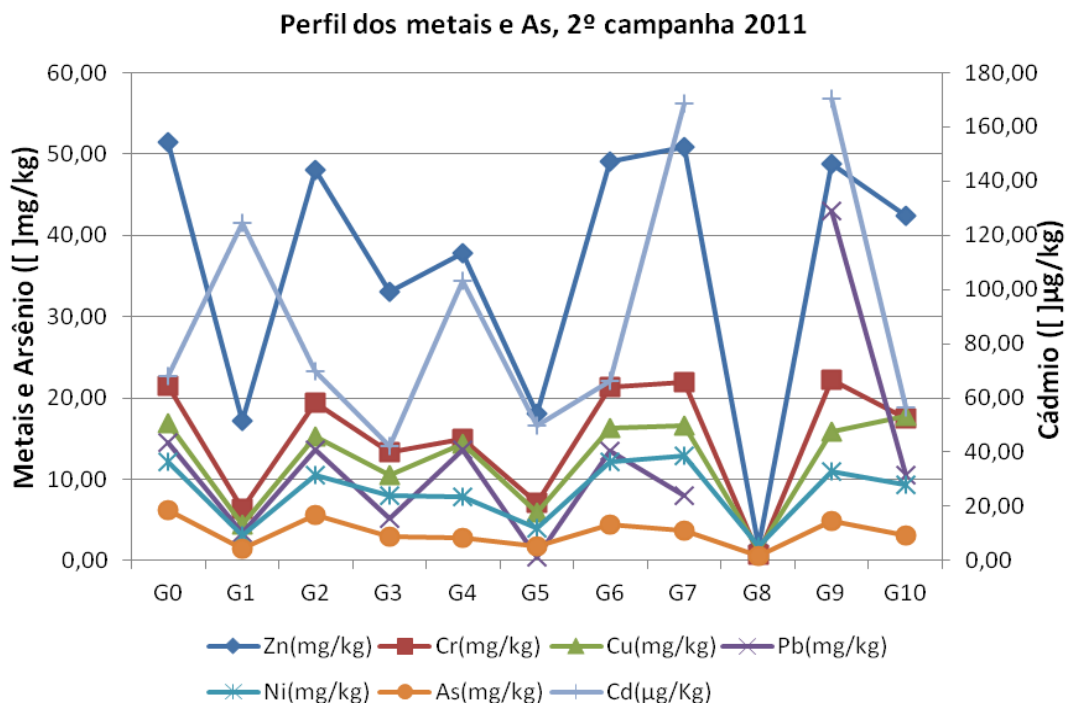


Figura 3.7 - Perfil dos contaminantes metálicos na segunda campanha de amostragem.

A granulometria dos sedimentos é um dos fatores mais importantes que controlam a distribuição dos elementos metálicos na região portuária - estuarina da Lagoa dos Patos. Esse fato pode ser visualizado pela forte correlação entre os teores de Al em relação aos teores dos demais metais pesados. O Al é um dos melhores parâmetros geoquímicos indicadores da abundância dos argilo-minerais que se acumulam na fração fina dos sedimentos (França, 1998). Esses minerais associados com a matéria orgânica e demais suportes geoquímicos é que determinam a fixação dos metais, e assim o aumento dos seus teores com o aumento da fração fina sedimentar.

Entretanto, devido a problemas analíticos, não foi possível apresentar nesse relatório os teores de Al nos sedimentos nas campanhas em estudo. Contudo, o problema já foi resolvido e os resultados serão apresentados junto com o resultados da 3ª campanha de amostragem.

Em termos ambientais, o aspecto mais relevante dos resultados dos elementos metálicos estudados é o impacto por As nos sedimentos da região de estudo. No entanto, os resultados obtidos em 2011, associados aos dados do monitoramento de 2007, 2008 e 2009, permitem classificar os sedimentos como pouco contaminados por Arsênio, apresentando um pequeno risco desse metalóide causar, efetivamente, algum impacto ambiental. Esse impacto pode ocorrer na forma de efeitos deletérios a biota, interferência na qualidade ambiental, e possível contaminação devido à liberação desse metal durante as atividades de dragagem.

A atividade das indústrias de fertilizantes (situadas na porção média do Super-porto) aparece como uma provável importante fonte de contaminação dos sedimentos por As. Foram encontradas elevadas concentrações de As (>300 mg/kg) na matéria prima e produtos empregados por esse setor industrial. Análises mostram que a fosforita apresenta teor de 100 mg/kg, e que os superfosfatos têm 390 mg/kg de As, especialmente na forma considerada mobilizável. Assim, as oscilações dos teores desse elemento devem ser imputadas à dominância dos processos ora de aportes ora de remoção.

3.4.6 Aspectos do Ponto Controle

A estação controle (G0) encontra-se no estuário da Lagoa dos Patos a montante da área portuária, e foi escolhida com o intuito de servir como referência de ausência de impacto ambiental. Durante as duas campanhas de 2011 aqui apresentadas, o ponto G0 não apresentou teores metálicos significativos, visto que os valores ficaram muito abaixo dos limites estipulados pela legislação CONAMA 344/2004. No caso dos parâmetros orgânicos, o P Total mostrou-se superior ao limite

descrito na legislação para o caso da segunda campanha. Tal fato está atrelado ao alto teor de sedimentos finos no local (95,81%), demonstrando o forte efeito da granulometria sobre as concentrações de contaminantes orgânicos no sedimento. Estudos pretéritos (Baisch, 1987; Baisch, 1996; Baisch et al., 2005) descrevem elevadas concentrações de Fósforo em sedimentos considerados livres de contaminação ao longo da Lagoa dos Patos. Desta forma, os níveis encontrados nesse ponto no ano de 2011 estão em conformidade com aqueles verificados normalmente nesse ambiente portuário-estuarino.

Verifica-se também que na primeira campanha, a amostra do ponto controle, apresentou alto teor de finos (95,84%), entretanto todos os parâmetros orgânicos e teores metálicos situaram-se abaixo dos limites apresentados na legislação do CONAMA 344. Esse fato pode ser imputado ao aporte de sedimentos provenientes de outras regiões da bacia hidrográfica, que estão livres de contaminação.

De uma forma geral, o nível de contaminação desse ponto foi ultrapassado, especialmente na estação G6 para o P-Total durante a primeira campanha, nas estações G6 e G7 para o P-Total, e na G4 para o Hg durante a segunda campanha. Para os demais contaminantes, verifica-se que os dados geoquímicos do ponto controle, relativamente à legislação, são muito semelhantes aos verificados nos sedimentos da região portuária.

Esses resultados não permitem conclusões mais aprofundadas, pois a composição da matriz granulométrica é muito distinta dos demais pontos estudados. Além disso deve-se contrapor que as observações desse relatório têm base em um número restrito de amostras.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores do pH e Eh se apresentaram dentro dos limites normalmente verificados nos sedimentos da região portuária - estuarina de Rio Grande, e abaixo dos valores de referência do CONAMA 344/2004.

Com relação aos teores de P-total nos sedimentos, apenas 4 pontos excederam o valor de alerta estabelecido pela resolução do CONAMA 344/2004. Esses valores indicam que os sedimentos da região portuária – estuarina estão pouco contaminados por fósforo. Contudo, não se observou um processo de incremento dessa contaminação, e os valores encontrados nesse monitoramento situam-se dentro da faixa de variação freqüentemente encontrada nessa região.

Todos os teores dos elementos metálicos Zn, Cd, Ni, Cr, Cu, Pb e As dos sedimentos estudados situaram-se abaixo do Nível 1 referido no CONAMA344/2004. Assim sendo, considera-se

que os sedimentos da região portuária - estuarina de Rio Grande estão livres de contaminação por esses metais.

O Hg apresentou um baixo nível de contaminação nos sedimentos da região estuarina - portuária de Rio Grande, com apenas um valor alcançando o nível 1 do CONAMA 344/04. No entanto, é improvável que esse metal possa causar efeitos deletérios à biota.

Os sedimentos de textura mais fina da região portuária - estuarina de Rio Grande são aqueles que requerem um maior cuidado em termos ambientais, pois são os mais contaminados.

4. MICROCONTAMINANTES ORGÂNICOS

4.1 EQUIPE TÉCNICA

Dr. Gilberto Fillmann (Responsável)

Téc. Nilson Mauren Dias

Dr^a Patrícia Gomes Costa

Dr^a Juliana Leonel

Dr. Italo Braga de Castro

Msc. Gabriela Martinhão Ignácio

Msc. Fernanda Poleza

Oc. Michelle Pieroni

Bio. Roberta L. Pereira

Quim. Vanda A. Pereira

Acad. Gisele Kila

Acad. Amanda Fernandes

Acad. Alessandra Ávila

Acad. Rodrigo M. Batista

4.2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS E METODOLOGIA

4.2.1. Coleta quadrimestral das amostras de sedimento

As amostras de sedimentos superficiais foram coletadas nas áreas de acesso ao Porto do Rio Grande (estações 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10) com o auxílio de uma draga de inox Van-Veen durante os dias 01 de março de 2011, 13 de junho de 2011 e 28 de setembro de 2011 (utilizando a Lancha Larus da FURG), nas coordenadas descritas nas Tabelas 4.1, 4.2 e 4.3. A camada superficial dos sedimentos (2 - 3 cm) foi coletada, sendo imediatamente armazenada em potes de alumínio (aprox. 500 g) previamente limpos, rotulados e congelados até o momento do processamento.

Tabela 4.1. Localização e profundidade de coleta das estações 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 coletadas em 01 de março de 2011 na área de influência direta da dragagem do Porto do Rio Grande.

ESTAÇÃO	LOCAL	COORDENADAS - G.MM.SS,SS	
0	São Jose do Norte	31° 58' 18.0'' S	52° 04' 08.0''
1	Terrapleno	32° 01' 28.5'' S	52° 03' 27.1''
2	Marinha	32° 02' 00.4'' S	52° 04' 34.0''
3	Portão 4	32° 02' 11.7'' S	52° 04' 29.8''
4	Bóia 4	32° 03' 15.9'' S	52° 04' 07.4''
5	Mangueira	32° 03' 37.5'' S	52° 04' 20.8''
6	Dique Seco	32° 05' 47.6'' S	52° 05' 55.5''
7	Praticagem	32° 08' 02.2'' S	52° 06' 02.5''
8	Raiz do Molhe	32° 09' 22.3'' S	52° 05' 16.8''
9	Ponta Molhe	32° 11' 00.0'' S	52° 04' 40.6''
10	Descarte Estuarino	32° 03' 41.0'' S	52° 03' 17.6''

Tabela 4.2. Localização e profundidade de coleta das estações 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 coletadas em 13 de junho de 2011 na área de influência direta da dragagem do Porto do Rio Grande.

ESTAÇÃO	LOCAL	COORDENADAS - G.MM.SS,SS	
0	São Jose do Norte	31° 58' 15,5'' S	52° 04' 10,7''
1	Terrapleno	32° 01' 26,3'' S	52° 03' 26,3''
2	Marinha	32° 02' 03,1'' S	52° 04' 30,7''
3	Portão 4	32° 02' 28,2'' S	52° 04' 23,5''
4	Bóia 4	32° 03' 12,6'' S	52° 04' 07,3''
5	Mangueira	32° 03' 31,1'' S	52° 04' 16,8''
6	Dique Seco	32° 05' 39,1'' S	52° 05' 56,6''
7	Praticagem	32° 07' 58,7'' S	52° 05' 59,9''
8	Raiz do Molhe	32° 09' 19,8'' S	52° 05' 15,3''
9	Ponta Molhe	32° 10' 58,5'' S	52° 04' 38,3''
10	Descarte Estuarino	32° 03' 43'' S	52° 03' 21''

Tabela 4.3. Localização e profundidade de coleta das estações 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 coletadas em 28 de setembro de 2011 na área de influência direta da dragagem do Porto do Rio Grande.

ESTAÇÃO	LOCAL	COORDENADAS - G.MM.SS,SS	
0	São Jose do Norte	31° 58.19' S	52° 04.16'
1	Terrapleno	32° 01' 46,3'' S	52° 03' 44''
2	Marinha	32° 02' 03,1'' S	52° 04' 30,7''

3	Portão 4	32° 02'20,1'' S	52° 04'25,9''
4	Bóia 4	32° 03'14,4'' S	52° 04'08''
5	Mangueira	32° 03'38,4'' S	52° 04'20,5''
6	Dique Seco	32° 05'39,1'' S	52° 05'56,6''
7	Praticagem	32° 08'0,7'' S	52° 06'0,5''
8	Raiz do Molhe	32° 09'28,7'' S	52° 05'27,1''
9	Ponta Molhe	32° 10'58,5'' S	52° 04'38,3''
10	Descarte Estuarino	32° 03'44,3'' S	52° 03'22''

4.2.2 Análises químicas

Após as coletas, as amostras de sedimento foram analisadas quanto a sua contaminação por compostos organoclorados (praguicidas clorados e bifenilas policloradas (PCBs)) e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs). Os sedimentos foram processados conforme metodologia descrita em Niencheski e Fillmann (2006). Aproximadamente 100 g dos sedimentos foram secos em estufa de circulação forçada a 40 °C, sendo posteriormente desagregados utilizando gral e pistilo de porcelana, homogeneizado e armazenado para posterior análise. Durante as análises, um peso exato (em torno de 25 gramas) de sedimento seco recebeu 200 µL de uma mistura de padrões de recuperação (*surrogates*), sendo posteriormente extraído em aparato Soxhlet durante 12 horas com *n*-hexano e diclorometano (1:1). Os extratos foram concentrados a 10 mL em evaporador rotatório e fluxo de nitrogênio e separados em duas frações de 5 mL para as análises de organoclorados e hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs). As etapas de purificação, fracionamento, identificação e quantificação dos analitos seguiram metodologia específica para cada grupo de compostos, conforme descrito abaixo.

4.2.2.1 Hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs)

O fracionamento dos extratos em hidrocarbonetos alifáticos (F1) e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (F2) foi obtida por cromatografia de adsorção em coluna de alumina (8g)/sílica (6g). A identificação e quantificação dos HPAs (F2) foi realizada em um cromatógrafo de fase gasosa Perkin Elmer Clarus 500 equipado com detector de espectrometria de massas (CG-EM) e injetor automático de amostra. Foi utilizada uma coluna cromatográfica capilar (Elite-5MS - 5% Diphenil - 95%

Dimetilsiloxane) de 30 metros, 0,25mm DI e 0,25 μ m de espessura de filme. A programação de temperatura iniciou em 40 °C com aumento à taxa de 10 °C min⁻¹ até 60 °C, aumento da temperatura na razão 5 °C min⁻¹ até 290 °C, sendo mantida por 5 min e aumento da temperatura na razão 10 °C min⁻¹ até 300 °C, sendo mantida por 10 minutos. A temperatura do injetor foi mantida a 280 °C no modo splitless (fluxo do split 50:1 após 1 min). A linha de transferência foi mantida a 280 °C e a fonte do detector a 200 °C com energia de 70 ev. Foi utilizado He como gás carreador em um fluxo de 1,3 mL min⁻¹. Um volume de 1 μ L de amostra foi injetado no modo *SIFI* que permite o escaneamento simultâneo nos modos íons seletivo (SIM) e completo (*Full Scan*).

As amostras de sedimento de superfície coletados nas áreas de influência do Porto do Rio Grande foram analisadas para benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, acenaftileno, acenafteno, antraceno, fenantreno, fluoranteno, fluoreno, 2-metilnaftaleno, naftaleno e pireno em sua fração total. A identificação dos 13 HPAs foi baseada nos tempos de retenção de padrões autênticos (Figura 4.1) e nos espectros de massa de cada analito. A quantificação foi realizada contra padrões externos (Figura 4.1) através das curvas analíticas de cada analito e método de cálculo por padronização interna utilizando-se os padrões deuterados Naftaleno-D8, Acenafteno-D10, Fenantreno-D10, Criseno-D12 e Perileno-D12. A recuperação da metodologia foi avaliada utilizando o *p*-terfenil-D14 como padrão de recuperação e o desempenho analítico através da análise de materiais de referência certificados e brancos analíticos (Figura 4.2).

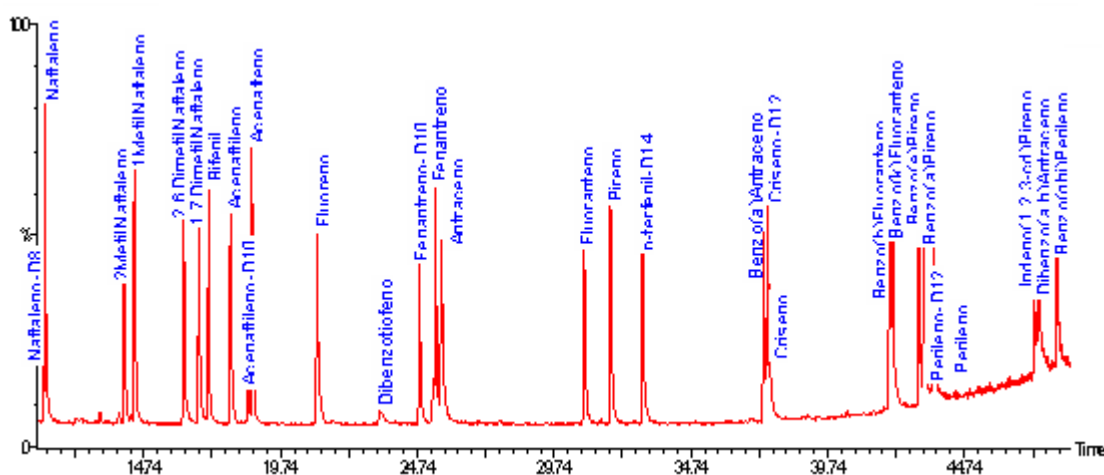


Figura 4.1 - Cromatograma no modo *Full Scan* com os tempos de retenção e íons característicos representativos dos padrões externos de HPAs (500 ng mL⁻¹).

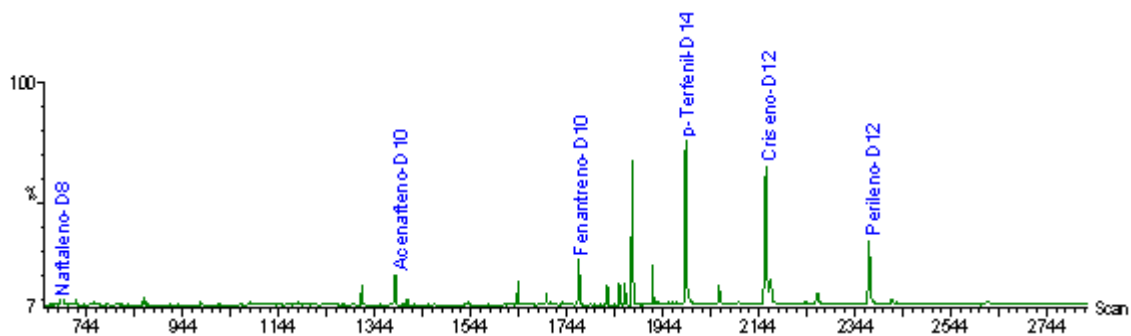


Figura 4.2 - Cromatograma no modo *Full Scan* com os tempos de retenção e íons característicos dos padrões internos, padrão *surrogate* e interferentes representativos de um branco analítico.

4.2.2.2 Pesticidas clorados e PCBs

O fracionamento dos extratos em PCBs (F1) e praguicidas organoclorados (F2) foi obtido por cromatografia de adsorção em coluna utilizando Florisil. A identificação e quantificação dos compostos organoclorados foi realizada em um cromatógrafo de fase gasosa Perkin Elmer Clarus 500 equipado com detector de captura de elétrons ^{63}Ni (ECD) e injetor automático de amostra. Foi utilizada uma coluna cromatográfica capilar (Agilent - HP5 – 5 % Diphenil – 95 % Dimetilsiloxane) de 60 metros, 0,25mm DI e 0,25 μm de espessura de filme. A programação de temperatura iniciou em 40 °C com aumento à taxa de 20 °C min^{-1} até 160 °C, com 5 minutos de espera, e até 260 °C numa razão de 2 °C min^{-1} , sendo mantida por 15 minutos. A temperatura do injetor foi mantida a 280 °C no modo splitless (fluxo do splitt 50:1 após 1 min) e do detector a 300 °C. Foi utilizado He como gás carreador (1,5 mL min^{-1}) e N_2 como gás de make-up (30 mL min^{-1}). O volume de amostra injetado foi de 1 μL .

As amostras de sedimento de superfície coletados no canal de acesso ao Porto do Rio Grande foram analisadas para alfa-HCH (BHC), beta-HCH (BHC), gama-HCH (BHC), delta-HCH (BHC), DDT (somatório dos isômeros p,p'- e o,p-), DDE (somatório dos isômeros p,p'- e o,p-), DDD (somatório dos isômeros p,p'- e o,p-), dieldrin, endrin, alfa-clordano, gama-clordano e o somatório de 44 congêneres de PCBs em sua fração total. A identificação dos praguicidas clorados e PCBs analisados foi baseada nos tempos de retenção de padrões autênticos (Figuras 4.3 e 4.4). A quantificação foi realizada contra padrões externos (Figuras 4.3 e 4.4) através das curvas analíticas de cada analito e método de cálculo por padronização interna utilizando-se os padrões *2,4,5,6-tetracloro-m-xileno* (TCMX) e PCB 209. A recuperação da metodologia foi avaliada utilizando o PCB 103 e 198 como padrões de recuperação e o desempenho analítico foi avaliado através da análise de materiais de referência certificados e brancos analíticos (Figuras 4.5 e 4.6). A confirmação de alguns compostos encontrados foi feita através de

análise realizada em um cromatógrafo de fase gasosa Perkin Elmer Clarus 500 com detector de espectrometria de massa (CG-EM).

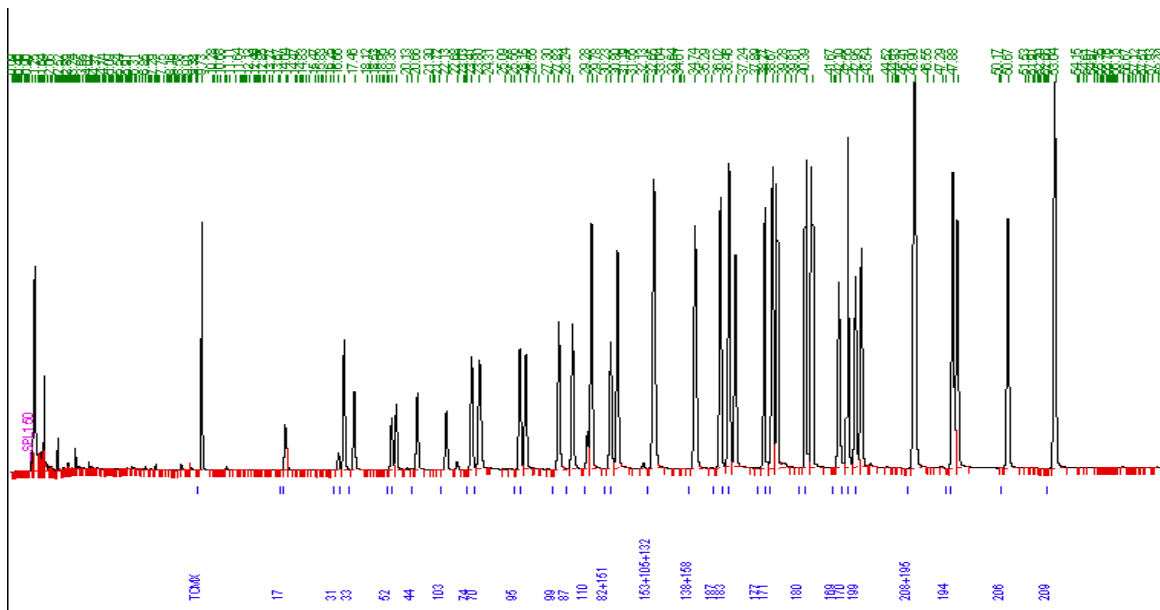


Figura 4.3 - Cromatograma com os tempos de retenção dos padrões externos de PCBs.

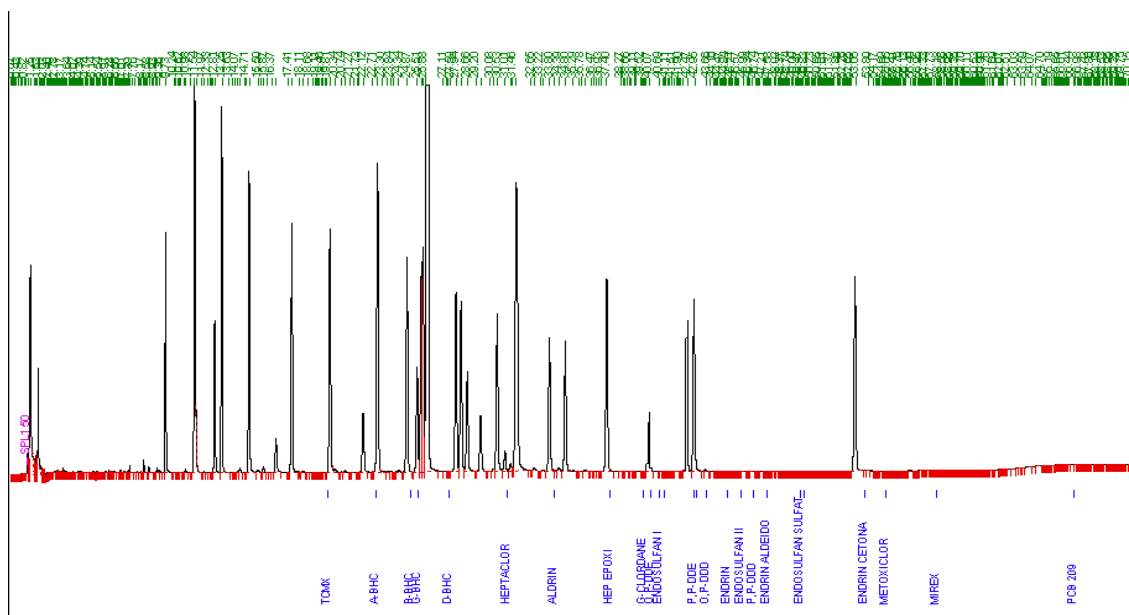


Figura 4.4 - Cromatograma com os tempos de retenção dos padrões externos de praguicidas clorados.

4.3.1 Hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs)

Os resultados dos 13 HPAs analisados nas amostras de sedimento superficial coletados nas áreas de influência do Porto do Rio Grande demonstraram que a totalidade das amostras de sedimento apresentaram teores de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) abaixo dos valores estabelecidos na Legislação CONAMA 344/2004 para os Níveis 1 e 2 de águas salino-salobras (Tabelas 4.4, 4.5 e 4.6). Os resultados estão expressos em $\mu\text{g kg}^{-1}$ (peso seco de sedimento).

Os resultados são consistentes, uma vez que as análises sofreram um rígido controle de qualidade, atendendo as recomendações dos órgãos reguladores, como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), conforme descrito em Ribani et al. (2004). Os limites de detecção do método estão na faixa de $0,04 \mu\text{g kg}^{-1}$ (peso seco de sedimento), as recuperações entre 70 e 120 % e a análise dos brancos não apresentou nenhum dos HPAs estudados, aparecendo somente os cinco padrões internos empregados no método (Naftaleno-D8, Acenafteno-D10, Fenantreno-D10, Criseno-D12 e Perileno-D12) e o padrão de recuperação (p-terfenil-D14) (Figura 4.2). A qualidade do laboratório executor das análises pode também ser comprovada através do certificado internacional de proficiência analítica obtido pela participação semestral (desde agosto de 2006) no programa de proficiência analítica promovido pelo *Canadian Association for Laboratories Accreditation Inc.* (CALA-Canadá), o qual certifica o Laboratório de Microcontaminantes Orgânicos e Ecotoxicologia Aquática (CONECO) da FURG para análises de HPAs em amostras ambientais de água e sedimento (Figura 4.7).



Figura 4.7 - Cópia do certificado internacional de proficiência analítica para HPAs em amostras de sedimento emitido pelo CALA (Canadian Association for Laboratory Accreditation Inc.) do Canadá.

4.3.2 Praguicidas clorados e PCBs

Os resultados dos 11 praguicidas clorados e somatório de PCBs (44 congêneres) analisados nas amostras de sedimento superficial coletados nas áreas de influência do Porto do Rio Grande demonstraram que a totalidade dos contaminantes organoclorados avaliados está abaixo dos valores estabelecidos na Legislação CONAMA 344/2004 para os Níveis 1 e 2 de águas salina-salobras (Tabelas 4.7, 4.8 e 4.9). Os resultados estão expressos em $\mu\text{g kg}^{-1}$ (peso seco de sedimento).

Os resultados são consistentes uma vez que as análises sofreram um rígido controle de qualidade, atendendo as recomendações dos órgãos reguladores, como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), conforme descrito em Ribani et al. (2004). As amostras não sofreram nenhuma contaminação significativa, comprovando a qualidade do processo analítico empregado. Os limites de detecção do método estão na faixa de $0,05 \mu\text{g kg}^{-1}$ (peso seco de sedimento) para PCBs e $0,1 \mu\text{g kg}^{-1}$ (peso seco de sedimento) para praguicidas clorados. Também foram usados padrões interno e cromatográfico para quantificação dos compostos de interesse e para avaliar qualquer perda que possa ocorrer durante o processo analítico, sendo que as recuperações obtidas estão dentro dos padrões aceitáveis (70-120%). Além disso, o laboratório também participa semestralmente (desde agosto de 2006) do programa de proficiência analítica promovido pelo *Canadian Association for Laboratories Accreditation Inc.* (CALA-Canadá) para PCBs em sedimentos (Figura 4.7).

4.4 CONCLUSÃO

As análises de microcontaminantes orgânicos indicaram que a totalidade das amostras de sedimento analisadas apresentaram teores de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), praguicidas clorados e PCBs abaixo dos valores estabelecidos na Legislação CONAMA 344/2004 para os Níveis 1 e 2 de águas salino-salobras.

4.5 ANEXOS

Tabela 4.4. Concentração de HPAs ($\mu\text{g kg}^{-1}$ peso seco) nos sedimentos coletados em 01 de março de 2011 na área de influência direta do Porto do Rio Grande (estações 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10) em comparação com os valores para águas salino-salobras (Nível 1 e 2) da Legislação CONAMA 344/2004.

Estação	Amostra	Naftaleno	2 Metil Naftaleno	Acenaftileno	Acenafteno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Fluoranteno	Pireno	Benzo(a) antraceno	Criseno	Benzo(a) pireno	Dibenzo(a,h) antraceno	Somatório 13 HPAs	Código Lab
#0	Superf	<LD	5,7	1,1	<LD	0,9	1,6	1,9	1,0	0,4	1,6	0,7	3,0	<LD	17,9	A1923G
#1	Superf	<LD	7,0	1,2	<LD	<LD	1,6	2,1	1,3	0,5	1,9	0,9	3,6	<LD	20,1	A1924H
#2	Superf	0,1	10,5	1,3	<LD	1,2	6,5	2,9	0,1	0,1	3,8	<LD	5,2	4,7	36,4	A1925I
#3	Superf	<LD	7,5	1,3	<LD	1,1	5,0	2,5	<LD	<LD	2,8	2,8	7,7	3,8	34,4	A1926J
#4	Superf	<LD	8,0	1,3	<LD	1,1	2,1	2,3	1,5	<LD	2,0	0,9	4,0	<LD	23,2	A1927K
#5	Superf	<LD	7,3	1,3	<LD	1,1	2,7	2,3	1,7	<LD	2,0	1,3	5,0	<LD	24,8	A1928L
#6	Superf	<LD	7,1	1,3	<LD	1,1	2,9	2,3	2,1	<LD	2,0	1,1	3,5	<LD	23,3	A1930N
#7	Superf	<LD	7,7	1,3	0,1	1,3	4,0	2,6	3,4	<LD	2,4	2,2	4,6	<LD	29,5	A1931O
#8	Superf	<LD	8,9	1,3	<LD	1,4	4,2	2,5	2,9	<LD	2,5	2,2	8,3	2,8	37,1	A1932P
#9	Superf	<LD	7,4	1,3	<LD	1,1	4,8	2,5	5,2	3,5	3,2	3,1	9,8	5,6	47,5	A1933Q
#10	Superf	<LD	7,6	1,4	<LD	1,2	4,1	2,6	3,3	2,2	2,5	2,2	8,0	4,1	39,1	A1934R
Conama 344/04	Nível 1	160	70	44	16	19	240	85,3	600	665	74,8	108	88,8	6,22	3000	
	Nível 2	2100	670	640	500	540	1500	1100	5100	2600	693	846	763	135	3000	

<LD – abaixo do limite de quantificação do método ($0,04 \mu\text{g kg}^{-1}$ medido em peso seco de sedimento)

Tabela 4.5. Concentração de HPAs ($\mu\text{g kg}^{-1}$ peso seco) nos sedimentos coletados em 13 de junho de 2011 na área de influência direta do Porto do Rio Grande (estações 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10) em comparação com os valores para águas salino-salobras (Nível 1 e 2) da Legislação CONAMA 344/2004.

Estação	Amostra	Naftaleno	2 Metil Naftaleno	Acenaftileno	Acenafteno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Fluoranteno	Pireno	Benzo(a) antraceno	Criseno	Benzo(a) pireno	Dibenzo(a,h) antraceno	Somatório 13 HPAs	Código Lab
#0	Superf	1,7	10,2	1,5	0,2	2,0	0,3	2,7	5,2	4,0	2,7	2,9	7,4	1,6	42,6	A2422H
#1	Superf	5,2	8,4	<LD	<LD	1,6	0,3	2,2	<LD	0,9	1,9	0,6	3,1	<LD	24,2	A2423I
#2	Superf	5,2	12,7	1,6	<LD	2,2	3,9	3,3	0,1	0,1	4,0	<LD	5,1	<LD	38,2	A2424J
#3	Superf	0,8	<LD	1,6	0,1	2,1	4,1	3,0	<LD	<LD	4,4	4,7	5,2	<LD	26,0	A2425K
#4	Superf	4,7	10,2	1,6	0,1	2,1	2,1	2,9	1,4	<LD	2,9	3,0	6,7	<LD	37,6	A2426L
#5	Superf	1,9	9,8	1,6	<LD	2,1	6,0	3,0	11,4	<LD	4,6	6,9	5,8	<LD	53,1	A2477M
#6	Superf	4,1	10,5	1,5	0,2	2,1	6,0	3,4	13,2	<LD	4,1	5,1	4,7	<LD	54,9	A2478N
#7	Superf	2,6	10,6	1,7	0,1	2,1	2,7	3,0	7,1	<LD	3,3	3,8	4,1	<LD	41,1	A2479O
#8	Superf	1,2	7,0	1,2	<LD	<LD	<LD	2,1	<LD	<LD	<LD	<LD	8,1	<LD	19,6	A2480P
#9	Superf	3,5	12,3	<LD	0,1	2,5	2,4	3,3	8,1	6,6	3,9	5,1	5,5	<LD	53,4	A2481Q
#10	Superf	0,3	10,6	1,7	0,1	2,2	3,5	3,1	11,0	<LD	4,2	6,1	5,5	<LD	48,2	A2482R
Conama 344/04	Nível 1	160	70	44	16	19	240	85,3	600	665	74,8	108	88,8	6,22	3000	
	Nível 2	2100	670	640	500	540	1500	1100	5100	2600	693	846	763	135	3000	

<LD – abaixo do limite de quantificação do método ($0,04 \mu\text{g kg}^{-1}$ medido em peso seco de sedimento)

Tabela 4.6. Concentração de HPAs ($\mu\text{g kg}^{-1}$ peso seco) nos sedimentos coletados em 28 de setembro de 2011 na área de influência direta do Porto do Rio Grande (estações 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10) em comparação com os valores para águas salino-salobras (Nível 1 e 2) da Legislação CONAMA 344/2004.

Estação	Amostra	Naftaleno	2 Metil Naftaleno	Acenaftileno	Acenafteno	Fluoreno	Fenantreno	Antraceno	Fluoranteno	Pireno	Benzo(a) antraceno	Criseno	Benzo(a) pireno	Dibenzo(a,h) antraceno	Somatório 13 HPAs	Código Lab
#0	Superf	1,07	0,28	0,50	0,52	0,73	0,57	0,83	5,79	3,97	1,27	2,83	1,64	1,28	21,3	A2784L
#1	Superf	0,82	0,08	0,42	0,44	0,51	0,57	0,46	0,82	0,65	0,51	0,60	0,59	5,02	11,5	A2777E
#2	Superf	1,19	0,35	0,54	0,59	0,85	3,76	0,97	0,10	0,10	2,81	<LD	2,78	1,50	15,5	A2785M
#3	Superf	1,40	0,15	0,47	0,49	0,56	1,21	0,55	<LD	<LD	0,65	0,88	0,62	<LD	7,0	A2778F
#4	Superf	0,52	0,11	0,46	0,49	0,62	1,47	0,60	2,51	<LD	0,79	1,34	0,79	5,54	15,2	A2779G
#5	Superf	0,96	0,14	0,47	0,52	0,65	2,22	0,74	5,18	<LD	1,47	2,51	1,54	1,29	17,7	A2780H
#6	Superf	0,60	0,20	0,49	0,52	0,66	2,73	0,93	6,21	<LD	2,05	3,54	2,44	1,47	21,9	A2786N
#7	Superf	0,18	0,10	0,50	0,51	0,68	2,27	0,74	5,24	<LD	1,73	3,00	1,48	1,18	17,6	A2787O
#8	Superf	0,40	<LD	0,34	0,37	0,41	0,40	0,39	0,45	0,41	0,36	0,35	0,39	<LD	4,3	A2781I
#9	Superf	5,46	1,11	0,47	0,53	0,67	1,72	0,60	2,23	1,20	0,62	1,14	0,63	5,73	22,1	A2782J
#10	Superf	0,25	1,72	0,46	0,51	0,56	0,43	0,52	0,25	<LD	0,43	0,33	0,52	5,84	11,8	A2788P
Conama 344/04	Nível 1	160	70	44	16	19	240	85,3	600	665	74,8	108	88,8	6,22	3000	
	Nível 2	2100	670	640	500	540	1500	1100	5100	2600	693	846	763	135	3000	

<LD – abaixo do limite de quantificação do método ($0,04 \mu\text{g kg}^{-1}$ medido em peso seco de sedimento)

Tabela 4.7. Concentração de pesticidas organoclorados e PCBs ($\mu\text{g kg}^{-1}$ peso seco) nos sedimentos coletados em 01 de março de 2011 na área de influência direta da dragagem do Porto do Rio Grande (estações 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10) em comparação com os valores para águas salino-salobras (Nível 1 e 2) da Legislação CONAMA 344/2004.

Estação	Amostra	a-HCH	b-HCH	g-HCH	d-HCH	g-clordano	a-clordano	DDE	DDD	DDT	dieldrin	endrin	PCBs (Σ 44 congêneros)	Código Lab
# 0	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,33	A1923-G
# 1	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,70	A1924-H
# 2	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,43	A1925-I
# 3	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,20	A1926-J
# 4	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,08	<LD	<LD	<LD	0,05	<LD	1,20	A1927-K
# 5	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,09	<LD	<LD	<LD	<LD	0,40	A1928-L
# 6	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,90	A1930-N
# 7	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	1,89	A1931-O
# 8	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,19	A1932-P
# 9	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,50	A1933-Q
# 10	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,80	A1934-R
Conama 344/04	Nível 1	0,32	0,32	0,32	0,32	2,26	2,26	2,07	1,22	1,19	0,71	2,67	22,7	
	Nível 2	0,99	0,99	0,99	0,99	4,79	4,79	374	7,81	4,77	4,3	62,4	180	

<LD – abaixo do limite de detecção do método; DDE = p,p-DDE + o,p-DDE; DDD = p,p-DDD + o,p-DDD

Tabela 4.8. Concentração de pesticidas organoclorados e PCBs ($\mu\text{g kg}^{-1}$ peso seco) nos sedimentos coletados em 13 de junho de 2011 na área de influência direta da dragagem do Porto do Rio Grande (estações 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10) em comparação com os valores para águas salino-salobras (Nível 1 e 2) da Legislação CONAMA 344/2004.

Estação	Amostra	a-HCH	b-HCH	g-HCH	d-HCH	g-clordano	a-clordano	DDE	DDD	DDT	dieldrin	endrin	PCBs ($\Sigma 44$ congêneros)	Código Lab
# 0	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,17	A2422H
# 1	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,80	A2423I
# 2	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,30	A2424J
# 3	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,46	A2425K
# 4	Superf	0,09	<LD	<LD	<LD	<LD	0,12	<LD	<LD	<LD	0,08	<LD	1,06	A2426L
# 5	Superf	0,05	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,07	<LD	<LD	<LD	<LD	0,75	A2477M
# 6	Superf	0,06	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,05	<LD	<LD	0,05	<LD	1,00	A2478N
# 7	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,06	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	1,54	A2479O
# 8	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,23	A2480P
# 9	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,56	A2481Q
# 10	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,74	A2482R
Conama 344/04	Nível 1	0,32	0,32	0,32	0,32	2,26	2,26	2,07	1,22	1,19	0,71	2,67	22,7	
	Nível 2	0,99	0,99	0,99	0,99	4,79	4,79	374	7,81	4,77	4,3	62,4	180	

<LD – abaixo do limite de detecção do método; DDE = p,p-DDE + o,p-DDE; DDD = p,p-DDD + o,p-DDD

Tabela 4.9. Concentração de pesticidas organoclorados e PCBs ($\mu\text{g kg}^{-1}$ peso seco) nos sedimentos coletados em 28 de setembro de 2011 na área de influência direta da dragagem do Porto do Rio Grande (estações 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10) em comparação com os valores para águas salino-salobras (Nível 1 e 2) da Legislação CONAMA 344/2004.

Estação	Amostra	a-HCH	b-HCH	g-HCH	d-HCH	g-clordano	a-clordano	DDE	DDD	DDT	dieldrin	endrin	PCBs (Σ 44 congêneros)	Código Lab
# 0	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,23	A2784L
# 1	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,12	<LD	<LD	<LD	<LD	0,94	A2777E
# 2	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,46	A2785M
# 3	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,30	A2778F
# 4	Superf	0,12	<LD	<LD	<LD	<LD	0,19	<LD	<LD	<LD	0,11	<LD	1,36	A2779G
# 5	Superf	0,11	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,21	<LD	<LD	<LD	<LD	0,81	A2780H
# 6	Superf	0,13	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,17	<LD	<LD	0,10	<LD	0,95	A2786N
# 7	Superf	0,11	<LD	<LD	<LD	<LD	0,14	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	1,70	A2787O
# 8	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,29	A2781I
# 9	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,73	A2782J
# 10	Superf	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,12	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,91	A2788P
Conama 344/04	Nível 1	0,32	0,32	0,32	0,32	2,26	2,26	2,07	1,22	1,19	0,71	2,67	22,7	
	Nível 2	0,99	0,99	0,99	0,99	4,79	4,79	374	7,81	4,77	4,3	62,4	180	

<LD – abaixo do limite de detecção do método; DDE = p,p-DDE + o,p-DDE; DDD = p,p-DDD + o,p-DDD

5. ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS

5.1 EQUIPE TÉCNICA

Dra. Grasiela L. L. Pinho (Responsável)

Dr. Gilberto Fillmann (Responsável)

Dr. Ítalo Braga de Castro (Bolsista de pós-graduação)

Msc. Martina Rossato (Bolsista de pós-graduação)

Biol. Rafael Camargo de Souza (Bolsista de pós-graduação)

Thiago Tavares Magalhães (Bolsista de iniciação)

Rodrigo Batista (Bolsista de iniciação)

Nilson Mauren Dias (Técnico Químico)

5.2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS E METODOLOGIA

Para as amostras de sedimento, os testes (sedimento integral e elutriato) foram realizados sempre com *Kalliapseudes schubarti*, espécie tradicionalmente utilizada pelo Laboratório CONECO. Para as amostras de água, os testes foram realizados com duas espécies, *K. schubartii* e uma segunda espécie, o copépodo *Acartia tonsa*. As amostras de sedimentos superficiais foram coletadas nas áreas de acesso ao Porto do Rio Grande conforme Figuras 3.1 e 3.2.

5.2.1 Coleta e manutenção dos organismos-teste

Kalliapseudes schubartii

Os *Kalliapseudes schubartii* foram coletados em um marisma localizado dentro do estuário (Barra) e a aproximadamente 500 metros da zona de arrebentação da Praia do Cassino (Rio Grande, RS). Os organismos foram mantidos em béqueres de 2 L, contendo sedimento e água (1:2) constantemente aerada, sob condições controladas de temperatura (20 ± 2 °C) e fotoperíodo (12C:12E). Os organismos foram aclimatados gradualmente por 24 horas a uma salinidade equivalente a do ambiente onde foram coletadas as amostras de sedimento e água e, em seguida, utilizados nos ensaios. Este procedimento de coleta e aclimação foi repetido

quantas vezes foram necessárias para execução dos experimentos descritos abaixo (sedimento, elutriato e água).

Acartia tonsa

Os copépodos da espécie *Acartia tonsa* DANA, 1848 (CRUSTACEA) são organismos cosmopolitas, bem como importantes representantes do plâncton das regiões costeiras e estuarinas de Rio Grande (RS). Esta espécie não apresenta protocolo normatizado no Brasil, porém é internacionalmente protocolada pela *International Standardization Organization* (ISO, 1999), sendo baseado neste o método utilizado no presente trabalho.

Os organismos foram inicialmente fornecidos pelo Laboratório de Zooplâncton (FURG), tendo origem de coletas na região costeira/estuarina de Rio Grande. Os cultivos foram realizados junto ao Laboratório de Microcontaminantes Orgânicos e Ecotoxicologia Aquática (CONECO-FURG). Para o desenvolvimento do cultivo dessa espécie de copépodo, é necessário, em paralelo, que sejam cultivadas algas (*Thalassiosira weissflogii* e *Isochrysis galbana*) para a alimentação dos organismos.

O cultivo do copépodo *A. tonsa* foi mantido em sala climatizada sob condições constantes (Tabela 5.1). Os copépodos foram mantidos em água marinha filtrada (1 µm) de salinidade 30, 15 e 5, com o fornecimento diário de uma dieta mista de microalgas (*T. weissflogii* e *I. galbana*) (KAMINSKI, 2004). Para a manutenção da qualidade do cultivo, renovações de água foram realizadas semanalmente.

Tabela 5.1. Condições gerais para o cultivo de *Acartia tonsa*.

Requisitos	Condições
Sistema de cultivo	Monoespecífico
Água de cultivo	Água do mar filtrada
Aeração	Suave e constante
Temperatura	20 ± 2°C
Alimentação	Dieta mista de microalgas
Fotoperíodo	12C:12E
Salinidade	30, 15 e 5
Renovação da água	Semanal

Thalassiosira weissflogii* e *Isochrysis galbana

As espécies cultivadas (*I. galbana* e *T. weissflogii*) foram inicialmente fornecidas pelo Laboratório de Ecologia de Fitoplâncton e de Microorganismos Marinhos (FURG). As culturas de *I. galbana* e *T. weissflogii* foram mantidas em erlenmeyers de 1 a 2 L, sendo a cada 2 dias repicadas com água do mar filtrada (1 µm) e autoclavada em meio de cultivo F/2 (GUILLARD, 1975). As condições de cultivo estão descritas na Tabela 5.2.

Tabela 5.2. Condições gerais para cultivo de *Thalassiosira weissflogii* e *Isochrysis galbana*.

Requisitos	Condições
Sistema de cultivo	Contínuo, monoespecífico
Água de cultivo	Água do mar filtrada e autoclavada enriquecida com Meio F/2
Aeração	Forte e constante
Temperatura	20 ± 2°C
Iluminação	1000-1800 lux
Fotoperíodo	Luz constante
Salinidade	30 ± 2
Renovação Inóculo	A cada 2 dias

5.2.2 Ensaio com material de referência (Controle Positivo)

5.2.2.1 Metodologia para *Kalliapseudes schubartii*

As soluções-teste de dodecil sulfato de sódio (DSS) foram preparadas numa concentração entre 10 e 160 mg.L⁻¹. Cada solução foi dividida em 5 réplicas de 125 mL em frascos-teste de polietileno contendo 5 organismos adultos com tamanho entre 0,7 e 1,0 cm. Os organismos foram expostos por 4 dias. Os valores de pH, salinidade, oxigênio dissolvido e amônia foram monitorados no início e final do experimento. As condições-teste das avaliações ecotoxicológicas da substância de referência estão resumidas na Tabela 5.3.

Tabela 5.3. Procedimentos para os ensaios ecotoxicológicos com substância de referência utilizando *Kalliapseudes schubartii* como organismos-teste.

Condições-teste	Substância de referência
Periodicidade	Concomitante ao teste com amostras
Amostras testadas	[] s DSS
Nº organismos/frascos	5
Nº de réplicas	5
Réplicas controle	5
Volume-teste	125 mL
Aeração	Sem
Tempo Estabilização	1 h
Salinidade	15
Temperatura	20 ± 2 °C
Fotoperíodo	12C:12E
Alimentação	Sem
Parâmetros	Sal, OD, pH, NH ₃
Tempo exposição	4 dias
Efeito Observado	Mortalidade

5.2.2.2 Resultados para *Kalliapseudes schubartii*

Os resultados apresentados para os ensaios com substância de referência (DSS) com *K. schubartii* na salinidade 15, demonstram a adequação do grupo de organismos coletados à execução dos ensaios ecotoxicológicos. A CL50 obtida foi de 32,54 mg DSS.L⁻¹. A CL50 foi calculada através do método Trimmed Spearman Karber, estando dentro da variabilidade normal para a espécie, como pode ser observado pela Carta Controle (Figura 5.1).

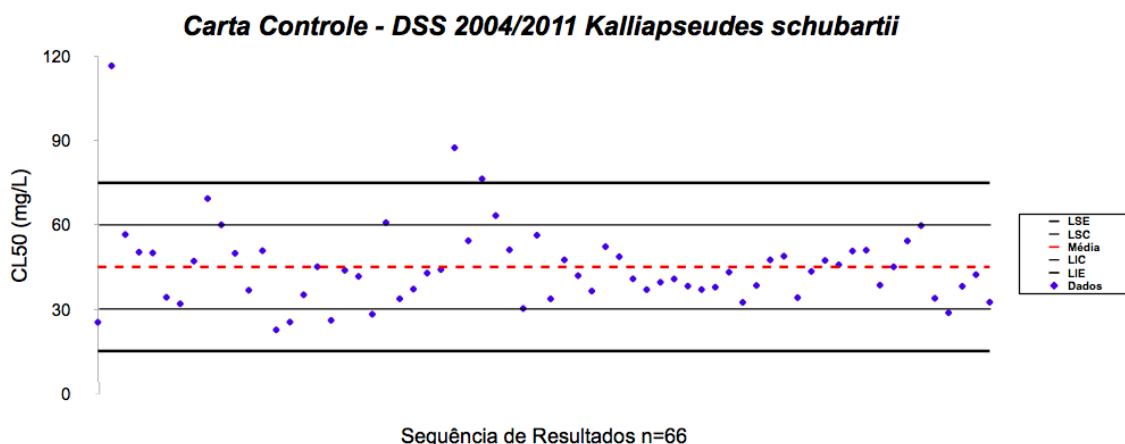


Figura 5.1 - Carta Controle do ensaio com *Kalliapseudes schubartii* indicando o intervalo de variação de CL50 considerado aceitável para exposição ao DSS.

5.2.2.3 Metodologia para *Acartia tonsa*

As soluções-teste de dodecil sulfato de sódio (DSS) foram preparadas numa concentração entre 0,5 e 2,5 mg.L⁻¹. Cada solução foi dividida em 4 réplicas de 50 mL em frascos-teste de vidro contendo 10 organismos adultos com aproximadamente 900 µm. Os organismos foram expostos por 48 h. As condições-teste das avaliações ecotoxicológicas da substância de referência estão resumidas na Tabela 5.4.

Tabela 5.4. Procedimentos para os ensaios ecotoxicológicos com substância de referência utilizando *Acartia tonsa* como organismos-teste.

Condições-teste	Substância de referência
Periodicidade	Mensal
Amostras testadas	[]s DSS
Nº organismo/frasco	10
Nº de réplicas	4
Réplicas Controle	4
Volume-teste	50 mL
Aeração	Sem
Tempo Estabilização	1 h
Salinidade	30
Temperatura	20 ± 2°C
Fotoperíodo	12C:12E
Alimentação	Sem
Tempo exposição	2 dias

Efeito observado	Mortalidade
------------------	-------------

5.2.2.4 Resultados para *Acartia tonsa*

O resultado apresentado para os ensaio com a substância de referência (DSS) com *A. tonsa* na salinidade 30 demonstra a adequação do grupo de organismos cultivados à execução dos ensaios ecotoxicológicos. Para as salinidades 15 e 5, as cartas controle ainda estão em desenvolvimento, necessitando um mínimo de 8 dados para sua adequada utilização. Como os cultivos nas 3 salinidades (5, 15 e 30) são realizados nas mesmas condições laboratoriais no CONECO, a adequação dos organismos cultivados em salinidade 30, bem como a adequação dos organismos do controle negativo durante os testes, foram decisivos para o aceite de todos os testes executados. A mais recente CL50 obtida para a salinidade 30 foi: 1,25 mg DSS.L⁻¹. A CL50 obtida com a substância de referência foi calculada pelo método Trimmed Spearman Karber, estando dentro da variabilidade normal para a espécie, como pode ser observado pela Carta Controle (Figura 5.2).

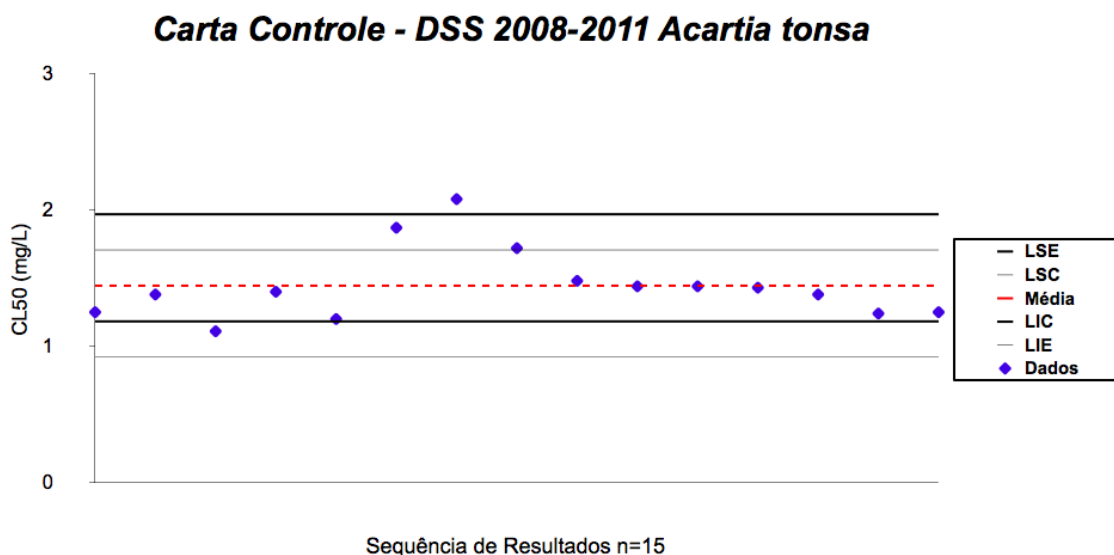


Figura 5.2 - Carta Controle do ensaio com *Acartia tonsa* indicando o intervalo de variação de CL50 considerado aceitável para exposição ao DSS em salinidade 30.

5.2.3 Ensaios ecotoxicológicos com sedimento integral

5.2.3.1. Coleta quadrimestral das amostras de sedimento

As amostras de sedimento de fundo da região do canal do Porto do Rio Grande referentes ao 1º, 2º e 3º cruzeiros de 2011 (estações 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10) foram coletadas com o auxílio de uma draga de inox nos meses de março, junho e setembro de 2011, respectivamente (utilizando a Lancha Larus da FURG). A camada superficial dos sedimentos (2-3 cm) foi coletada, sendo imediatamente armazenados em potes de alumínio (aprox. 500 g) previamente limpos, rotulados e congelados.

5.2.3.2 Metodologia do ensaio ecotoxicológico com *Kalliapseudes schubartii*

Foram realizados ensaios agudos e estáticos (sem renovação de água ou sedimento), onde 10 organismos adultos com tamanho entre 0,7 e 1,0 cm foram expostos a cada réplica, contendo 150 mL de sedimento (aproximadamente 150 g) e 350 mL de água sobrenadante. Após 10 dias de exposição, os sedimentos foram peneirados em malha de 500 µm e os organismos cuidadosamente triados em placa de Petri, sendo contados os organismos sobreviventes. Os valores de pH, salinidade, oxigênio dissolvido e amônia foram monitorados na água no início e final dos experimentos (1º, 2º e 3º cruzeiros).

Para o primeiro cruzeiro (mês de março), em função de um erro durante a execução dos experimentos e ausência de amostra para uma repetição completa do mesmo, algumas amostras não foram realizadas com o número de réplicas ideal (a partir de 3), interferindo na avaliação toxicológica adequada das mesmas. Por consequência, neste cruzeiro em específico, as amostras com baixo número de réplicas nos testes sedimento-integral, terão sua toxicidade avaliada exclusivamente a partir do teste sedimento-elutriato. As condições-teste das avaliações ecotoxicológicas dos sedimentos estão resumidas na Tabela 5.5.

Tabela 5.5. Procedimentos para os ensaios ecotoxicológicos com sedimento integral utilizando *Kalliapseudes schubartii* como organismos-teste.

Condições-teste	Ensaio com <i>K. schubartii</i>
Pontos estudados	11
Nº organismo/frasco	10
Nº de réplicas	1-5
Réplicas controle	3-6
Vol. De sedimento	150 mL
Vol. Água	350 mL
Aeração	Constante
Tempo Estabilização	24 h
Salinidade	15 e 30
Temperatura	20 ± 2°C
Fotoperíodo	12C:12E
Alimentação	A cada 2 dias
Parâmetros monitorados	Salinidade, OD, pH, NH ₃
Tempo exposição	10 dias
Efeito observado	Mortalidade

As amostras referentes aos 3 cruzeiros foram estatisticamente testadas (excluindo as amostras com número inferior a 3 de réplicas), utilizando Análise de Variância – One-way ANOVA.

5.2.3.3 Resultados dos ensaios com sedimento integral (*Kalliapseudes schubartii*)

A. Cruzeiro 1

Os resultados dos ensaios ecotoxicológicos com sedimento integral das amostras coletadas em março de 2011 (cruzeiro 1) estão apresentados na íntegra na Tabela 5.6 e Figura 5.3, enquanto que os resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados na água durante o ensaio estão apresentados na Tabela 5.7.

Estes resultados demonstram que as amostras coletadas nos pontos **2, 5 e 6** apresentaram valores médios de sobrevivência inferiores a 80% (limite mínimo de sobrevivência estabelecido pelo método da espécie), porém foram àquelas amostras com um número de réplicas inferior ao mínimo (3), impossibilitando uma análise estatística e, portanto, uma

conclusão sobre sua toxicidade. Para um melhor julgamento sobre a toxicidade do sedimento nestes pontos, serão considerados para este cruzeiro apenas os resultados relacionados ao teste sedimento-elutriato. Os pontos **0, 1, 3, 4, 7, 9 e 10**, considerando esses dois critérios (% de sobrevivência e comparação estatística com o Controle), foram considerados **não tóxicos**. O ponto **8** apresentou valor médio de sobrevivência superior a 80%, porém também foi testado com um número de réplicas inferior ao mínimo (3), impossibilitando uma análise estatística e, portanto, uma conclusão sobre sua toxicidade. Para um melhor julgamento sobre a toxicidade do sedimento neste ponto, será considerado para este cruzeiro apenas os resultados relacionados ao teste sedimento-elutriato.

Os parâmetros físico-químicos monitorados durante o ensaio indicam que não houve influência destes sobre a mortalidade dos organismos testados, mantendo-se as condições necessárias para a sobrevivência dos organismos (Tabela 5.7). Uma análise visual indicou que a granulometria de todos os pontos foi areno-lodosa, condição ideal para a sobrevivência dos organismos.

Tabela 5.6. Resultados dos ensaios ecotoxicológicos com sedimento integral coletados em março de 2011 utilizando *Kaliapseudes schubartii* (n=1-6).

Amostra	Réplicas						Média	D.P.
	A	B	C	D	E	F	% sobreviv.	
Controle 15	90	80	80	80	80	90	83	5.2
#0	70	80	90	90			83	9.6
#1	80	80	90	90			85	5.8
#2	90	60					75	21.2
#3	100	100	90	80			93	9.6
#4	90	90	80	70			83	9.6
#5	80	70					75	7.1
#6	70						70	▲
#7	70	80	80	90			80	8.2
#8	80	90					85	7.1
#9	100	90	90				93	5.8
#10	90	70	80	90			83	9.6

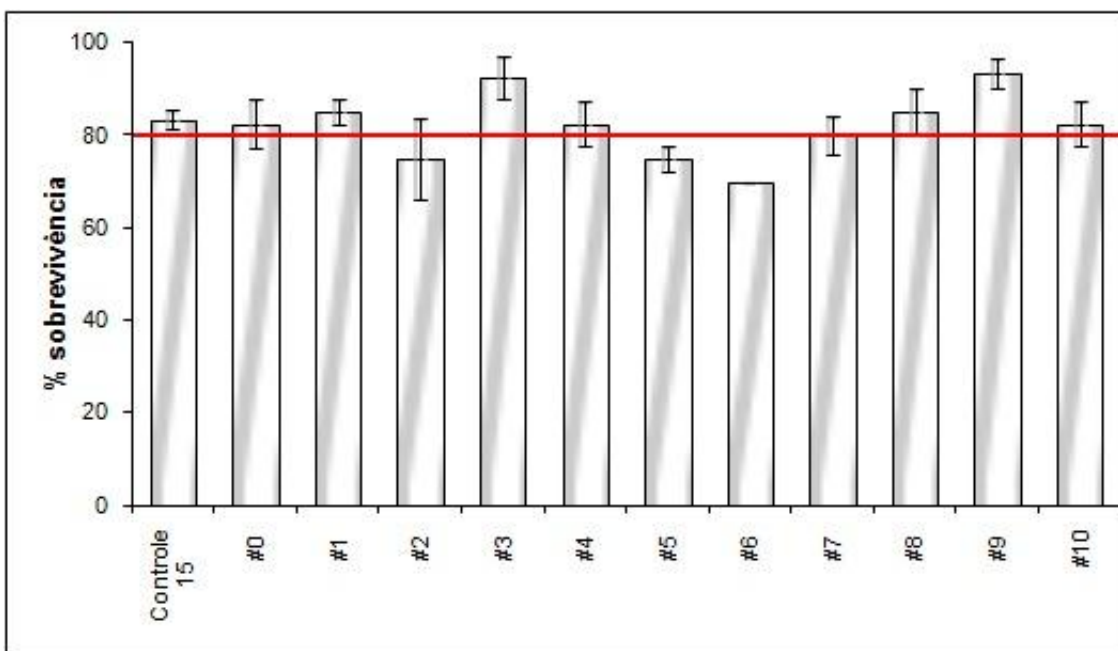


Figura 5.3 - Média \pm erro padrão do % de sobrevivência dos organismos nos ensaios ecotoxicológicos com sedimento integral coletados em março de 2011 (n=1-6). Linha horizontal representa % mínimo de sobrevivência estabelecido no método para a espécie (80%, *Kalliapseudes scubartii*).

Tabela 5.7. Resultados dos parâmetros físico-químicos medidos durante os ensaios ecotoxicológicos com sedimento integral coletados em março de 2011.

Parâmetros físico-químicos										
	O ₂ (mg/L)		pH		salinidade		N-NH ₃ (mg/L)100%		N-NH ₃ (mg/L)	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final
Cont 15	10,09	9,66	7,65	8,08	15	15	0,06	0,35	0,0007	0,0039
#0	9,25	8,63	7,50	8,06	15	15	1,60	2,75	0,0176	0,0303
#1	9,08	8,99	7,65	8,23	15	15	0,21	0,39	0,0023	0,0043
#2	8,81	8,88	7,70	8,13	16	16	0,90	0,53	0,0099	0,0058
#3	9,11	8,99	7,75	8,20	16	16	0,49	0,76	0,0053	0,0084
#4	9,44	9,14	7,70	8,13	15	16	0,82	0,80	0,0090	0,0088
#5	9,46	9,44	7,70	8,07	16	17	0,66	0,59	0,0073	0,0065
#6	8,91	9,59	7,60	8,20	16	16	0,82	1,09	0,0090	0,0120
#7	9,31	9,02	7,70	8,12	17	17	0,90	0,80	0,0099	0,0088
#8	9,65	9,27	7,70	8,13	16	17	0,54	1,21	0,0059	0,0133
#9	9,14	9,08	7,80	8,12	17	18	2,54	2,13	0,0280	0,0234
#10	9,21	8,55	7,75	8,09	16	17	1,52	1,09	0,0167	0,0120

B. Cruzeiro 2

Os resultados dos testes de toxicidade com sedimento integral das amostras coletadas em junho de 2011 (cruzeiro 2) estão apresentados na íntegra na Tabela 5.8 e Figura 5.4, enquanto que os resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados durante o ensaio estão apresentados na Tabela 5.9.

Todas as amostras apresentaram valores médios de sobrevivência iguais ou superiores a 80%, bem como estatisticamente iguais do Controle. Considerando esses dois critérios, as amostras **0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10** foram consideradas **não tóxicas**.

Os parâmetros físico-químicos monitorados durante o ensaio, indicam que não houve influência destes sobre a mortalidade dos organismos testados, mantendo-se as condições necessárias para a sobrevivência dos organismos (Tabela 5.9). Uma análise visual indicou que a granulometria de todos os pontos foi areno-lodosa, condição ideal para a sobrevivência dos organismos.

Tabela 5.8. Resultados do ensaio de toxicidade com sedimento integral coletados em junho de 2011 (cruzeiro 2) utilizando *Kalliapseudes schubartii* (n=3).

Amostra	Réplicas			Média	D.P.
	A	B	C	% <u>sobreviv.</u>	
Controle 15	100	90	90	93	5.8
#0	90	90	80	87	5.8
#1	80	80	80	80	0.0
#2	80	90	100	90	10.0
#3	80	80	100	87	11.5
#4	90	100	100	97	5.8
#5	80	90	80	83	5.8
#6	90	70	90	83	11.5
#7	80	100	90	90	10.0
#8	80	70	100	83	15.3
#9	100	90	60	83	20.8
#10	100	70	80	83	15.3

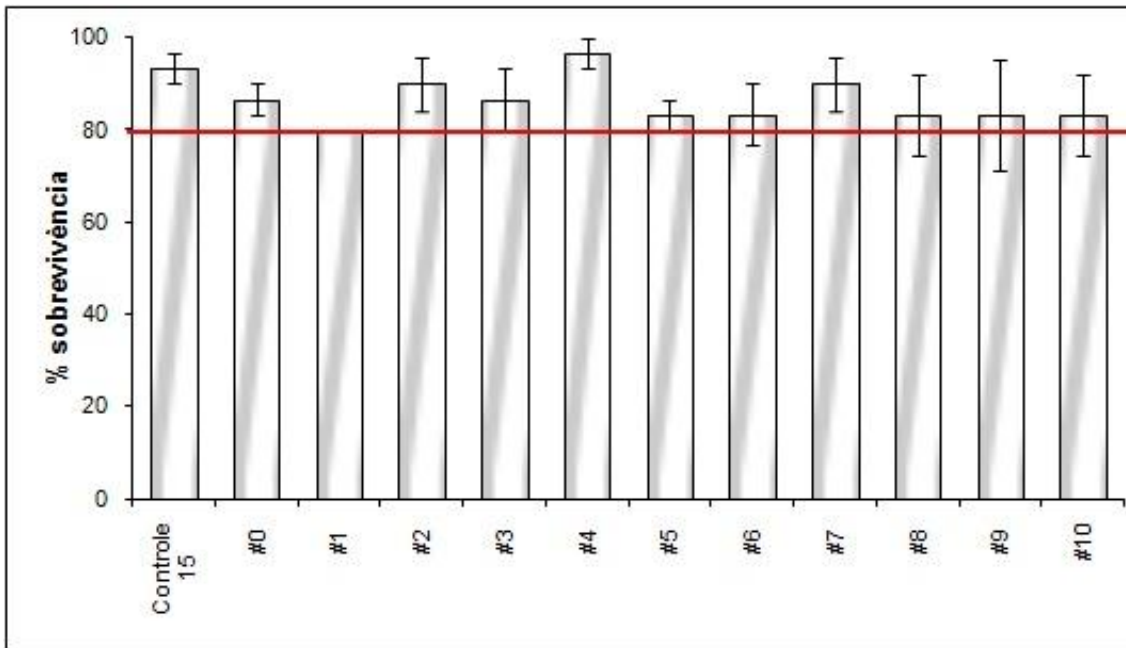


Figura 5.4 - Média \pm erro padrão do % de sobrevivência dos organismos nos ensaios de toxicidade com sedimento integral coletados em junho de 2011 (cruzeiro 2; n=3). Linha horizontal representa % mínimo de sobrevivência estabelecido para o Controle.

Tabela 5.9. Resultados dos parâmetros físico-químicos medidos durante os ensaios com sedimento integral coletados em junho de 2011 (cruzeiro 2).

Parâmetros físico-químicos										
	O2 (mg/L)		pH		salinidade		N-NH3 (mg/L)100%		N-NH3 (mg/L)	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final
Cont 15	7,76	7,89	7,85	7,90	15	16	0,35	0,85	0,0039	0,0094
#0	8,09	7,50	7,65	7,85	15	16	0,92	1,00	0,0101	0,0110
#1	7,80	7,90	7,70	7,95	15	16	1,27	1,44	0,0140	0,0158
#2	7,47	8,40	7,90	8,15	15	16	1,49	1,37	0,0164	0,0151
#3	7,59	8,63	7,90	8,10	15	16	1,08	1,17	0,0119	0,0129
#4	8,60	8,18	7,95	8,05	15	15	1,20	1,52	0,0132	0,0167
#5	7,67	8,21	7,90	7,95	15	15	1,02	1,88	0,0112	0,0207
#6	7,80	8,50	7,90	8,05	15	15	1,58	1,52	0,0174	0,0167
#7	8,21	7,93	7,95	8,00	15	16	0,48	1,23	0,0053	0,0135
#8	8,40	7,77	7,85	8,05	15	15	0,70	1,44	0,0077	0,0158
#9	8,19	8,63	8,10	8,15	15	15	4,84	1,98	0,0532	0,0218
#10	8,15	7,66	7,70	7,85	15	16	0,97	2,08	0,0107	0,0229

C. Cruzeiro 3

Os resultados dos testes de toxicidade com sedimento integral das amostras coletadas em setembro de 2011 (cruzeiro 3) estão apresentados na íntegra na Tabela 5.10 e Figura 5.5, enquanto que os resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados durante o ensaio estão apresentados na Tabela 5.11.

Todas as amostras apresentaram valores médios de sobrevivência iguais ou superiores a 80%, bem como estatisticamente iguais do Controle. Considerando esses dois critérios, as amostras **0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10** foram consideradas **não tóxicas**.

Os parâmetros físico-químicos monitorados durante o ensaio, indicam que não houve influência destes sobre a mortalidade dos organismos testados, mantendo-se as condições necessárias para a sobrevivência dos organismos (Tabela 5.11). Uma análise visual indicou que a granulometria de todos os pontos foi areno-lodosa, condição ideal para a sobrevivência dos organismos.

Tabela 5.10. Resultados do ensaio de toxicidade com sedimento integral coletados em setembro de 2011 (cruzeiro 3) utilizando *Kallapseudes schubartii* (n=4).

Amostra	Réplicas				Média	D.P.
	A	B	C	D		
Controle 15	100	90	90	90	93	5.0
#0	100	90	80	80	88	9.6
#1	100	100	90	80	93	9.6
#2	100	100	90	80	93	9.6
#3	90	80	80	70	80	8.2
#4	100	90	80	80	88	9.6
#5	90	90	80	80	85	5.8
#6	100	90	90	80	90	8.2
#7	90	80	80	70	80	8.2
#8	100	90	100	80	93	9.6
#9	80	80	80	80	80	0.0
#10	100	80	80	70	83	12.6

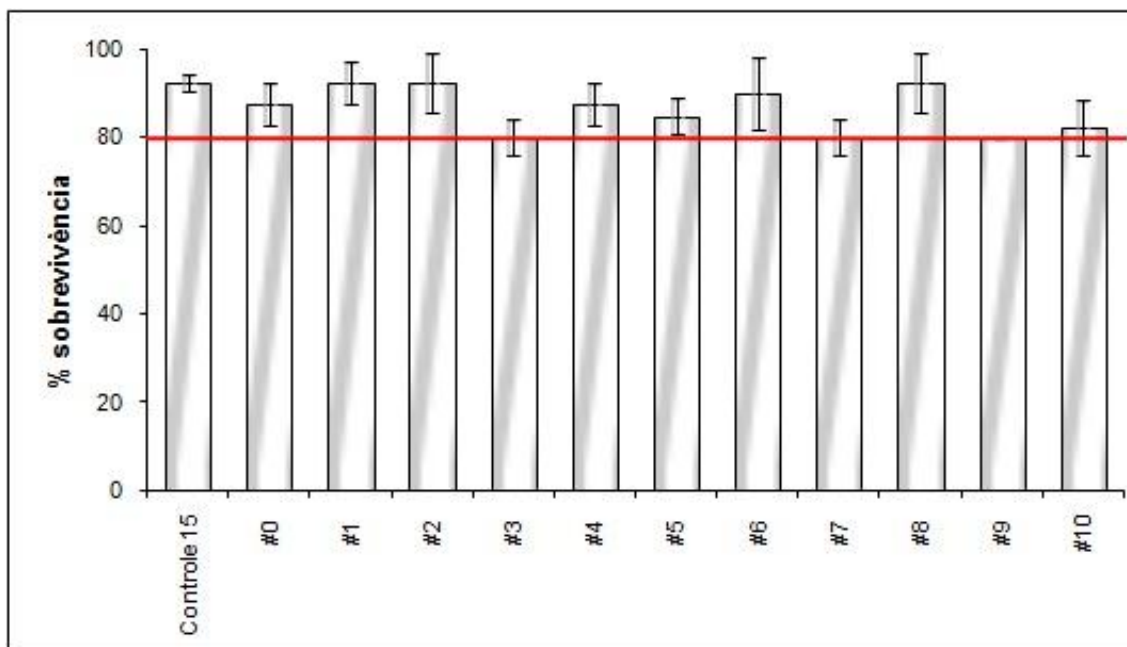


Figura 5.5 - Média \pm erro padrão do % de sobrevivência dos organismos nos ensaios de toxicidade com sedimento integral coletados em setembro de 2011 (cruzeiro 3; n=4). Linha horizontal representa % mínimo de sobrevivência estabelecido para o Controle.

Tabela 5.11. Resultados dos parâmetros físico-químicos medidos durante os ensaios com sedimento integral coletados em setembro de 2011 (cruzeiro 3).

Parâmetros físico-químicos								
	O ₂ (mg/L)		pH		salinidade		N-NH ₃ (mg/L)	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final
Cont 15	8,14	8,57	8,05	8,15	15,00	15,00	0,026	0,028
#0	8,80	8,05	7,80	7,90	15,00	15,00	0,036	0,028
#1	8,78	8,70	8,10	8,00	15,00	15,00	0,020	0,030
#2	8,70	8,15	8,35	8,20	15,00	15,00	0,022	0,026
#3	8,80	8,17	8,10	8,00	15,00	15,00	0,023	0,022
#4	8,53	8,00	8,20	8,20	15,00	15,00	0,036	0,035
#5	8,49	8,08	8,15	8,20	15,00	15,00	0,050	0,045
#6	8,71	7,91	8,20	8,10	15,00	15,00	0,023	0,031
#7	8,50	7,63	8,15	8,20	15,00	15,00	0,024	0,028
#8	8,07	7,88	8,10	8,10	15,00	15,00	0,003	0,030
#9	8,90	7,69	8,50	8,30	15,00	15,00	0,022	0,028
#10	8,50	8,00	8,20	8,20	15,00	15,00	0,029	0,035

5.2.4 Ensaios ecotoxicológicos com sedimento elutriado

5.2.4.1 Coleta quadrimestral das amostras de sedimento

A coleta dos sedimentos da área de influência do Porto do Rio Grande coletados em março, junho e setembro de 2011, referentes ao 1º, 2º e 3º cruzeiros de 2011, respectivamente, utilizados para os ensaios ecotoxicológicos com sedimento elutriado, encontra-se descrita no item 5.2.3.1.

5.2.4.2 Metodologia dos ensaios ecotoxicológicos

A obtenção do elutriado seguiu o método descrito em US-EPA & ACE (1977), onde se promove uma agitação de sedimento e água, em uma mesa agitadora orbital a uma velocidade de 150 rpm durante 30 minutos. Cessada a agitação e decantação do sedimento, a água sobrenadante foi distribuída em réplicas de 125 mL em frascos-teste de polietileno. Os valores de pH, oxigênio dissolvido, salinidade e amônia foram monitorados no início e final dos experimentos. As condições-teste das avaliações ecotoxicológicas do elutriado ao longo das coletas (1º, 2º e 3º cruzeiros) estão resumidas nas Tabelas 5.12.

Tabela 5.12. Procedimentos para os ensaios ecotoxicológicos com elutriato utilizando *Kalliapseudes schubartii* como organismos-teste.

Condições-teste	Elutriato
Pontos estudados	11
Nº de réplicas	3-4
Réplicas controle	3-4
Volume-teste	125 mL
Aeração	Sem
Tempo Estabilização	1 h
Salinidade	15
Temperatura	20 ± 2°C
Fotoperíodo	12C:12E
Alimentação	Sem
Parâmetros	Sal, OD, pH, NH ₃
Tempo exposição	4 dias
Efeito observado	Mortalidade

As amostras referentes aos 3 cruzeiros foram estatisticamente testadas (excluindo as amostras com número inferior a 3 de réplicas), utilizando Análise de Variância – One-way ANOVA.

5.2.4.3 Resultados dos ensaios com sedimento elutriato (*Kalliapseudes schubartii*)

A. Cruzeiro 1

Os resultados do ensaio ecotoxicológico com elutriato dos sedimentos coletados em março de 2011, demonstram que todas as amostras analisadas possuíram sobrevivência superior ou igual a 80%, bem como estatisticamente iguais ao Controle, podendo ser, portanto, consideradas **não tóxicas** (Tabela 5.13 e Figura 5.6). Os parâmetros físico-químicos monitorados indicam que não houve influência destes sobre a mortalidade dos organismos expostos ao elutriato, mantendo-se as condições necessárias para a sobrevivência dos organismos (Tabela 5.14).

Tabela 5.13. Resultados dos ensaios ecotoxicológicos com elutriado dos sedimentos coletados em março de 2011 utilizando *Kalliapseudes schubartii* (n=4).

Amostra	Réplicas				Média	D.P.
	A	B	C	D	% sobreviv.	
Controle 15	100	100	100	80	95	10.0
#0	100	80	80	100	90	11.5
#1	100	60	100	100	90	20.0
#2	80	80	80	80	80	0.0
#3	80	80	80	100	85	10.0
#4	100	80	80	80	85	10.0
#5	100	100	100	100	100	0.0
#6	60	100	100	100	90	20.0
#7	100	100	80	60	85	19.1
#8	100	100	100	80	95	10.0
#9	100	100	100	80	95	10.0
#10	100	100	100	80	95	10.0

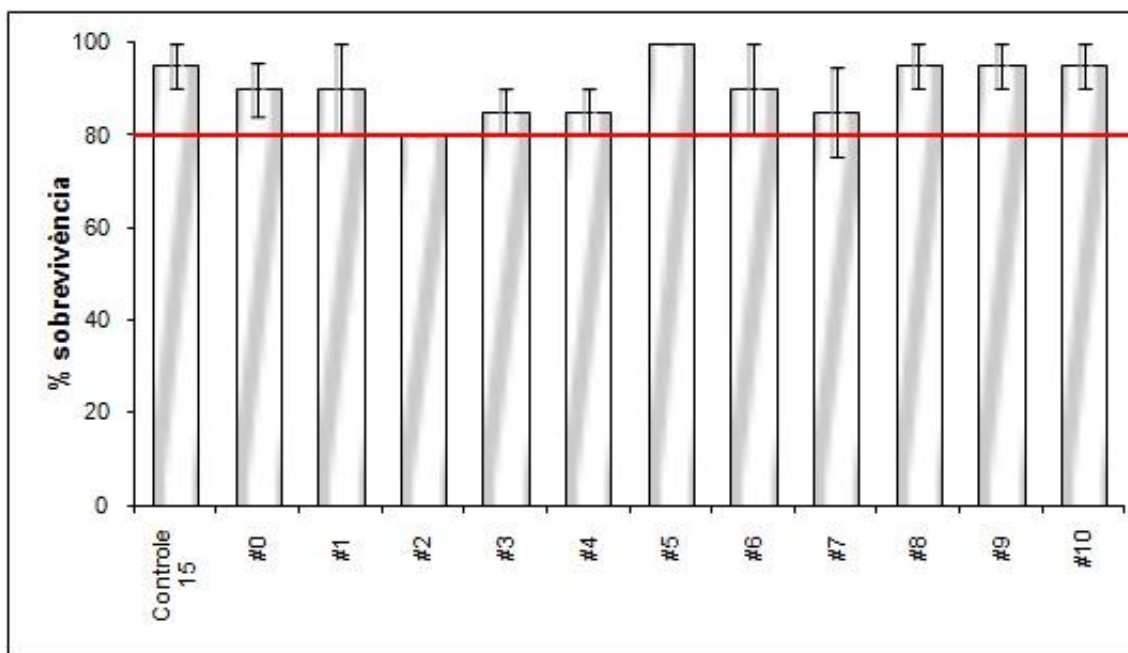


Figura 5.6 - Média \pm erro padrão do % de sobrevivência dos organismos nos ensaios ecotoxicológicos com elutriado dos sedimentos coletados em março de 2011 (n=4). Linha horizontal representa % mínimo de sobrevivência estabelecido no método para a espécie (*Kalliapseudes scubartii*).

Tabela 5.14. Resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados nos ensaios ecotoxicológicos com elutriato dos sedimentos coletados em março de 2011.

Parâmetros físico-químicos										
	O ₂ (mg/L)		pH		salinidade		N-NH ₃ (mg/L)100%		N-NH ₃ (mg/L)	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final
Cont 15	8,33	8,13	7,87	7,96	15	16	0,31	0,53	0,0034	0,0058
#0	7,98	7,56	7,90	8,04	16	15	1,75	1,21	0,0192	0,0133
#1	8,14	7,99	7,89	7,96	15	15	0,49	0,84	0,0054	0,0093
#2	7,60	8,07	7,93	7,91	15	16	1,30	1,09	0,0143	0,0120
#3	7,47	7,39	8,00	8,00	16	16	1,12	0,98	0,0123	0,0108
#4	7,21	7,47	7,91	8,01	17	15	1,83	0,94	0,0202	0,0103
#5	7,30	7,93	7,90	8,05	15	15	1,75	1,21	0,0192	0,0133
#6	5,74	7,58	7,75	8,15	15	15	0,72	1,09	0,0079	0,0120
#7	8,30	8,11	8,00	8,50	15	15	0,54	0,80	0,0059	0,0088
#8	7,59	7,79	7,86	7,97	16	15	0,59	0,76	0,0065	0,0084
#9	7,80	7,90	7,85	7,91	16	16	1,93	1,21	0,0212	0,0133
#10	7,30	8,01	7,90	8,15	16	16	1,75	1,27	0,0192	0,0140

B. Cruzeiro 2

Os resultados do ensaio com elutriato dos sedimentos coletados durante a coleta de junho de 2011 (cruzeiro 2) demonstram que todas as amostras analisadas possuíram sobrevivência superior ou igual a 80%, bem como estatisticamente igual ao Controle, podendo ser, portanto, consideradas **não tóxicas** (Tabela 5.15 e Figura 5.7). Os parâmetros físico-químicos monitorados indicam que não houve influência destes sobre a mortalidade dos organismos expostos ao elutriato, mantendo-se as condições necessárias para a sobrevivência dos organismos (Tabela 5.16).

Tabela 5.15. Resultados do ensaio de toxicidade com elutriato de sedimentos coletados em junho de 2011 (cruzeiro 2) utilizando *Kalliapseudes schubartii* (n=3).

Amostra	Réplicas			Média	D.P.
	A	B	C	% sobreviv.	
Controle 15	80	100	80	87	11.5
#0	100	80	80	87	11.5
#1	80	80	80	80	0.0
#2	80	80	80	80	0.0
#3	100	100	80	93	11.5
#4	100	100	100	100	0.0
#5	100	100	100	100	0.0
#6	80	60	100	80	20.0
#7	100	100	100	100	0.0
#8	100	80	80	87	11.5
#9	80	80	80	80	0.0
#10	80	80	80	80	0.0

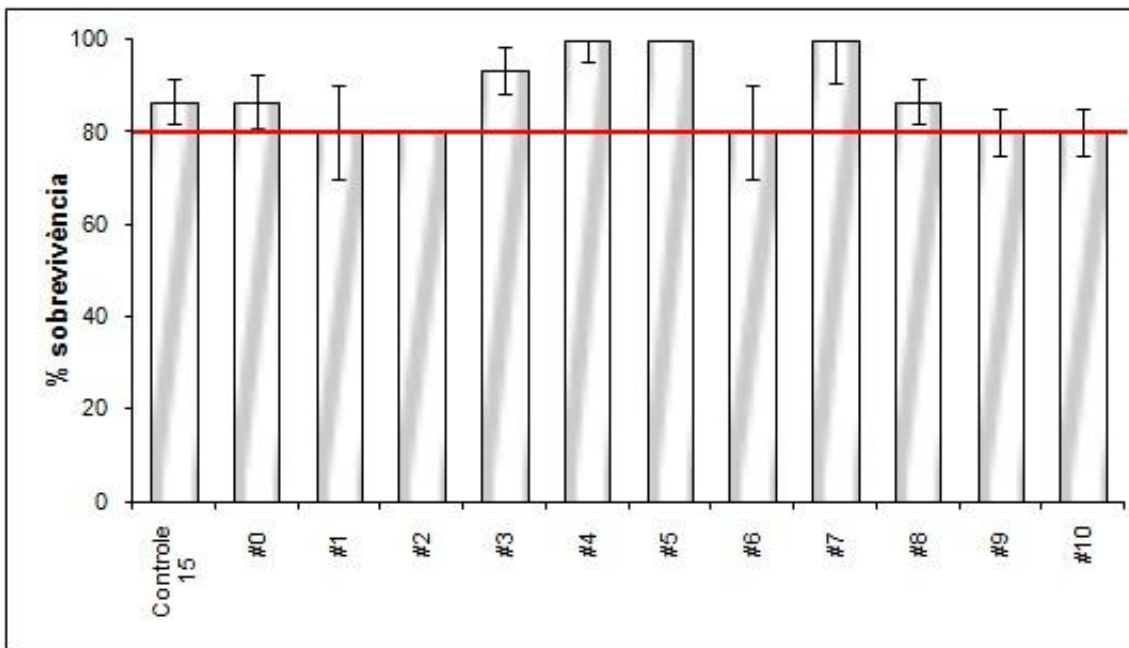


Figura 5.7 - Média \pm erro padrão do % de sobrevivência dos organismos no ensaio de toxicidade com elutriato de sedimentos coletados em junho de 2011 (cruzeiro 2; n=3). Linha horizontal representa % mínimo de sobrevivência estabelecido no método para a espécie (*Kalliapseudes scubartii*).

Tabela 5.16. Resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados nos ensaios com elutriato de sedimentos coletados em junho de 2011 (cruzeiro 2).

Parâmetros físico-químicos										
	O2 (mg/L)		pH		salinidade		N-NH3 (mg/L)100%		N-NH3 (mg/L)	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final
Cont 15	8,31	6,90	7,75	7,90	15	15	0,29	0,90	0,0032	0,0099
#0	8,14	7,90	7,70	7,85	15	15	0,29	0,66	0,0032	0,0073
#1	6,90	7,93	7,80	7,90	15	15	0,37	0,73	0,0041	0,0080
#2	7,14	7,50	7,80	7,90	15	15	0,25	0,73	0,0028	0,0080
#3	7,74	7,99	7,95	7,95	15	15	0,35	0,36	0,0039	0,0040
#4	8,00	8,19	7,70	7,80	15	15	0,39	0,77	0,0043	0,0085
#5	8,20	8,00	7,75	7,85	15	15	0,35	0,90	0,0039	0,0099
#6	7,99	8,53	7,85	7,85	15	15	0,41	0,86	0,0045	0,0095
#7	7,65	8,07	7,80	7,85	15	15	0,28	0,31	0,0031	0,0034
#8	7,90	6,94	7,85	7,80	15	15	0,35	0,66	0,0039	0,0073
#9	8,60	7,21	7,90	7,85	15	15	0,33	1,23	0,0036	0,0135
#10	8,50	7,74	7,70	8,00	15	15	0,37	1,00	0,0041	0,0110

C. Cruzeiro 3

Os resultados do ensaio com elutriato dos sedimentos coletados durante a coleta de setembro de 2011 (cruzeiro 3) demonstram que todas as amostras analisadas possuíram sobrevivência superior a 80%, bem como estatisticamente igual ao Controle, podendo ser, portanto, consideradas **não tóxicas** (Tabela 5.17 e Figura 5.8). Os parâmetros físico-químicos monitorados indicam que não houve influência destes sobre a mortalidade dos organismos expostos ao elutriato, mantendo-se as condições necessárias para a sobrevivência dos organismos (Tabela 5.18).

Tabela 5.17. Resultados do ensaio de toxicidade com elutriato de sedimentos coletados em setembro de 2011 (cruzeiro 3) utilizando *Kalliapseudes schubartii* (n=3).

Amostra	Réplicas			Média % sobreviv.	D.P.
	A	B	C		
Controle 15	80	100	100	93	11.5
#0	100	100	100	100	0.0
#1	100	100	80	93	11.5
#2	100	100	100	100	0.0
#3	100	100	80	93	11.5
#4	100	100	100	100	0.0
#5	100	100	100	100	0.0
#6	80	100	100	93	11.5
#7	80	100	100	93	11.5
#8	100	100	100	100	0.0
#9	100	100	100	100	0.0
#10	80	100	100	93	11.5

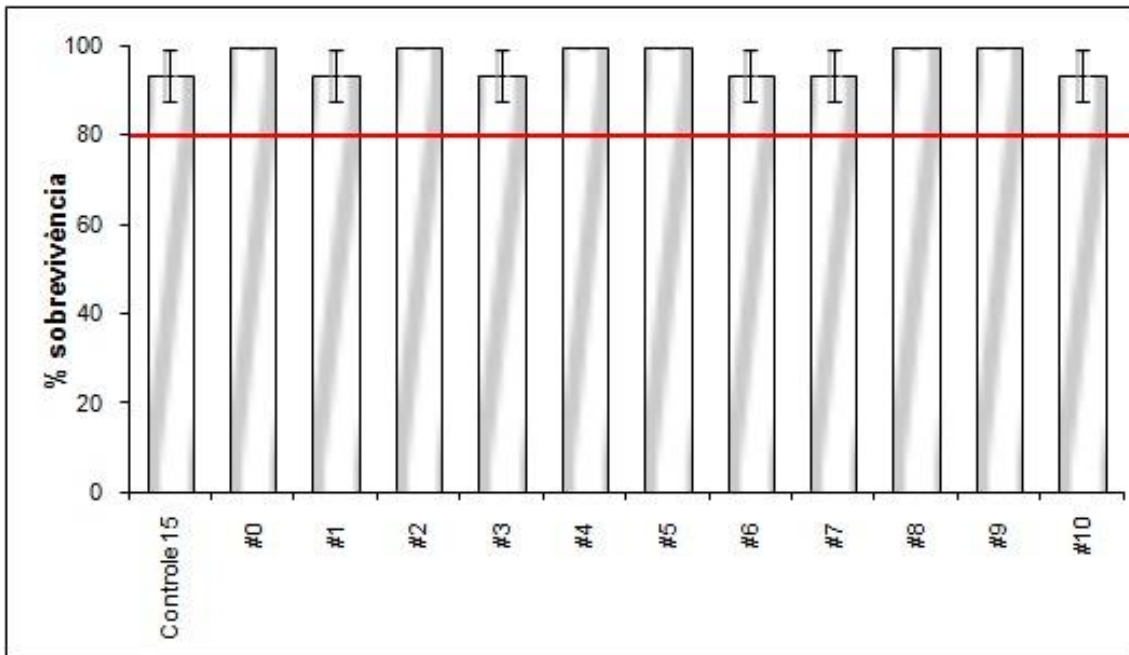


Figura 5.8 - Média \pm erro padrão do % de sobrevivência dos organismos no ensaio de toxicidade com elutriato de sedimentos coletados em setembro de 2011 (cruzeiro 3; n=3). Linha horizontal representa % mínimo de sobrevivência estabelecido no método para a espécie (*Kallipseudes scubartii*).

Tabela 5.18. Resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados nos ensaios com elutriato de sedimentos coletados em setembro de 2011 (cruzeiro 3).

Parâmetros físico-químicos								
	O ₂ (mg/L)		pH		salinidade		N-NH ₃ (mg/L)	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final
Cont 15	7,73	7,77	7,70	7,80	15	15	0,021	0,035
#0	8,80	7,44	7,80	7,80	15	15	0,021	0,021
#1	8,70	7,70	7,65	7,80	15	15	0,020	0,024
#2	8,67	7,47	7,90	7,85	15	15	0,016	0,025
#3	7,99	7,94	7,70	7,70	15	15	0,023	0,025
#4	8,54	8,03	7,75	7,80	15	15	0,022	0,023
#5	8,13	8,19	7,70	7,75	15	15	0,017	0,021
#6	8,42	7,61	7,65	7,70	15	15	0,018	0,028
#7	7,59	7,44	7,75	7,80	15	15	0,029	0,032
#8	7,90	7,28	7,75	7,80	15	15	0,021	0,038
#9	8,09	7,09	7,75	7,80	15	15	0,036	0,040
#10	8,40	7,99	7,95	7,85	15	15	0,029	0,040

5.2.5 Ensaios ecotoxicológicos com água

5.2.5.1 Coleta quadrimestral das amostras de água

As amostras de água sub-superficial (30 cm de profundidade) referentes as coletas realizadas nos meses de março, junho e setembro de 2011, referentes ao 1º, 2º e 3º cruzeiros de 2011, respectivamente, foram obtidas com o auxílio de um amostrador específico equipado com uma garrafa de vidro previamente limpa de 2,7 L utilizando a Lancha Larus da FURG. As amostras foram armazenadas nas próprias garrafas de vidro utilizadas na coleta, sendo posteriormente rotuladas e resfriadas.

Todas as amostras de água foram testadas contra duas espécies: *Kalliapseudes schubarti*, espécie historicamente utilizada pelo laboratório CONECO, e uma segunda espécie, o copépodo *Acarita tonsa*.

5.2.5.2 Metodologia dos Ensaio Ecotoxicológicos com água

A. *Kalliapseudes schubarti*

Inicialmente as amostras de água foram estabilizadas à temperatura do ensaio. A concentração de exposição foi definida em integral (100% volume-teste). As amostras foram divididas em réplicas em frascos-teste de polietileno de 125 mL, contendo 5 organismos adultos (*K. schubarti*) com tamanho entre 0,7 e 1,0 cm. Os valores de pH, salinidade, oxigênio e amônia foram monitorados no início e final dos experimentos. As condições-teste das avaliações ecotoxicológicas com amostras de água estão resumidas na Tabela 5.19.

Tabela 5.19. Procedimentos para os ensaios ecotoxicológicos com água utilizando *Kalliapseudes schubarti* como organismo-teste.

Condições-teste	<i>K. schubarti</i>
Pontos estudados	11
Nº organismo/frasco	5
Nº de réplicas	4
Réplicas Controle	4
Volume-teste	125 mL
Aeração	Sem
Tempo Estabilização	1 h
Salinidade	15
Temperatura	20 ± 2°C
Fotoperíodo	12C:12E
Alimentação	Sem
Parâmetros	Sal, OD, pH, NH ₃
Tempo exposição	4 dias

Efeito observado	Mortalidade
------------------	-------------

As amostras referentes aos 3 cruzeiros foram estatisticamente testadas (excluindo as amostras com número inferior a 3 de réplicas), utilizando Análise de Variância – One-way ANOVA.

B. *Acartia tonsa*

Inicialmente as amostras de água foram estabilizadas à temperatura do ensaio. A concentração de exposição foi definida em integral (100% volume-teste). As amostras foram divididas em réplicas em frascos-teste de vidro de 50 mL, contendo 10 organismos adultos (*A. tonsa*) com tamanho de 900 µm. Os valores de pH, salinidade, oxigênio e amônia foram monitorados no início e final dos experimentos. As condições-teste das avaliações ecotoxicológicas com amostras de água estão resumidas na Tabela 5.20.

Tabela 5.20. Procedimentos para os ensaios ecotoxicológicos com água utilizando *Acartia tonsa* como organismo-teste.

Condições-teste	<i>A. tonsa</i>
Pontos estudados	11
Nº organismo/frasco	10
Nº de réplicas	5
Réplicas Controle	5
Volume-teste	50 mL
Aeração	Sem
Tempo Estabilização	1 h
Salinidade	5, 15 e 30
Temperatura	20 ± 2°C
Fotoperíodo	12C:12E
Alimentação	Sem
Parâmetros	Sal, OD, pH, NH ₃
Tempo exposição	2 dias
Efeito observado	Mortalidade

As amostras referentes aos 3 cruzeiros foram estatisticamente testadas (excluindo as amostras com número inferior a 3 de réplicas), utilizando Análise de Variância – One-way ANOVA.

5.2.5.3 Resultados dos ensaios com água

A. Cruzeiro 1

Kalliapseudes schubartii

Para *K. schubartii*, os resultados dos ensaios de toxicidade realizados com as amostras de água sub-superficial coletadas em março de 2011 apresentaram percentuais de sobrevivência igual ou superior a 80%, bem como estatisticamente iguais ao Controle (Tabela 5.21 e Figura 5.9), sendo, portanto, consideradas **não tóxicas**. Os resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados (pH, salinidade, oxigênio dissolvido e amônia) indicam que não houve influência destes sobre a mortalidade dos organismos expostos, mantendo-se as condições necessárias para a sobrevivência dos organismos (Tabela 5.22).

Tabela 5.21. Resultados dos ensaios ecotoxicológicos com amostras de água coletadas em março de 2011 utilizando *Kalliapseudes schubartii* (n=4).

Amostra	Réplicas				Média	D.P.
	A	B	C	D	% <u>sobreviv.</u>	
Controle 15	100	100	100	100	100	0.0
Controle 30	100	100	100	60	90	20.0
#0	80	80	80	80	80	0.0
#1	100	100	80	80	90	11.5
#2	100	100	100	100	100	0.0
#3	80	80	100	100	90	11.5
#4	100	100	100	80	95	10.0
#5	100	100	100	60	90	20.0
#6	80	80	80	100	85	10.0
#7	60	60	100	100	80	23.1
#8	60	100	100	100	90	20.0
#9	100	100	100	100	100	0.0
#10	60	100	100	100	90	20.0

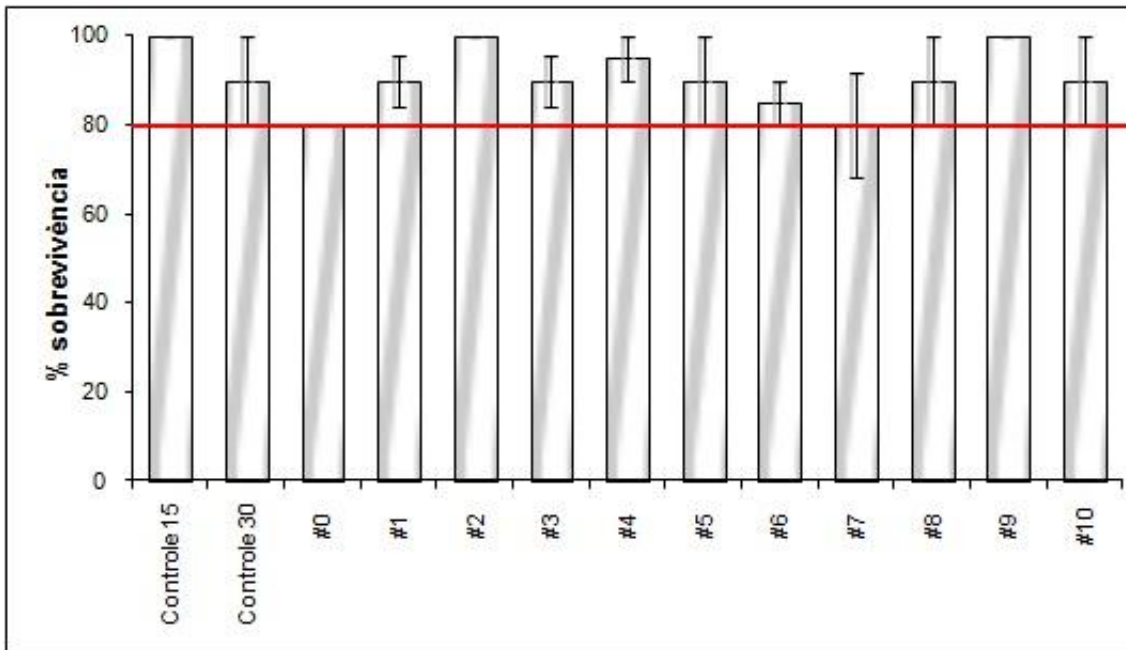


Figura 5.9 - Média \pm erro padrão do % de sobrevivência dos organismos nos ensaios ecotoxicológicos com amostras de água coletadas em março de 2011 (n=4). Linha horizontal representa % mínimo de sobrevivência estabelecido pelo método para a espécie (*Kallapseudes schubartii*).

Tabela 5.22. Resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados nos ensaios ecotoxicológicos com amostras de água coletadas em março de 2011 utilizando *Kallapseudes schubartii*.

Parâmetros físico-químicos										
	O2 (mg/L)		pH		salinidade		N-NH3 (mg/L)100%		N-NH3 (mg/L)	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final
Cont 15	8,62	7,58	7,75	7,85	15	15	0,14	0,41	0,0015	0,0045
Cont 30	8,71	7,94	7,90	7,90	30	30	0,24	0,44	0,0026	0,0048
#0	9,19	8,15	7,75	7,90	15	15	0,32	0,71	0,0035	0,0078
#1	9,05	8,04	7,85	7,90	15	15	0,27	0,53	0,0030	0,0058
#2	8,60	7,59	7,75	7,95	15	15	0,21	0,91	0,0023	0,0100
#3	8,55	7,90	8,00	8,00	15	15	0,35	0,41	0,0039	0,0046
#4	8,52	7,80	8,05	7,90	17	17	0,27	0,43	0,0030	0,0048
#5	8,35	7,85	7,95	7,95	30	30	0,23	0,39	0,0026	0,0043
#6	8,53	7,90	8,00	8,00	30	30	0,27	0,48	0,0030	0,0053
#7	8,50	8,50	7,95	8,00	30	30	0,34	0,71	0,0037	0,0078
#8	8,94	8,30	7,95	7,90	30	30	0,24	1,11	0,0027	0,0122
#9	8,75	8,25	8,00	7,90	30	30	0,30	0,41	0,0033	0,0046
#10	8,50	8,11	7,95	7,90	15	15	0,20	0,43	0,0022	0,0048

Acartia tonsa

Para *A. tonsa*, as amostras referentes aos pontos **0, 1, 2, 3, 5, 7 e 8** apresentaram percentual de sobrevivência superior a 90% (percentual mínimo de sobrevivência estabelecido no método para a espécie) bem como foram consideradas estatisticamente iguais ao Controle, sendo então classificadas com **não tóxicas**. As amostras referentes aos pontos **4, 6, 9 e 10** apresentaram

percentual de sobrevivência levemente inferior a 90%, porém foram consideradas estatisticamente iguais ao Controle, não apresentaram portanto um valor conclusivo, sendo que um estado de **alerta de toxicidade** deve ser então considerado para estes pontos (Tabela 5.23, Figura 5.10). Os resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados (pH, salinidade, oxigênio dissolvido e amônia) indicam que não houve influência destes sobre a mortalidade dos organismos expostos, mantendo-se as condições necessárias para a sobrevivência dos organismos (Tabela 5.24).

Tabela 5.23. Resultados dos ensaios ecotoxicológicos com amostras de água coletadas em março de 2011 utilizando *Acartia tonsa* (n=5).

Amostra	Réplicas					Média % sobreviv.	D.P.
	A	B	C	D	E		
Controle SAL	88	100	91	91	85	91	5.6
Controle EMA	100	83	91	91	100	93	7.2
#0	100	83	100	100	80	93	10.2
#1	100	100	100	90	89	96	5.8
#2	100	100	70	100	90	92	13.0
#3	100	89	100	100	78	93	9.8
Controle SAL	89	90	90	70	100	88	10.9
Controle EMA	100	100	91	100	90	96	5.2
#4	100	90	82	73	100	89	11.7
#5	92	91	90	100	87	92	4.8
#6	92	90	67	92	100	88	12.5
#7	100	89	80	89	100	92	8.5
#8	83	91	91	100	100	93	7.2
#9	67	67	85	100	69	78	14.6
#10	80	78	100	67	92	83	12.8

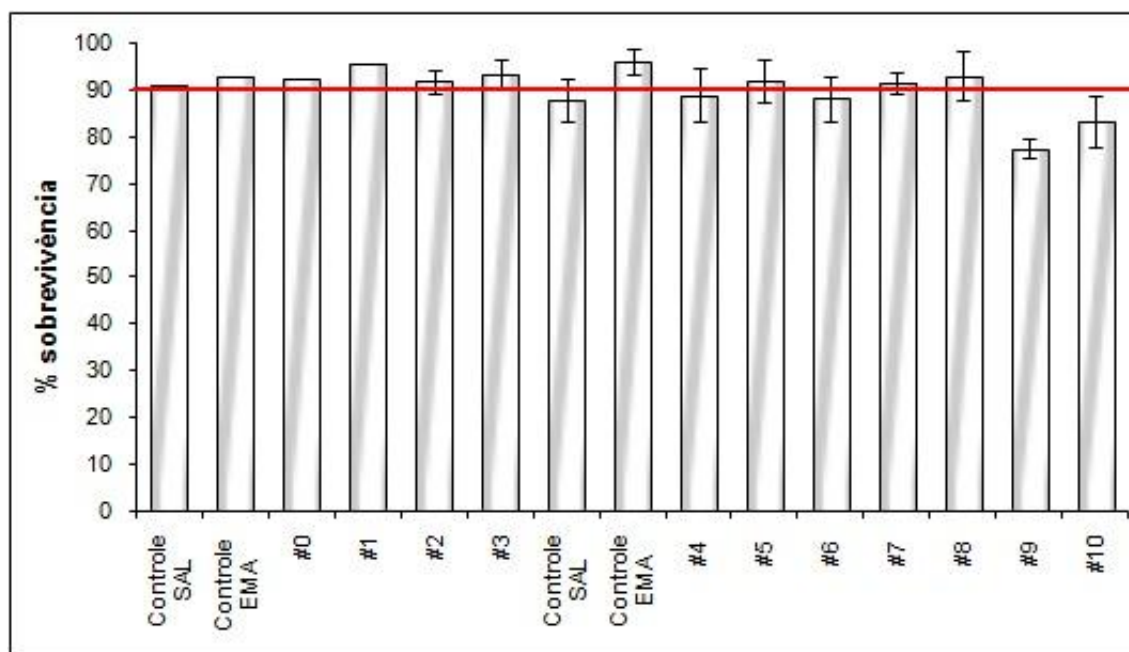


Figura 5.10 - Média \pm erro padrão do % de sobrevivência dos organismos nos ensaios ecotoxicológicos com amostras de água coletadas em março de 2011 (n=5). Linha horizontal representa % mínimo de sobrevivência estabelecido pelo método para a espécie (*Acartia tonsa*).

Tabela 5.24. Resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados nos ensaios ecotoxicológicos com amostras de água coletadas em março de 2011 utilizando *Acartia tonsa*.

Parâmetros físico-químicos										
	O ₂ (mg/L)		pH		salinidade		N-NH ₃ (mg/L)100%		N-NH ₃ (mg/L)	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final
Contr. Sal	9,40	8,54	8,15	7,90	14	14	0,38	0,28	0,0042	0,0031
Contr. EMA	8,90	8,19	8,00	8,00	14	14	0,54	0,36	0,0059	0,0040
#0	9,70	8,50	7,85	8,00	14	14	0,54	0,36	0,0059	0,0040
#1	9,01	8,99	7,80	8,00	14	14	0,44	0,65	0,0048	0,0072
#2	9,50	8,70	7,80	7,90	14	14	0,36	0,48	0,0040	0,0053
#3	9,57	9,07	7,95	7,95	14	14	0,31	0,42	0,0034	0,0046
Contr. SAL	9,23	8,18	8,24	8,00	30	28	0,24	0,35	0,0026	0,0039
Contr. EMA	7,90	8,14	7,84	7,80	32	30	0,31	0,26	0,0034	0,0029
#4	10,35	8,40	8,25	8,10	30	28	0,06	0,28	0,0007	0,0031
#5	10,12	8,30	8,25	8,00	30	29	0,06	0,38	0,0007	0,0042
#6	9,93	8,60	8,25	8,00	30	28	0,06	0,17	0,0007	0,0019
#7	10,00	8,47	8,30	8,00	30	28	0,07	0,19	0,0008	0,0021
#8	9,73	8,45	8,30	8,00	30	28	0,08	0,24	0,0009	0,0026
#9	10,20	9,02	8,32	7,90	30	30	0,08	0,31	0,0009	0,0034
#10	10,16	8,83	8,29	7,85	30	28	0,24	0,33	0,0026	0,0036

B. Cruzeiro 2

Kalliapseudes schubartii

Para *K. schubartii*, os resultados dos ensaios de toxicidade realizados com as amostras de água sub-superficial coletadas em junho de 2011 (cruzeiro 2) apresentaram percentuais de sobrevivência superiores a 80%, bem como estatisticamente iguais ao Controle (Tabela 5.25 e Figura 5.11), sendo, portanto, consideradas **não tóxicas**. Os resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados (pH, salinidade, oxigênio dissolvido e amônia) indicam que não houve influência destes sobre a mortalidade dos organismos expostos, mantendo-se as condições necessárias para a sobrevivência dos organismos (Tabela 5.26).

Tabela 5.25. Resultados do ensaio de toxicidade com amostras de água coletadas em junho de 2011 (cruzeiro 2) utilizando *Kalliapseudes schubartii* (n=4).

Amostra	Réplicas				Média	D.P.
	A	B	C	D	% sobreviv.	
Controle 15	100	80	100	100	95	10.0
#0	100	100	100	100	100	0.0
#1	100	100	100	100	100	0.0
#2	100	100	100	100	100	0.0
#3	80	100	100	100	95	10.0
#4	100	100	100	100	100	0.0
#5	80	100	100	100	95	10.0
#6	100	80	100	100	95	10.0
#7	100	100	100	100	100	0.0
#8	100	100	100	100	100	0.0
#9	100	100	100	100	100	0.0
#10	100	80	100	100	95	10.0

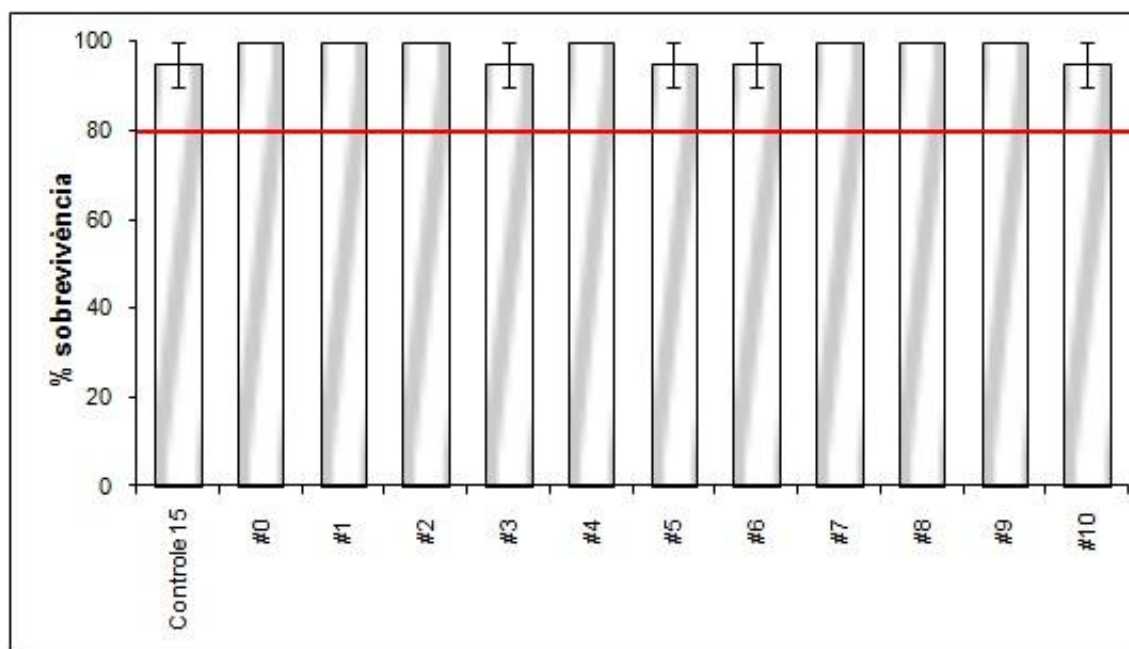


Figura 5.11 - Média \pm erro padrão do % de sobrevivência do *Kalliapseudes schubartii* no ensaio de toxicidade com amostras de água coletadas em junho de 2011 (cruzeiro 2; n=4). Linha horizontal representa % mínimo de sobrevivência estabelecido para o Controle.

Tabela 5.26. Resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados no ensaio com amostras de água integral (100%) coletadas de junho de 2011 (cruzeiro 2) utilizando *Kalliapseudes schubartii*.

Parâmetros físico-químicos										
	O ₂ (mg/L)		pH		salinidade		N-NH ₃ (mg/L)100%		N-NH ₃ (mg/L)	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final
Cont 30	8,51	7,71	8,15	8,20	15	15	0,31	0,37	0,0034	0,0041
#0	8,05	7,90	8,15	8,00	15	16	0,45	0,46	0,0050	0,0051
#1	7,80	7,17	8,00	8,00	15	16	0,53	0,46	0,0058	0,0051
#2	7,21	7,29	8,10	8,10	15	16	0,40	0,44	0,0044	0,0048
#3	7,59	6,99	7,95	8,00	15	16	0,53	0,54	0,0058	0,0059
#4	8,60	8,17	8,10	8,00	15	15	0,45	0,57	0,0050	0,0063
#5	8,70	8,91	8,27	7,95	15	15	0,34	0,44	0,0037	0,0048
#6	7,80	6,90	8,15	8,00	15	16	0,32	0,46	0,0035	0,0051
#7	7,70	7,40	8,00	8,20	15	16	0,47	0,37	0,0052	0,0041
#8	7,67	7,55	8,10	8,10	15	15	0,45	0,41	0,0050	0,0045
#9	7,45	7,92	7,90	8,00	15	16	0,28	0,57	0,0031	0,0063
#10	7,27	7,64	7,95	8,00	15	16	0,24	0,54	0,0026	0,0059

Acartia tonsa

Para *A. tonsa*, as amostras referentes aos pontos **0, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9 e 10** apresentaram percentual de sobrevivência superior ou igual a 90% (percentual mínimo de sobrevivência estabelecido no método para a espécie) bem como foram consideradas estatisticamente iguais ao Controle, sendo então classificadas com **não tóxicas**. As amostras referentes aos pontos **3 e 8** apresentaram percentual de sobrevivência levemente inferior a 90%, porém foram consideradas estatisticamente iguais ao Controle, não apresentaram portanto um valor conclusivo, sendo que um estado de **alerta de toxicidade** deve ser então considerado para estes pontos (Tabela 5.27 e Figura 5.12). Os resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados (pH, salinidade, oxigênio dissolvido e amônia) indicam que não houve influência destes sobre a mortalidade dos organismos expostos, mantendo-se as condições necessárias para a sobrevivência dos organismos (Tabela 5.28).

Tabela 5.27. Resultados dos ensaios de toxicidade com amostras de água integral (100%) coletadas em junho de 2011 (cruzeiro 2) utilizando *Acartia tonsa* (n=5).

Amostra	Réplicas					Média	D.P.
	A	B	C	D	E	% sobreviv.	
Controle SAL	100	100	100	100	100	100	0.0
#0	90.91	100	100	100	100	98	4.1
#1	100	90.91	91.67	100	100	97	4.8
#2	100	100	88.89	91.67	100	96	5.4
#3	84.62	77.78	100	80	90.91	87	9.0
#4	90.91	100	80	91.67	92.31	91	7.1
#5	100	100	100	77.78	91.67	94	9.7
#6	100	100	80	92.31	76.92	90	10.9
#7	88.89	90	100	100	100	96	5.8
#8	100	91.67	90	90	75	89	9.0
#9	80	80	100	100	90	90	10.0
#10	77.78	100	91.67	90	100	92	9.1

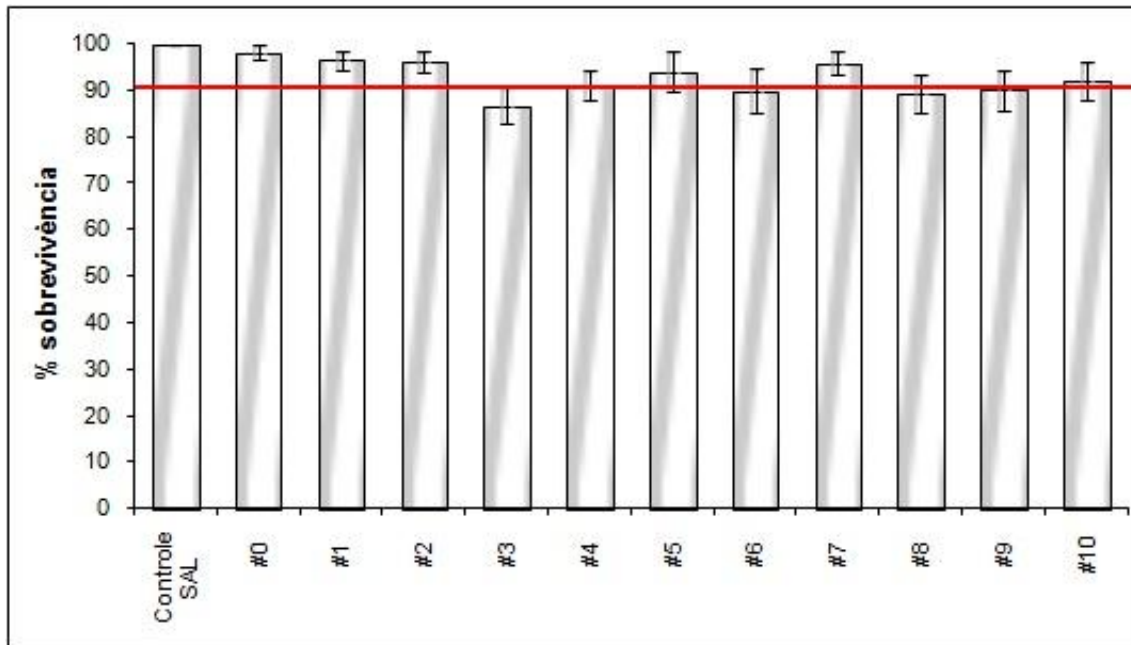


Figura 5.12 - Média \pm erro padrão do % de sobrevivência de *Acartia tonsa* nos ensaios de toxicidade com amostras de água integral (100%) coletadas em junho de 2011 (n=5). Linha horizontal representa % mínimo de sobrevivência estabelecido para o Controle.

Tabela 5. 28. Resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados nos ensaios com amostras de água integral (100%) coletadas de junho de 2011 (cruzeiro 2) utilizando *Acartia tonsa*.

Parâmetros físico-químicos										
	O ₂ (mg/L)		pH		salinidade		N-NH ₃ (mg/L)100%		N-NH ₃ (mg/L)	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final
Cont SAL	11,00	10,60	7,45	7,90	5	6	0,16	0,28	0,0017	0,0031
#0	11,60	10,23	7,45	6,86	6	6	1,12	0,57	0,0123	0,0063
#1	12,60	10,45	7,55	6,74	7	6	0,34	0,39	0,0037	0,0043
#2	11,07	10,16	7,45	6,67	7	7	0,23	0,15	0,0025	0,0016
#3	10,33	10,31	7,45	6,75	7	7	0,10	0,08	0,0011	0,0009
#4	10,40	10,18	7,45	6,84	6	6	0,13	0,10	0,0014	0,0011
#5	10,02	10,00	7,60	6,92	4	6	0,10	0,07	0,0011	0,0008
#6	10,90	10,01	7,70	7,11	7	7	0,19	0,09	0,0021	0,0010
#7	11,70	10,11	7,55	7,14	7	7	0,55	0,13	0,0060	0,0014
#8	10,01	9,91	7,55	7,10	7	7	0,47	0,23	0,0052	0,0025
#9	10,60	9,98	7,60	7,90	7	7	0,60	0,34	0,0066	0,0037
#10	11,70	10,13	7,55	7,13	7	7	0,66	0,37	0,0073	0,0041

C. Cruzeiro 3

Kalliapseudes schubartii

Para *K. schubartii*, os resultados dos ensaios de toxicidade realizados com as amostras de água sub-superficial coletadas em setembro de 2011 (cruzeiro 3) apresentaram percentuais de sobrevivência superiores a 80%, bem como estatisticamente iguais ao Controle (Tabela 5.29 e Figura 5.13), sendo, portanto, consideradas **não tóxicas**. Os resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados (pH, salinidade, oxigênio dissolvido e amônia) indicam que não houve influência destes sobre a mortalidade dos organismos expostos, mantendo-se as condições necessárias para a sobrevivência dos organismos (Tabela 5.30).

Tabela 5.29. Resultados do ensaio de toxicidade com amostras de água coletadas em setembro de 2011 (cruzeiro 3) utilizando *Kalliapseudes schubartii* (n=5).

Amostra	Réplicas					Média	D.P.
	A	B	C	D	E	% sobreviv.	
Controle 15	100	100	100	100	80	96	8.9
#0	100	100	100	100	60	92	17.9
#1	100	100	100	100	80	96	8.9
#2	100	100	100	100	80	96	8.9
#3	100	100	100	100	100	100	0.0
#4	100	100	100	100	80	96	8.9
#5	100	100	100	100	80	96	8.9
#6	100	100	100	100	80	96	8.9
#7	100	100	100	80	80	92	11.0
#8	100	100	100	100	80	96	8.9
#9	100	100	100	100	100	100	0.0
#10	100	100	100	100	80	96	8.9

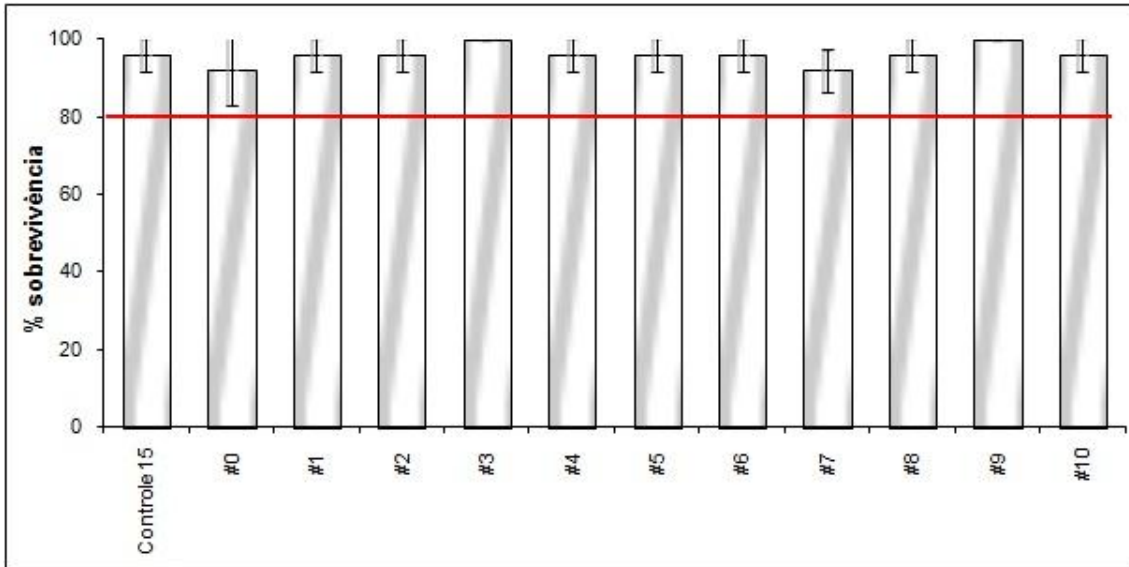


Figura 5.13 - Média \pm erro padrão do % de sobrevivência do *Kalliapseudes schubartii* no ensaio de toxicidade com amostras de água coletadas em setembro de 2011 (cruzeiro 3; n=5). Linha horizontal representa % mínimo de sobrevivência estabelecido para o Controle.

Tabela 5.30. Resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados no ensaio com amostras de água integral (100%) coletadas de setembro de 2011 (cruzeiro 3) utilizando *Kalliapseudes schubartii*.

Parâmetros físico-químicos								
	O ₂ (mg/L)		pH		salinidade		N-NH ₃ (mg/L)	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final
Cont 15	7,05	8,18	8,45	8,30	15	15	0,005	0,006
#0	7,98	7,65	8,00	8,00	15	15	0,006	0,008
#1	7,88	7,70	7,95	8,00	15	15	0,006	0,008
#2	7,90	8,50	8,05	7,90	15	15	0,005	0,007
#3	8,04	8,40	8,05	7,95	15	15	0,005	0,007
#4	7,94	8,21	8,05	8,00	15	15	0,004	0,007
#5	7,45	8,03	7,90	7,95	15	15	0,006	0,008
#6	7,50	7,90	8,10	8,00	15	15	0,005	0,007
#7	8,05	7,97	8,05	8,10	15	15	0,005	0,005
#8	7,94	7,76	8,00	8,20	15	15	0,004	0,005
#9	7,92	8,19	8,05	8,15	15	15	0,016	0,009
#10	8,01	8,62	8,05	8,10	15	15	0,005	0,005

Acartia tonsa

Para *A. tonsa*, as amostras referentes aos pontos **1, 2, 4 e 6** apresentaram percentual de sobrevivência superior ou igual a 90% (percentual mínimo de sobrevivência estabelecido no método para a espécie) bem como foram consideradas estatisticamente iguais ao Controle, sendo então classificadas com **não tóxicas**. As amostras referentes aos pontos **0, 3, 5, 7, 8, 9 e 10** apresentaram percentual de sobrevivência levemente inferior a 90%, porém foram consideradas estatisticamente iguais ao Controle, não apresentaram portanto um valor

conclusivo, sendo que um estado de **alerta de toxicidade** deve ser então considerado para estes pontos (Tabela 5.31 e Figura 5.14). Os resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados (pH, salinidade, oxigênio dissolvido e amônia) indicam que não houve influência destes sobre a mortalidade dos organismos expostos, mantendo-se as condições necessárias para a sobrevivência dos organismos (Tabela 5.32).

Tabela 5.31. Resultados dos ensaios de toxicidade com amostras de água integral (100%) coletadas em setembro de 2011 (cruzeiro 3) utilizando *Acartia tonsa* (n=4).

Amostra	Réplicas				Média	
	A	B	C	D	% sobreviv.	D.P.
Controle SAL	70	100	82	93	86	13.1
Controle EMA	91	90	88	91	90	1.4
#0	92	85	82	89	87	4.4
#1	93	100	82	100	94	8.5
#2	100	93	79	92	91	8.8
#3	85	77	92	92	87	7.1
#4	100	93	100	86	95	6.7
#5	67	93	87	86	83	11.3
#6	100	100	80	91	93	9.5
#7	72	70	91	90	81	11.3
#8	80	87	80	90	84	5.1
#9	63	80	77	70	73	7.6
#10	84	80	85	100	87	8.8

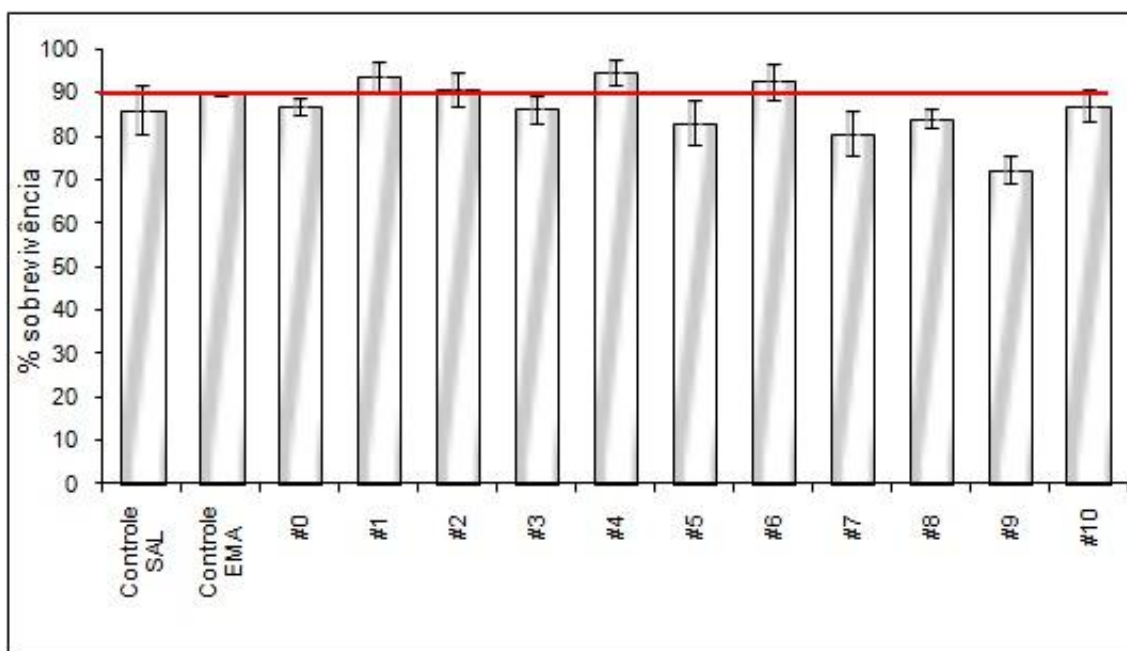


Figura 5.14 - Média \pm erro padrão do % de sobrevivência de *Acartia tonsa* nos ensaios de toxicidade com amostras de água integral (100%) coletadas em setembro de 2011 (n=4). Linha horizontal representa % mínimo de sobrevivência estabelecido para o Controle.

Tabela 5.32. Resultados dos parâmetros físico-químicos monitorados nos ensaios com amostras de água integral (100%) coletadas de setembro de 2011 (cruzeiro 3) utilizando *Acartia tonsa*.

Parâmetros físico-químicos								
	O ₂ (mg/L)		pH		salinidade		N-NH ₃ (mg/L)	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final
Cont SAL	8,52	8,33	8,15	7,95	16,0	15,9	0,0031	0,0033
Cont EMA	8,41	8,13	8,35	7,95	15,9	15,1	0,0045	0,0035
#0	8,62	8,40	8,00	8,00	16,1	15,4	0,0028	0,0056
#1	8,77	8,53	8,10	8,00	15,9	15,9	0,0031	0,0048
#2	8,37	8,38	8,10	8,10	16,0	15,9	0,0039	0,0041
#3	8,54	8,22	8,05	8,05	16,0	15,8	0,0045	0,0039
#4	8,41	8,35	8,10	8,05	16,0	15,8	0,0041	0,0045
#5	8,60	8,17	8,05	8,00	15,9	15,2	0,0039	0,0048
#6	8,67	8,44	8,10	8,05	16,1	15,4	0,0031	0,0050
#7	8,66	8,37	8,00	8,05	16,0	15,1	0,0041	0,0048
#8	8,34	8,49	8,00	8,05	16,0	15,4	0,0025	0,0037
#9	8,48	8,27	8,00	8,05	16,2	15,9	0,0037	0,0039
#10	8,69	8,16	8,05	8,00	16,0	15,9	0,0024	0,0035

5.3 CONCLUSÃO

5.3.1. Cruzeiro 1

Em relação às amostras de **sedimento**, considerando de forma conjunta os testes do tipo sedimento integral e elutriato realizados com *Kalliapseudes schubartii*, **todas as amostras de sedimento** foram consideradas **não tóxicas**.

Em relação às amostras de **água**, estas foram testadas frente a duas espécies (*Kalliapseudes schubartii* e *Acartia tonsa*). Considerando *K. schubartii*, todas as amostras foram consideradas **não tóxicas**. Porém, frente a espécie *A. tonsa*, as amostras **4, 6, 9 e 10** nos indicaram **indícios de toxicidade** devido ao percentual de sobrevivência inferior ao estabelecidos pelo método (porém estatisticamente iguais ao Controle). Cabe ressaltar que para os pontos 4 e 6 foram valores levemente abaixo dos 90% de sobrevivência, 89 e 88%, respectivamente.

Tratam-se de duas espécies com sensibilidades bem diferenciadas. Considerando a avaliação das duas espécies de forma conjunta, não foram encontradas amostras onde um **alerta de toxicidade** fosse verificado para ambas. Portanto, a partir desta avaliação conjunta, **todas as amostras de água foram consideradas não tóxicas**.

5.3.2. Cruzeiro 2

Considerando de forma conjunta os testes do tipo sedimento integral e elutriato realizados com *Kalliapseudes schubartii*, **todas as amostras de sedimento** foram consideradas **não tóxicas**.

As amostras de **água** foram testadas frente a duas espécies (*Kalliapseudes schubartii* e *Acartia tonsa*). Considerando o tanaidáceo *K. schubartii*, todas as amostras foram consideradas **não tóxicas**. Porém frente a espécie *A. tonsa*, as amostras **3 e 8** nos indicaram **indícios de toxicidade** devido ao percentual de sobrevivência inferior ao estabelecido pelo método da espécie (porém estatisticamente iguais ao Controle). Cabe ressaltar que foram valores levemente abaixo dos 90% de sobrevivência estabelecidos pelo método, 87 e 89% para os pontos 3 e 8, respectivamente.

Tratam-se de duas espécies com sensibilidades diferenciadas. Considerando as duas espécies de forma conjunta, não foram encontradas amostras onde um **alerta de toxicidade** fosse verificado para ambas. Portanto, a partir desta avaliação conjunta, **todas as amostras de água foram consideradas não tóxicas**.

5.3.3. Cruzeiro 3

Considerando de forma conjunta os testes do tipo sedimento integral e elutriato realizados com *Kalliapseudes schubartii*, **todas as amostras de sedimento** foram consideradas **não tóxicas**.

As amostras de **água** foram testadas frente a duas espécies (*Kalliapseudes schubartii* e *Acartia tonsa*). Considerando o tanaidáceo *K. schubartii*, todas as amostras foram consideradas **não tóxicas**. Porém frente a espécie *A. tonsa*, as amostras **0, 3, 5, 7, 8, 9 e 10** nos indicaram **indícios de toxicidade** devido ao percentual de sobrevivência inferior ao estabelecido pelo método da espécie (porém estatisticamente iguais ao Controle). Cabe ressaltar que foram valores levemente abaixo dos 90% de sobrevivência estabelecidos pelo método, entre 81 e 87%, com exceção do ponto 9 que apresentou uma mortalidade mais expressiva, porém ainda estatisticamente igual ao Controle.

Tratam-se de duas espécies com sensibilidades diferenciadas. Considerando as duas espécies de forma conjunta, não foram encontradas amostras onde um **alerta de toxicidade** fosse verificado para ambas. Portanto, a partir desta avaliação conjunta, **todas as amostras de água foram consideradas não tóxicas**.

5.3.4. Análise temporal

Avaliando os dados temporalmente, pôde ser verificado durante os três meses avaliados (março, junho e setembro) uma continuidade na ausência de toxicidade dos sedimentos testados a partir dos testes com *K. schubartii*.

Em relação as amostras de água, do primeiro para o segundo cruzeiro, não foi verificado um padrão para àquelas amostras que indicaram indícios de toxicidade a partir dos testes com o copépodo *A. tonsa*, ou seja, o indício de toxicidade verificado em um mês de coleta, não se repetiu no mês seguinte. Porém do segundo para o terceiro cruzeiro, o indício de toxicidade verificado em um mês de coleta, se repetiu no mês seguinte, além de um maior número de amostras que foram consideradas como alertas de toxicidade (7 de 11 amostras). Considerando as duas espécies de forma conjunta (*A. tonsa* e *K. schubartii*), pôde ser verificado durante os três meses avaliados (março, junho e setembro) uma continuidade na ausência de toxicidade das amostras de água testadas.

6. MACROFAUNA BENTÔNICA

6.1. EQUIPE TÉCNICA

Msc. Raphael Mathias Pinotti - Responsável

Prof. Leonir André Colling – Colaborador

Acad. Oceanologia Diogo Marroni Minasi

6.2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS E METODOLOGIA

O Programa de Monitoramento das Associações de Macroinvertebrados Bentônicos no canal de acesso ao Porto do Rio Grande, bacia de evolução do Porto Novo e área de Descarte do material dragado, tem como objetivos a descrição espacial e o acompanhamento temporal da estrutura das associações macrozoobentônicas nestas regiões.

Por motivos alheios a esta equipe, movidos pelo desacordo entre a Superintendência do Porto do Rio Grande (SUPRG) e a Divisão de Frota da FURG (responsável pela embarcação), a expedição de outono sofreu um atraso em sua execução, tendo sido realizada em junho ao invés de maio, como previsto no cronograma original.

Ainda, no intuito de atender a uma demanda emergencial da própria SUPRG, a expedição de inverno originalmente prevista para o mês de agosto foi transferida para a segunda quinzena de setembro. Neste sentido, os dados referentes a este último cruzeiro (inverno 2011) se encontram em fase de processamento e serão apresentados em relatórios futuros.

6.2.1. Áreas de estudo e metodologia amostral

6.2.1.1. Canal de acesso e bacia de evolução do Porto do Rio Grande

Dentro do cronograma de atividades proposto para a região do canal de acesso ao Porto do Rio Grande e bacia de evolução do Porto Novo, localizados na porção sul da região estuarina da Lagoa dos Patos, foram executados quatro cruzeiros oceanográficos entre 2010 e 2011, estes representativos das estações primavera (2010), verão (2011), outono (2011) e inverno (2011).

Os quatro cruzeiros supracitados foram efetuados a bordo da Lancha Oc. Larus (FURG), sendo realizadas amostragens em 12 pontos de coleta, assim distribuídos: dois pontos localizados cerca de 4,5 km à montante da área portuária sujeita a atividades de dragagem

(pontos #00 e #0); nove pontos distribuídos em uma área que se estende desde o Porto Novo até a ponta dos molhes da Barra de Rio Grande (#1 a #9) e um outro ponto utilizado como área de descarte de material dragado no interior da região estuarina (#10) (Figura 6.1 e Tabela 6.1)

Para a caracterização e comparação da distribuição, abundância e diversidade dos macroinvertebrados bentônicos, em cada um dos pontos de coleta, foram tomadas quatro amostras com um pegador de fundo tipo van Veen (19 x 41 cm; 0,08 m²). Em cada um dos pontos de coleta, todos geo-referenciados com GPS, foram efetuados registros da profundidade local (eco-sonda, precisão de 0,5 m), temperatura da água (termômetro de mercúrio, precisão de 0,1 °C), transparência (disco de Secchi, precisão de 5 cm) e salinidade (refratômetro ótico, precisão de uma unidade), além de observações das características do substrato.

6.2.1.2. Local de descarte das dragagens efetuadas no Porto do Rio Grande

Simultaneamente aos quatro cruzeiros acima descritos também foram executados expedições oceanográficas sazonais para a coleta de macroinvertebrados bentônicos na região oceânica de plataforma interna, em uma área localizada 10 milhas náuticas a SE da desembocadura da Lagoa dos Patos, nas isóbatas de 19 e 20 m. Nesta área foram realizadas amostragens em dois locais com aproximadamente 4 km²: no polígono de Descarte de material dragado (#11) e em um local afastado deste cerca de 1 milha náutica a SE onde não foram despejados sedimentos dragados, sendo assim utilizado como Controle (#12) (Figura 6.1 e Tabela 6.1)

Para a caracterização e comparação da distribuição, abundância e diversidade dos macroinvertebrados bentônicos, em cada um destes dois pontos de coleta, foram tomadas quatro amostras com um pegador de fundo tipo van Veen, o mesmo utilizado para as amostragens dentro da região estuarina da Lagoa dos Patos. Também, em cada um dos pontos de coleta, ambos geo-referenciados com GPS, foram efetuados registros da profundidade local (eco-sonda, precisão de 0,5 m), temperatura da água (termômetro de mercúrio, precisão de 0,1 °C), transparência (disco de Secchi, precisão de 5 cm) e salinidade (refratômetro ótico, precisão de uma unidade), além de observações das características do substrato.

6.2.2. Processamento de amostras em campo e em Laboratório

As amostras biológicas foram previamente peneiradas em campo, tanto no interior da região estuarina da Lagoa dos Patos como na região marinha adjacente à desembocadura da

mesma, através de malhas de nylon (0,5 mm de abertura) para a retenção da macrofauna, sendo posteriormente fixada em solução de formol 4 %.

Em laboratório, o macrozoobentos foi triado (*i.e.* separado do sedimento), identificado ao menor táxon possível com o auxílio de microscópio estereoscópico (lupa; 40 x) e contado, sendo então preservado em etanol 70 %.

O material vegetal, esporadicamente registrado nas amostras, foi separado e seco em papel-filtro por aproximadamente um minuto, a fim de se obter o peso úmido dos mesmos, sendo o resultado expresso em g m⁻².

6.2.3. Análises estatísticas

Nas tabelas apresentadas, define-se: (a) soma da abundância, como a soma do número de indivíduos que ocorreram nas quatro réplicas amostradas; (b) densidade média, como a média de indivíduos coletados, por m²; e (c) erro padrão, como o desvio padrão da média de indivíduos dividido pelo *n* amostral. Número de espécies se define como o número total de espécies observadas em cada ponto amostral, sendo aqui utilizado como sinônimo de diversidade.

Análises Multivariadas (Clarke & Warwick, 2001) foram executadas utilizando-se o programa PRIMER® v.6 com o objetivo de analisar a variação espacial (#11; Descarte vs. #12; Controle) e temporal (estas áreas ao longo das estações do ano) da macrofauna bentônica na região marinha estudada. Espécies raras (ocorrência menor que duas vezes o *n* amostral) ou de baixa densidade (menores ou iguais a 0,05 %) foram excluídas das análises multivariadas.

Análises de Ordenação (nMDS) e Escalonamento (Cluster), as quais agrupam as amostras biológicas em função de seu grau de similaridade, foram executadas com base em uma matriz de Similaridade de Bray-Curtis gerada a partir da soma das quatro réplicas biológicas padronizadas e transformadas seguindo a fórmula $x' = \sqrt[4]{x}$ (raiz quarta). Análises de Similaridade (ANOSIM; $p < 0,05$) foram executadas para se testar a significância dos agrupamentos espaço-temporais formados.

6.3. RESULTADOS

6.3.1. Canal de acesso e bacia de evolução do Porto do Rio Grande

As variáveis temperatura, salinidade, transparência da água e profundidade, assim como as espécies e densidades dos macroinvertebrados bentônicos coletados na porção sul da região estuarina da Lagoa dos Patos constam nas tabelas referentes aos cruzeiros sazonais realizados entre a primavera 2010 e o outono 2011 (Tabelas 6.2. a 6.4.).

Baixas salinidades e condições limnéticas foram registradas na porção sul da região estuarina da Lagoa dos Patos durante a primavera 2010 (entre 0 e 6; média 3), tendo sido registradas salinidades um pouco mais elevadas no verão 2011 (entre 2 e 5; média 4). Águas salgadas - de origem marinha - foram observadas somente durante o outono 2011 (salinidade entre 25 e 35; média 30), tendo sido novamente registradas condições limnéticas no inverno 2011 (salinidade zero) (amostras em processamento).

Densidades mais elevadas da macrofauna, de modo geral, foram registradas naqueles pontos à montante na área estudada (pontos #00 a #5) quando comparados àqueles localizados na região próxima à desembocadura da Lagoa dos Patos (pontos #6 a #9). Temporalmente, observou-se que a menor densidade sazonal esteve relacionada à primavera 2010, sendo as densidades médias do verão 2011 e do outono 2011 muito maiores (13 vezes e 8 vezes maior, respectivamente) (Figuras 6.2 a 6.4).

Durante a primavera 2010, as maiores densidades foram registradas nos pontos #1 (5.763 ind.m⁻²) e #0 (3.824 ind.m⁻²), tendo sido registradas densidades elevadas nos pontos #1 (59.888 ind.m⁻²) e #5 (56.814 ind.m⁻²) durante o verão 2011; e nos pontos #0 (31.481 ind.m⁻²) e #3 (31.436 ind.m⁻²) durante o outono 2011. Em oposição, baixas densidades foram registradas nos pontos #10 (122 ind.m⁻²) e #6 (77 ind.m⁻²), durante a primavera 2010; nos pontos #9 (548 ind.m⁻²) e #8 (260 ind.m⁻²), durante o verão 2011; e nos pontos #00 (231 ind.m⁻²) e #8 (apenas 26 ind.m⁻²), durante o outono 2011 (Figuras 6.2 a 6.4).

O gastrópode *Heleobia australis* foi a espécie dominante em abundância durante a primavera 2010 (68,0% da abundância total), o verão 2011 (76,1%) e também o outono 2011 (88,8%). Contribuíram, em menores percentuais, o tanaidáceo *Kalliapseudes schubartii* (10,3%; 15,1% e 7,5%; respectivamente), o bivalve *Erodona mactroides* (9,4%; 7,8% e 0,8%; respectivamente), além dos poliquetas *Nephtys fluviatilis* e *Heteromastus similis*. Merece destaque a elevada abundância do bivalve *E. mactroides* no ponto #1 da região estudada, entre a primavera 2010 e o verão 2011, atingindo densidades médias de 1.247 ± 505 ind.m⁻² e 17.003 ± 1.826 ind.m⁻², respectivamente.

Em relação ao número de espécies, uma menor diversidade macrozoobentônica foi registrada durante a primavera 2010 (19 espécies; Tabela 6.2), um número de espécies que aumentou no verão (22 spp.; Tabela 6.3) e no outono 2011, a maior diversidade registrada (26

spp.; Tabela 6.4). Quanto à distribuição espacial da macrofauna, um maior número de espécies foi registrado nos pontos próximos à desembocadura da Lagoa dos Patos - em especial durante a primavera (Figura 6.2) e o verão (Figura 6.3) - estações em que baixas salinidades foram registradas, embora a distribuição das mesmas ao longo dos pontos amostrais tenha sido variável.

A ocorrência de material vegetal, nesta área de canal infralitoral, foi registrada em alguns pontos amostrais no outono 2011 (Tabela 6.4), tendo sido quantificado um peso úmido de $2.401,8 \pm 1.234,1 \text{ g m}^{-2}$ (#3); $669,1 \pm 216,6 \text{ g m}^{-2}$ (#4); $50,5 \pm 50,5 \text{ g m}^{-2}$ (#6) e $578,0 \pm 339,6 \text{ g m}^{-2}$ (#9). Este material vegetal era composto principalmente por *Ulva* spp. (macroalgas) e *Aphanothece* sp. (cianofíceas) emaranhadas entre fragmentos de *Ruppia maritima* (fanerógama).

6.3.2. Local de descarte das dragagens efetuadas no Porto do Rio Grande

As variáveis temperatura, salinidade, transparência da água e profundidade, assim como as espécies e densidades dos macroinvertebrados bentônicos coletados na região de plataforma oceânica interna adjacente a desembocadura da Lagoa dos Patos constam nas tabelas referentes aos cruzeiros sazonais realizados entre a primavera 2010 e o outono 2011 (Tabelas 6.5 a 6.7).

A salinidade registrada nesta área amostral é condizente com a região oceânica de plataforma interna onde esta se situa, com salinidades registradas variando entre 34 e 36. Merece destaque a baixa transparência da coluna de água observada, em especial na primavera 2010 (0,6 m; #11) e outono 2011 (0,5 m; #11 e #12), as quais podem ser relacionadas com a vazão de sedimentos originados pela Lagoa dos Patos.

Maiores densidades médias do macrozoobentos foram registradas na área Controle (ponto #12) durante a primavera 2010 e o outono 2011 (1.042 ind.m^{-2} e 1.644 ind.m^{-2} , respectivamente) quando comparada à área de Descarte (ponto #11) nestas duas estações (699 ind.m^{-2} e 1.452 ind.m^{-2} , respectivamente). Por outro lado, uma maior densidade média foi registrada na área de Descarte (1.311 ind.m^{-2}) quando comparada a área Controle (792 ind.m^{-2}), durante o verão 2011 (Figura 6.5).

Em relação à diversidade da macrofauna bentônica neste ambiente marinho de plataforma interna (Figura 6.5), um maior número de espécies foi registrado na área de Descarte (#11) entre a primavera de 2010 e o outono 2011 (35, 38 e 42 espécies, respectivamente) quando comparado ao número de espécies da área Controle (#12) neste mesmo período (28, 26 e 28 spp., respectivamente). Ao considerarmos uma diversidade macrozoobentônica de pelo

menos 74 táxons nas áreas estudadas (Tabelas 6.5 a 6.7), a classe Polychaeta foi a mais diversa (36 táxons), seguida pelo subfilo Crustacea (22 táxons), pelo filo Echinodermata (8 táxons) e pelo filo Mollusca (4 táxons), além de outros 4 filós: Echiura, Nemertea, Sipuncula e Platyhelminthes.

Na primavera 2010 (Tabela 6.5), maiores densidades médias foram registradas na área Controle para os poliquetas *Cirrophorus americanus* (260 ± 38 ind.m⁻²), *Parandalia tricuspis* (135 ± 42 ind.m⁻²), *Kinbergonuphis difficilis* (119 ± 23 ind.m⁻²) e o cumáceo *Diastylis sympterygiae* (74 ± 29 ind.m⁻²); enquanto na área de Descarte foram registrados em maior densidade os poliquetas *Ninoe brasiliensis* (170 ± 46 ind.m⁻²), *C. americanus* (128 ± 50 ind.m⁻²), *Paraprionospio pinnata* (61 ± 13 ind.m⁻²) e *Hemipodus olivieri* (45 ± 8 ind.m⁻²).

No verão 2011 (Tabela 6.6), maiores densidades médias na área de Descarte foram registradas para os ofiúros juvenis (420 ± 34 ind.m⁻²) e os poliquetas *C. americanus* (208 ± 99 ind.m⁻²), *P. pinnata* (205 ± 117 ind.m⁻²) e *Magelona posterelongata* (58 ± 21 ind.m⁻²); enquanto na área Controle foi registrado um maior número de indivíduos para as espécies de poliqueta *C. americanus* (295 ± 77 ind.m⁻²), *Sigambra grubii* (122 ± 35 ind.m⁻²), *P. tricuspis* (93 ± 26 ind.m⁻²) e *M. posterelongata* (42 ± 13 ind.m⁻²).

No outono 2011 (Tabela 6.7) maiores densidades médias foram registradas na área Controle para os poliquetas *C. americanus* (545 ± 72 ind.m⁻²), *S. grubii* (186 ± 53 ind.m⁻²), juvenis da família Maldanidae (160 ± 118 ind.m⁻²) e *M. posterelongata* (157 ± 24 ind.m⁻²); enquanto na área de Descarte as maiores densidades foram registradas para o poliqueta *P. pinnata* (423 ± 307 ind.m⁻²), para os ofiúros juvenis (176 ± 65 ind.m⁻²), para o poliqueta *C. americanus* (128 ± 65 ind.m⁻²), além do gastrópode *Natica isabelleana* (74 ± 36 ind.m⁻²).

Merece destaque a presença de espécies do filo Echinodermata na área de Descarte de material dragado (#11), em especial as expressivas densidades de ofiúros juvenis, as espécies de ofiúro *Amphiura joubini* (10 ± 6 ind.m⁻², primavera 2010; e 54 ± 21 ind.m⁻², verão 2011), *Amphiodia planispina* (35 ± 10 ind.m⁻²; verão 2011) e *Amphipholis squamata* (29 ± 10 ind.m⁻², verão 2011; e 51 ± 23 ind.m⁻², outono 2011), além de *Hemipholis elongata* e juvenis de ouriço (22 ± 18 ind.m⁻² e 32 ± 19 ind.m⁻², respectivamente) no outono 2011.

As análises multivariadas foram realizadas com as espécies mais freqüentes (33 spp.) e abundantes (92,8% do total) da macrofauna bentônica desta região marinha estudada, objetivando-se avaliar a estrutura espaço-temporal do macrozoobentos. As análises de Ordenação e Escalonamento (nMDS e Cluster, respectivamente) revelaram que as áreas estudadas são semelhantes entre si, com 47% de similaridade espacial e 62% de similaridade temporal em cada área (Figura 6.6), sendo significativamente iguais tanto no espaço (ANOSIM

Descarte vs. Controle; $p = 0,10$ / $R = 0,926$) como no tempo (ANOSIM sazonal; $p = 0,66$ / $R = -0,167$).

6.4. DISCUSSÃO

6.4.1. Canal de acesso e bacia de evolução do Porto do Rio Grande

A granulometria do sedimento e principalmente a salinidade da coluna de água são importantes variáveis abióticas que determinam os padrões espaço-temporais de densidade e diversidade das associações bentônicas infralitorais (Warwick *et al.*, 1991; Schlacher & Wooldridge, 1996; Mannino & Montagna, 1997; Cortelezzi *et al.*, 2007; Passadore *et al.*, 2007), afetando a abundância, a composição e a distribuição das espécies do macrobentos na Lagoa dos Patos (Bemvenuti & Netto, 1998) e no infralitoral profundo de sua região estuarina (Pinotti, 2010).

Na porção sul desta região estuarina, as variações de salinidade são principalmente influenciadas pela ação dos ventos e pelos ciclos hidrológicos em sua bacia de drenagem (Costa *et al.*, 1988; Garcia, 1997), onde condições homogêneas de água doce e de água marinha estão associadas, respectivamente, com a elevada descarga fluvial e ventos do quadrante NE; e mínima descarga de água doce e fortes ventos do quadrante S (Niencheski & Baumgarten, 1997).

O gastrópode *Heleobia australis*, organismo dominante em densidade, apresenta uma ampla distribuição em fundos areno-lodosos e marcadas flutuações espaço-temporais em abundância (Bemvenuti *et al.*, 1978; Lana, 1986; Bemvenuti *et al.*, 1992). Organismo comedor de depósito/detrívoro que se alimenta raspando a camada superficial do substrato (Bemvenuti, 1997c), é favorecido pela ocorrência de fundos que contenha um maior porcentual de sedimentos finos (Bemvenuti *et al.*, 1992; Bemvenuti, 1997a), comumente encontrados nas estações mais afastadas da desembocadura (Pinotti, 2010).

No presente estudo, é provável que a abundância temporal do gastrópode tenha variado sazonalmente em função das variações de salinidade registradas entre as sações, uma vez que a espécie mostra uma reação de escape quando submetida naturalmente a baixas salinidades (Chomenko & Schäfer, 1984), sendo seus estágios larvais planctônicos favorecidos por incrementos de salinidade (Branco *et al.*, 2007).

Outra espécie abundante no presente estudo (principalmente no verão 2011) foi o tanaidáceo *Kalliapseudes schubartii*, uma espécie tipicamente estuarina. Assim como observado

para o gastrópode, a distribuição espacial deste tanaidáceo pode ser explicada pela presença de um maior percentual de sedimentos finos nas estações mais afastadas da desembocadura, principalmente no ponto #1, uma vez que mostra preferência por fundos areno-lodosos com teores elevados de silte e argila (Capítoli *et al.*, 1978), escavando tubos em forma de “U” que atingem até 15 cm de profundidade no substrato (Rosa-Filho & Bemvenuti, 1998).

Sua presença em elevada abundância neste verão foi provavelmente influenciada pela sazonalidade, onde maiores salinidades e elevada temperatura de água condicionam picos de recrutamento para a espécie entre o verão e o início do outono (Bemvenuti *et al.*, 1992).

Distribuindo-se ao longo de toda a Lagoa dos Patos, com exceção à região do Guaíba, o bivalve suspensívoro *Erodona mactroides* é um cavador superficial que apresenta elevadas densidades de seu estoque adulto na zona pré-limnica e no setor norte da região estuarina da laguna (Bemvenuti *et al.*, 1978; Bemvenuti & Netto, 1998). Entretanto, este bivalve pode atingir elevadas densidades na porção sul da região estuarina em detrimento do tamanho dos indivíduos, uma vez que nesta região a espécie dificilmente ultrapassa os 13 mm de comprimento, tamanho correspondente a um ano de vida (Bemvenuti *et al.*, 1978).

A distribuição espaço-temporal registrada para a espécie pode ser explicada pelo provável aporte de larvas provenientes dos estoques reprodutivos adultos do norte do corpo lagunar acompanhando fluxos de vazante em direção ao sul, neste estudo, ocorridos entre a primavera 2010 e o verão 2011, e pela granulometria dos pontos em que atingiu elevadas densidades (pontos à montante - #00 a #1 - mas principalmente este último), uma vez que a espécie ocorre em abundância elevada nos substratos areno-lodosos e em fundos contendo areia (Capítoli *et al.*, 1978). Eventos estocásticos que determinem a mortalidade dos juvenis, somados à baixa previsibilidade de seu recrutamento na região (uma vez que dependem da ocorrência de vazantes e disponibilidade de larvas no plâncton), refletem a baixa persistência temporal das populações de *E. mactroides* na porção sul desta laguna (Bemvenuti, 1997b; Colling *et al.*, 2010).

Maiores densidades do macrozoobentos estuarino foram registradas nas áreas mais rasas e afastadas da desembocadura da Lagoa dos Patos, região onde os canais naturais ou artificialmente dragados apresentam condições ambientais rigorosas decorrentes da baixa previsibilidade nas flutuações de salinidade e, em especial, elevada instabilidade do substrato (Capítoli *et al.*, 1978). Estes habitats infralitorais profundos podem apresentar uma intensa hidrodinâmica que origina um tipo de substrato dominado por material arenoso-biodetrítico (areia mais grossa com fragmentos de conchas *e.g.* ponto #8) de grande instabilidade física, determinando assim condições desfavoráveis para a manutenção das associações bentônicas

nesta área e um nítido empobrecimento quali-quantitativo do macrobentos estuarino (Bemvenuti, 1997a; Bemvenuti & Netto, 1998).

Por outro lado, devido à proximidade com o ambiente marinho, o número de espécies nos pontos adjacentes à região da desembocadura da laguna (#6 a #9) pode aumentar em função da ocorrência de isópodes, anfípodes e principalmente poliquetas marinhos (Bemvenuti *et al.*, 1992). As espécies registradas nos cruzeiros sazonais deste estudo têm distintas origens: limnical/oligohalina (e.g. *E. mactroides*); outras estuarino-residentes (e.g. *H. australis*, *K. schubartii*, *N. fluviatilis*); e outras uma origem marinha costeira (e.g. *S. grubii*, *P. tricuspis*, o gastrópode *Anachis isabellei*). Estas espécies marinhas se aproveitam de condições oceanográficas favoráveis - como entrada de frentes com intensos ventos do quadrante S que forçam água salgada para o interior do estuário - para ocupar a porção sul da região estuarina da Lagoa dos Patos e aumentar a diversidade estuarina, ainda que temporariamente (Bemvenuti *et al.*, 1992; Pinotti *et al.*, 2011).

Ao longo das zonas infralitorais estudadas não ocorrem fundos de macroalgas bentônicas nem de fanerógamas submersas, estando esta vegetação submersa restrita às áreas rasas (< 1,5 m). Macroalgas bentônicas são componentes importantes da vegetação aquática submersa do estuário, onde bancos dominados por *Ulva* spp. são comuns nas enseadas rasas de substrato areno-lodoso, especialmente durante o predomínio de águas de maior salinidade (Asmus, 1984; Bemvenuti, 1987; Seeliger, 1997). Entre as plantas submersas superiores, a fanerógama estuarina *Ruppia maritima* é a principal espécie (Seeliger, 1997), formando pradarias de ocorrência imprevisível durante a primavera e o verão (Copertino & Seeliger, 2010).

A senescência destas pradarias ocorre durante verões secos e/ou outonos com predomínio de ventos NE, onde a presença de epífitas e algas de deriva pode induzir as populações à morte pela inibição do desenvolvimento das mesmas (dada à redução na intensidade luminosa) ou torná-las mais suscetíveis de serem arrancadas pela ação de ondas e de correntes (Seeliger, 1997), agentes também responsáveis pelo transporte de material vegetal para os canais profundos (Lanari & Copertino, 2006), ambientes desfavoráveis ao desenvolvimento de fanerógamas e macroalgas pela falta de luz.

6.4.2. Local de descarte das dragagens efetuadas no Porto do Rio Grande

As regiões de Plataforma Continental Interna são ambientes de alta energia em que geralmente predominam fundos arenosos (Kennish, 2001) e onde a estrutura das associações macrozoobentônicas de substrato inconsolidado é determinada pelo tipo de sedimento, os quais

variam com o aumento da profundidade (McLusky & McIntyre, 1988). Em substratos arenosos a falta de alimento pode limitar a presença dos comedores de depósito, assim como a ressuspensão de sedimentos finos em substratos lamosos pode limitar a ocorrência dos organismos suspensívoros (Rhoads & Young, 1970).

A região de plataforma interna no estado do Rio Grande do Sul apresenta substratos predominantemente arenosos, à exceção da região de desembocadura da Lagoa dos Patos, onde depósitos lamíticos ocorrem por influência da vazão natural desta laguna (Calliari & Fachin, 1993)

Atividades de dragagem, tanto na remoção de sedimento como no seu descarte, podem provocar efeitos negativos e positivos, de diferentes magnitudes, sobre as associações bentônicas (Quigley & Hall, 1999; Kennish, 2001). Os efeitos das dragagens sobre o macrozoobentos são considerados imprevisíveis (Harvey *et al.*, 1998), podendo ser mínimos ou severos, permanentes ou de curta duração, exigindo que estas atividades (*e.g.* dragagem e deposição de material) sejam avaliadas caso a caso.

O material sedimentar descartado na região marinha costeira em estudo tem por origem as áreas infralitorais profundas da Lagoa dos Patos, onde predominam as frações areia fina, silte e argila (Calliari, 1997). O despejo deste material na área de Descarte, originalmente com um substrato predominantemente arenoso, pode ter sido responsável pela maior diversidade macrozoobentônica observada nesta área em comparação à área Controle. Neste sentido, os possíveis efeitos do descarte deste material fino são evidenciados quando observada a ecologia e a guilda das espécies dominantes na área de Descarte, em sua maioria poliquetas e ofiuróides.

Um maior teor de finos no sedimento beneficiaria o poliqueta *Ninoe brasiliensis* (Lumbrineridae), uma espécie comedora de depósito seletivo (Capítoli, 2002) assim como *Cirrophorus americanus* (Paraonidae), também comedora de depósito (Fauchauld & Jumars, 1979). O poliqueta, *Paraprionospio pinnata* (Spionidae), pode alternar seu modo de alimentação, utilizando seus palpos para coletar partículas depositadas na superfície do sedimento (comedor de depósito indireto) ou atuando como suspensívoro em condições de maior hidrodinâmica, podendo ainda adotar simultaneamente ambas as atividades alimentares (Amaral *et al.*, 2006).

Outra espécie de poliqueta, *Magelona posterelongata* (Magelonidae), que pertence à guilda de comedores indiretos de depósito ao utilizar seus palpos para guiar as partículas alimentares (Fauchauld & Jumars, 1979), não seria afetada pelo descarte de material por ser uma espécie ativa horizontal e verticalmente, assim como *M. sacculata* (Richardson *et al.*, 1977). O poliqueta *Kinbergonuphis difficilis* (Onuphidae) se alimenta de material depositado (Capítoli,

2002) e constrói tubos revestidos por partículas de sedimentos predominantemente finos (Amaral *et al.*, 2006).

A composição de ofiuróides registrada na área analisada coincide com aquela registrada para a área de influência da desembocadura da Lagoa dos Patos (Absalão, 1990; Capítoli & Monteiro, 2000). A presença quase exclusiva dos mesmos na área de Descarte pode estar relacionada à marcante diversidade de comportamentos alimentares encontrada para os ofiuróides, onde algumas espécies são capazes de aproveitar o material em suspensão e outras as partículas orgânicas depositadas em sua alimentação (Hendler *et al.*, 1995). Ainda, é possível que ofiuróides sejam capazes de suportar, dependendo da intensidade e volume, o descarte de material dragado devido à sua relativa mobilidade horizontal e capacidade de deslocamento vertical (Singletary, 1980).

O impacto dos descartes de material dragado sobre a macrofauna bentônica depende, entre outros fatores, do tipo de organismos habitantes na área do despejo (Windom, 1976), onde possivelmente estarão adaptados aos processos naturais de movimentação sedimentar, erosão e deposição, suportando taxas de sedimentação natural (Miller *et al.*, 2002). Os macroinvertebrados bentônicos residentes na área de estudo, sob influência da desembocadura da Lagoa dos Patos, podem estar adaptados às elevadas taxas de sedimentação local, uma vez que são periodicamente submetidos a um fluxo de sedimentos finos originado pela vazão natural da laguna (Calliari & Fachin, 1993), ainda que este processo possa ser intensificado por intervenção antrópica (Calliari *et al.*, 2009).

6.5. CONCLUSÃO

Os padrões espaço-temporais do macrozoobentos na porção sul da região estuarina da Lagoa dos Patos indicam uma forte relação entre os dados biológicos e os parâmetros ambientais registrados, sendo influenciado espacialmente pela granulometria e profundidade local, mas principalmente pela salinidade e sua variação temporal.

Na região marinha costeira de plataforma interna, diferenças em diversidade (maiores na área de Descarte) e densidade (geralmente maiores na área Controle) foram registradas, ainda que a estrutura espaço-temporal da comunidade macrozoobentônica nestas áreas tenha sido similar.

No que se referem às atividades de dragagem, quer seja as de manutenção de calado ou aquela de aprofundamento de canal, não foi possível determinar se as diferenças espaço-temporais observadas têm uma origem natural ou se originam de interferências antrópicas (por

efeito direto ou intensificando processos naturais), uma vez que não possuímos dados de dragagem que permitam este tipo de investigação.

6.6. ANEXOS

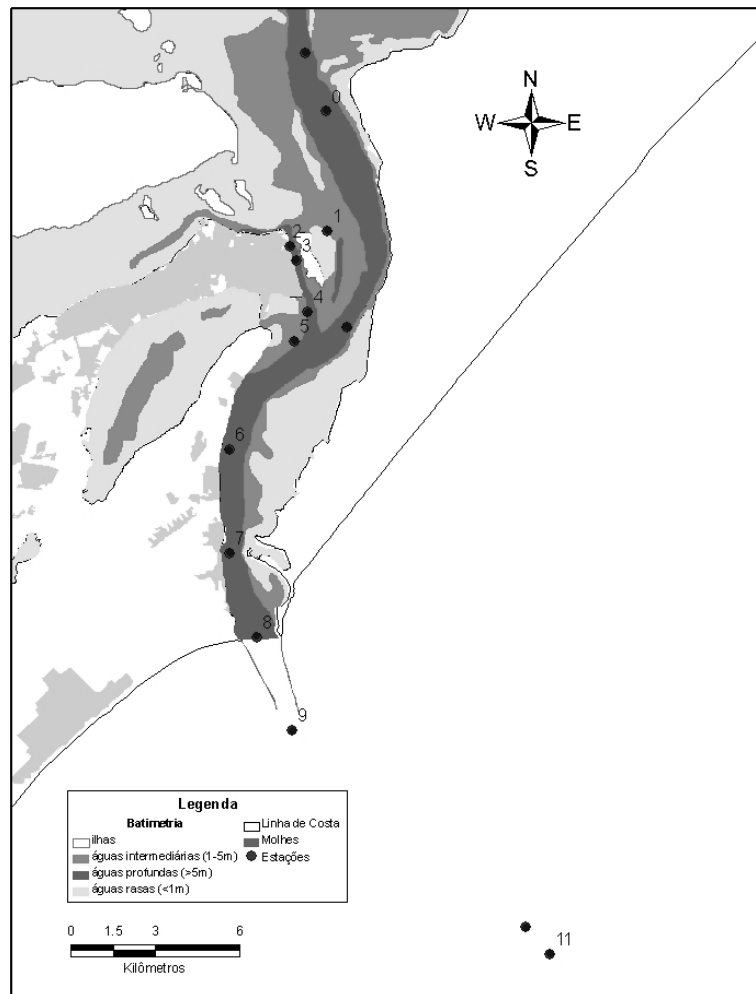


Figura 6.1: Desenho amostral – Macrofauna bentônica

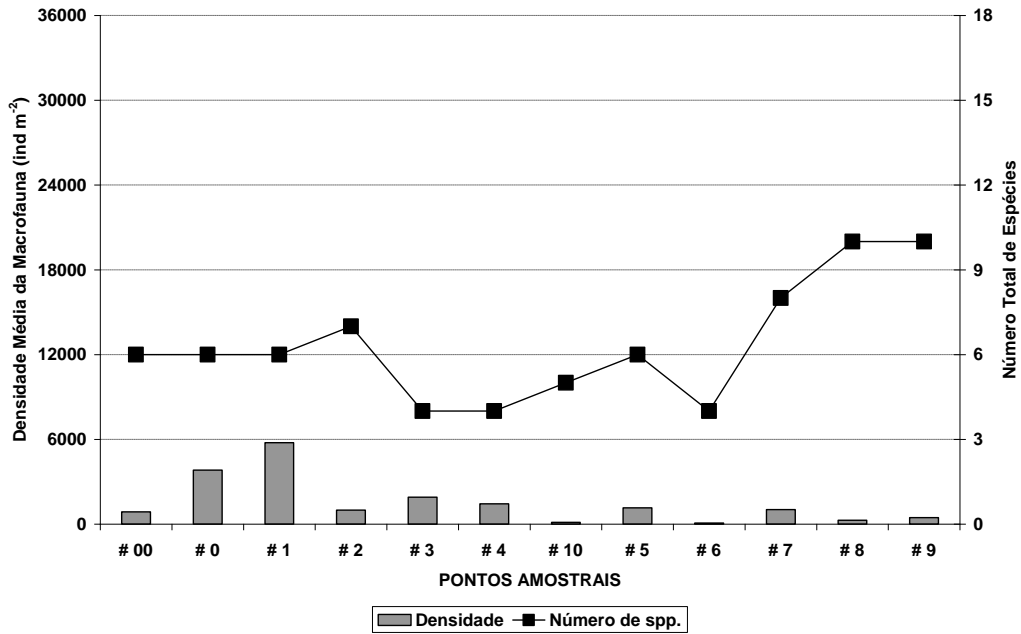


Figura 6.2 - Densidades médias do macrozoobentos (colunas) e número total de espécies (quadrados) registradas nas estações #00 a #9, na porção sul da região estuarina da Lagoa dos Patos, durante a primavera de 2010.

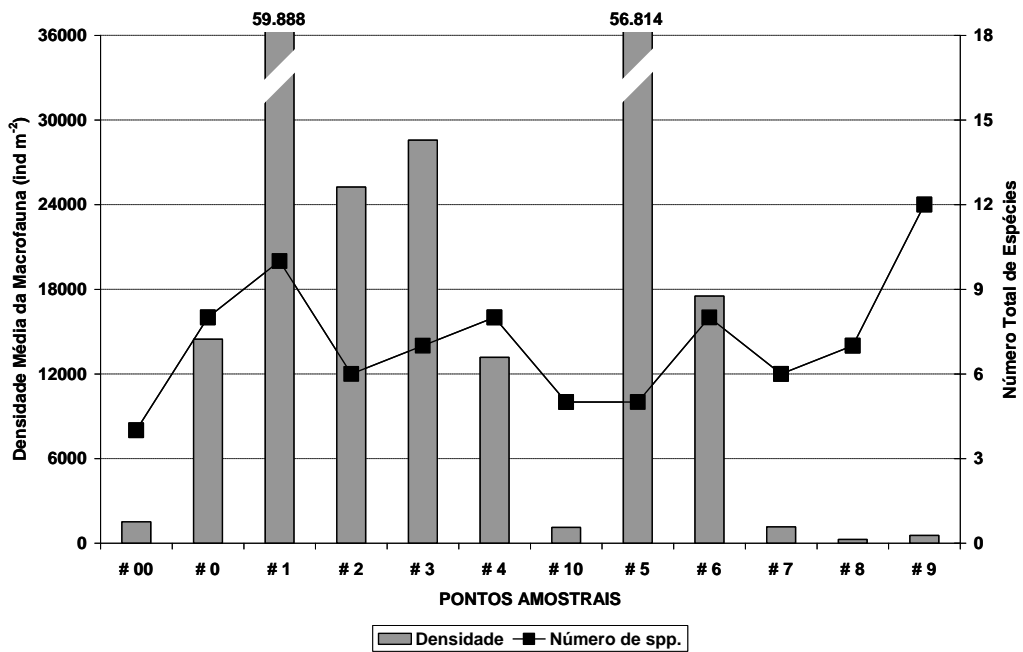


Figura 6.3 - Densidades médias do macrozoobentos (colunas) e número total de espécies (quadrados) registradas nas estações #00 a #9, na porção sul da região estuarina da Lagoa dos Patos, durante o verão de 2011.

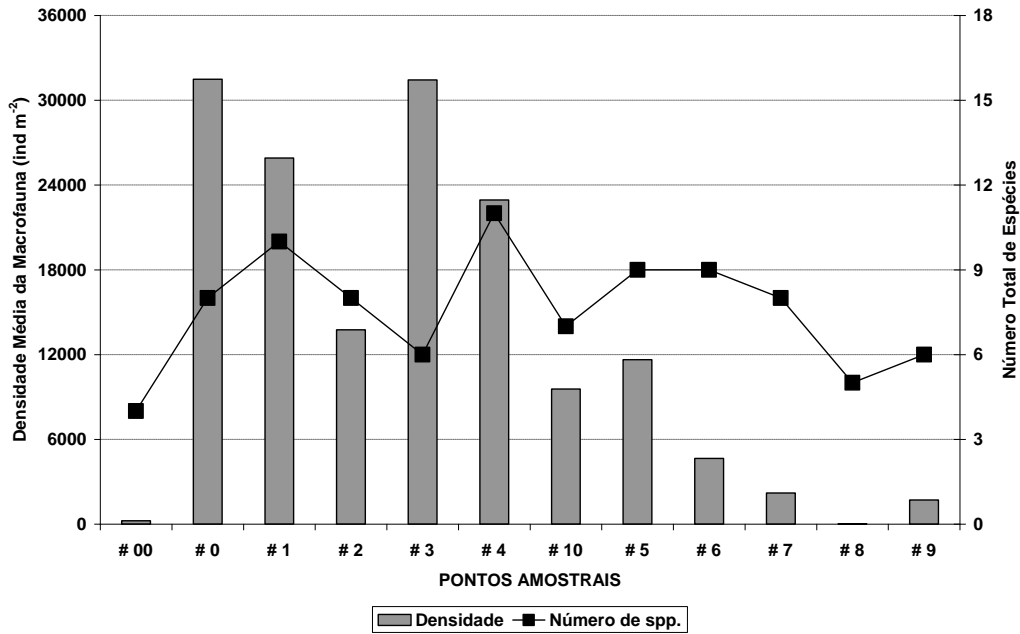


Figura 6.4 - Densidades médias do macrozoobentos (colunas) e número total de espécies (quadrados) registradas nas estações #00 a #9, na porção sul da região estuarina da Lagoa dos Patos, durante o outono de 2011.

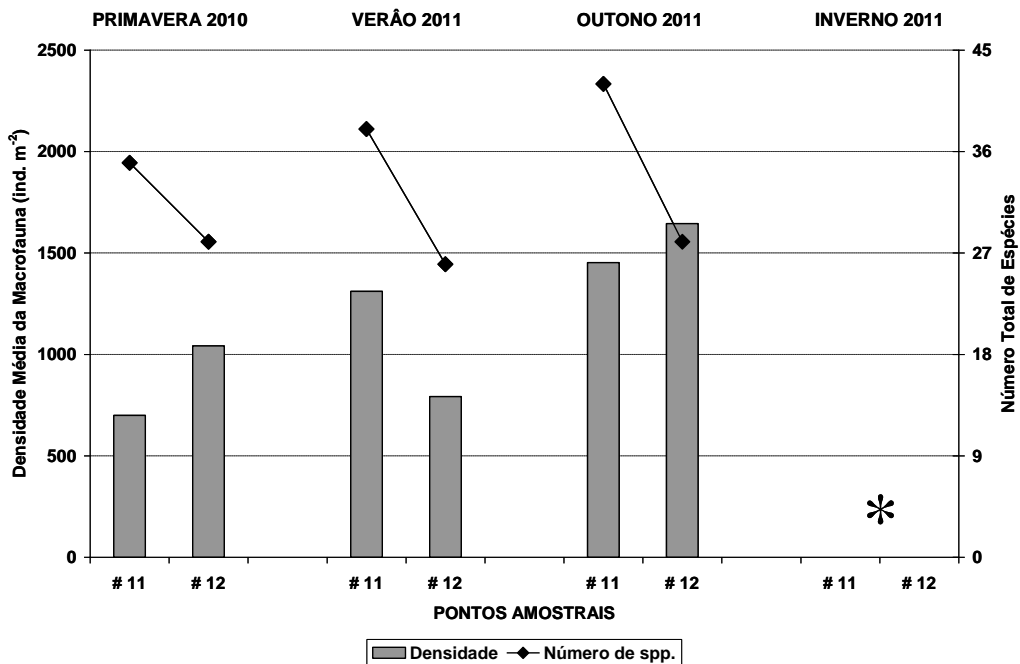


Figura 6.5 - Densidades médias do macrozoobentos (colunas) e número total de espécies (losangos) registradas na área de Descarte de material dragado (#11) e em sua respectiva área Controle (#12), entre a primavera 2010 e o outono 2011, na região oceânica de plataforma interna adjacente à desembocadura da Lagoa dos Patos. * = dados de inverno em fase de processamento.

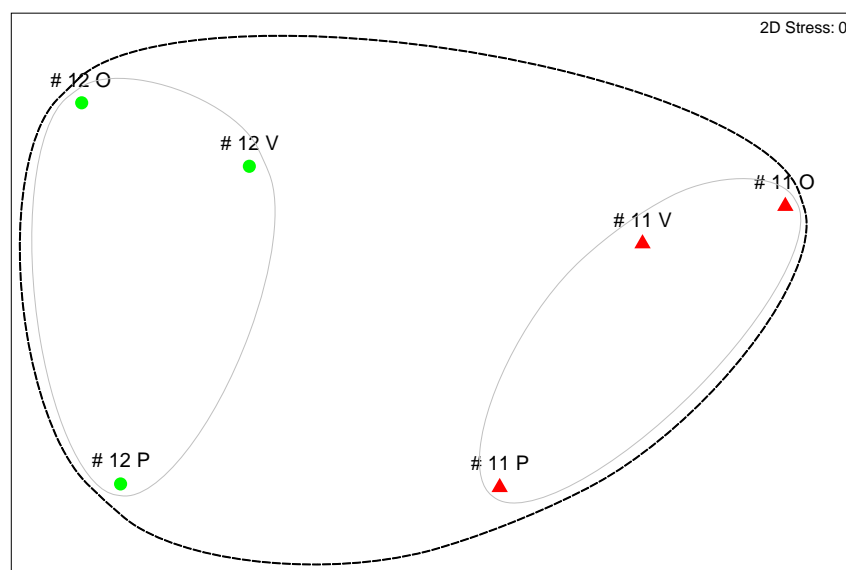


Figura 6.6 - Resultado das Análises de Ordenação (nMDS; símbolos) e Agrupamento (Cluster; linhas) referente à variação espaço-temporal da macrofauna bentônica na área de Descarte de material dragado (#11; ▲) e em sua respectiva área Controle (#12; ■), na região oceânica de plataforma interna adjacente à desembocadura da Lagoa dos Patos. P = primavera; V = verão; O = outono; --- = 47 % de similaridade; — = 62 % de similaridade.

Tabela 6.1. Localização das estações de coleta – Macrofauna bentônica

Estações de amostragem	latitude	longitude
00 - Farol do Diamante	31° 58.190'	052° 04.140'
0 - São José do Norte	31° 59.295'	052° 03.536'
1 - Terraplino	32° 01.460'	052° 03.460'
2 - Capitania	32° 02.058'	052° 04.550'
3 - Portão 4	32° 02.507'	052° 04.413'
4 - Bóia 4	32° 03.205'	052° 04.126'
5 - Boca da Mangueira	32° 03.540'	052° 04.320'
6 - Dique Seco	32° 05.656'	052° 05.941'
7 - Praticagem	32° 08.002'	052° 06.020'
8 - Raiz do Molhe	32° 09.376'	052° 05.271'
9 - Boca do Molhe	32° 10.995'	052° 04.690'
10 - Descarte Interno	32° 03.749'	052° 03.346'
11 - Descarte Oceânico	32° 15.190'	051° 39.200'
12 - Controle do Descarte Oceânico	32° 15.490'	051° 58.510'

Tabela 6.2. Soma da abundância (S), média (M) e erro padrão (EP) da densidade (ind./m²) dos macroinvertebrados bentônicos coletados nas estações #00 a #9, na porção sul da região estuarina da Lagoa dos Patos, durante a primavera de 2010. *** = < 0,05 %.

16.11.2010	# 00			# 0			# 1			# 2			# 3			# 4		
Latitude	31° 58,190'			31° 59,295'			32° 01,460'			32° 02,058'			32° 02,507'			32° 03,205'		
Longitude	052° 04,140'			052° 03,536'			052° 03,460'			052° 04,550'			052° 04,413'			052° 04,126'		
Temperatura (°C)	21			21			21			20			21			22		
Salinidade	0			0			2			6			6			5		
Secchi (m)	0,50			0,40			0,40			0,10			0,20			0,10		
Profundidade (m)	9			5			2			12			10			10		
	S	M	EP	S	M	EP	S	M	EP	S	M	EP	S	M	EP	S	M	EP
MOLLUSCA																		
<i>Anachis isabellei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erodona mactroides</i>	3	10	6	42	135	67	389	1247	505	6	19	6	11	35	18	20	64	38
<i>Heleobia australis</i>	190	609	109	1066	3417	605	872	2795	475	145	465	121	554	1776	484	413	1324	315
<i>Pholus campechiensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tagelus plebeius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POLYCHAETA																		
<i>Anicidea sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemipodus olivieri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heteromastus similis</i>	5	16	6	23	74	12	21	67	21	39	125	28	11	35	19	7	22	6
<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Magelona riojai</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neanthes succinea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0
<i>Nephtys fluviatilis</i>	38	122	26	41	131	11	52	167	25	70	224	95	18	58	28	6	19	6
<i>Parandalia tricuspsis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paraprionospio pinnata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sigambra grubii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CRUSTACEA																		
<i>Kallapseudes schubartii</i>	35	112	13	20	64	18	463	1484	418	47	151	111	0	0	0	0	0	0
<i>Sinelobus stanfordi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syndotea marplatensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0
NEMERTEA	1	3	3	1	3	3	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Densidade Média Total	872	3824	5763	990	1904	1429
Número Total de spp.	6	6	6	7	4	4

	# 10			# 5			# 6			# 7			# 8			# 9			A B U N D Á N C I A	D O M I N Â N C I A
Latitude	32° 03,749'			32° 03,540'			32° 05,656'			32° 08,002'			32° 09,376'			32° 10,995'				
Longitude	052° 03,346'			052° 04,320'			052° 05,941'			052° 06,020'			052° 05,271'			052° 04,690'				
Temperatura (°C)	21			21			21			21			21			21				
Salinidade	2			5			4			3			3			4				
Secchi (m)	0,30			0,10			0,30			0,40			0,30			0,20				
Profundidade (m)	4			7			17			17			14			19				
	S	M	EP	S	M	EP	S	M	EP	S	M	EP	S	M	EP	S	M	EP		
MOLLUSCA																				
<i>Anachis isabellei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	6	2	***
<i>Erodona mactroides</i>	0	0	0	4	13	9	0	0	0	45	144	109	7	22	22	0	0	0	527	9,4
<i>Heleobia australis</i>	15	48	21	263	843	287	16	51	23	256	821	786	2	6	6	0	0	0	3792	68,0
<i>Pholus campechiensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	321	227	100	1,8
<i>Tagelus plebeius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	1	***
POLYCHAETA																				
<i>Anicidea sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	6	0	0	0	3	0,1
<i>Hemipodus olivieri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	16	6	0	0	0	5	0,1
<i>Heteromastus similis</i>	18	58	45	43	138	99	6	19	19	11	35	13	23	74	3	2	6	4	209	3,7
<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	0	0	0	0	0	0	1	3	3	1	3	3	0	0	0	3	10	6	5	0,1
<i>Magelona riojai</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	6	0	0	0	2	***
<i>Neanthes succinea</i>	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	19	61	57	21	0,4
<i>Nephtys fluviatilis</i>	1	3	3	45	144	57	0	0	0	3	10	6	8	26	5	0	0	0	282	5,1
<i>Parandalia tricuspsis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	27	87	26	4	13	7	32	0,6
<i>Paraprionospio pinnata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	1	3	3	2	***
<i>Sigambra grubii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	22	8	4	13	13	11	0,2
CRUSTACEA																				
<i>Kallapseudes schubartii</i>	1	3	3	3	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	13	13	573	10,3
<i>Sinelobus stanfordi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	1	***
<i>Syndotea marplatensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	***
NEMERTEA	3	10	10	2	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	6	10	0,2

Densidade Média Total	122	1154	77	1022	272	452
Número Total de spp.	5	6	4	8	10	10

Tabela 6.3. Soma da abundância (S), média (M) e erro padrão (EP) da densidade (ind./m²) dos macroinvertebrados bentônicos coletados nas estações #00 a #9, na porção sul da região estuarina da Lagoa dos Patos, durante o verão de 2011. *** = < 0,05 %.

23.02.2011	# 00			# 0			# 1			# 2			# 3			# 4		
Latitude	31° 58,190'			31° 59,295'			32° 01,460'			32° 02,058'			32° 02,507'			32° 03,205'		
Longitude	052° 04,140'			052° 03,536'			052° 03,460'			052° 04,550'			052° 04,413'			052° 04,126'		
Temperatura (°C)	24			24			24			23			24			23		
Salinidade	3			3			3			3			2			5		
Secchi (m)	0,2			0,1			0,2			0,3			0,1			0,1		
Profundidade (m)	8			5			2			10			9			10		
	S	M	EP	S	M	EP	S	M	EP	S	M	EP	S	M	EP	S	M	EP
MOLLUSCA																		
<i>Anachis isabellei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erodona mactroides</i>	1	3	3	38	122	27	5305	17003	1826	0	0	0	5	16	16	1	3	3
<i>Heleobia australis</i>	455	1458	1281	4036	12936	7006	3318	10635	2318	7829	25093	4059	8883	28471	8892	4062	13019	1966
<i>Pholus campechiensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tagelus plebeius</i>	0	0	0	0	0	0	7	22	13	0	0	0	4	13	13	0	0	0
BIVALVIA Indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	4	2	6	4	1	3	3
POLYCHAETA																		
<i>Capitella capitata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemipodus olivieri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heteromastus similis</i>	0	0	0	63	202	99	103	330	63	3	10	6	1	3	3	3	10	6
<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	1	3	3
<i>Neanthes succinea</i>	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nephtys fluviatilis</i>	6	19	12	48	154	12	57	183	31	37	119	40	15	48	17	10	32	4
<i>Parandalia tricuspis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paraprionospio pinnata</i>	0	0	0	0	0	0	2	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pherusa capitata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sigambra grubii</i>	0	0	0	3	10	3	2	6	6	0	0	0	0	0	0	2	6	6
CRUSTACEA																		
<i>Cyrtograps angulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Kallapseudes schubartii</i>	7	22	6	317	1016	261	9889	31696	2812	3	10	10	0	0	0	31	99	45
<i>Kupellonura sp.</i>	0	0	0	4	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphaeromopsis mourei</i>	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECHIURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NEMERTEA	0	0	0	2	6	4	0	0	0	0	0	0	2	6	4	0	0	0
Densidade Média Total	1503			14458			59888			25240			28564			13176		
Número Total de spp.	4			8			10			6			7			8		

	# 10			# 5			# 6			# 7			# 8			# 9			A B U N D Â N C I A	D O M I N Â N C I A
Latitude	32° 03,749'			32° 03,540'			32° 05,656'			32° 08,002'			32° 09,376'			32° 10,995'				
Longitude	052° 03,346'			052° 04,320'			052° 05,941'			052° 06,020'			052° 05,271'			052° 04,690'				
Temperatura (°C)	25			24			25			25			25			26				
Salinidade	5			4			3			4			5			5				
Secchi (m)	0,3			0,2			0,3			0,5			0,4			0,4				
Profundidade (m)	12			7			17			16			8			20				
	S	M	EP	S	M	EP	S	M	EP	S	M	EP	S	M	EP	S	M	EP		
MOLLUSCA																				
<i>Anachis isabellei</i>	0	0	0	0	0	0	3	10	3	2	6	4	0	0	0	13	42	25	18	***
<i>Erodona mactroides</i>	0	0	0	2	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5352
<i>Heleobia australis</i>	256	821	770	17684	56679	17701	5443	17446	2425	349	1119	456	4	13	13	0	0	0	52319	76,14
<i>Pholus campechiensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	224	156	70	0,10
<i>Tagelus plebeius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
BIVALVIA Indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
POLYCHAETA																				
<i>Capitella capitata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	19	19	6	***
<i>Hemipodus olivieri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	13	13	3	10	6	7	***
<i>Heteromastus similis</i>	0	0	0	4	13	9	0	0	0	0	0	0	51	163	132	0	0	0	228	0,33
<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	1	3	3	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	9	29	13	13	***
<i>Neanthes succinea</i>	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	24	77	69	26	***
<i>Nephtys fluviatilis</i>	1	3	3	26	83	13	5	16	10	1	3	3	0	0	0	0	0	0	206	0,30
<i>Parandalia tricuspis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	4	0	0	0	4	13	7	6	***
<i>Paraprionospio pinnata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	***
<i>Pherusa capitata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	4	2	***
<i>Sigambra grubii</i>	0	0	0	0	0	0	6	19	9	5	16	12	11	35	12	2	6	4	4	21
CRUSTACEA																				
<i>Cyrtograps angulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	42	27	13	***
<i>Kallapseudes schubartii</i>	87	279	162	10	32	24	0	0	0	0	0	0	5	16	12	22	71	25	10371	15,09
<i>Kupellonura sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Sphaeromopsis mourei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	2	***
ECHIURA	0	0	0	0	0	0	4	13	9	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	5
NEMERTEA	2	6	4	0	0	0	1	3	3	0	0	0	5	16	12	3	10	3	15	***
Densidade Média Total	1112			56814			17513			1154			260			548			*** = < 0,05 %	
Número Total de spp.	5			5			8			6			7			12				

Tabela 6.6. Soma da abundância (S), média (M) e erro padrão (EP) da densidade (ind./m²) dos macroinvertebrados bentônicos coletados na área de Descarte de material dragado (#11) e em sua respectiva área Controle (#12), na região oceânica de plataforma interna adjacente à desembocadura da Lagoa dos Patos, durante o verão de 2011.

*** = < 0,5 %.

28.02.2011	# 11			# 12			A B U N D Â N C I A	D O M I N Â N C I A
Latitude	32° 15,190'			32° 15,490'				
Longitude	051° 59,300'			051° 58,510'				
Temperatura (°C)	25			25				
Salinidade	36			36				
Secchi (m)	2,5			2,0				
Profundidade (m)	19			20				
	S	M	EP	S	M	EP		
MOLLUSCA								
<i>Natica isabelleana</i>	1	3	3	2	6	6	3	***
BIVALVIA Indet.	0	0	0	3	10	10	3	***
POLYCHAETA								
<i>Aricidea</i> sp.	3	10	6	3	10	6	6	0,91
<i>Cirrophorus americanus</i>	65	208	99	92	295	77	157	23,93
<i>Clymenella</i> sp.	0	0	0	3	10	3	3	***
<i>Euclymene</i> sp.	0	0	0	1	3	3	1	***
<i>Goniada littorea</i>	1	3	3	1	3	3	2	***
<i>Gyptis</i> sp.	0	0	0	1	3	3	1	***
<i>Hemipodus olivieri</i>	12	38	9	10	32	11	22	3,35
<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	1	3	3	3	10	10	4	0,61
<i>Magelona posterelongata</i>	18	58	21	13	42	13	31	4,73
<i>Myriochelle oculata</i>	3	10	6	3	10	3	6	0,91
<i>Neanthes bruaca</i>	4	13	9	6	19	11	10	1,52
<i>Neanthes succinea</i>	0	0	0	1	3	3	1	***
<i>Nephtys simoni</i>	1	3	3	0	0	0	1	***
<i>Ninoe brasiliensis</i>	20	64	27	0	0	0	20	3,05
<i>Notomastus</i> sp.	1	3	3	0	0	0	1	***
<i>Notoproctus</i> sp.	1	3	3	0	0	0	1	***
<i>Owenia fusiformis</i>	1	3	3	0	0	0	1	***
<i>Parandala tricuspis</i>	3	10	6	29	93	26	32	4,88
<i>Parapionospio pinnata</i>	64	205	117	4	13	9	68	10,37
<i>Pherusa capitata</i>	2	6	4	3	10	6	5	0,76
<i>Pholoe</i> sp.	1	3	3	0	0	0	1	***
<i>Schistomeringus</i> sp.	1	3	3	0	0	0	1	***
<i>Scoloplos rubra</i>	11	35	8	2	6	4	13	1,98
<i>Sigambra grubii</i>	2	6	4	38	122	35	40	6,10
POLYCHAETA sp.17	2	6	4	0	0	0	2	***
MALDANIDAE Indet.	0	0	0	1	3	3	1	***
TRICHOBRANCHIDAE Indet.	1	3	3	0	0	0	1	***
CRUSTACEA								
<i>Austinia patagoniensis</i>	1	3	3	7	22	22	8	1,22
<i>Leptocuma kinbergii</i>	1	3	3	0	0	0	1	***
<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	0	0	0	6	19	19	6	0,91
<i>Sergio mirim</i>	1	3	3	0	0	0	1	***
AMPHIPODA sp.3	1	3	3	0	0	0	1	***
AMPHIPODA sp.5	1	3	3	0	0	0	1	***
CARIDEA Indet.	4	13	5	0	0	0	4	0,61
PAGUROIDEA Indet.	1	3	3	0	0	0	1	***
PHOXOCEPHALOPSIDAE Indet.	7	22	14	0	0	0	7	1,07
ECHINODERMATA								
OPHIUROIDEA (juv.)	131	420	34	1	3	3	132	20,12
<i>Amphiodia planispina</i>	11	35	10	0	0	0	11	1,68
<i>Amphiuira joubini</i>	17	54	21	1	3	3	18	2,74
<i>Amphipholis squamata</i>	9	29	10	0	0	0	9	1,37
<i>Hemipholis elongata</i>	1	3	3	0	0	0	1	***
ECHIURA	0	0	0	10	32	11	10	1,52
NEMERTEA	3	10	6	3	10	3	6	0,91
SIPUNCULA	1	3	3	0	0	0	1	***
Densidade Média Total	1311			792			*** = < 0,5 %	
Número Total de spp.	38			26				

Tabela 6.7. Soma da abundância (S), média (M) e erro padrão (EP) da densidade (ind./m²) dos macroinvertebrados bentônicos coletados na área de Descarte de material dragado (#11) e em sua respectiva área Controle (#12), na região oceânica de plataforma interna adjacente à desembocadura da Lagoa dos Patos, durante o outono de 2011.

*** = < 0,5 %.

15.06.2011	# 11			# 12			A B U N D Â N C I A	D O M I N Â N C I A
Latitude	32° 15,190'			32° 15,490'				
Longitude	51° 59,300'			51° 58,510'				
Temperatura (°C)	15			15				
Salinidade	34			34				
Secchi (m)	0,5			0,5				
Profundidade (m)	19			20				
	S	M	EP	S	M	EP		
MOLLUSCA								
<i>Anachis isabellei</i>	0	0	0	3	10	6	3	***
<i>Mactra isabelleana</i>	0	0	0	1	3	3	1	***
<i>Natica isabelleana</i>	23	74	36	14	45	15	37	3,8
BIVALVIA Indet.	2	6	6	0	0	0	2	***
POLYCHAETA								
<i>Aricidea</i> sp.	2	6	6	7	22	22	9	0,9
<i>Cirrophorus americanus</i>	40	128	65	170	545	72	210	21,7
<i>Clymenella</i> sp.	0	0	0	8	26	12	8	0,8
<i>Goniada littorea</i>	0	0	0	25	80	20	25	2,6
<i>Gyptis</i> sp.	6	19	19	4	13	7	10	1,0
<i>Hemipodus olivieri</i>	14	45	22	2	6	4	16	1,7
<i>Laonice branchiata</i>	6	19	19	0	0	0	6	0,6
<i>Magelona postereolonga</i>	7	22	15	49	157	24	56	5,8
<i>Myriochelle oculata</i>	7	22	3	3	10	6	10	1,0
<i>Neanthes bruaca</i>	2	6	6	11	35	11	13	1,3
<i>Nephtys simoni</i>	12	38	12	0	0	0	12	1,2
<i>Nirœo brasiliensis</i>	12	38	17	7	22	10	19	2,0
<i>Notoproctus</i> sp.	0	0	0	16	51	23	16	1,7
<i>Onuphis</i> sp.	2	6	6	0	0	0	2	***
<i>Ophelia</i> sp.	4	13	13	0	0	0	4	***
<i>Owenia fusiformis</i>	3	10	6	0	0	0	3	***
<i>Parandalia tricuspis</i>	4	13	7	32	103	14	36	3,7
<i>Paraprionospio pinnata</i>	132	423	307	0	0	0	132	13,7
<i>Pherusa capitata</i>	1	3	3	7	22	11	8	0,8
<i>Pholoe</i> sp.	9	29	11	0	0	0	9	0,9
<i>Schistomeringus</i> sp.	2	6	6	0	0	0	2	***
<i>Scoloplos rubra</i>	10	32	8	2	6	6	12	1,2
<i>Sigambra grubii</i>	3	10	6	58	186	53	61	6,3
MALDANIDAE (juv.)	4	13	13	50	160	118	54	5,6
CRUSTACEA								
<i>Ampelisca paria</i>	0	0	0	1	3	3	1	***
<i>Austinixa patagoniensis</i>	0	0	0	5	16	12	5	0,5
<i>Bathyporeia bisetosus</i>	2	6	6	0	0	0	2	***
<i>Cheiriphotis megacheles</i>	2	6	6	1	3	3	3	***
<i>Diastylis sympterygiae</i>	1	3	3	8	26	10	9	0,9
<i>Hepatus pudibundus</i>	2	6	6	0	0	0	2	***
<i>Uromunna peterseni</i>	1	3	3	0	0	0	1	***
CARIDEA Indet.	0	0	0	3	10	6	3	***
DECAPODA sp.2	0	0	0	2	6	6	2	***
ISOPODA sp.5	4	13	7	0	0	0	4	***
OSTRACODA Indet.	7	22	18	0	0	0	7	0,7
PAGUROIDEA Indet.	4	13	5	0	0	0	4	***
PHOXOCEPHALOPSIDAE Indet.	2	6	4	0	0	0	2	***
PLATYISCHNOPIIDAE Indet.	7	22	18	0	0	0	7	0,7
ECHINODERMATA								
ECHINOIDEA (juv.)	10	32	19	0	0	0	10	1,0
OPHIUROIDEA (juv.)	55	176	65	0	0	0	55	5,7
<i>Amphiodia planispina</i>	9	29	13	0	0	0	9	0,9
<i>Amphioplis lucyae</i>	2	6	6	0	0	0	2	***
<i>Amphipholis squamata</i>	16	51	23	0	0	0	16	1,7
<i>Hemipholis elongata</i>	7	22	18	0	0	0	7	0,7
OPHIUROIDEA Indet.	6	19	19	0	0	0	6	0,6
ECHIURA	0	0	0	14	45	6	14	1,4
NEMERTEA	6	19	11	6	19	8	12	1,2
PLATYHELMINTHES	3	10	6	4	13	13	7	0,7
Densidade Média Total	1452			1644			*** = < 0,5 %	
Número Total de spp.	42			28				

7. ICTIOFAUNA

7.1 – EQUIPE TÉCNICA

Dr João Paes Vieira - Coordenador

Dr Alexandre Miranda Garcia – Colaborador

MSc Leonardo Evangelista Moraes – Colaborador

Gilson Junior Cordeiro – Estagiário

7.2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS E METODOLOGIA

7.2.1 Monitoramento da Composição de Espécies, Abundância e Diversidade dos Peixes (Coletas Experimentais)

7.2.1.1 Coletas de campo

As amostragens mensais relativas ao monitoramento da ictiofauna cumpriram o plano de trabalho, e foram realizadas mensalmente entre janeiro a outubro de 2011. As amostras foram obtidas em 4 estações de coleta, localizadas nas zonas rasas do estuário da Lagoa dos Patos, nas localidades denominadas de Prainha (32° 09.047' S, 52° 06.133' W), Franceses (32° 03.649' S, 52° 05.272' W), Marambaia (31° 59.553' S, 52° 05.970' W) e Torotama (31° 54.865' S, 52° 09.138' W) (Figura 7.1). Em cada uma dessas estações de coleta foram realizados mensalmente cinco arrastos de praia com rede tipo picaré (9 m de comprimento, 13 mm de malha nas asas e 5 mm no centro), totalizando 120 amostras da ictiofauna estuarina. Conjuntamente, foram registradas a temperatura da água, salinidade e transparência da água (disco de *Secchi*).

7.2.1.2 Processamento das amostras

Do total de amostras coletadas entre janeiro e outubro de 2011, um total de 100% já foi triado e processado, ou seja, os indivíduos foram identificados sempre que possível ao nível de espécie, medidos o seu comprimento total (CT em mm), pesados por espécie (g) e os dados obtidos foram armazenados em planilhas de papel e, posteriormente, digitalizados em planilhas eletrônicas. Como a entrega desse relatório foi em Novembro de 2011, os meses de novembro e

dezembro ainda serão coletados e, portanto, não estão incluídos nos resultados apresentados abaixo.

O grande volume de indivíduos coletados e o pequeno porte (<30mm) da maioria dos indivíduos, demanda um tempo elevado na identificação taxonômica (muitas espécies requerem inspeção e contagem de caracteres merísticos na lupa) e na obtenção dos dados de biometria (tamanho individual e peso por espécie). Nasquelas amostras com um número muito elevado de indivíduos para a mesma espécie, como para as tainhas do gênero *Mugil*, foi realizado o quarteamento com o objetivo de reduzir o tempo de processamento da amostra.

7.2.1.3 Análise dos dados

Os dados obtidos foram comparados a uma série histórica de 10 anos de coleta mensal entre janeiro de 1997 e dezembro de 2006, os quais foram obtidos nos mesmos pontos de coleta e empregando o mesmo método de amostragem que esta sendo usado nesse monitoramento, ou seja, um mesmo amostrador (rede picaré com as mesmas dimensões descritas acima) e usando o mesmo procedimento padrão e o mesmo número de réplicas (5). Essa série ininterrupta de amostras é utilizada como 'dado de referência' para permitir uma análise e interpretação mais precisa e eficiente dos dados obtidos no atual monitoramento. Tal procedimento é fundamental em estudos de monitoramento, pois permite avaliar e comparar os padrões observados numa escala temporal adequada.

A variabilidade temporal nos parâmetros que caracterizam a assembléia de peixes do estuário da Lagoa dos Patos é bastante marcada (Garcia 1999), podendo estar ligada a fatores locais, regionais (Chao et al. 1985, Vieira et al. 1988), e mesmo influenciada por fenômenos climáticos globais (Garcia et al. 2004, Vieira et al. 2008). Portanto, a comparação com dados de referência de longo prazo é uma ferramenta importante que permite distinguir com maior clareza possíveis anomalias no comportamento dos parâmetros estudados em um monitoramento (Likens 1989).

Os padrões de abundância e recrutamento das espécies foram analisados a partir do cálculo de uma única representação gráfica, aonde a CPUE (Captura por Unidade de Esforço – Indivíduos por arrasto) é analisada nas diferentes classes de tamanho (comprimento total em mm) das espécies (Vieira, 1991). Este procedimento permite avaliar quais as unidades de tamanho (por exemplo, juvenis ou sub-adultos) que foram capturadas em maior abundância para cada espécie (Geracitano, 1998). Já a diversidade foi interpretada através de medidas independentes de seus dois principais componentes: riqueza de espécies e equitatividade

(Magurran 1988). Desse modo, é possível interpretar com mais objetividade e clareza o conceito de diversidade, e ao mesmo tempo, avaliar a interação de seus componentes (Garcia & Vieira, 1997). Finalmente, para avaliar a similaridade da composição de espécies entre os meses monitorados e os dados de referência foi utilizada um MDS (*Non-metric Multi-Dimensional Scaling*), sendo que os dados foram previamente transformados usando raiz quadrada e a matriz de similaridade foi obtida a partir do método de Bray-Curtis (Clarck & Warwick 2001, Zar 1984).

7.3 RESULTADOS E CONCLUSÕES

Um total de 23.718 indivíduos e 23 espécies de peixes foram capturadas (Tabela 7-1). Um total de quatro espécies (as tainhas *Mugil liza* e *Mugil curema*, o peixe-rei *Atherinella brasiliensis*, a sardinha *Brevoortia pectinata*, e o barrigudinho *Jenynsia multidentata*) representou 97% das capturas. Esse padrão de abundância foi bastante semelhante àquele que vem sendo observado em estudos anteriores para as zonas rasas do estuário da Lagoa dos Patos (Vieira et al. 1998). Por exemplo, de acordo com Chao et al. (1985), que estudou a região entre 1978 e 1984, a ictiofauna nas zonas rasas é dominada por pequenos peixes estuarinos residentes e de juvenis de espécies marinhas estuarinas dependentes. Os juvenis de tainha (*Mugil platanus*=*M. liza*, *M. curema*, *M. gaimardianus*), os peixes-rei (*Atherinella brasiliensis* e *Odontesthes argentinensis*), três clupeídeos (*Brevoortia pectinata*, *Platanichthys platana* e *Ramnogaster arcuata*), o barrigudinho (*Jenynsia lineata*=*J. multidentata*) e a corvina (*Micropogonias furnieri*) constituem mais de 95% das capturas de peixes nas zonas rasas.

Uma comparação da composição de espécies em cada mês, com o banco de dados de 10 anos (1997-2006), demonstram que os padrões observados para a ictiofauna durante os meses monitorados (janeiro a outubro de 2011) estão dentro dos padrões comumente observados nos últimos 10 anos, para os mesmos meses do ano (Figura 7.2). Uma mesma conformidade com os dados históricos foi observada para os padrões de recrutamento e composição de tamanho da assembléia de peixes (Figura 7.3). Do mesmo modo, a amplitude da variação mensal da diversidade de peixes do estuário nos dez meses monitorados, incluindo os componentes da riqueza de espécies e equitatividade, está dentro dos limites observados nos últimos 10 anos (Figura 7.4).

7.4 COMENTÁRIOS GERAIS

A composição das espécies, o padrão de abundância relativa, a composição de tamanho e a diversidade da assembléia de peixes do estuário durante os meses analisados (janeiro a outubro de 2011), estão dentro dos limites observados nos dados históricos disponíveis (1997-2006) e também em conformidade com a literatura disponível sobre a ictiofauna estuarina da Lagoa dos Patos (Chao et al., 1982; Chao et al. 1985; Vieira et al. 1998; Garcia et al. 2003).

7.5 ANEXOS

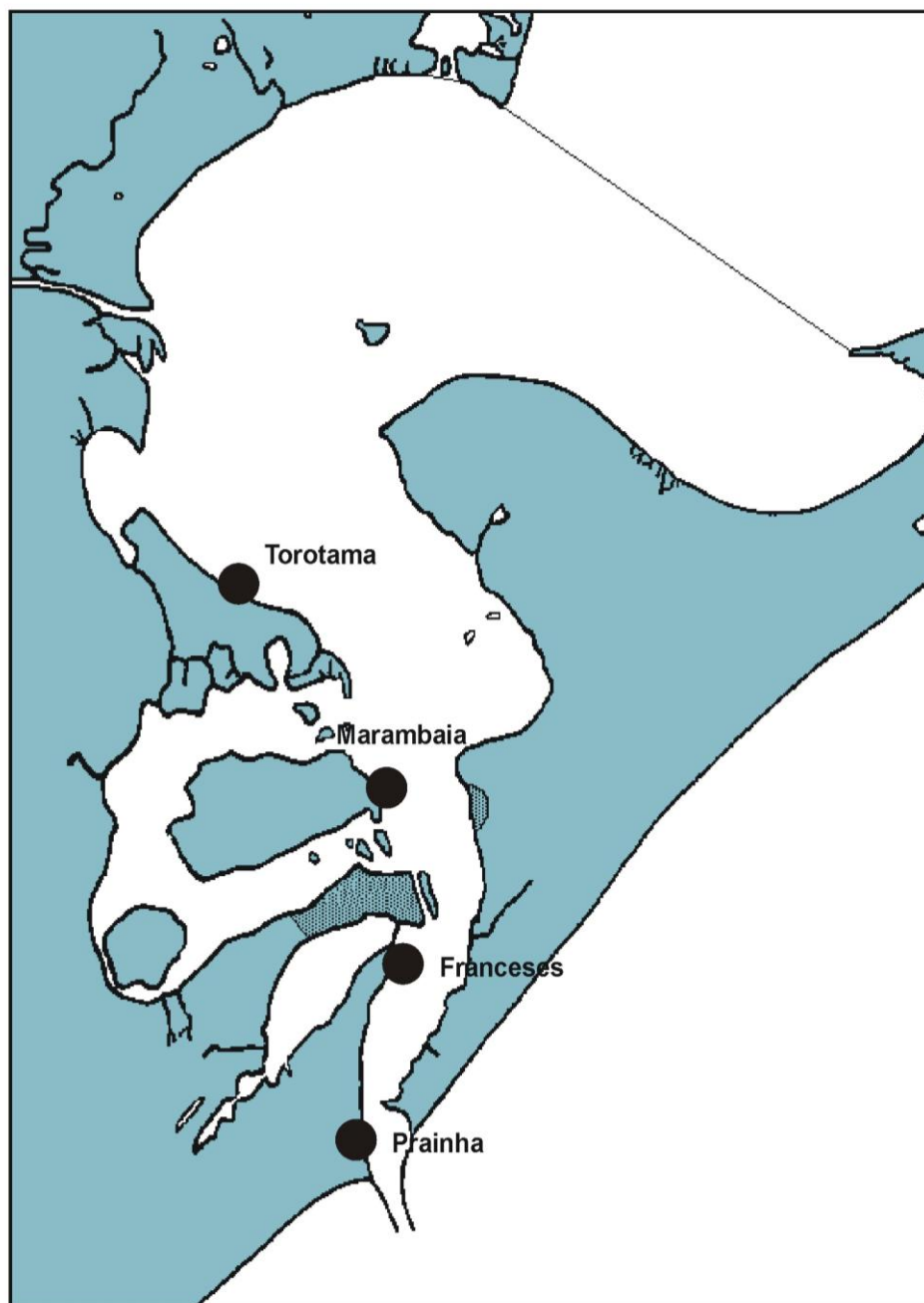


Figura 7.1 - Mapa com a localização das quatro estações de coleta de peixes no estuário da Lagoa dos Patos.

Tabela 1 - Número de indivíduos (NTOT), número de indivíduos por arrasto (CPUE), número de indivíduos por arrasto em percentual (CPUE%) e frequência de ocorrência (FO%) dos peixes capturados nas 4 estações de coleta na região estuarina da Lagoa dos Patos (Prainha, Franceses, Marambaia e Torotama, vide mapa). Espécies ordenadas com sua dominância (CPUE*FO%), do maior para o menor.

Espécie	Nome popular	NTOT	CPUE	CPUE (%)	FO (%)
<i>Mugil liza</i>	Tainha	12.923	64,62	54,486	62,0
<i>Atherinella brasiliensis</i>	Peixe-rei	4.581	22,91	19,314	67,5
<i>Brevoortia pectinata</i>	Savelha	4.059	20,30	17,114	25,5
<i>Jenynsia multidentata</i>	Barrigudinho	996	4,98	4,199	25,0
<i>Mugil curema</i>	Tainha	519	2,60	2,188	30,5
<i>Odontesthes argentinensis</i>	Peixe-rei	186	0,93	0,784	24,5
<i>Mugil gaimardianus</i>	Tainha	289	1,45	1,218	5,5
<i>Micropogonias furnieri</i>	Corvina	32	0,16	0,135	8,0
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	Carapeba	55	0,28	0,232	4,0
<i>Platanichthys platana</i>	Sardinha	22	0,11	0,093	4,5
<i>Diapterus rhombeus</i>	Carapeba	24	0,12	0,101	3,5
Clupeidae		11	0,06	0,046	3,0
<i>Lycengraulis grossidens</i>	Manjuba	8	0,04	0,034	3,5
<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	Lambari	2	0,01	0,008	1,0
<i>Oligoplites saliens</i>	Gauivira	2	0,01	0,008	0,5
<i>Astyanax fasciatus</i>	Lambari	1	0,01	0,004	0,5
<i>Astyanax sp.</i>	Lambari	1	0,01	0,004	0,5
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Cará	1	0,01	0,004	0,5
<i>Harengula clupeola</i>	Sardinha	1	0,01	0,004	0,5
<i>Hyphessobrycon luetkenii</i>	Lambari	1	0,01	0,004	0,5
<i>Paralichthys orbignyanus</i>	Linguado	1	0,01	0,004	0,5
<i>Pogonias cromis</i>	Miragaia	1	0,01	0,004	0,5
<i>Pomatomus saltatrix</i>	Anchova	1	0,01	0,004	0,5
<i>Trachinotus marginatus</i>	Pampo	1	0,01	0,004	0,5

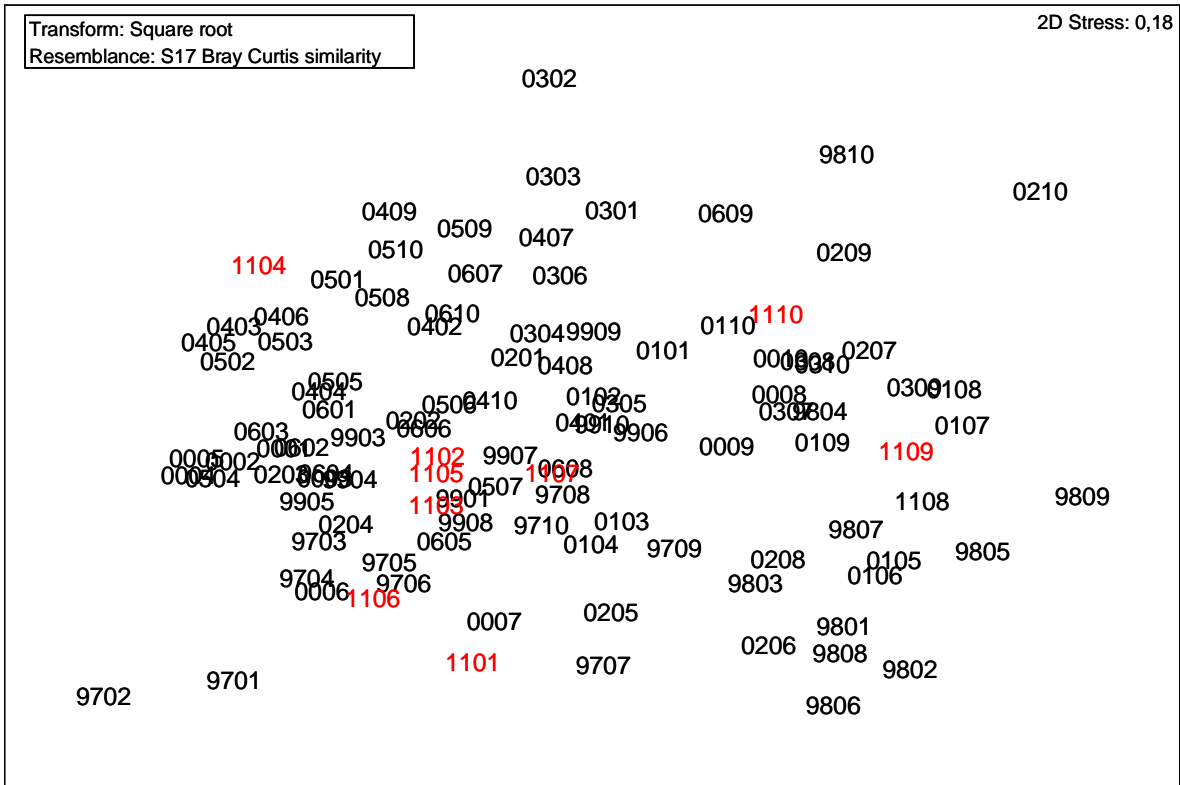


Figura 7.2 - Análise da composição de espécies através da técnica de MDS (*Non-metric Multi-Dimensional Scaling*) referente aos meses de janeiro a outubro de 2011 (em vermelho) e para os mesmos meses durante um período de 10 anos (1997-2006). Os dois primeiros números representam os anos, seguidos do mês (Ex.: 0302; fevereiro de 2003). Dados de CPUE transformados através de raiz quadrada e emprego do método de agrupamento de Bray-Curtis.

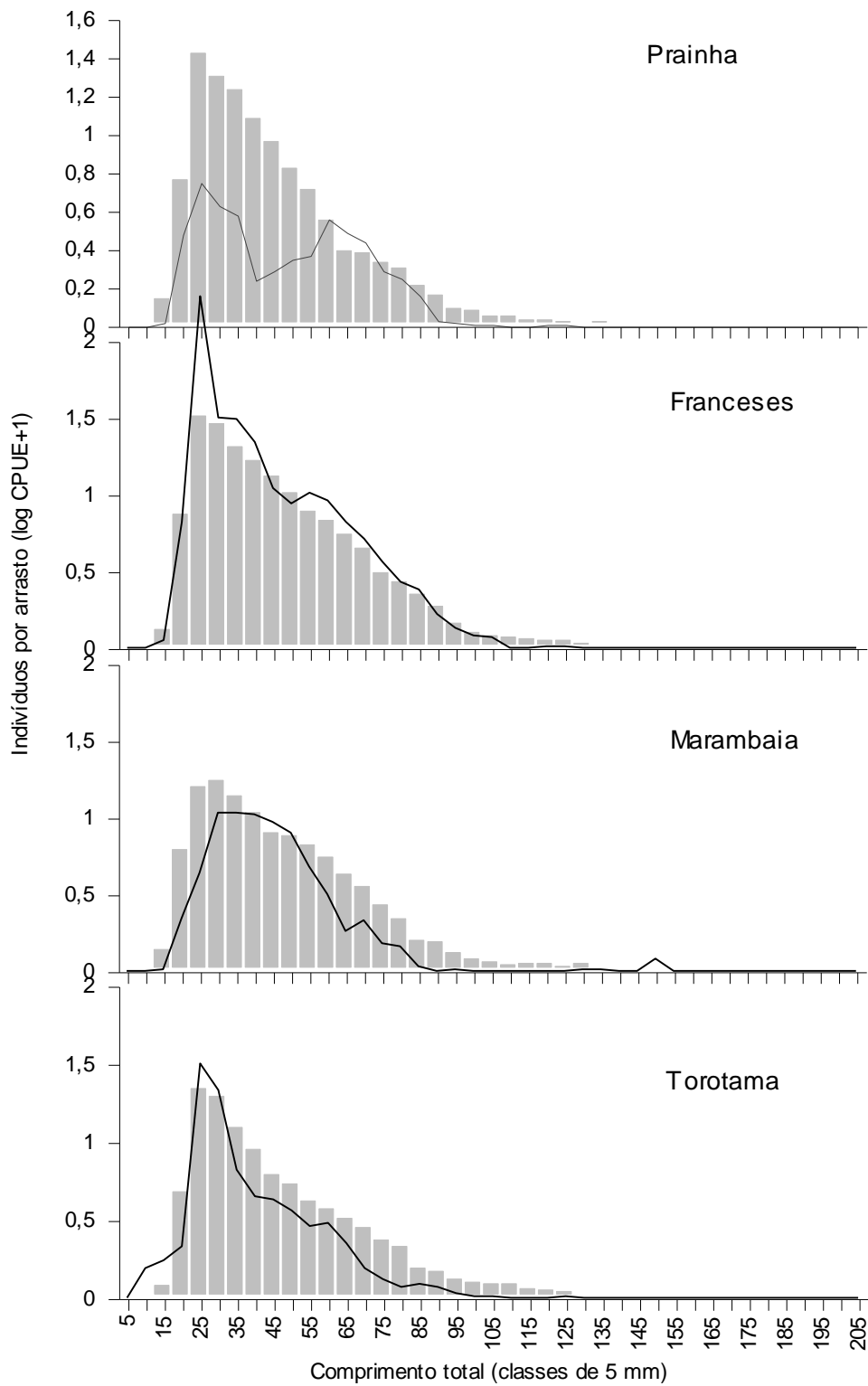


Figura 7.3 - Abundância média (CPUE, indivíduos por arrasto) por classes de tamanho (5 em 5 mm de comprimento total) dos peixes capturados em cada estação de coleta no estuário (Prainha, Franceses, Marambaia e Torotama) entre os meses de janeiro a outubro de 2011 (linha). Os 10 anos de dados de referência (1997-2006) para os mesmos meses monitorados (janeiro-outubro) estão representados na área cinza.

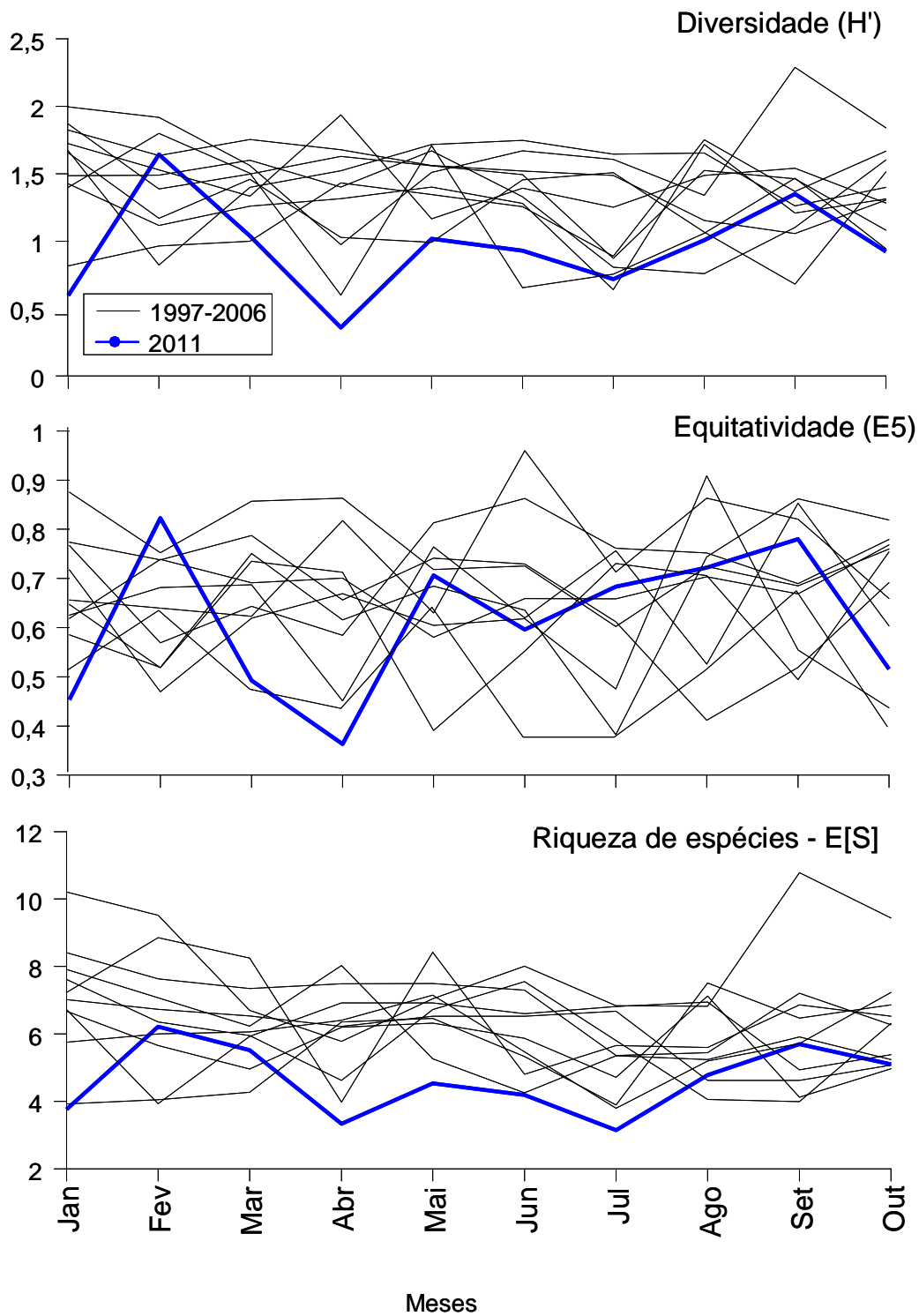


Figura 7.4 - Variação mensal (janeiro a outubro) da diversidade (Shannon – H' base e), riqueza esperada de espécies (rarefação, E[S]=50) e equitatividade (Hill, E5) da assembléia peixes coletada no estuário (Prainha, Franceses, Marambaia e Torotama) entre janeiro a outubro de 2010 (linha vermelha). A variação mensal dos mesmos parâmetros durante os 10 anos de dados de referência (1997-2006) estão representados pelas demais linhas.

8. CETÁCEOS –

8.1 EQUIPE TÉCNICA

Prof. Dr. Eduardo R. Secchi - Coordenador

M.Sc. Pedro F. Fruet - Colaborador

Oc. Rodrigo C. Genoves – Colaborador

Biol. Mariana da Rosa Fetter – Pesquisadora

8.2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS E METODOLOGIA

8.2.1 Introdução

O boto, *Tursiops truncatus*, se distribui amplamente em águas tropicais e temperadas de todo o mundo, ocupando uma variedade de habitats marinhos (Kenney 1990). No oceano Atlântico Sul Ocidental a presença de *T. truncatus* é comum em águas costeiras e baías do Brasil até o centro sul da Argentina (Bastida *et al.*, 2007). Apesar de ser uma das espécies de cetáceos mais estudada, sua ampla distribuição geográfica dificulta os esforços para avaliar o seu status de conservação em um nível global. Muitas populações regionais costeiras são impactadas por atividades antrópicas e encontram-se sob suspeita de declínio, como é o caso da população de botos que habita o estuário da Lagoa dos Patos e sistema marinho adjacente (Fruet *et al.*, 2010). Esta população é pequena e residente (Dalla Rosa, 1999; Fruet *et al.*, 2011) e dependente do estuário para suas atividades vitais (Mattos *et al.*, 2007).

Espécies costeiras com altos graus de residência são vulneráveis ao declínio populacional devido principalmente à degradação do habitat, particularmente quando essas espécies ocupam habitats relativamente restritos (Warkentin & Hernandez, 1996). À medida que o tamanho populacional decresce, o risco de extinção aumenta devido aos efeitos de intercruzamento, perda de diversidade genética e devido a efeitos estocásticos ambientais e

demográficos (e.g. Caughley & Gunn, 1996; Fowler & Baker, 1991). Análises de viabilidade populacional de espécies costeiras de pequenos cetáceos bem estudadas (*T. truncatus* e *Cephalorhynchus hectori*) indicam que populações constituídas por menos de 100 animais possuem altas probabilidades de extinção (Thompson *et al.*, 2000; Burkhart & Slooten, 2003).

Rio Grande se encontra em pleno desenvolvimento, e é responsável por grande parte do impacto ambiental oriundo de atividades antrópicas (p. ex. pesca e atividades portuárias) no estuário da Lagoa dos Patos e sistema marinho adjacente. Com o aumento do tamanho e do tráfego de embarcações, consequentes obras e atividades de infra-estrutura (ampliação dos molhes da barra e dragagens do canal de acesso), recente instalação de indústrias correlatas e estaleiros, além da possível extensão da atividade portuária para as margens da cidade de São José do Norte, o ambiente pode vir a ser impactado ou mesmo sofrer grandes alterações em sua dinâmica.

Os possíveis impactos na comunidade de botos só podem ser mensurados após um longo período de estudo, pois trata-se de animais de vida longa e reprodução lenta. Através do monitoramento a longo-prazo de alguns parâmetros populacionais tais como, tamanho da população e taxas reprodutivas (e.g. Beissinger & McCullough, 2002) torna-se possível detectar pequenas alterações na sua dinâmica. Além disso, a compreensão dos padrões de distribuição e movimentação dos indivíduos na área monitorada é essencial para que, caso seja necessário, ações de mitigação ou minimização dos impactos (p.ex. criação de uma área de exclusão de pesca) sejam baseadas em dados científicos robustos. (e.g. Ingram & Rogan, 2002; Parra *et al.*, 2006).

O sub-projeto “Monitoramento dos Botos” vem acompanhando esta pequena população através do *Programa de Monitoramento Ambiental Continuado do Porto do Rio Grande* desde 2007.

Coleta dos Dados

O percurso das saídas no estuário teve início alternado entre a Ponta do Retiro (31°58.81'S 052°3.78'W) e a boca da barra (32°10.92'S 052°4.65'W). Deslocamentos em ziguezague (navegando com auxílio de GPS) eram efetuados ao longo da área de estudo a bordo da lancha "Charlotte", um barco inflável de fundo rígido de 5,8m equipado com um motor de popa de 90hp, a uma velocidade variando entre 18-20 km/h. Durante as saídas, estiveram sempre presentes o piloto da embarcação e mais dois pesquisadores: o fotógrafo e uma pessoa encarregada de anotar os dados coletados durante a saída (Figura 8.2). Os dois pesquisadores, com uma visão de 180°, sem o auxílio de binóculos, procuravam pelos botos. Quando um grupo de botos era avistado, deixava-se a rota, aproximava-se o barco cuidadosamente e o mesmo era conduzido paralelamente ao grupo para dar início à foto-identificação, a qual seguiu a metodologia descrita por Würsig & Jefferson (1990). Para tanto, utilizou-se uma máquina fotográfica digital Nikon D300 com uma lente Zoom 70-300mm. Durante as amostragens, as fotos das nadadeiras dorsais foram tiradas aleatoriamente, ou seja, independentemente de o animal possuir ou não marcas de longa duração.

Procurou-se tirar o máximo de fotografias possível para aumentar a probabilidade de se obter ao menos uma foto de boa qualidade de cada indivíduo do grupo. Após assegurar-se de que haviam fotos suficientes de boa qualidade para cada indivíduo, o grupo era abandonado, retornava-se para a rota e dava-se início a busca por novos grupos. Para cada grupo de botos encontrado registrou-se a hora e duração do encontro, posição geográfica (utilizando GPS Garmin ETREX Legend), estimativa do tamanho do grupo (mínimo, máximo e melhor), comportamento e composição do grupo (número de filhotes, juvenis e/ou adultos).



Figura 8.2 - Pesquisadores a bordo da lancha "Charlotte".

Análises dos dados de Foto-identificação

Somente fotos no foco, com a nadadeira dorsal exposta e perpendicular ao fotógrafo foram utilizadas nas análises. A identificação individual foi baseada somente em marcas evidentes de longa duração (Figura 8.3), como cortes, depressões, arranhões profundos ou deformidades (Würsig & Würsig, 1977). Cada boto marcado recebeu um código exclusivo (p.ex.: #008) e foi adicionado ao catálogo de referencia de botos foto-identificados, o qual é mantido pelo Museu Oceanográfico/FURG desde 1976. Sempre que um indivíduo marcado era foto-identificado, comparavam-se suas marcas com as dos botos previamente catalogados. Caso o boto marcado não houvesse sido fotografado anteriormente em uma determinada ocasião amostral, ele recebia um código e era adicionado ao catálogo. Caso contrário, era considerado como uma re-avistagem.

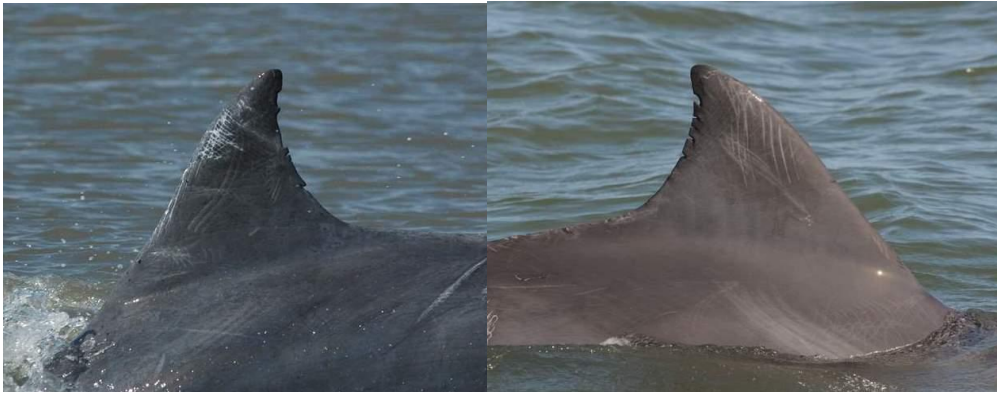


Figura 8.3 - Exemplos de marcas de longa-duração utilizadas para identificação individual dos botos no estuário da Lagoa dos Patos.

Estimativa do Número de Animais Marcados na População

Foram selecionados dados de grupos de botos amostrados dentro da área estuarina para estimar a abundância da população. A estimativa de abundância foi baseada em um modelo de marcação – recaptura para populações fechadas: o estimador de Petersen com a modificação de Chapman (CH) (Chapman, 1951), o qual considera somente duas ocasiões amostrais e assume probabilidades iguais de captura entre os indivíduos. Neste caso, metade das observações ($n=11$) foram consideradas como período de marcação e as últimas ($n=12$) como período de re-captura. A modificação de Chapman para o estimador de Petersen é dada por:

$$\hat{N}_{CH} = \frac{(n_1 + 1)(n_2 + 1)}{(m_2 + 1)} - 1 \quad \text{onde,}$$

n_1 = número de indivíduos com marcas permanentes capturados na ocasião 1;

n_2 = número de indivíduos com marcas permanentes capturados na ocasião 2;

m_2 =número de indivíduos re-capturados na ocasião 2;

Sua variância é dada por:

$$V(\hat{N}_{CH}) = \frac{(n_1 + 1)(n_2 + 1)(n_1 - m)(n_2 - m)}{(m_2 + 1)^2(m_2 + 2)}$$

O intervalo de confiança foi construído assumindo uma distribuição normal para os indivíduos não capturados.

Estimativa do Tamanho Total da População

Nem todos os botos apresentam marcas permanentes identificáveis; entretanto, a abundância pode ser estimada combinando a estimativa do número de animais marcados com a estimativa da sua proporção na população (Seber, 1982; Willians *et al.*, 1993; Wilson *et al.*, 1999). A proporção dos indivíduos com marcas de longa duração na população (θ), obtida pela média das proporções de animais marcados estimadas para cada grupo de botos fotografados, foi utilizada para corrigir o tamanho total da população (N_T), que é dada pela relação N/θ . Filhotes foram tratados como botos não marcados (caso não apresentassem marcas) e foram incorporados na estimativa do teta (Wilson *et al.*, 1999).

A variância foi calculada pelo método delta como

$$\text{var}(\hat{N}_T) = \hat{N}_T^2 \left(\frac{\text{var}(\hat{N})}{\hat{N}} + \frac{1 - \hat{\theta}}{n\hat{\theta}} \right) \text{ onde,}$$

n = número total de animais a partir do qual (θ) foi estimado;

θ = proporção de animais marcados na população;

N^* = estimativa do número de animais marcados na população;

Burnham *et al.* (1987) recomendam a aproximação log-normal para a construção dos intervalos de confiança, uma vez que intervalos de confiança padrão (i.e., através de aproximação normal) podem resultar em limites abaixo de zero. Assim, o limite inferior do

intervalo de confiança é dado por $\hat{N}_I = \hat{N}/r$ e o limite superior por $\hat{N}_S = \hat{N} \times r$. Para um intervalo de 95%, r é calculado como:

$$r = \exp\{1,96\sqrt{\ln(1 + (CV(\hat{N}_T))^2)}\}$$

onde $(1 + (CV(\hat{N}_T))^2)$ é uma aproximação da $\text{var}(\ln \hat{N}_T)$.

Taxas de nascimento

A taxa bruta de nascimento anual foi calculada dividindo-se o número de nascimentos registrados pelo tamanho total da população estimada para 2010/2011.

Padrões de distribuição

Na área estuarina foi utilizada a mesma metodologia e o mesmo desenho amostral das saídas de foto-identificação. Nas áreas costeiras adjacentes (Área Sul e Área Norte) as transecções em zigue-zague cobrindo a área preferencialmente utilizada pelos indivíduos da população (Di Tullio, 2009), sendo limitadas pela zona de arrebentação e por uma linha paralela a linha de costa situada a 2km de distância da mesma, cobrindo uma distância linear de 25km desde a base de cada molhe (Figura 8.4). Pontos para amostragem oceanográfica (salinidade e temperatura da água na superfície e transparência) foram estabelecidos a priori (Figura 8.4). A coleta de dados para cada grupo encontrado seguiu a mesma metodologia das saídas de foto-identificação e as coordenadas geográficas foram exportadas para uma carta náutica digitalizada.

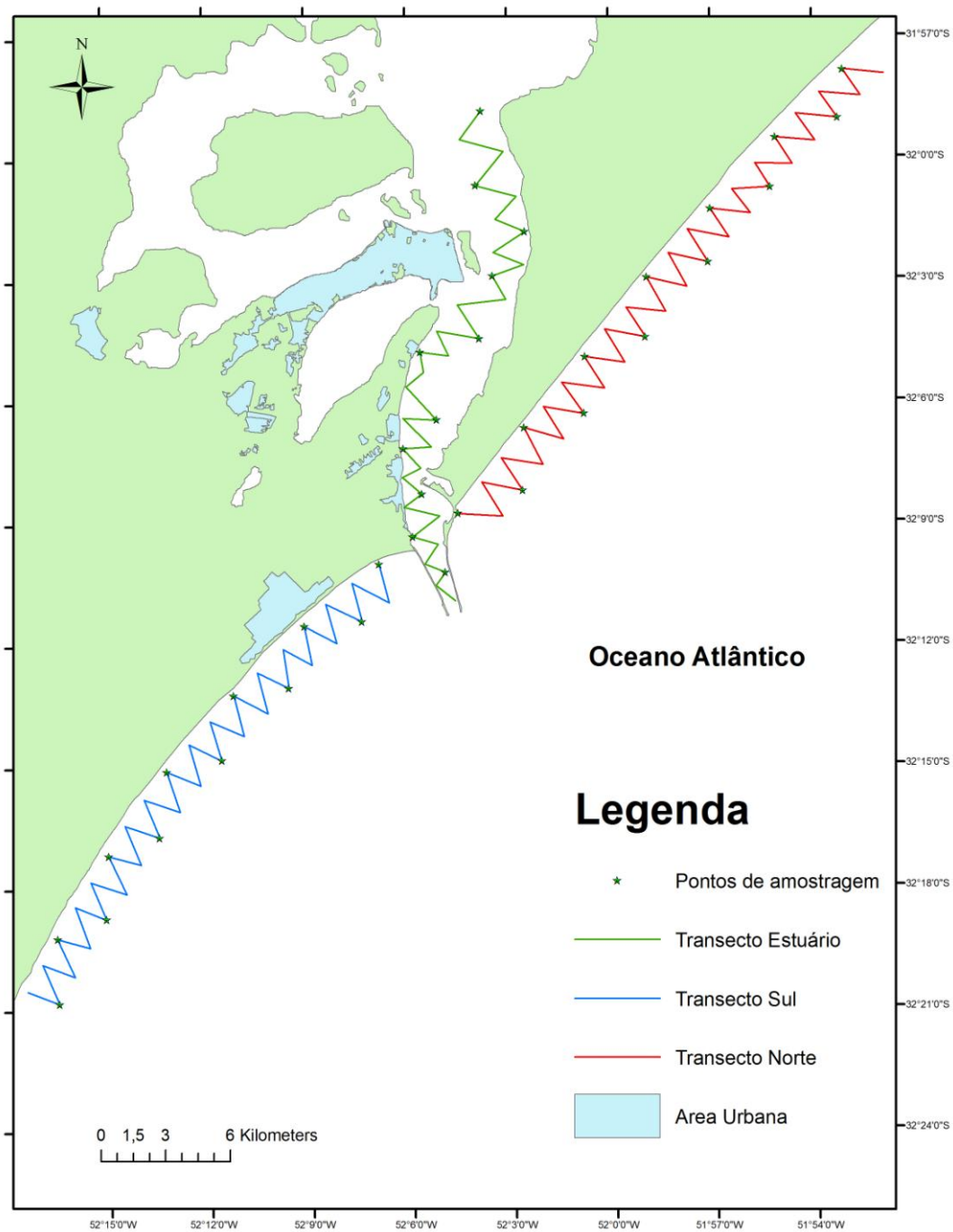


Figura 8.4 - Desenho amostral para determinação dos padrões de distribuição dos botos na região estuarina da Lagoa dos Patos e zona costeira adjacente.

8.3 RESULTADOS

Estimativa de abundância e Parâmetros Reprodutivos

Entre outubro de 2010 e outubro de 2011 foram realizadas 27 saídas de campo, totalizando 204 horas e 48 minutos de esforço amostral (41h e 57min e 162h e 51min respectivamente). Foram observados 210 grupos ao longo deste período e um total de 7519 fotografias foram tiradas. Dentre todas as saídas, 23 tiveram esforço na área estuarina e foram utilizadas na estimativa de abundância. Um total de 83 grupos foram encontrados nesta área (Figura 8.5), com seu tamanho variando entre 1 e 24 indivíduos (média=5,48; DP=4,48). Foi possível identificar 52 botos a partir de marcas naturais de longa duração em suas nadadeiras dorsais, sendo que a estimativa do número de animais marcados foi de 54 indivíduos (IC 95%= 52-56), muito similar ao número de indivíduos identificados. Ao corrigir este número pela proporção de animais marcados na população ($\theta = 0.678$), estimou-se o tamanho total da população de botos em 80 indivíduos (IC 95%: 73-87). Foram registrados nove nascimentos entre o final da primavera de 2010 e o verão de 2011, representando uma taxa bruta anual de nascimentos (i.e. relação do número de filhotes e o tamanho da população) de aproximadamente 8,8%.

Comparando-se os resultados deste relatório com os valores obtidos em anos anteriores (Tabela 8.1), podemos observar que ambos os parâmetros continuam estáveis nos últimos anos. Contudo, é importante ressaltar que este é o segundo ano consecutivo em que a estimativa de abundância alcança apenas 80 indivíduos, o que comparado a 2005 sugere uma redução de 8% do tamanho da população em 7 anos, indicando um declínio anual de 1%. Futuras estimativas de abundância com modelos mais robustos poderão ajudar a elucidar se este declínio é verdadeiro ou se é apenas reflexo de variações anuais de esforço amostral.

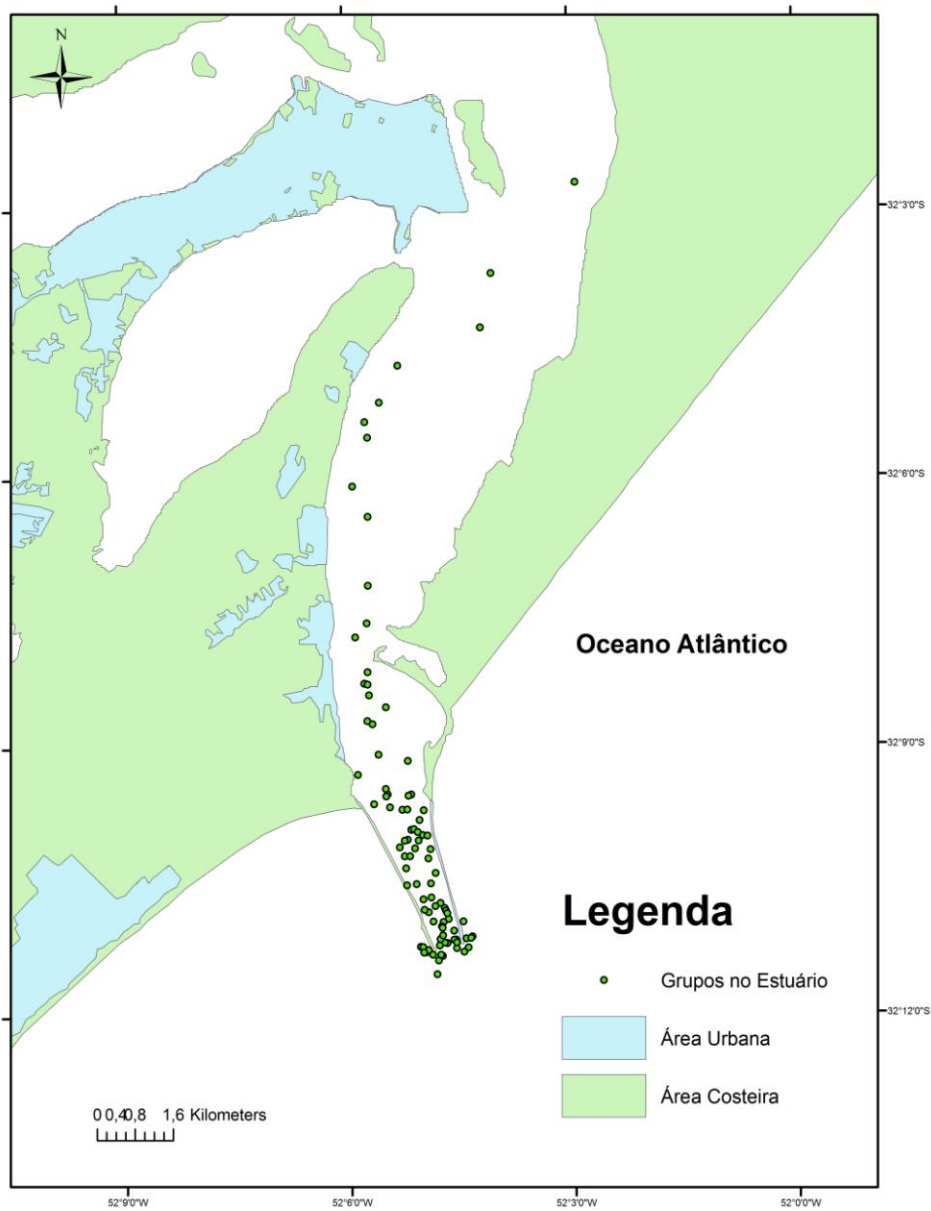


Figura 8.5 - Distribuição dos grupos de botos encontrados na área estuarina.

Tabela 8.1. Parâmetros populacionais de botos, *Tursiops truncatus*, do estuário da Lagoa dos Patos.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nt (IC 95%)	87 (80-94)	85 (80-90)	86 (80-92)	76 (80-92)	87 (81-93)	80 (69-92)	80 (73-87)
Ne	7	7	6	7	7	6	7
TBRA	8%	8%	7%	8%	8%	7,5%	8,7%

Nt= estimativa do tamanho total da população; Ne=número de beonatos observados; TBRA= taxa bruta de reprodução anual

Padrões de Distribuição

Foram realizadas 9 saídas no interior do estuário, 6 saídas na área sul e 5 na área norte (Figura 8.6). Além destas, duas saídas que foram realizadas para foto-identificar os botos nas áreas sul e norte também foram consideradas nas análises, uma vez que monitoraram por completo as respectivas áreas. No total, 169 grupos de botos foram encontrados durante 170 horas e 28 minutos de esforço amostral. O tamanho dos grupos variou de 1 a 22, com uma média de 5,2 (DP=4,2) indivíduos por grupo. Assim como em 2010, a maior taxa de avistagem de indivíduos por quilômetro percorrido foi na área norte (média=0,38; DP=0,21), seguida pela área estuarina (média=0,33; DP=0,17). A menor taxa novamente foi da área sul (média=0,14; DP=0,21). Entretanto, mais uma vez o esforço realizado no inverno, período de maior concentração de botos na área sul (Di Tullio 2009), foi muito abaixo do esperado, o que provavelmente resultou nesta baixa taxa de avistagem. As avistagens na área estuarina ocorreram entre a boca da barra e a Ilha da Base, se concentrando na boca da barra e diminuindo em número com o distanciamento da mesma (Figura 8.7). Nas áreas costeiras, a maioria das avistagens ocorreu em águas rasas, distando no máximo 2,5km da costa e apenas nas proximidades dos molhes. Os grupos foram encontrados em profundidades que variaram de 1,8 a 20 metros, com uma média de 8,21 metros (DP 5,2 metros). Para a área norte as profundidades variaram de 1,8 a 12 metros (média 3,84 e DP 2,18 metros). No sul, variaram de 2,6 a 14 metros (média 7,60 e DP 3,36 metros) e no estuário variaram de 3 a 20 metros (média 12,3 e DP 4,3 metros). Em relação à distância dos molhes, a área sul apresentou uma diminuição do número de avistagens com o distanciamento dos molhes, enquanto a área norte apresentou uma distribuição mais homogênea (Figura 8.7). As avistagens costeiras mais distantes ocorreram a 24,5km ao sul e 35km ao norte da base dos molhes. Ao comparar o período de estudo com o ano de 2010, observa-se que na área norte e na área sul o padrão

seguiu o mesmo, inclusive porque em 2010 também houve pouco esforço no inverno. Porém, a taxa média de avistagem na área estuarina é muito maior em 2011 (média= 0,33) do que em 2010 (média=0,15). Isto sugere que os botos não utilizaram a área estuarina homoganeamente neste período de dois anos, visto que esta área foi mais utilizada em 2011. Além disso, alguns animais foram encontrados a 10km do ultimo ponto da transecção realizada na área norte, mostrando que a população utiliza amplamente a região costeira.

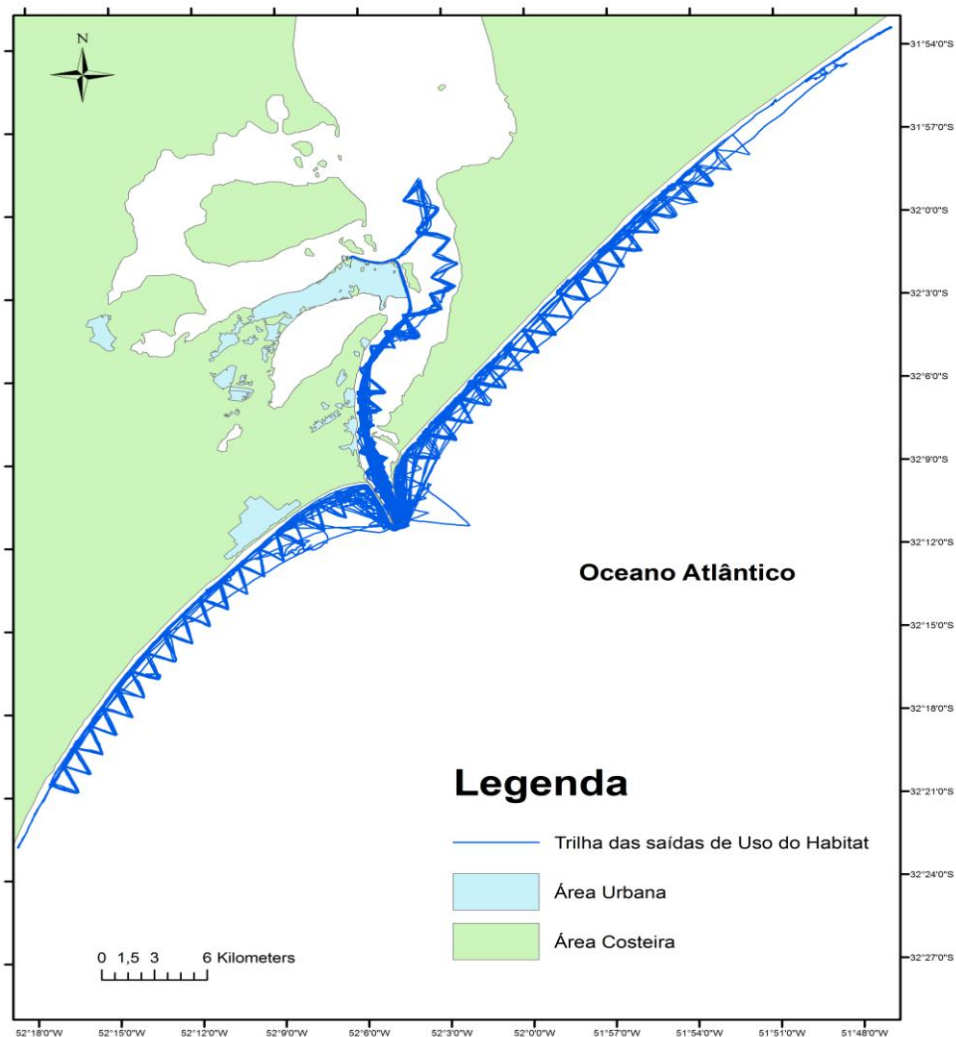


Figura 8.6 - Percursos realizados durante as saídas de campo para investigar o uso do habitat dos botos no estuário da Lagoa dos Patos e áreas costeiras adjacentes

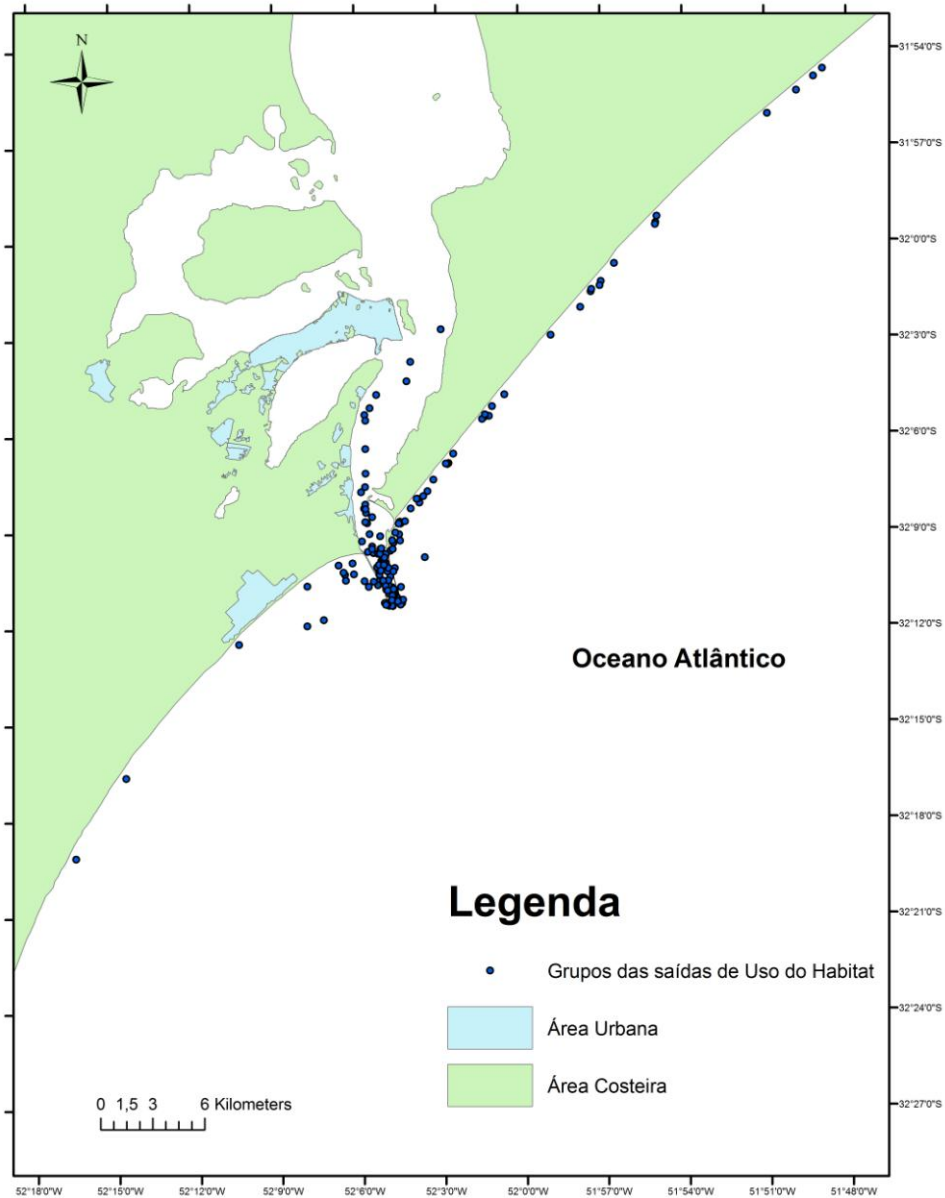


Figura 8.7 - Distribuição dos grupos de botos encontrados durante as saídas de campo realizadas para investigar o uso do habitat pelos botos, *Tursiops truncatus*, no estuário da Lagoa dos Patos e áreas costeiras adjacentes.

8.4 CONCLUSÃO

Parâmetros populacionais –

A análise de dados do monitoramento sistemático da população de botos (*Tursiops truncatus*) resultou em uma precisa estimativa de abundância de 80 indivíduos (IC 95%: 73-87) utilizando a área estuarina ao longo do ano de 2010. Nove nascimentos foram registrados entre

o final da primavera de 2010 e o verão de 2011, representando em uma taxa bruta de reprodução anual (i.e. relação entre o número de filhotes e o tamanho da população) de aproximadamente 8,8% (valor aceitável sob o ponto de vista biológico para a espécie). Incluindo estes resultados em perspectiva temporal percebe-se pouca variação nestes parâmetros populacionais nos últimos 7 anos. Contudo, é importante ressaltar que este é o segundo ano consecutivo em que a estimativa de abundância alcança apenas 80 indivíduos, o que comparado a estimativa de abundância realizada em 2005 sugere uma redução de 8% do tamanho da população em 7 anos, indicando um declínio anual aproximado de 1.2%. Futuras estimativas de abundância poderão ajudar a elucidar se este declínio é verdadeiro ou se é reflexo de heterogeneidade no esforço amostral entre os anos.

Distribuição/ uso de habitat

De uma maneira geral, os padrões no uso da área monitorada não se alteraram significativamente em 2011. Assim como em anos anteriores, a maior taxa de avistagem de indivíduos por quilômetro percorrido foi na área costeira ao norte da desembocadura da Lagoa dos Patos (média=0,38; DP=0,21), seguida pela área estuarina (média=0,33; DP=0,17). A menor taxa novamente foi na área ao sul da Lagoa dos Patos (média=0,14; DP=0,21). Em relação ao uso das águas do estuário, em 2011 os botos foram registrados com maior frequência na área estuarina e em águas mais interiores do que em 2010, quando os dados apontaram para um declínio no uso do estuário. Tal declínio esteve provavelmente associado a uma alta pluviosidade registrada em 2010, o que pode ter afetado a densidade e diversidade de espécies de peixes marinhos na região estuarina que são presas dos botos.

A maior taxa de avistagem na área costeira ao norte da desembocadura do estuário da Lagoa dos Patos provavelmente esteja associada a uma maior disponibilidade de presas na área e um reduzido tráfego de embarcações. Por outro lado, as razões do menor uso da área costeira ao sul da desembocadura do estuário devem ser melhor investigadas. A lama associada ao fundo do mar ao longo desta área pode estar influenciando na disponibilidade de presas e conseqüentemente na distribuição dos botos, uma vez que estes animais não observamos os animais alimentando-se em áreas com fundo coberto pela lama, onde observamos os botos apenas em atividades de deslocamento.

9. CONCLUSÕES FINAIS

A seguir são apresentadas as principais conclusões de cada grupo de trabalho do Programa de Monitoramento Ambiental do Porto do Rio Grande, na ordem em que são apresentadas no Relatório.

O padrão geral de concentração dos **parâmetros físicos, nutrientes e metais** nas águas do estuário foi em **total conformidade com a legislação ambiental**.

Entretanto, os aportes de efluentes a partir das margens do estuário fizeram com que ocorram picos de concentrações de **nutrientes** um pouco acima do que é considerado normal, não padronizados no tempo nem no espaço, mas com tendência a ocorrerem em regime de vazante e próximos a centros urbanos, como Rio Grande e Pelotas.

Um regime recente de enchente, mesmo que seja pelo fundo, pode empurrar essas águas estuarinas com maior trofia para o norte, onde pode provocar posteriormente eutrofizações, caso condições de elevações da temperatura ou períodos de estiagem sejam favoráveis para tanto. Em fortes regimes de vazante, isso pode ocorrer junto à área de deságué do estuário, podendo até supostamente afetar as áreas adjacentes de rebentação praias.

Portanto, essas evidências podem ser mais detalhadas com estudos similares feitos espaço-temporalmente nas margens do estuário, com vistas a comparações de áreas com diferentes hidrodinâmicas, tempo de residência, níveis de recepção de efluentes, poder de autodepuração e profundidade. Isso permitirá melhor identificar as reais fontes desses nutrientes, já que as possíveis origens são muito diversificadas na região, onde há além dos aportes intensos de efluentes domésticos e industriais não suficientemente tratados, aportes navais e portuários, já que a região está em franco desenvolvimento nessas áreas.

Em termos de cuidados legais com o ambiente, toda a região sofreu enquadramento pela FEPAM em 1995 segundo a vocação de cada área hídrica. Para cada Classe de água foram definidos limites de concentrações de compostos químicos que devem ser respeitados. Esse estudo mostrou que isso está sendo cumprido para as águas e canais. Entretanto, como as mesmas recebem aportes antrópicos já diluídos, é importante que sejam fiscalizados os lançamentos a partir das margens do estuário, visando a preservação do estuário como um todo, já que as áreas não são independentes.

Particularmente para os **metais**, o Monitoramento Contínuo nos pontos fixos no estuário em 2011 indicou, como nos anos anteriores, um comportamento sazonal dos metais que está relacionado com o período de chuvas e principalmente com o vento, que promove a entrada ou saída de água do estuário. O gradiente salino durante o monitoramento realizado no outono,

inverno e primavera apresentou semelhanças quanto a sua localização na área oceânica. Apesar disso, as concentrações dos metais nem sempre apresentaram o mesmo comportamento, sendo que os perfis de distribuição das concentrações não foram função exclusiva da salinidade. Não foram observadas diferenças significativas no comportamento dos metais com relação aos monitoramentos anteriormente realizados.

Em relação aos **bioindicadores**, as análises de peixes, bem como do camarão, amostrados durante o verão mostraram teores de metais abaixo do limite estabelecido pela legislação, não indicando problemas, sob o ponto de vista sanitário. Ao comparar as concentrações de metais para amostras de craca e mexilhão coletadas no Farol da Conceição, no molhe Oeste e na área portuária não fica evidenciado um aumento da concentração de metais naqueles organismos pela ação das atividades antropogênicas, sendo essa conclusão coerente com os resultados das análises das amostras da coluna d'água. Durante o monitoramento de 2011, foram identificados apenas dois resultados de análises acima da legislação: arsênio e cromo.

Na **especação química**, as coletas do outono e da primavera revelaram as razões mais elevadas de (Cu lábil / Cu total) e (Cr lábil / Cr total), o que pode ser atribuído à salinidade característica desse período. É importante observar que no outono e primavera a proporção de (Cr lábil / Cr total) é significativamente alta, ou seja, o cromo encontra-se em concentrações majoritariamente na forma lábil. Este fato poderia explicar o resultado de cromo encontrado em amostra de craca no inverno superior ao estabelecido pela legislação, embora não tenham sido registrados valores superiores aos limites máximos estabelecidos pela legislação nas amostras da coluna d'água para esse elemento. Por outro lado, as máximas razões de (As III / As inorgânico) e (Fe reativo / Fe dissolvido) ocorreram no inverno/primavera e inverno/verão, respectivamente, e esses valores parecem estar associados ao material em suspensão. No entanto, as concentrações totais desses metais estão em níveis aceitáveis pela legislação vigente.

Em termos das principais **frações granulométricas** (cascalho, areia, silte, argila), os resultados estatísticos mostram que, em média, os sedimentos coletados na 1ª campanha podem ser classificados globalmente como silte-argilosos, enquanto os da 2ª campanha podem ser classificados como fácies mistas lamosas. Em termos comparativos ao monitoramento do ano de 2010, verifica-se que os sedimentos das campanhas 1 e 2 de 2011 são mais grosseiros, representados pelos maiores teores da fração areia. Este fato é atribuído às atividades de dragagem associadas a condições hidrodinâmicas estuarinas mais intensas que favoreceram a retirada das frações granulométricas mais finas dos sedimentos.

Em relação à **caracterização química dos sedimentos**, os dados mostram que os valores de pH dos sedimentos estudados foram muito homogêneos entre os pontos e entre as campanhas, apresentando média próxima a 7, e podem ser globalmente classificados como neutros. Os valores do potencial redox (Eh) apresentaram médias muito próximas entre as campanhas e permitem classificar que os sedimentos encontram-se em condições mediamente redutoras a redutoras para as duas campanhas amostrais.

Os valores de COT, NOT e Óleos e Graxas apresentaram teores pouco variáveis, e estão de acordo com os valores habitualmente verificados nessa região portuária – estuarina da Lagoa dos Patos. Os resultados desses parâmetros não mostraram diferenças expressivas em relação aos valores obtidos no monitoramento de anos anteriores. Como todos os teores de COT e NOT situam-se muito abaixo dos valores de referência do CONAMA 344/2004. Assim, os sedimentos da região portuária – estuarina podem ser classificados como não contaminados por esses compostos orgânicos, assim esses parâmetros não representam perigo ao meio ambiente e a biota.

Com relação aos teores de P-total nos sedimentos, apenas 4 pontos excederam o valor de alerta estabelecido pela resolução do CONAMA 344/2004. Esses valores indicam que os sedimentos da região portuária – estuarina estão pouco contaminados por fósforo. Contudo, não se observou um processo de incremento dessa contaminação, e os valores encontrados nesse monitoramento situam-se dentro da faixa de variação freqüentemente encontrada nessa região. Por outro lado, a comparação com resultados de monitoramentos passados mostram que houve uma redução dos valores de P-total em 2011.

Todos os teores dos **elementos metálicos** Zn, Cd, Ni, Cr, Cu, Pb e As dos sedimentos estudados situaram-se abaixo do Nível 1 do CONAMA 344/2004. Assim sendo, considera-se que os sedimentos da região portuária - estuarina de Rio Grande durante a 1 e 2 campanha mantiveram-se livres de contaminação por esses metais. O Hg apresentou um baixo nível de contaminação nos sedimentos da região estuarina - portuária de Rio Grande, com apenas um valor excedendo o nível 1 do CONAMA 344/04.

A comparação dos teores de metais com monitoramento do ano de 2010 mostra que em 2011 houve, em geral, uma redução dos teores nos sedimentos. Esse fato é imputado ao aporte de sedimentos não contaminados provenientes das bacias hidrográfica da Lagoa, e ao enriquecimento relativo na fração areia dos sedimentos estuarinos que provocaram uma diluição dos teores metálicos. Portanto, a redução dos teores dos poluentes metálicos nos sedimentos

em 2011, muito provavelmente não significa que houve uma melhoria das condições ambientais da região portuária – estuarina da Lagoa dos Patos.

As análises de **microcontaminantes orgânicos** indicaram que a totalidade das amostras de sedimento analisadas apresentaram teores de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), praguicidas clorados e PCBs abaixo dos valores estabelecidos na Legislação CONAMA 344/2004 para os Níveis 1 e 2 de águas salino-salobras.

Em relação à análise **ecotoxicológica** das amostras de sedimento, considerando de forma conjunta os testes do tipo sedimento integral e elutriato realizados com *Kalliapseudes schubartii*, todas as amostras de sedimento foram consideradas não tóxicas.

A análise ecotoxicológica das amostras de água, considerando a avaliação das duas espécies de forma conjunta (*Kalliapseudes schubartii* e *Acartia tonsa*), indica que não foram encontradas amostras onde um alerta de toxicidade fosse verificado para ambas. Portanto, a partir desta avaliação conjunta, todas as amostras de água foram consideradas não tóxicas.

Os padrões espaço-temporais do **macrozoobentos** na porção sul da região estuarina da Lagoa dos Patos indicam uma forte relação entre os dados biológicos e os parâmetros ambientais registrados, sendo influenciados especialmente pela granulometria e profundidade local, mas principalmente pela salinidade e sua variação temporal.

Na região marinha costeira de plataforma interna, diferenças em diversidade (maiores na área de Descarte) e densidade (geralmente maiores na área Controle) foram registradas, ainda que a estrutura espaço-temporal da comunidade macrozoobentônica nestas áreas tenha sido similar.

Uma comparação da composição de espécies da **ictiofauna** em cada mês amostrado, com o banco de dados de 10 anos (1997-2006), demonstra que os padrões observados durante os meses monitorados (janeiro a outubro de 2011) estão dentro dos padrões comumente observados nos últimos 10 anos, para os mesmos meses do ano. A mesma conformidade com os dados históricos foi observada para os padrões de recrutamento e composição de tamanho da assembléia de peixes. Do mesmo modo, a amplitude da variação mensal da diversidade de peixes do estuário nos dez meses monitorados, incluindo os componentes da riqueza de espécies e equitatividade, está dentro dos limites observados nos últimos 10 anos.

A análise de dados do monitoramento sistemático da população de **botos** (*Tursiops truncatus*) resultou em uma precisa estimativa de abundância de 80 indivíduos (IC 95%: 73-87) utilizando a área estuarina ao longo do ano de 2010. Nove nascimentos foram registrados entre o final da primavera de 2010 e o verão de 2011, representando em uma taxa bruta de

reprodução anual de aproximadamente 8,8% (valor aceitável sob o ponto de vista biológico para a espécie). Incluindo estes resultados em perspectiva temporal percebe-se pouca variação nestes parâmetros populacionais nos últimos 7 anos. Além disso, os padrões no uso da área monitorada não se alteraram significativamente em 2011. Assim como em anos anteriores, a maior taxa de avistagem de indivíduos por quilômetro percorrido foi na área costeira ao norte da desembocadura da Lagoa dos Patos, seguida pela área estuarina. A menor taxa novamente foi na área ao sul da Lagoa dos Patos.

Apesar de cada um dos grupos ter feito uma análise entre seus resultados e as condições físicas e ambientais observadas durante as saídas de campo, o fato das amostragens não serem simultâneas dificulta a realização de uma análise integrada detalhada entre os resultados dos grupos, pois efetivamente as amostras foram coletadas em situações dinâmicas distintas. Este problema pode ser minimizado através da inclusão do monitoramento de dados físicos (correntes) no Programa de Monitoramento, que servirão de referência para uma análise dinâmica integrada. Além disso, especial atenção deve ser dada a organização do cronograma de saídas de campo, de forma que os grupos façam suas amostragens em períodos concentrados. Ao longo deste último ano, entretanto, este procedimento foi dificultado devido ao cronograma de utilização da Lancha Larus por outros grupos da FURG, e também pela demanda da própria SUPRG de utilizar esta embarcação para atender coletas relativas aos estudos pré-dragagem.

De uma forma geral, os resultados encontrados pelo Programa de Monitoramento Ambiental do Porto do Rio Grande no ano de 2011 foram satisfatórios e repetiram o padrão observado em 2010. Com exceção de alguns elementos observados nos sedimentos, os componentes analisados apresentam valores e comportamentos considerados normais para um sistema estuarino como o que comporta a região do Porto do Rio Grande.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10.1 Hidroquímica

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 1998. Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998.

APHA (American Public Health Association). Standard Methods for the Examination of water and wastewater. 18 ed. Washington DC. USA, 1193 p. 1998.

BAUMGARTEN, M.G.Z, WAINER-KERSANACH, M & NIENCHESKI, LFH. 2010. Manual de Análises em Oceanografia Química – segunda edição. Editora da FURG. Rio Grande. 172 p.

BAUMGARTEN, MGZ; LFH NIENCHESKI & L VEECK 2001 Nutrientes na coluna d'água e na água intersticial de sedimentos de uma enseada rasa estuarina com aportes de origem antrópica (RS-Brasil). Revista. Atlântica, 23, número único. Ed. FURG. Rio Grande: 101-116.

BORGES, A. R. 2009. Estudo da especiação química do cromo no estuário da lagoa dos Patos e na água de abastecimento de Rio Grande, RS. Dissertação de mestrado em Química Tecnológica e Ambiental. FURG, Rio Grande, RS.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 357. 17 de março. DOU nº 53 - 30 de julho. Revoga a Resolução CONAMA nº 20 de 1986. 2005.

CORRADI, C. 2002. Avaliação das condições do litoral do Rio Grande do Sul através da bioacumulação de metais pesados por mexilhões, por cracas e por camarões no estuário da Lagoa dos Patos. Dissertação de mestrado em Oceanografia Biológica. FURG, Rio Grande, RS.

DONAT, J. R.; LAO, K. A.; BRULAND, K. W. 1994. Speciation of dissolved copper and nickel in south San Francisco Bay: a multi-method approach. **Analytica Chimica Acta** 284, 547-571.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (FEPAM). Portaria SSMA nº 7. Norma Técnica 003/95. Enquadramento dos recursos aquáticos da, parte sul do estuário da Lagoa dos Patos. DOU, 24 de maio. 1995.

GARCIA, J. G.; SUKEKAVA, C. F.; OLIVEIRA, N.; ANDRADE, C.F.; NIENCHESKI, L. F. 2010. Avaliação sanitária da acumulação de metais traço no camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*). Semana Nacional de Oceanografia, Intanhaém (SP).

NIENCHESKI, L.F. 2006. Capítulo 4. Contaminantes: metais, hidrocarbonetos e organoclorados. Subitem 4.2.2.6 Digestão do material biológico – análise de elementos traço por espectroscopia de absorção atômica. In: Avaliação Ambiental de Estuários Brasileiros: Diretrizes Metodológicas. Lana, P.C.; Bianchini, A.; Ribeiro, C.A.O.; Niencheski, L.F.; Fillmann, G. & Santos, C.S.G. (Organizadores). Projeto RECOS: Uso e apropriação de Recursos Costeiros. Grupo Temático: Biodiversidade e Qualidade Ambiental. Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2006 (ISBN 85-7427-017-2). p. 75 – 79.

NIENCHESKI, L.F. E BAUMGARTEN, M.G.Z. 2006. Capítulo 4. Contaminantes: metais, hidrocarbonetos e organoclorados. Subitem 4.2.2.5.4 Crustacea, Cirripedia (Cracas). *In: Avaliação Ambiental de Estuários Brasileiros: Diretrizes Metodológicas*. Lana, P.C.; Bianchini, A.; Ribeiro, C.A.O.; Niencheski, L.F.; Fillmann, G. & Santos, C.S.G. (Organizadores). Projeto RECOS: Uso e apropriação de Recursos Costeiros. Grupo Temático: Biodiversidade e Qualidade Ambiental. Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2006 (ISBN 85-7427-017-2). p. 73 – 75.

NIENCHESKI, L.F. E WALLNER-KERSANACH, M. 2006. Capítulo 4. Contaminantes: metais, hidrocarbonetos e organoclorados. Subitem 4.2.2.5.1 Peixes. *In: Avaliação Ambiental de Estuários Brasileiros: Diretrizes Metodológicas*. Lana, P.C.; Bianchini, A.; Ribeiro, C.A.O.; Niencheski, L.F.; Fillmann, G. & Santos, C.S.G. (Organizadores). Projeto RECOS: Uso e apropriação de Recursos Costeiros. Grupo Temático: Biodiversidade e Qualidade Ambiental. Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2006 (ISBN 85-7427-017-2). p. 66 – 67.

NIENCHESKI, L.F. E SANTOS, C.S.G. 2006. Capítulo 4. Contaminantes: metais, hidrocarbonetos e organoclorados. Subitem 4.2.2.5.2 Mollusca, Bivalvia (Ostra). *In: Avaliação Ambiental de Estuários Brasileiros: Diretrizes Metodológicas*. Lana, P.C.; Bianchini, A.; Ribeiro, C.A.O.; Niencheski, L.F.; Fillmann, G. & Santos, C.S.G. (Organizadores). Projeto RECOS: Uso e apropriação de Recursos Costeiros. Grupo Temático: Biodiversidade e Qualidade Ambiental. Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2006 (ISBN 85-7427-017-2). p. 68 – 70.

WINDOW, H. L.; NIENCHESKI, L. F. H. E SMITH, R. G. Jr. Biogeochemistry of nutrients and trace metals in the estuarine region of the patos lagoon (Brazil). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 48: 113-123.

10.2 Geoquímica

APHA, 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18 th Edition. Greenberg, A.; Clesceri, L. S. & Eaton Eds. Amec. Pub. Health Assoc. 1200 p.

BAISCH P. & MIRLEAN N. 2002. Caracterização da Qualidade dos Sedimentos e Recomendações Para Dragagem do Canal do Porto Novo. SUPRG- Porto do Rio Grande. 35p.

BAISCH P. 2004. Caracterização da qualidade dos sedimentos superficiais e sub-superficiais da região do Porto Novo, Ilha do terraplano e Coroa do Boi. LOG/FAURG/SUPRG/FURG. 24 p.

BAISCH P.; MIRLEAN N.; GRIEP P. & FILLMANN G. 2005. Relatório Geológico e Geoquímico. Bacia do Porto Novo. Laboratório de Oceanografia Geológica. Laboratório de Oceanografia Geológica. Laboratório de Microcontaminantes Orgânicos e Ecotoxicologia Aquática. FURG/FAURG. Rio Grande, junho 2005. 40 p.

BAISCH P.; MIRLEAN N.; GRIEP P. 2004. Monitoramento Ambiental da Operação de Dragagem para o Porto do Rio Grande. Geoquímica do Sedimento. p 16 – 69. FAURG/SUPRG/FURG. 230p.

BAISCH, P & MIRLEAN N. 1998. Relatório de Impacto Ambiental do despejo de Ácido Sulfúrico do navio Bahamas. Estudo da Geoquímica dos sedimentos (elementos metálicos e compostos orgânicos) da Região de impacto do Despejo de ácido no Estuário da lagoa dos patos. Região Portuária da Cidade de Rio Grande. Contrato FEPAM/FURG. 17 p, 19 fig., 5 tab.

BAISCH, P. & MIRLEAN, N. 2001. Estudo da Geoquímica dos Sedimentos do Porto da Cidade de Rio Grande. Relatório Final – 2000. Monitoramento Ambiental do Porto da Cidade. Convênio: FURG-SUPRG. LOG/DEGEO/SeGeq. 85 p.

BAISCH, P. & MIRLEAN, N. 2001. Estudo da Geoquímica dos Sedimentos do Porto da Cidade de Rio Grande. Relatório Final – 2000. Monitoramento Ambiental do Porto da Cidade. Convênio: FURG-SUPG. LOG/DEGEO/SeGeq. 85 p.

BAISCH, P. 1987. Les oligo-éléments métalliques dans les sédiments de la Lagune dos Patos - Brésil. D.E.A. Université de Bordeaux. 62 p.

BAISCH, P. 1996. Geoquímicas dos sedimentos do estuário da Lagoa dos Patos Elementos metálicos e matéria orgânica (COP, NOP, P-Total). Relatório Técnico Área Geoquímica. EIA/RIMA DEPRC/FURG. FURG – Laboratório de Oceanografia Geológica. 23p.

BAISCH, P. 1997. Geoquímica dos Sedimentos do Estuário da Lagoa dos Patos - ELEMENTOS METÁLICOS E MATÉRIA ORGÂNICA. Relatório Técnico Final. Setor de Geoquímica. EIA/RIMA DEPRC. 52p., 10 fotos.

BAISCH, P. 2000a. Monitoramento da Dragagem do Porto do Rio Grande. Primeiro Ciclo de Dragagem. Relatório Final. Qualidade dos Sedimentos do Estuário e do Sítio de Despejo. SUPRG Superintendência do Porto da Cidade de Rio Grande - DRAGAPORT. LOG/DEGEO/SeGeq/FURG. 54 p.

BAISCH, P. 2000b. Caracterização da Qualidade dos Sedimentos da Área de Dragagem do Porto da Cidade de Rio Grande. Porto Novo, Canal de Acesso, Superporto Molhes. SUPRG. Superintendência do Porto da Cidade de Rio Grande. LOG/DEGEO/FURG. 39 p.

BAISCH, P.R.; MIRLEAN, N.; GRIEP, G.; CASARTELLI, M. R.; AFFONSO, L. N.; TEIXEIRA, N.; GARCIA, F. A. P.; 2006. Programa de monitoramento ambiental – Geoquímica, In: Programa de monitoramento ambiental para o Canal de Acesso ao Porto do Rio Grande, bacia de evolução do Porto Novo e da Área de Descarte do material dragado – Relatório anual 2006. FURG-SUPRG. LOG/DEGEO/SeGeq. 68 pp.

BAISCH, P.R.; MIRLEAN, N.; GRIEP, G.; CASARTELLI, M. R.; AFFONSO, L. N.; TEIXEIRA, N.; GARCIA, F. A. P.; 2008. Programa de monitoramento ambiental– Geoquímica, In: Programa de monitoramento ambiental para o Canal de Acesso ao Porto do Rio Grande, bacia de evolução do Porto Novo e da Área de Descartado material dragado – Relatório anual 2007. FURG-SUPRG. LOG/DEGEO/SeGeq. 87 pp.

BAISCH, P. FILLMANN G.; ASMUS M. 2006. Relatório Técnico de Avaliação da qualidade dos sedimentos na área de influência direta (AID) da dragagem e descarte do Porto do Rio Grande, RS: Metais, HPAs e Organoclorados. (Trechos VI, V e IV). Abril de 2006. 16 p.

BAISCH, P.R.; NIENCHESKI, F. & LACERDA, L. 1988. Trace Metals Distribution in sediments of the Patos Lagoon Estuary, Brasil. Metals in Coast Environments of Latin America. (Seeliger U., de Lacerda L. et Patchinerlam S.R., eds.). Springer- Verlag. Berlin. pp 59-64.

BREMNER, J. M. 1965. Total Nitrogen. *Agronomy*, 9 : 1149-1178.

CONAMA, 2004. Resolução nº 344. Diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras. 25 de março de 2004. Publicada no DOU de 07/05/04. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Ministério do Meio Ambiente.

ETCHEBER H. 1981. Comparaison de diverses méthodes d'évaluation des teneurs en, matières en suspension et en carbones organique particulaire des eaux marines du plateau continental aquitain. *J.R.O.* 6, pp.37-42.

FRANÇA R. G., 1998. Metais Pesados nos sedimentos do sul da Lagoa dos Patos: Identificação do melhos normalizados geoquímico. Tese de mestrado em Engenharia Oceânica, Fundação Universidade Federal do Rio Grande.

MIRLEAN N.; ANDRUS V. & BAISCH P. 2003. Mercury pollution sources in sediments of Patos Lagoon Estuary, southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*. V.: 46 (3), pp 331-334.

MIRLEAN N.; ANDRUS V., BAISCH P., GRIEP G. & CASARTELLI M. R. 2003. Arsenic Pollution in Patos Lagoon Estuarine Sediments, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*. v. 46, n. 11, p. 1480-1484.

NHAM T. & BRODIE K. 1989. Arsenic in soil and coal fly ash by Zeeman graphite furnace and vapor generation AAS. AA-87. pp 1-5.

STRICKLAND J.H.D. & PARSONS, T. 1972. A practical handbook of seawater analysis. 2nd edition. J. Fis. Res. Ed. Canada, Ottawa Bull (167). 310 p.

WINDOW H. L., SCHROPP S. J., CALDER F.D., RYAN J.D., SMITH R.G., JR BURNEY L.C., LEWIS F.G. & RAWLINSON C.H. 1989. Nature trace metal concentration in estuarine and coastal marine sediments of the southeastern. *Environmental Science and Technology*. v. 23, n.3, pp 314-324.

10.3 Microcontaminantes Orgânicos

NIENCHESKI, L.F. & FILLMANN, G. 2006. Contaminantes: Metais, Hidrocarbonetos e Organoclorados. In.: Lana, P.C., Bianchini, A., Ribeiro, C.A.O., Niencheski, L.F.H., Fillmann, G., and Santos, C.S.G. (Ed.). Avaliação Ambiental de Estuários Brasileiros: Diretrizes Metodológicas. Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ. Cap. 4, pp 63-118p.

RIBANI, M., BOTTOLI, C.B.G., COLLINS, C.H., JARDIM, I.C.S.F., AND MELO, L.C.F.C.(2004). Validação em métodos cromatográficos e eletroforéticos. *Química Nova* 27, 771-780.

10.4 Ensaios Ecotoxicológicos

ABNT (2005). *Ecotoxicologia Aquática - Toxicidade aguda - métodos de ensaio com misidáceos (Crustacea)*. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15308:2005. 17p.

GUILLARD, R. R. L. (1975). Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrate animals. *In*: SMITH, W. L., CHANLEY, M. H. (Eds.) *Culture of marine invertebrate animals*. New York, Plenum Press. pp 29-60.

ISO. *Water quality - Determination of acute lethal toxicity to marine copepods (Copepoda, Crustacea)*. International Organization for Standardization. 1999.

KAMINSKI, S. M. (2004). Influência da alimentação sobre a reprodução e o desenvolvimento do copépodo calanoida *Acartia tonsa* DANA, 1984, em cultivo intensivo. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura). Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 66p.

US-EPA & US-ACE. 1977. Environmental Protection Agency and US Army Corps of Engineers. *Ecological evaluation of proposed discharge of dredged material into ocean waters*. Environmental Effects Laboratory, Experimental Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.

NIENCHESKI, L.F. & FILLMANN, G. 2006. Contaminantes: Metais, Hidrocarbonetos e Organoclorados. *In*: Lana, P.C., Bianchini, A., Ribeiro, C.A.O., Niencheski, L.F.H.,

FILLMANN, G., AND SANTOS, C.S.G. (Ed.). *Avaliação Ambiental de Estuários Brasileiros: Diretrizes Metodológicas*. Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ. Cap. 4, pp 63-118p.

10.5 Macrofauna Bentônica

ABSALÃO, R. S. 1990. Ophiuroid assemblages off the Lagoa dos Patos outlet, Southern Brazil. *Ophelia*. 31(2): 133-143.

AMARAL, A. C. Z.; RIZZO, A. E. & ARRUDA, E. P. 2006. *Manual de Identificação dos Invertebrados Marinhos da Região Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo: EdUSP. 287p.

ASMUS, M. L. 1984. Estrutura da comunidade associada à *Ruppia maritima* no estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande. 154p.

BEMVENUTI, C. E. 1987. Macrofauna bentônica da região estuarial da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Anais do Simpósio sobre Ecossistemas da costa Sul e Sudeste Brasileira*. Publicação ACIESP 54-1. Cananéia, SP, Brasil. pp. 428-459.

BEMVENUTI, C. E. 1997A. Benthic Invertebrates. *In*: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). *Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic*. Berlin: Springer-Verlag. pp. 43-46.

BEMVENUTI, C. E. 1997B. Trophic Structure. *In*: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). *Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic*. Berlin: Springer-Verlag. pp. 70-73.

BEMVENUTI, C. E. 1997C. Unvegetated Intertidal Flats and Subtidal Bottoms. *In*: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). *Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic*. Berlin: Springer-Verlag. pp. 78-82.

BEMVENUTI, C. E. & NETTO, S. A. 1998. Distribution and seasonal patterns of the sublittoral benthic macrofauna of Patos Lagoon (South Brazil). *Rev. Braz. Biol.* 58(2): 211-221.

BEMVENUTI, C. E.; CAPÍTOLI, R. R. & GIANUCA, N. M. 1978. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos, II - Distribuição quantitativa do macrobentos infralitoral. *Atlântica*. 3: 23-32.

BEMVENUTI, C. E.; CATTANEO, S. A. & NETTO, S. A. 1992. Características estruturais da macrofauna bentônica em dois pontos da região estuarial da Lagoa dos Patos, RS - Brasil. *Atlântica*. 14: 5-28.

BRANCO, C. W. C.; KOZLOWSKY-SUZUKI, B. & ESTEVES, F. A. 2007. Environmental changes and zooplankton temporal and spatial variation in a disturbed Brazilian coastal lagoon. *Braz. J. Biol.* 67(2): 251-262.

CALLIARI, L. J. 1997. Environment and Biota of the Patos Lagoon Estuary. Geological Setting. *In*: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). *Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic*. Berlin: Springer-Verlag. pp. 13-18.

CALLIARI, L. J. & FACHIN, S. 1993. Laguna dos Patos. Influência nos depósitos lamínicos costeiros. *Pesquisas, Porto Alegre*. 20(1): 57-69.

CALLIARI, L. J.; WINTERWERP, J. C.; FERNANDES, E.; CUCHIARA, D.; VINZON, S. B.; SPERLE, M.; HOLLAND, K. T. 2009. Fine grain sediment transport and deposition in the Patos Lagoon - Cassino beach sedimentary system. *Cont. Shelf Res.* 29: 515-529.

CAPÍTOLI, R. R. 2002. Distribuição e abundância dos macroinvertebrados bentônicos da plataforma continental e talude superior no extremo sul do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande. 173p.

CAPÍTOLI, R. R. & MONTEIRO, A. M. 2000. Distribuição e abundância de ofiuróides na plataforma interna do extremo sul do Brasil. *Atlântica*. 22: 41-56.

CAPÍTOLI, R. R.; BEMVENUTI, C. E. & GIANUCA, N. M. 1978. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos, I - as Comunidades Bentônicas. *Atlântica*. 3: 5-22.

CHOMENKO, L. A. & SCHÄFER, A. 1984. Interpretação biogeográfica da distribuição do gênero *Littoridina* (Hydrobiidae) nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. Amazoniana. 9(1): 127-146.

CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. 2001. Changes in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. PRIMER-E Ltd., Plymouth, 234p.

COLLING, L. A.; BEMVENUTI, C. E. & PINOTTI, R. M. 2010. Temporal variability of the bivalve *Erodona mactroides* BOSCH, 1802 during and after the *El Niño* phenomenon (2002/2003) in a subtropical lagoon, southern Brazil. Acta Limnol. Bras. 22(4): 410-423.

COPERTINO, M. & SEELIGER, U. 2010. Habitats de *Ruppia maritima* e de macroalgas. In: Seeliger, U. & Odebrecht, C. (Eds.). O estuário da Lagoa dos Patos: um século de transformações. Rio Grande: Editora FURG. pp. 91-98.

CORTELEZZI, A.; CAPÍTULO, A. R.; BOCCARDI, L. & AROCENA, R. 2007. Benthic assemblages of a temperate estuarine system in South America: Transition from a freshwater to an estuarine zone. J. Mar. Syst. 68: 569-580.

COSTA, C. S. B.; SEELIGER, U. & KINAS, P. G. 1988. The effect of wind velocity and direction on the salinity regime in the Patos Lagoon estuary. Ciência Cult. 40(9): 909-912.

FAUCHALD, K. & JUMARS, P. A. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 17: 193-284.

GARCIA, C. A. E. 1997. Physical Oceanography. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Berlin: Springer-Verlag. pp. 94-96.

HARVEY, M.; GAUTHIER, D. & MUNRO, J. 1998. Temporal changes in the composition and abundance of the macrobenthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the Anse à Beaufils, Baie des Chaleurs, Eastern Canada. Mar. Poll. Bull. 36 (1), 41-55.

HENDLER, G.; MILLER, J. E.; PAWSON, D. L. & KIER, P. M. 1995. Sea stars, sea urchins, and allies/echinoderms of Florida and the Caribbean. Washington: Smithsonian Institution Press. 390p.

KENNISH, M. J. 2001. Practical Handbook of Marine Science. Boca Raton: CRC Press. 876p.

LANA, P. C. 1986. Macrofauna benthica de fundos sublitorais não consolidados da Baía de Paranaguá (Paraná). Nerítica. 1(3): 78-89.

LANARI, M. O. & COPERTINO, M. S. 2006. Monitoramento de fundos vegetados no entorno de cercados de camarão no estuário da Lagoa dos Patos. Resumos Aquacultura, Bento Gonçalves, Brasil.

MANNINO, A. & MONTAGNA, P. A. 1997. Small-scale spatial variation in macrobenthic community structure. *Estuaries*. 20: 159-173.

MCLUSKY, D. S. & MCINTYRE, A. D. 1988. Characteristics of the Benthic fauna. *In*: Postma H. & Zijlstra, J. J. (Eds.). Vol. 27 - Continental Shelves of the World. Amsterdam: Elsevier. pp 131-154.

MILLER, D. C.; MUIR, C. L. & HAUSER, O. A. 2002. Detrimental effects of sedimentation on marine benthos: what can be learned from natural processes and rates? *Ecol. Eng.* 19: 211-232.

NIENCHESKY, L. F. & BAUMGARTEN, M. G. Z. 1997. Environmental Chemistry. *In*: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Berlin: Springer-Verlag. pp. 20-23.

PASSADORE, C; GIMÉNEZ, L. & ACUÑA, A., 2007. Composition and intra-annual variation of the macroinfauna in the estuarine zone of the Pando Stream (Uruguay). *Braz. J. Biol.* 67(2): 197-202.

PINOTTI, R. M. 2010. Variabilidade espaço-temporal da macrofauna bentônica no infralitoral do estuário da Lagoa dos Patos e na região marinha adjacente, extremo sul do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande. 140p.

PINOTTI, R. M.; COLLING, L. A. & BEMVENUTI, C. E. 2011. Temporal dynamics of deep infralittoral macrobenthic fauna in a subtropical estuarine environment. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.* 15(1): 26-41.

QUIGLEY, M. P. & HALL, J. A. 1999. Recovery of macrobenthic communities after maintenance dredging in the Blyth Estuary, north-east England. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 9(1): 63-73.

RICHARDSON, M. D.; CAREY, A. G. & COLGATE, W. A. 1977. Aquatic disposal field investigations, Columbia River disposal site, Oregon. Technical Reports, Waterways Experiment Station, U.S. Army. 411p.

RHOADS, D. C. & YOUNG, D. K. 1970. Animal-sediment relations in Cape Cod Bay, Massachusetts. *Mar. Biol.* 111: 225-261.

ROSA-FILHO, J. S. & BEMVENUTI, C. E. 1998. Caracterización de las comunidades macrobentónicas de fondos blandos en regiones estuarinas de Rio Grande do Sul (Brasil). *Thalassas*. 14: 43-56.

SCHLACHER, T. A. & WOOLDRIDGE, T. H. 1996. Axial zonation patterns of subtidal macrozoobenthos in the Gantoos Estuary, South Africa. *Estuaries*. 19: 680-696.

SEELIGER, U. 1997. Submersed Spermatophytes. *In*: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). Subtropical Convergence Environments - The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Berlin: Springer-Verlag. pp. 27-33.

SINGLETERY, R. 1980. The biology and ecology of *Amphioplus coniertodes*, *Ophioneptyls limicola* and *Micropholis gracilima* (Ophiuroidea:Amphiuridae). Car. J. Sci. 16:35-55.

WARWICK, R. M.; GOSS-CUSTARD, J. D.; KIRBY, R.; GEORGE, C. L.; POPE, N. D. & ROWDEN, A. A. 1991. Static and dynamic environmental factors determining the community structure of estuarine macrobenthos in SW Britain: why is the Severn estuary different? J. Appl. Ecol. 28: 1004-1026.

WINDOM, H. L. 1976. Environmental aspects of dredging in the coastal zone. Rev. Envir. Cont. 7: 91-109.

10.6 Ictiofauna

CHAO, L. N.; PEREIRA, L. E.; VIEIRA, J. P.; BEMVENUTI, M. A.; CUNHA, L. P. R., 1982. Relação preliminar dos peixes estuarinos e marinhos da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente, Rio Grande do Sul, Brasil. Atlântica, Rio Grande, v. 5: 67-75.

CHAO, L.N., L.E. PEREIRA AND J.P. VIEIRA. 1985. Estuarine Fish Community of the dos Patos Lagoon, Brazil. A Baseline Study. Cap.20. p.429-450 In: A. Yanez-Arancibia (Ed.) Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration. 654p

CLARKE K.R. & R.M. WARWICK (2001). Change in Marine Communities. An approach to statistical analysis and interpretation. 2nd edition. Primer-E Ltd. Plymouth

GARCIA, A. M., & J.P.VIEIRA. 1997. Abundância e diversidade da assembléia de peixes dentro e fora de uma pradaria de *Ruppia maritima* L., no estuário da Lagoa dos Patos (RS-Brasil). Atlântica, Rio Grande 19: 161-181.

GARCIA, A.M. 1999. Efeitos da La Niña 1995-1996 e El Niño 1997-1998 sobre a estrutura da assembléia de peixes das zonas rasas do estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Tese de mestrado, Universidade do Rio Grande - FURG. 104 p.

GARCIA, A.M., J.P. VIEIRA & K.O. WINEMILLER. 2003. Effects of 1997-1998 El Niño on the dynamics of the shallow-water fish assemblage of the Patos Lagoon estuary (Brazil). Estuarine, Coastal and Shelf Science 57: 489-500.

GARCIA, A.M., J.P. VIERA, K.O. WINEMILLER & A.M. GRIMM. 2004. Comparison of the 1982-1983 and 1997-1998 El Niño effects onthe shallow-water fish assemblage of the Patos Lagoon estuary (Brazil). Estuaries 27: 905-914.

GERACITANO, L.A. 1998. Caracterização de “unidades funcionais ontogenéticas” a partir das capturas por unidade de esforço por classe de comprimento (CPUE-CC), e sua aplicação para *Micropogonias furnieri* no estuário da Lagoa dos Patos, Brasil. Tese de mestrado. Universidade do Rio Grande – FURG. 104 p.

LIKENS, G.E. 1989. Long-term studies in ecology. Aproaches and alternatives. Springer-Verlag, New York. 214 p.

MAGURRAN, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. MAGURRAN, A.E., eds., 177 p.

VIEIRA, JP, JP CASTELLO, & LE PEREIRA. 1998. Ictiofauna, in SEELIGER, U, C ODEBRECHT & JP CASTELLO, eds. Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Editora Ecocientia Ltda, Rio Grande, RS , Brasil p.60-68

VIEIRA, J.P. 1991. Ecology of estuarine fish assemblages in Patos Lagoon, Brazil (32°S), and York River, USA (37°N), with review of zoogeography of fishes in western atlantic warm-temperate and tropical estuaries. Tese de doutorado, College of Willian and Mary in Virginia, USA. 171p

VIEIRA, JP., GARCIA, AM., GRIMM, AM. 2008. Preliminary evidences of El Niño effects on the mullet fishery of Patos Lagoon e estuary (Brazil). Brazilian Archives of Biology and Technology, 52 (2): 433-440

ZAR, J.H. 1984. Biostatistical analysis. 2 ° ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.

10.7 Cetáceos

BASTIDA, R, RODRIGUEZ, D., SECCHI, E.R. & Da SILVA, V.M.F. 2007. Mamíferos acuáticos de Sudamérica y Antártida. Vazquez Mazzini (eds), Buenos Aires, Argentina.

BEISSINGER, S.R. & McCULLOUGH, D.R. (eds) (2002). Population Viability Analysis. *The University of Chicago Press*, Chicago, USA.

BURKHART, S.M. & SLOOTEN, E.. 2003. Population viability analysis for Hector's dolphin (*Cephalorhynchus hectori*): A stochastic population model for local populations. *NZ J Mar Freshwat Res* 37:553–566.

BURNHAM, K.P., ANDERSON, D.R., WHITE G.C., BROWNIE, C. & POLLOCK, K.H. 1987. Design and analysis methods for fish survival experiments based on release-recapture. *American Fisheries Society*, Monograph 5.

CAUGHLEY, G. & Gum, A. 1996. Conservation biology in theory and practice. *Blackwell Science*, Oxford, England. 445p.

DALLA ROSA, L. 1999. Estimativa do tamanho da população de botos, *Tursiops truncatus*, do estuário da Lagoa dos Patos, RS, a partir da foto-identificação de indivíduos com marcas naturais e da aplicação de modelos de marcação-recaptura. Dissertação de Mestrado.

Di TULLIO, J.C. 2009. Uso do habitat do boto, *Tursiops truncatus*, no estuário da Lagoa dos Patos e águas costeiras adjacentes, RS, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil. Dissertação de Mestrado.

FOWLER, C.W. & BAKER, J.D. 1991. A review of animal population dynamics at extremely reduced population levels. Report of the *International Whaling Commission* 41:545-554.

FRUET, P.F., KINAS, P.G., SILVA, K.G., Di TULLIO, J.C., MONTEIRO, D.S., DALLA ROSA, L., ESTIMA, S.C. & SECCHI, E.R. 2010. Temporal trends in mortality and effects of bycatch on common bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in southern Brazil. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 91, p.1–12.

FRUET, P.F., SECCHI, E.R., Di TULLIO, J.C. & KINAS, P.G. 2011. Abundance estimation of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, inhabiting the Patos Lagoon estuary, southern Brazil: implications for conservation. *Zoologia* 28 (1): 23–30.

INGRAM, S.N. & ROGAN, E. 2002. Identifying critical areas and habitat preferences of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*. *Marine Ecology Progress Series* 224: 247-255.

KENNEY, R.D. 1990. Bottlenose dolphins off the northeastern United States. In S. Leatherwood and R. R. Reeves (Eds.). The bottlenose dolphin. *Academic Press, Inc.* San Diego, California.

PARRA, G.J. 2006. Resource partitioning in sympatric delphinids: space use and habitat preferences of Australian snubfin and Indo-Pacific humpback dolphins. *J. Anim. Eco.* 75(4):862-874.

MATTOS, P.H., DALLA ROSA, L. & FRUET, P.F. 2007. Activity budgets and distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Patos Lagoon estuary, southern Brasil. *LAJAM* 6(2): 161-169.

SEBER, G.A.F. 1982. The estimation of animal abundance and related parameters. *Macmillan*, New York. 2nd Edition. 654p.

THOMPSON, P.M., Wilson, B., Grellier, K. & Hammond, P.S. 2000. Combining power analysis and population viability analysis to compare traditional and precautionary approaches to conservation of coastal cetaceans. *Conservation Biology* 14:1253-1263.

WARKENTIN, I.G., HERNANDEZ, D. 1996. The implications of site fidelity: a case study involving nearctic-neotropical migrants songbirds wintering in a Costa Rican mangrove. *Biological Conservation* 77:143-150.

WILLIAMS, J.A., DAWSON, S.M & SLOOTEN, E. 1993. The abundance and distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Doubtful Sound, New Zeland. *Can. J. Zool.* 71: 2080-2088

WILSON, B., HAMMOND, P.S. & THOMPSON, P.M. 1999. Estimating size and assessing trends in a coastal bottlenose dolphin population. *Ecological Applications* 9(1):288-300

WURSIG, B. & WURSIG, M. 1977. The photographic determination of group size, composition, and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*). *Science* 198: 755-756

WURSIG, B. & JEFFERSON, A. 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. *Reports of the International Whaling Commission* (Special Issue 12): 43-52.