



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO RIO GRANDE**



**Aterro nas margens do estuário no porto velho (ano de 1830)**

# **ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL DO PORTO DE RIO GRANDE - RS**

**Relatório Final**

**Junho de 1997**

**Em atendimento ao item 03 do PROTOCOLO JUDICIAL DE ACORDO E COOPERAÇÃO celebrado entre o Ministério Público através da Promotoria da Defesa Comunitária da Comarca de Rio Grande e a Superintendência do Porto de Rio Grande - SUPRG, a FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO RIO GRANDE apresenta o resultado do ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DO PORTO DE RIO GRANDE e seu correspondente RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL.**

## EQUIPE TÉCNICA

Coordenação:	<b>Prof. Dr. Paulo Roberto A. Tagliani</b> <b>Prof. Dr. Milton L. Asmus</b>
Hidroquímica:	Prof. Dr. Luiz Felipe Niencheski Profa. MSc. Maria da Graça Baugartem
Geologia:	Prof. Dr. Lauro J. Calliari Prof. Dr. Paulo Baisch Prof. MSc. Carlos Roney Tagliani
Integração e Planejamento ambiental:	Prof. Dr. Paulo Roberto A. Tagliani Prof. Dr. Milton Asmus Profa. Maria Tereza de A. Almeida
Biologia:	Profa. Dra. Mônica Montú Prof. Ivo Gloeden Prof. Dr. Carlos Emílio Bemvenutti Prof. Dr. João Paes V. Sobrinho Prof. MSc. Luiz Eduardo Pereira Prof. Dr. César S. Costa
Análise de risco e operabilidade :	Eng. Mario Lionetti (consultor ad hoc)
Aspectos socio-econômicos:	Arq. Lydia Habiaga
Ecotoxicologia:	MSc. Ademilson Zamboni
Supervisão Técnica da SUPRG:	Prof. Dr. Millos A. Stringuini

## Bolsistas

Biól. Adriana de Azevedo (Biologia - Vegetação)  
Biól. Ricardo M. Geraldi (Biologia - Bentologia)  
Econ. Greice M. Reinhardt (Integração e Planejamento)  
MSc. Margareth Copertino (Biologia - Vegetação)  
Oc. Alexandre Miranda Garcia (Biologia - Ictiologia)  
Oc. César Pedro L. de Oliveira (Biologia - Vegetação)  
Oc. Luciana Marta Möller (Integração e Planejamento)  
Oc. Nils Edvin Asp Neto (Integração e Planejamento)

## Colaboradores:

Eng. Ernesto Yee Lopes (Hidroquímica)  
Eng. Ronaldo D. Trapaga (Hidroquímica)

## Laboratoristas

Téc. José Vanderley Miranda (Hidroquímica)  
Téc. Lúcia Bohmer (Hidroquímica)  
Téc. Roque Zilio (Hidroquímica)  
Téc. Waldemar J. Appolinário Amaral (Plâncton)  
Téc. Regina Casartelli (Geologia)  
Téc. Neusa Teixeira (Geologia)  
Elvira Marques (Geologia)

## AGRADECIMENTOS

*Pela total confiança depositada na equipe e pelo apoio irrestrito que viabilizaram este projeto, a coordenação deste grupo de trabalho gostaria de expressar os agradecimentos ao Dr. Marco Antônio E. Antonacci, coordenador do estudo por parte da SUPRG, ao Ministério Público da Comarca de Rio Grande - Promotoria de Defesa Comunitária, nas pessoas dos excelentíssimos senhores promotores de Defesa Comunitária, que participaram deste projeto, ao professor Carlos Rodolfo Brandão Hartmann ex-reitor da FURG e professor Luiz Carlos Krug, ex chefe do Departamento de Oceanografia. Nossos agradecimentos à praticagem da Barra de Rio Grande, pela preciosa colaboração e a todas as empresas que gentilmente nos receberam em suas instalações. Expressamos também nossos agradecimentos ao professor Dr. Millos Stringuini, perito consultor do projeto por parte da SUPRG pelas valiosas sugestões e orientações.*

*Especial agradecimento aos bolsistas da equipe de Integração e Planejamento os quais não mediram esforços para que este estudo chegasse a um bom termo: Econ. Greice Meri Reinhardt, Oc. Luciana Marta Möller e Oc. Nils Edvin Asp Neto.*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	
1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	12
1.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA NO QUADRO REGIONAL	14
1.2.1 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS	14
1.2.2 QUADRO REGIONAL	20
1.2.3 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA LOCAL	24
1.2.4 ASPECTOS CLIMÁTICOS	27
1.2.5 OS RECURSOS HÍDRICOS	32
1.2.6 SOLOS	34
1.2.7 CAPACIDADE DE USOS DO SOLO	40
1.2.8 COBERTURA VEGETAL	41
1.2.9 A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICADA A REGIÃO DE ESTUDO	47
1.2.9.1 A LEGISLAÇÃO FEDERAL	47
1.2.9.2 A LEGISLAÇÃO ESTADUAL	48
1.2.9.3 A LEGISLAÇÃO MUNICIPAL	52
1.2.10 OS SISTEMAS AMBIENTAIS DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL	57
<b>2. OBJETIVOS</b>	
2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES NATURAIS	66
2.1.1 PLÂNCTON	66
2.1.2 BENTOS	66
2.1.3 NÉCTON: PEIXES	68
2.1.4 VEGETAÇÃO EMERGENTE E SUBMERSA	70
2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA COLUNA D'ÁGUA E SEDIMENTOS	71
2.3 CARACTERIZAÇÃO DOS PADRÕES DE SEDIMENTAÇÃO ESTUARINA E MARINHA COSTEIRA E GEOQUÍMICA	72
2.4 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS	74
2.5 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS	75
2.6 ECOTOXICOLOGIA	75
2.7 POLUIÇÃO AÉREA	76
<b>3. ABORDAGEM METODOLÓGICA</b>	77

<b>4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL</b>	80
4.1 SISTEMA OPERACIONAL	80
4.1.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO PORTO DE RIO GRANDE	83
4.1.1.1 ADMINISTRAÇÃO	83
4.1.1.2 DADOS GERAIS	84
4.1.1.3 PORTO VELHO	88
4.1.1.4 PORTO NOVO	89
4.1.1.5 SUPERPORTO	97
4.1.1.6 O PLANO DE ZONEAMENTO PORTUÁRIO	112
4.1.2 CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PORTO DE RIO GRANDE	118
4.1.3 ESTUDO PRELIMINAR DE RISCOS	163
4.1.3.1 METODOLOGIA	163
4.1.3.2 CRITÉRIOS DE DANOS	172
4.1.3.3 CRITÉRIOS DE PROBABILIDADE	173
4.1.3.4 LEVANTAMENTO GERAL DE CAMPO	176
4.1.3.5 CENÁRIOS ACIDENTAIS POSSÍVEIS NA ÁREA DO PORTO	188
4.1.3.6 ACIDENTES COM NAVIOS	189
4.1.3.7 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS	191
4.2 SISTEMA AMBIENTAL	200
4.2.1 ESTUDOS ANTERIORES	200
4.2.1.1 ESTUDOS REALIZADOS SOBRE O PLÂNCTON	200
4.2.1.2 AS COMUNIDADES DE PEIXES	210
4.2.1.3 ORGANISMOS BENTÔNICOS	211
4.2.1.4 VEGETAÇÃO EMERGENTE E SUBMERSA	211
4.2.1.5 GEOLOGIA/GEOMORFOLOGIA E GEOQUÍMICA	215
4.2.2 CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA DO SISTEMA AMBIENTAL DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS, OS IMPACTOS AMBIENTAIS E SEUS DETERMINANTES	228
4.2.2.1 PLÂNCTON	228
4.2.2.2 BENTOS	270
4.2.2.3 PEIXES	330
4.2.2.4 VEGETAÇÃO	350
4.2.2.5 GEOLOGIA/GEOMORFOLOGIA	404
4.2.2.6 GEOQUÍMICA	418
4.2.2.7 HIDROQUÍMICA	481
4.2.2.8 ECOTOXICOLOGIA	526

## 5 CONCLUSÃO GERAL

5.1 ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS .....	550
5.2 AS RESPONSABILIDADES COMPARTIDAS NO ESPAÇO .....	558
5.3 RECOMENDAÇÕES PARA A MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS .....	562
5.3.1 O PLANEJAMENTO DE AÇÕES AMBIENTAIS EM ZONAS PORTUÁRIAS .....	562
5.3.2 QUANTO AO PLANO DE ZONEAMENTO PORTUÁRIO .....	564
5.3.3 QUANTO AOS RISCOS DAS ATIVIDADES PORTUÁRIAS .....	567
5.3.3.1 RECOMENDAÇÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO IMEDIATA .....	568
5.3.3.2 RECOMENDAÇÕES PARA O APROFUNDAMENTO DO ESTUDO .....	568
5.3.3.3 RECOMENDAÇÕES DE DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO DE RISCOS NO PORTO DE RIO GRANDE .....	569
5.3.3.4 OUTRAS RECOMENDAÇÕES GERAIS RELATIVAS A MELHORIA NA INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA .....	572
5.3.4 RECOMENDAÇÕES QUANTO ÀS DRAGAGENS .....	573
5.4 PLANO DE MONITORAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL DO PORTO .....	578
5.4.1 MONITORAMENTO DA QUALIDADE ATMOSFÉRICA .....	579
5.4.2 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA .....	580
5.4.3 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO .....	581
5.4.4 MONITORAMENTO DA FAUNA(BIOINDICADORES) .....	583
5.4.5 PLANO PLURIANUAL DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DO PORTO DE RIO GRANDE .....	586

## 6 RESUMO FINAL

6.1 CONTAMINAÇÃO NO SEDIMENTO .....	591
6.2 CONTAMINAÇÃO NA COLUNA D'ÁGUA .....	594
6.3 RESULTADOS DOS TESTES ECOTOXICOLÓGICOS .....	596
6.4 IMPACTOS SOBRE A BIOTA .....	598
6.4.1 SOBRE OS ORGANISMOS DE FUNDO .....	598



6.4.2 FITOPLÂNCTON	598
6.4.3 ZOOPLÂNCTON	599
6.4.4 VEGETAÇÃO AQUÁTICA	599
6.4.4.1 IMPACTOS SOBRE AS PRADARIAS SUBMERSAS	599
6.4.4.2 IMPACTOS SOBRE OS PÂNTANOS SALGADOS	600
6.4.5 ANÁLISE DE RISCOS	602

## **APÊNDICE A**

### ESTUDO PRELIMINAR DE RISCOS

I - NOTAS DE REUNIÃO COM O OFICIAL COMANDANTE DO CORPO DE BOMBEIROS DE RIO GRANDE	605
II - PROFORMAS PARA O LEVANTAMENTO DE CAMPO	608
III - PROFORMAS PREENCHIDAS NO LEVANTAMENTO DE CAMPO	618
IV - LISTAS DE VERIFICAÇÃO PARA AS ANÁLISES PRELIMINARES DE RISCOS	691
V - RELATÓRIOS DE VISITA PARA AS ANÁLISES PRELIMINARES DE RISCOS	697
VI - MODELO DE PLANILHA PARA AS ANÁLISES PRELIMINARES DE RISCO	717
VII - CONJUNTO DAS PLANILHAS DAS ANÁLISES PRELIMINARES DE RISCOS	719
VIII - RECOMENDAÇÕES PARA AS EMPRESAS	726

## **APÊNDICE B**

PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE O ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS E ÁREAS ADJACENTES	731
--	-----

## **APÊNDICE C**

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS INFORMAÇÕES NO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS	760
--	-----

## **APÊNDICE D**

DEFICIÊNCIAS NA INFRAESTRUTURA	769
--------------------------------	-----

# 1. INTRODUÇÃO

---

O presente documento segue os Termos de Referência apresentados **Protocolo Judicial de Acordo e Cooperação** e detalhados no contrato de trabalho estabelecido entre a SUPRG e a FURG, atendendo as condicionantes apresentadas pelo **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA** para a manutenção da Licença de Operação do Porto de Rio Grande. Dentro deste escopo, apresenta-se a identificação do estado atual do meio ambiente nas áreas de influência direta e indireta do Porto de Rio Grande, identificando os seus limites de responsabilidades técnicas e jurídicas em matéria ambiental. Este estudo analisa também a estrutura operacional do Porto de Rio Grande a fim de identificar as condições de trabalho, em relação aos riscos potenciais ao trabalhador, e a sociedade em geral. Constam neste relatório as seguintes informações:

- Caracterização geral do município em seus aspectos, físicos, biológicos e sócio-econômicos incluindo a gênese e evolução geológica regional, clima, recursos naturais (recursos hídricos, solos, vegetação e seus sistemas ambientais), a economia municipal e a legislação ambiental pertinente,
- Caracterização das comunidades naturais: plâncton, bentos, nécton e marismas.
- Caracterização dos aspectos geológicos/geomorfológicos estuarinos
- Caracterização dos parâmetros físico-químicos da coluna d'água e sedimentos.
- Diagnóstico das instalações e do sistema operacional nas áreas portuárias e nas áreas de influência direta e indireta do porto.
- Identificação, com base nos diagnósticos específicos, das fontes de impactos reais ou potenciais de suas atividades sobre esse sistema ecológico, classificação quanto ao tipo (positivo ou negativo), forma (direto ou indireto), sua amplitude temporal (temporário ou permanente), significância (relevante ou irrelevante), localização (pontual ou difuso), reversibilidade (reversível ou irreversível) e indicando as intervenções necessárias para o seu controle ou mitigação.

- Análise dos aspectos socio-econômicos envolvidos, incluindo os planos e programas governamentais propostos, ou em implantação na área do projeto, a sua compatibilidade, a determinação das relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização desses recursos. Assim, os esforços foram focalizados no sentido de avaliar os impactos que a expansão portuária, prevista no Plano de Zoneamento Portuário, irá causar sobre as comunidades e/ou estruturas que atualmente ocupam as áreas previstas para esta expansão.

- Análise Preliminar de Riscos para avaliação dos sistemas gerenciais e equipamentos para manuseio e armazenagem de produtos perigosos.

Ainda em consonância com os termos de referência apresentados, também é definido um programa de monitoramento, e uma série de recomendações de ordem geral para a mitigação e controle dos impactos ambientais observados.

## 1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Rio Grande está localizado na Planície Costeira do Rio Grande do Sul (Fig. 1), entre os paralelos 31° 47' 02'' e 32° 39' 45'' de Latitude Sul e entre os meridianos de 52° 03' 10'' e 52° 44' 10'' de Longitude Oeste. O município tem um área de 3.338,335 km<sup>2</sup> dividida em em cinco distritos:

1° Distrito: Cidade de Rio Grande e Balneário do Cassino

2° Distrito: Ilha dos Marinheiros e ilhas menores (Ilha das Pombas, dos Cavalos, da Pólvora, Leonídio, Caldeirão, das Cabras e Constância).

3° Distrito: Povo Novo, Torotama, Mosquito e Martin Coelho

4° Distrito: Taim

5° Distrito: Vila da Quinta

Limita-se ao Norte com o município de Pelotas e a Laguna dos Patos, ao Sul com Santa Vitória do Palmar, à Leste com o Oceano Atlântico e a Oeste com Pelotas e Arroio Grande através da Lagoa Mirim e Canal de São Gonçalo.

As principais vias de acesso terrestre ao município estão representadas pelas rodovias federais BR 392 (Pelotas - Rio Grande) e a BR 471 (Chuí - Rio Grande) e pela ferrovia da RFFSA. Por água, há vias navegáveis que dão acesso pela Lagoa dos Patos e por via marítima até o Porto de Rio Grande.

As áreas e setores portuários, definidas pelo Plano de Zoneamento das Áreas do Porto Organizado do Rio Grande (1995) localizam-se na margem oeste do estuário, adjacente à extremidade da península onde situa-se o centro administrativo de Rio Grande (Porto Velho, Porto Novo), do pontal da Mangueira até a raiz do molhe oeste (Superporto) e margem leste do Canal da Barra de Rio Grande (São José do Norte).

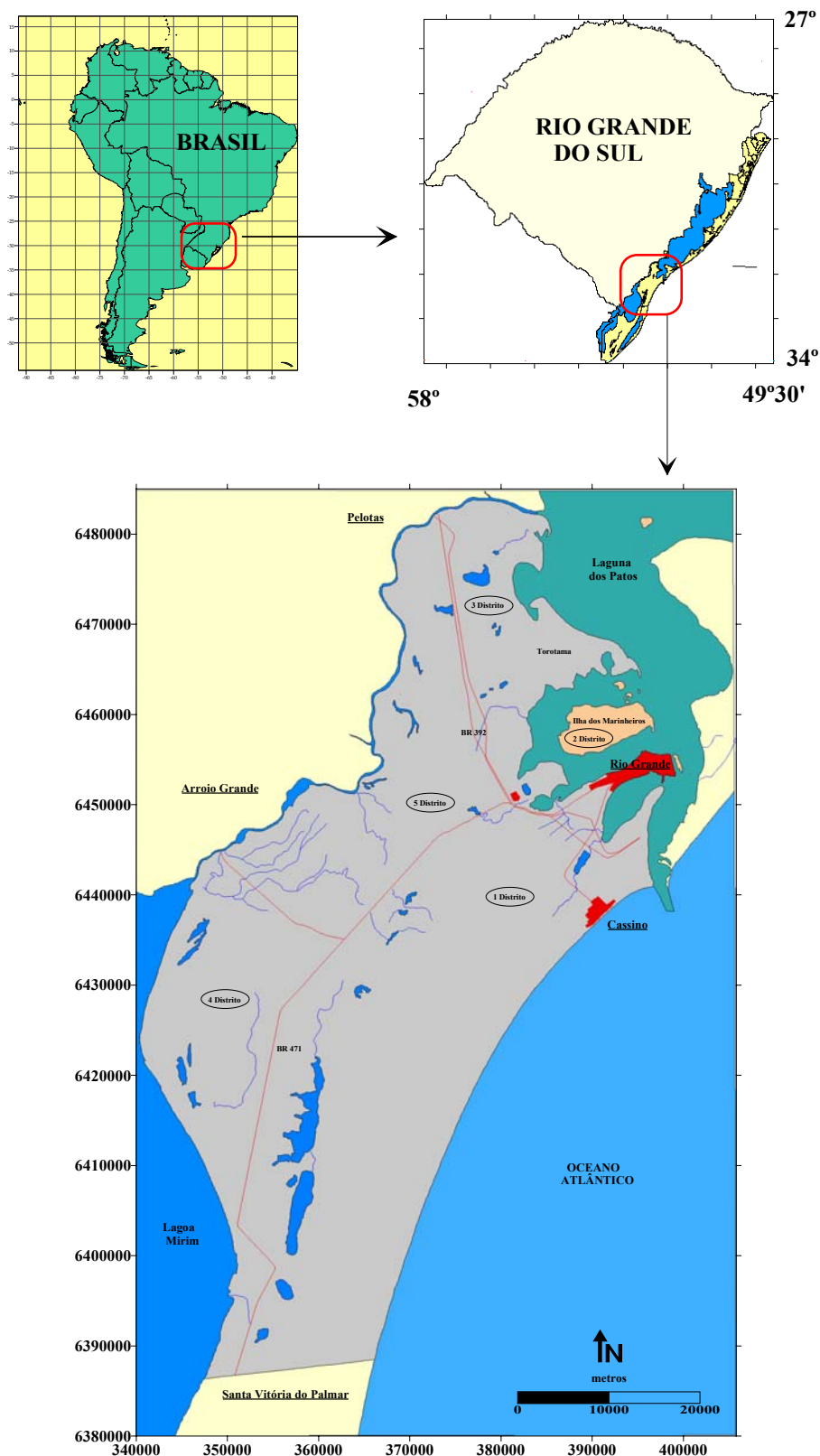


Figura 1. LOCALIZAÇÃO E DIVISÃO TERRITORIAL

## **1.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA NO QUADRO REGIONAL**

### **1.2.1 ASPECTOS SÓCIO - ECONÔMICOS**

O desenvolvimento histórico - sócio - econômico do município de Rio Grande remonta ao período de colonização e passou por quatro fases principais (Quadro, 1995).

Segundo esta autora, a primeira fase está relacionada a atividade agropastoril (1650 a 1850). A pecuária desenvolveu-se pela organização de currais e invernadas às margens da Lagoa Mirim em meados do século XVII, dando origem ao comércio de carnes e couros e surgimento das primeiras estâncias. A agricultura foi incentivada a partir de 1752 com a vinda de casais açorianos, os quais receberam pequenos lotes de terra, ferramentas, mantimentos e animais para assegurar a sua permanência na região.

Os primeiros colonos já se valiam da pesca na espera da colheita, aproveitando os recursos disponíveis para a fabricação de redes, embarcações, etc., mas a pesca só teve um grande impulso com a chegada de pescadores do norte de Portugal ( fim do séc. XIX), que introduziram novas técnicas e materiais (parelhas de pesca), permitindo o forte desenvolvimento da indústria pesqueira que mantém-se até os dias de hoje como uma das principais atividades econômicas da região e do estado.

De 1850 a 1920 desenvolveu-se uma fase econômica caracterizada pelo comércio atacadista, que imprimiu transformações importantes no comportamento social e cultural da população, pelas características do desenvolvimento urbano associado a expansão dos negócios.

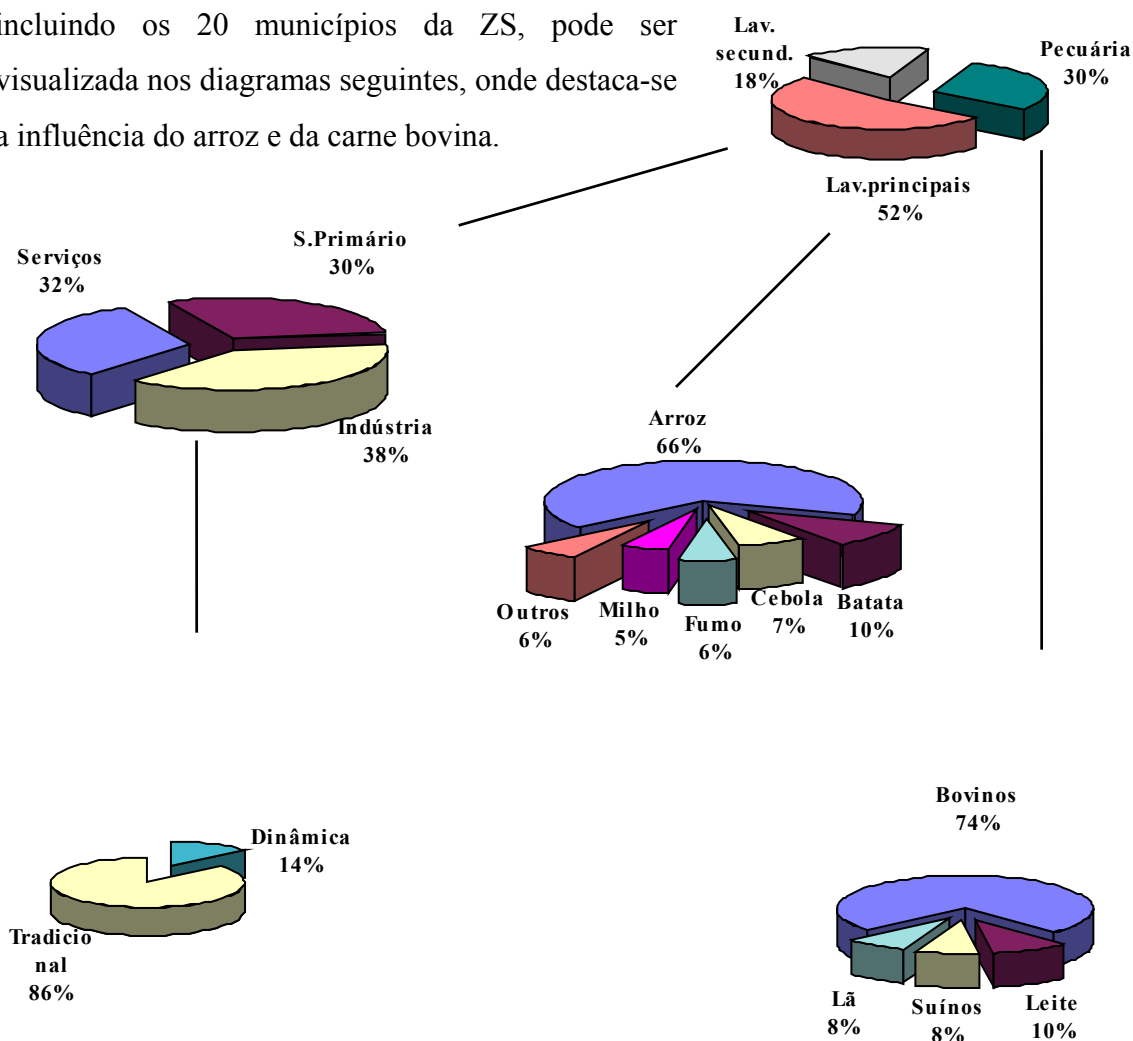
Em 1915 ficaram prontas as obras da construção dos molhes da barra de Rio Grande e do primeiro trecho de 500 metros do cais do Novo Porto, com 3 armazéns para mercadorias, guindastes elétricos, depósitos para carvão e estrada de ferro. Isto teve uma grande influência no desenvolvimento do município pela possibilidade da entrada de navios nacionais e estrangeiros com calado de até 6/7 metros, permitindo uma intensa movimentação de mercadorias.

A partir da década de 30, época de uma densa fixação de pescadores oriundos de Santa Catarina, inicia-se uma fase de industrialização que diversificou-se a partir do

crescimento das fábricas de pescado, conservas, bolachas e bebidas, as quais foram se modernizando com o passar do tempo.

Novas indústrias foram se instalando, destacando-se a indústria petroquímica e de fertilizantes. Com o crescimento econômico do município, a partir de 1970 foi necessário a transformação da área portuária em um grande terminal marítimo, dando a Rio Grande a condição de pólo de desenvolvimento.

O município de Rio Grande contribui com 31% na formação do Produto Interno Bruto total da Zona Sul (ZS). A estrutura do PIB regional, incluindo os 20 municípios da ZS, pode ser visualizada nos diagramas seguintes, onde destaca-se a influência do arroz e da carne bovina.



**Fig1.1 - Estrutura do PIB da Zona Sul**  
(Fonte: ITEPA 1996)

A posição de Rio Grande no contexto estadual revela a 8ª posição em termos populacionais, a 6ª na formação do PIB total, a 24ª na formação do PIB agrícola, a 14ª no PIB industrial e a 8ª na formação do PIB de serviços.

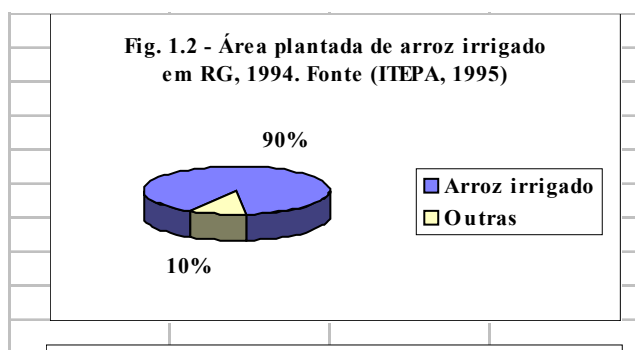
Entre os 20 municípios integrantes da Zona Sul, Rio Grande é o segundo colégio eleitoral, e contava em 1993 com uma população de 178.766 habitantes, sendo 96,1 % residentes na área urbana (ITEPA,1995, 1996). Uma análise da evolução demográfica do município no período de 1970 a 1990 (Pretz, 1995) mostra um crescimento percentual da população urbana em relação a rural, mas com uma nítida tendência de estabilização na taxa de crescimento.

Para se ter uma idéia geral da estrutura sócio-econômica atual do município, destaca-se a seguir os aspectos mais importantes vinculados aos setores primário, secundário e terciário.

No setor primário as atividades mais significativas, pelo número de produtores, são a agricultura, a pecuária e a horti-fruticultura.

Em relação ao número de propriedades constata-se que 85 % do total tem menos de 100 ha mas ocupam apenas 13 % do total de terras disponíveis; o restante é ocupado pelas propriedades com mais de 100 ha.

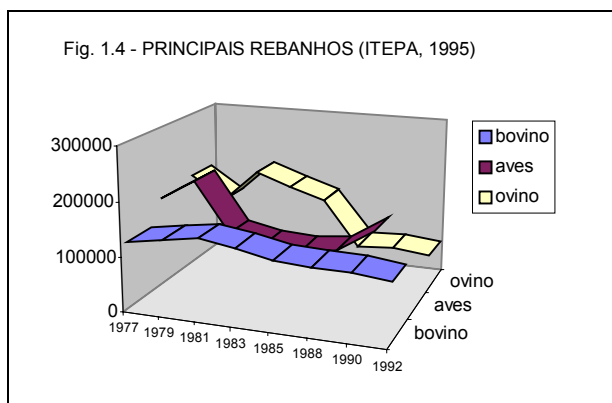
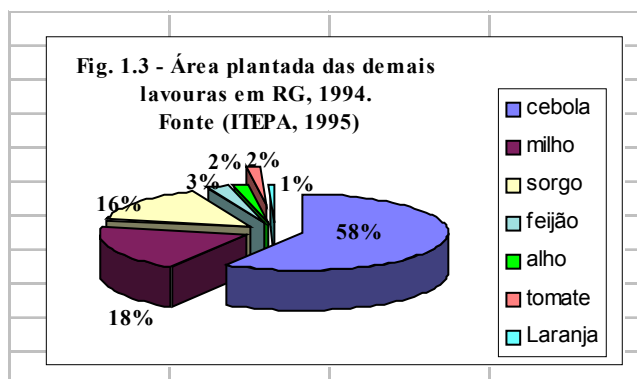
Os principais produtos agrícolas são o arroz e a cebola que, apesar de importante no contexto econômico municipal, tem pouca expressão na produção bruta estadual (3%). Cerca de 90% da área plantada em 1994 no município era de arroz irrigado, sendo que dos 10 % restantes, aproximadamente 59% era ocupada pela cebola (Figs. 1.2 e 1.3).





Segundo Pretz (op. cit), 68% dos produtores moram na propriedade em que trabalham, 22% moram no meio rural e 10 % moram no meio urbano.

A silvicultura no município encontra-se razoavelmente desenvolvida em termos de produção de madeira, havendo mercado potencial principalmente para lenha. São plantados no município o pinus americano, eucalipto e acácia negra, que apresentavam em 1988 um total de 21 milhões, 4 milhões e 51 mil árvores respectivamente (IBGE, 1992).



A pecuária é uma das atividades mais tradicionais do município. Uma análise dos dados do censo agropecuário no período de 1977 a 1990 revela que houve uma tendência de diminuição dos principais rebanhos, especialmente ovinos e suínos (Fig. 1.4). O rebanho bovino manteve-se praticamente

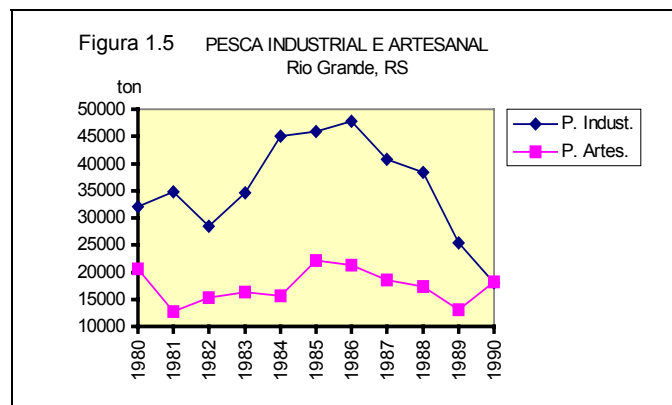
constante com uma média de 130 mil cabeças, mas a produção de aves mostra uma flutuação bastante irregular, atingindo em 1990, cerca de 145 mil unidades.

Em relação aos produtos de origem animal destaca-se um aumento significativo na produção de mel e um pequeno aumento na produção leiteira. A produção de ovos manteve-se estável no período e a de lã diminuiu cerca de 50%.

A população urbana do município dedica-se às atividades dos setores secundário e terciário da economia, predominando as atividades de movimentação de cargas no porto, produção de fertilizantes, derivados do petróleo e indústria de pesca e cereais.

O distrito industrial de Rio Grande (DIRG) tem uma área de 2500 ha localizado nas adjacências da faixa portuária e é administrado pela Companhia de Desenvolvimento Industrial e Comercial do Rio Grande do Sul (CEDIC).

Nas últimas décadas a indústria riograndina encontra-se representada principalmente pelas atividades de produção de fertilizantes, derivados de petróleo e alimentos, sobressaindo a indústria pesqueira. Esta representa de 90 a 95 % do total pescado no estado.



A pesca industrial atingiu seu auge nos anos de 1985/1986, apresentando uma forte tendência regressiva até 1990 (Fig. 1.5). A captura industrial de crustáceos e moluscos atingiu o ápice em 1987/1988, diminuindo também

até 1990. A pesca artesanal mostrou-se mais ou menos estável durante os últimos anos, sendo que em 1990, devido a queda na captura industrial, igualou com esta o total de peixes, crustáceos e moluscos capturados.

A indústria de fertilizantes de Rio Grande constitui-se num dos maiores parques industriais do ramo no Brasil e na América Latina, sendo responsável, durante as décadas de 70 e 80 por um grande salto no desenvolvimento do município, gerando cerca de 2000 empregos. Além desta, a indústria petroquímica e mais de 30 indústrias alimentícias no meio urbano, respondem pela maior parcela de empregos do setor. Dos 6088 empregados na indústria de transformação em 1992, cerca de 3500 trabalhavam na indústria alimentícia (ITEPA, 1995).

Entretanto, os dados estatísticos mostram que de 1975 a 1989 houve uma redução de 30 % dos estabelecimentos industriais do município, com uma queda de 18 % no número de empregos.

Ao contrário do setor industrial, o setor comercial do município mostrou um crescimento no número de estabelecimentos e empregos durante as décadas de 80 e 90. No setor do comércio e serviços, em 1992 Rio Grande contava com 2613 estabelecimentos que empregavam cerca de 8000 pessoas.

Um dos elementos de maior expressão no setor comercial da cidade é o setor portuário, com destaque nacional em exportação e importação.

A movimentação de mercadorias-geral (cais + piers) no Porto de Rio Grande apresentou uma tendência mais ou menos constante de 1988 a 1993. Houve um

acréscimo significativo na movimentação relacionada à navegação de longo curso e uma diminuição sensível na navegação fluvial e de cabotagem. O total de mercadorias movimentadas no porto em 1993 foi de 10 milhões 850 mil toneladas. As principais mercadorias movimentadas no cais, segundo o valor, foram a soja e derivados, fumo ou tabaco e calçados; nos piers foram a celulose e farelo de soja.

## 1.2.2 QUADRO GEOLÓGICO REGIONAL

No biênio 1982/83 o projeto “Evolução Paleogeográfica da Província Costeira do Rio Grande do Sul” desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, permitiu o mapeamento geológico de toda a Província Costeira cujos resultados foram parcialmente publicados em mapas na escala 1:100.000.

A Província Costeira do Rio Grande do Sul foi definida por Villwock, 1972 como um “grupo de elementos geológicos (tectônico, estrutural, sedimentar e morfológico) característicos da margem continental brasileira, entre os paralelos 28° 40’ e 33° 45’ latitude Sul”, e é constituída pelo embasamento e pela Bacia de Pelotas formada sobre este. Parte do embasamento pertence ao Escudo Uruguaio-Sul-Riograndense e parte às sequências vulcânicas e sedimentares da Bacia do Paraná, fontes principais de sedimentos para a Província Costeira.

As províncias morfológicas do Rio Grande do Sul (Fig.2) compreendem o Planalto, a Depressão Periférica, o Escudo e a Planície Costeira (Carraro et alli,1974).

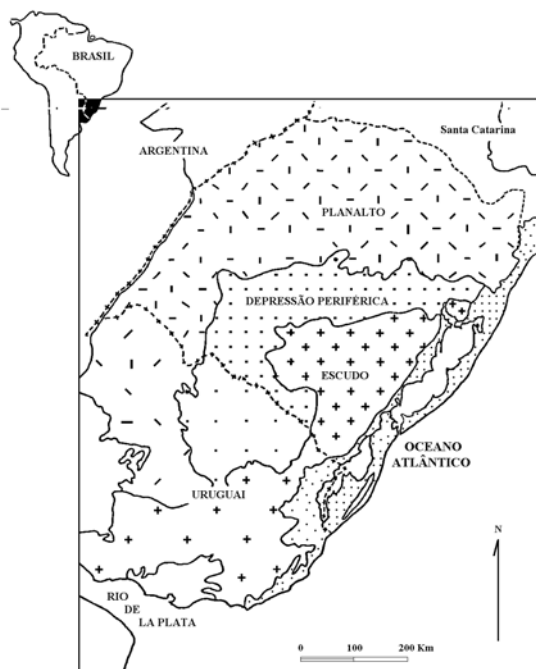


Fig. 2-Províncias Morfológicas do RGS. Fonte: Long,1989

O município de Rio Grande localiza-se na Planície Costeira que é a expressão superficial emersa da Bacia de Pelotas. Ocupa uma área de 47.000 km<sup>2</sup> (incluindo a porção Uruguaia), estendendo-se por 650 Km ao longo do litoral, com uma largura média de 90 Km (Long, 1989). Os sedimentos clásticos terrígenos oriundos das partes mais elevadas das três primeiras províncias morfológicas foram carreados para a Planície Costeira onde, sob a ação dos processos físicos costeiros e influência da variação relativa

do nível do mar, acumularam-se em uma grande variedade de ambientes deposicionais compondo o mosaico geomorfológico que hoje se observa (Villwock & Tomazelli, op. cit.).

Em 1984, Villwock apresentou uma interpretação evolutiva da planície costeira considerando os ambientes deposicionais formados como reposta às mudanças cíclicas de variação do nível do mar do Terciário até o Recente, o que permitiu adotar um modelo mais claro para a estratigrafia destas formações superficiais.

Long (1989) fez uma análise da geologia e evolução do Quaternário litoral do Rio Grande do Sul onde propõe um esquema evolutivo semelhante, apresentando adicionalmente, um detalhamento de cinco terraços lagunares em relação a aspectos litológicos, genéticos e de posicionamento estratigráfico.

Segundo Long (op. cit.), as unidades morfo-sedimentares da planície costeira incluem a Formação Graxaim (domínio continental), três barreiras litorâneas pleistocênicas e uma holocênica (domínio litorâneo) e cinco terraços lagunares (domínio lagunar).

A sedimentação quaternária é resultado do desenvolvimento de sistemas do tipo Laguna-barreira, nos quais uma barreira litorânea é construída durante um pico transgressivo e isola um corpo lagunar no lado do continente. A migração lateral para leste deste sistema construiu a planície costeira.

Villwock (1984), denominou as barreiras litorâneas de B1, B2, B3 e B4 da mais antiga para a mais recente, sendo compostas de areias praias e eólicas quartzosas a quartzo-feldspáticas de granulação fina, bem selecionadas e arredondadas, contendo quantidades variáveis de minerais pesados e bioclastos. Granulometricamente elas diferem apenas no teor de argila, que cresce de acordo com a idade, chegando a 15-34% na B1. O alto teor de óxidos de ferro confere às barreiras pleistocênicas cores avermelhadas e acastanhadas principalmente nas fácies eólicas.

A barreira holocênica desenvolve-se continuamente ao longo de toda a costa, com uma largura média de 4 Km, alcançando cerca de 17 Km de largura ao sul de Rio Grande onde compõe 5 séries de cordões litorâneos (S1 a S5), os quais ocupam uma expressiva área do município de Rio Grande (650 Km<sup>2</sup>). Seu limite oeste é marcado por uma falésia entalhada na Barreira III pleistocênicas durante o máximo transgressivo holocênico (Long, 1989).

A origem destes cordões é resultado da interação entre os processos físicos ligados ao escoamento lagunar durante a evolução do canal de Rio Grande e a deriva litorânea, atuando sobre a geomorfologia pretérita (Long, 1987).

Associado à gênese dos cordões desenvolvem-se mantos de aspersão eólica que constituem recobrimentos arenosos pouco espessos originados pela ação do vento sobre os cordões em fase de assentamento. Ao longo da costa ocorre ainda um expressivo campo de dunas parabólicas atuais que migram para SW impulsionadas por ventos do quadrante NE.

A Barreira 1 é a mais antiga das barreiras pleistocênicas e desenvolve-se à oeste da Lagoa dos Patos. Está melhor exposta ao norte de Porto Alegre e apoia-se diretamente sobre o embasamento onde chega a atingir alturas da ordem de 100m acima do NM. Outras exposições ocorrem próximo a Tapes, Pelotas e a leste da Lagoa Mirim com altura média de 40 metros (Fig. 3).

A Barreira 2, e também a Barreira 3, estendem-se a leste dos grandes corpos lagunares. A melhor exposição se dá na região da Lagoa Mirim com outros segmentos próximos a Mostardas e Osório. A altura média está em torno de 25 metros.

A Barreira 3 tem uma continuidade muito grande apresentando apenas duas interrupções (Taim e Rio Grande) ao longo de toda a costa.

Segundo Long (1989), a sedimentação lagunar deu-se pela decantação de material fino suprido pela rede fluvial em zonas protegidas da ação do vento (terraços horizontalizados), e pela formação de praias e pontais arenosos nas zonas de alta energia.

Os terraços lagunares ocorrem em cinco níveis bordejando as lagoas dos Patos e Mirim, dispostos respectivamente à 8m (T1), 6m (T2), 2m (T3), 0,5 m (T4), sobrepostos ao nível de deposição atual (T5). A fácies arenosa é grosseira e muito mal classificada quando derivada da Fm Graxaim (a oeste das lagoas) e fina a média, muito bem classificada, quando se origina da erosão das barreiras litorâneas.

A tabela a seguir mostra o arranjo estratigráfico para as formações da planície costeira sugerido por Long (1989).

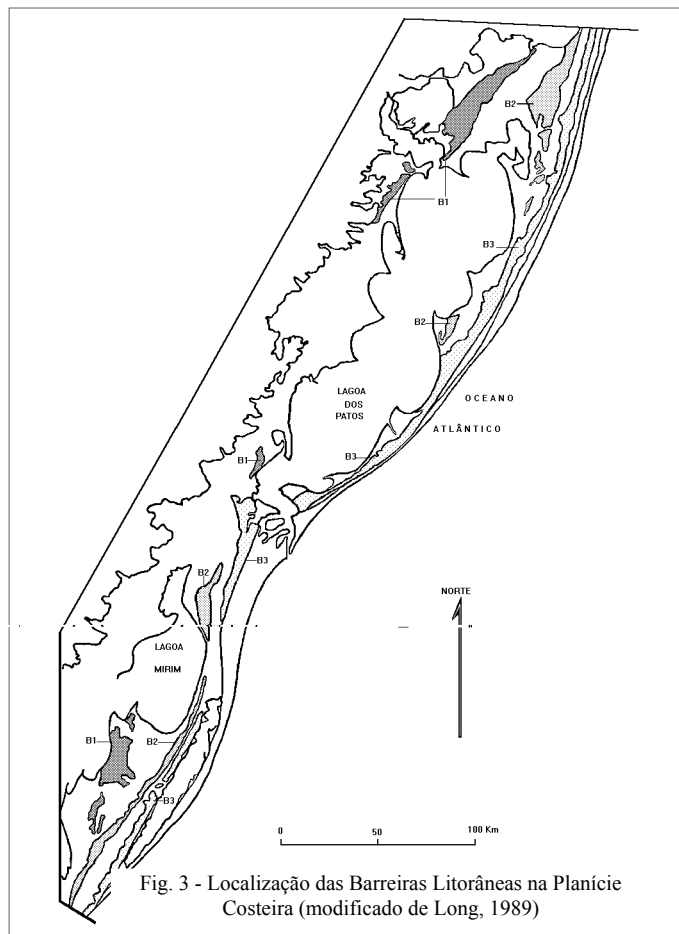


Fig. 3 - Localização das Barreiras Litorâneas na Planície Costeira (modificado de Long, 1989)

Arranjo estratigráfico das unidades sedimentares da Planície Costeira do RS  
(Long, 1989)

PERÍODO	DOMÍNIO DE DEPOSIÇÃO		
	Continental	Lagunar	Litorâneo
			S5
		T5 (0 m)	
			S4
<b>Holoceno</b>			S3, B4
			S2
		T4 (+0,5 m)	
		T3 (+ 2 m)	S1
		T2 (+ 8 m)	
		T1 (+ 8 m)	B3 (+ 13 m)
<b>Pleistoceno</b>			B2 (+ 25 m)
			B1 (+ 40 m)
<b>Terciário</b>	Graxaim		

De acordo com o referido autor, a evolução global da planície costeira se deu como segue:

**PLIOCENO:**

Grande regressão marinha com a conseqüente deposição da Fm Graxaim.

**PLEISTOCENO:**

1ª Fase transgressiva ( 400.000 anos b.p. ) - atinge 40 metros acima do nível do mar atual e é responsável pela formação da Barreira 1.

2ª Fase transgressiva ( 325.000 anos b.p. ) - atinge 25 metros e forma a Barreira 2.

3ª fase transgressiva ( 120.000 anos b.p. ) - atinge 13 metros formando a Barreira 3 e permite a construção de T1.

No final do Pleistoceno ocorre uma grande regressão marinha ocasionando o entalhamento da rede fluvial com forte erosão de todas as formações.

**HOLOCENO:**

Máximo da transgressão ( 5100 - 4200 anos b.p. ) - o nível do mar atinge +6m, provoca a erosão de B3 e permite a construção de T2.

A regressão que se segue experimenta dois períodos de estabilização com pequeno aumento do nível do mar.

1ª oscilação ( 3600 - 2800 anos b.p. ) - o nível do mar sobe até + 2m e permite o desenvolvimento do primeiro feixe de cordões litorâneos (S1 - fase inicial da B4) que fecha a comunicação da Lagoa Mirim com o mar. Neste período ocorre a deposição de T3 e a formação da Lagoa Mangueira e as demais lagoas entre a Barreira 3 e a Barreira 4 incipiente.

2ª oscilação ( 2500 anos b.p. ) - o nível do mar alcança + 0.5m, desenvolve as demais séries de cordões litorâneos (S2 a S5) e permite a deposição de T4.

Atual - nível do mar 0.0, deposição atual (T5).

### 1.2.3 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA LOCAL

Toda a área do município de Rio Grande está localizada sobre terrenos sedimentares cuja evolução se processou desde 325000 anos atrás até hoje. O mapa geológico-geomorfológico (Fig. 4) da área do município mostra que os terrenos mais antigos situam-se à oeste e são representados por sedimentos marinhos, eólicos e lagunares pleistocênicos (Barreiras 2 e 3 e Interbarreiras). Os sedimentos mais modernos, de idade holocênica, estão representados pelos sedimentos lagunares dos terraços 3, 4 e 5 e pelos sedimentos eólicos e marinhos da Barreira 4.

Segundo Villwock & Tomazzelli (1994), no pico transgressivo holocênico, atingido há cerca de 5100 anos atrás, o nível do mar alcançou nesta região, cerca de 5 m acima do nível atual e possibilitou a formação de uma barreira constituída essencialmente por areias praias (quartzosas, granulação fina a muito fina) e eólicas. Esta barreira, instalada no máximo transgressivo graças à elevada disponibilidade de sedimentos arenosos existentes na plataforma continental interna, progradiu lateralmente durante a fase regressiva que se seguiu. Esta progradação se desenvolveu principalmente através de cordões litorâneos regressivos (“beach ridges”) cujas características ainda podem ser observadas ao sul da cidade de Rio Grande.

Para Long & Paim (1987), o processo de migração do canal de Rio Grande é que permitiu o assentamento dos feixes de cordões litorâneos, pela interação entre os processos físicos ligados ao escoamento lagunar e deriva litorânea interagindo com a geomorfologia pretérita. Os autores ressaltam que o principal fator da evolução do canal de Rio Grande é fluvial, mediante migração dos meandros que o compõem, erodindo os flancos côncavos do canal.

Os cordões litorâneos desenvolvidos ao sul de Rio Grande ocupam uma vasta superfície (630 Km<sup>2</sup>) onde se distinguem cinco séries diferentes, e fazem parte da barreira 4, de idade holocênica. Morfologicamente são paralelos uns aos outros e à falésia morta entalhada nos sedimentos pleistocênicos, mas são oblíquos de 15° em relação à linha de costa atual.

Próximo a desembocadura da Lagoa dos Patos atingem 13 Km de largura, onde pode-se individualizar as cinco séries de cordões numerados de S1 a S5.

Os mantos de aspersão eólica que aparecem com bastante expressividade sobre os cordões litorâneos não têm sua origem ligada à nenhum fenômeno de erosão costeira, mas sim à destruição das dunas litorâneas que cobriam cada um dos cordões por processos de deflação por ventos dominantes do quadrante NE (Long, 1989).

No extremo sul do município ocorre uma região baixa, permanentemente alagada, composta por terraços lagunares recentes (Terraço 4 e 5). Esta área, onde se situa a Estação Ecológica do Taim, parece corresponder a uma antiga comunicação da Lagoa Mirim com o Oceano Atlântico, fechada recentemente pela construção da Barreira 4.

Em toda a extensão da costa desenvolve-se um expressivo campo de dunas atuais, com uma largura média de 4-5 Km e mantos de aspersão eólica cobrindo grandes extensões dos cordões litorâneos. Nas regiões mais interiorizadas, ocorrem



dunas vivas e obliteradas sobre terrenos pleistocênicos. As dunas mais antigas são vegetadas, inclusive com vegetação típica de mata de restinga, e eventualmente tornam-se ativas por interferência humana.

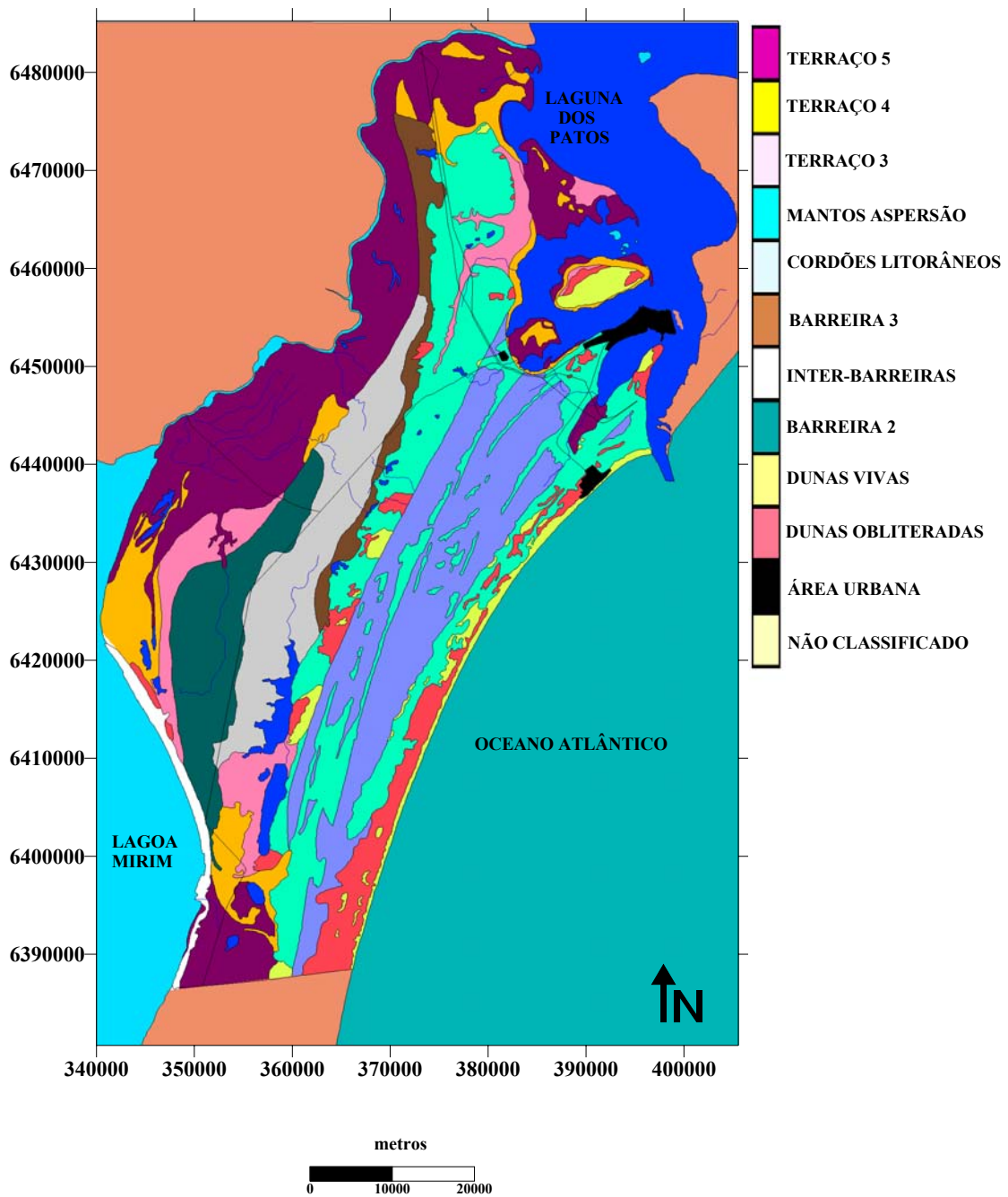


Figura 4 - MAPA GEOLÓGICO/GEOMORFOLÓGICO (Modif. de Long, 1989)

## 1.2.4 ASPECTOS CLIMÁTICOS

Na região Sul do Brasil, o sistema de circulação atmosférica dominante é aquele associado a Sistemas Frontais (SF), os quais provêm das latitudes médias e são parte intrínseca de ondas atmosféricas de grande escala. Estas atuam no sentido de diminuir o gradiente térmico entre o equador e os polos, o que fazem pela injeção de ar polar para latitudes mais baixas enquanto o ar tropical desloca-se para as altas latitudes (CLIMANÁLISE, 1986).

Segundo IBGE (1986), o clima no RS caracteriza-se pela presença de chuvas abundantes sem que se defina a existência de um período seco ao longo de um ano normal. Os totais médios anuais de precipitação (ppt) distribuem-se de um modo geral desde os 1200 mm na faixa litorânea até os 1700 mm nos setores setentrionais do estado.

Esta distribuição quando analisada versus evapotranspiração potencial revela totais anuais de deficiência hídrica acima de 100 mm e por até 5 meses no setor sul da área.

A temperatura média anual fica abaixo de 20°C chegando a menos de 14°C nas maiores altitudes. As médias das temperaturas mínimas do mês de julho são inferiores a 10°C sendo que no inverno as geadas são comuns. No verão as médias das temperaturas máximas são bem elevadas atingindo 30-32°C (IBGE, 1986).

A regionalização climática, baseada em parâmetros hídricos, define três climas regionais: superúmido a úmido, úmido e úmido a subúmido. A composição do quadro climático regional resulta da interação dinâmica das massas de ar e suas correntes perturbadas, com os elementos da paisagem geográfica.

No município de Rio Grande, destaca-se a influência da Massa Polar Atlântica, principalmente no inverno, provocando queda de temperatura, bem como a ação das correntes perturbadas de leste/nordeste mais frequentes durante os meses de verão (Fig. 6). As correntes perturbadas do Sul são originadas pelo avanço da Massa Polar Atlântica em direção à zona Intertropical e é responsável por uma típica sequência do tempo onde a instabilidade é a tônica principal (IBGE, 1986).

O município de Rio Grande enquadra-se na classificação climática Úmido a Subúmido. O balanço hídrico anual apresenta um déficit total médio de 211mm distribuído ao longo dos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março. Em abril e maio verifica-se a reposição, sendo que de junho até setembro ocorre um excedente de 191 mm. A retirada restringe-se aos meses de outubro a novembro (IBGE, 1986).

As precipitações e temperaturas médias sazonais avaliadas entre 1931 e 1960 mostram os seguintes resultados (CLIMANÁLISE, 1986):

	VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	MEDIA/ANNO
T °C	22,8	19,1	13,3	17,1	18,1
PPT mm	246,7	298,6	328,4	288,1	1161,8

Os três meses mais chuvosos registrados na Estação Climatológica de Rio Grande, com base em dados do período de 1958 - 1978 são julho, agosto e setembro, e o trimestre mais seco corresponde aos meses de outubro, novembro e dezembro (Hada & Ras in CLIMANÁLISE, 1986).

Os ventos são os grandes responsáveis pela dinâmica costeira, pois além de serem a causa das ondas e correntes litorâneas que modelam as zonas costeiras, têm influência direta no regime de enchentes e vazantes do estuário e também promovem o transporte eólico da areia seca da praia para as dunas e destas para zonas mais interiores.

A alternância entre Sistemas de Altas Pressões Tropicais e Polares (Anticiclones) determina um regime de ventos para a costa Sul do Brasil, com predominância de ventos do quadrante NE nos meses de primavera e verão, e dos ventos de W-SW nos meses de inverno (Tomazelli, 1993).

Tomazelli (op. cit.), analisou os dados de três estações meteorológicas nas cidades de Torres, Imbé e Rio Grande, correspondentes a um período de 13 anos (1970 a 1982). A Tabela a seguir apresenta os dados de direção e velocidade para a estação de Rio Grande.

Tabela 1 - Frequência percentual dos ventos (direção e velocidade) registrados na estação de Rio Grande no período de 1970 a 1982 (Tomazelli, 1993). Total de observações: 13.628

<i>Direção</i>	<i>Intervalos de velocidade</i>				14	%	V média
	1 - 4	5 - 7	8 - 10	11 -			
<i>N</i>	9.1	3.0	0.6	0.1	0.1	12.9	3.0
<i>NE</i>	15.3	5.8	1.0	0.1	0.1	22.3	3.7
<i>E</i>	9.7	2.3	0.2	0.0	0.0	12.3	3.1
<i>SE</i>	8.6	2.3	0.3	0.1	0.0	11.4	3.3
<i>S</i>	6.4	3.2	0.7	0.2	0.1	10.5	4.2
<i>SW</i>	9.5	3.1	0.7	0.1	0.1	13.5	3.8
<i>W</i>	3.77	1.2	0.2	0.0	0.0	5.1	3.5
<i>NW</i>	3.2	0.4	0.1	0.0	0.0	3.7	2.6
<i>Calma</i>	-	-	-	-	-	8.4	0.0

As frentes frias (SF) propagam-se de Sudoeste para Nordeste com uma frequência anual de aproximadamente 6,5 dias (Stech e Lorenzetti, apud Tozzi, 1995), sendo regidas por centros de baixa pressão ciclônicos que deslocam-se em médias latitudes, provocando tempestades oceânicas e continentais.

Segundo Tozzi (op cit.), a situação mais comum que provoca eventos de marés meteorológicas são os Sistemas Frontais intensos com deslocamento sobre o Oceano Atlântico Sul. Devido à diferenças de até 20 milibares entre os centros de alta e de baixa pressão, esses Sistemas Frontais geram ventos de intensidade muito forte (acima de 30 nós) com uma pista de atuação (“fetch”) desde o sul da Argentina até a região sul do Brasil.

Os ventos de S e SW assim gerados, associados à componente de Coriolis, são responsáveis pela geração de ondas de tempestade e promovem o empilhamento de água sobre a costa.

O autor destaca que as tempestades extratropicais regem o balanço energético praiar, influenciando de maneira sazonal os perfis de erosão e acreção; para a praia do Cassino, observou uma maior intensidade das ressacas de Sul no outono e inverno, com dois eventos de maior energia por mês, e no verão, apenas um por mês.

O vento atua de maneira marcante também no desenvolvimento e migração do campo de dunas costeiras. Durante o verão, domina amplamente a direção de vento NE, que atingindo a linha de costa obliquamente na área do município, promove a alimentação do campo de dunas a partir de praias largas e secas. Estas migram para SW com as cristas perpendiculares a direção do vento. Durante a primavera e o inverno, são mais frequentes os fortes ventos de SE, atingindo perpendicularmente a linha de costa e provocando o empilhamento d'água sobre o continente. Esta situação promove erosão da praia e dunas frontais. Uma vez que a fonte da areia não está

disponível (aliado ao fato de que as taxas de precipitação são mais elevadas) o fluxo de areia para as dunas é reduzido (Seeliger, 1992).

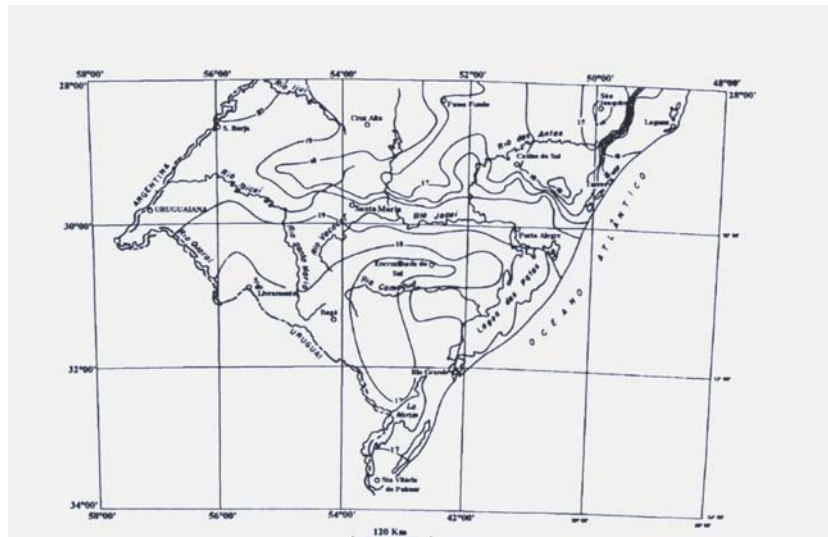


Figura 5 - TEMPERATURA MÉDIA ANUAL (°C)  
Projeto RADAM (IBGE, 1986)

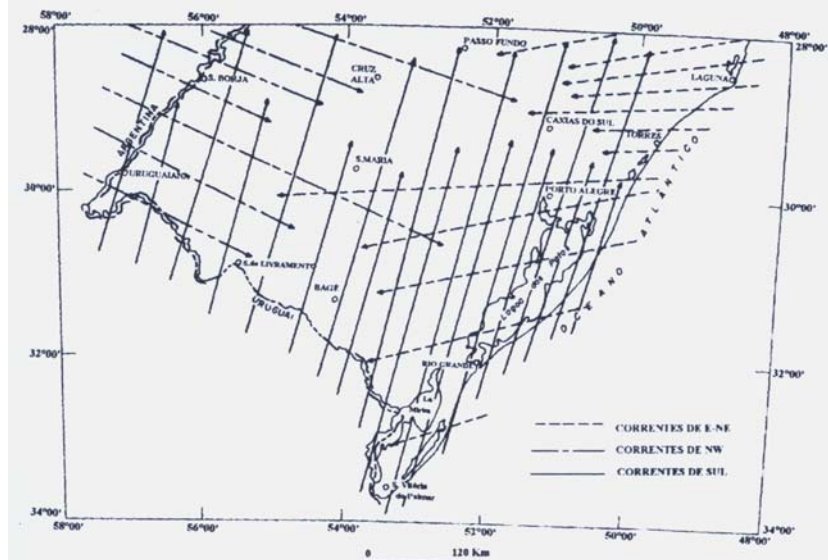
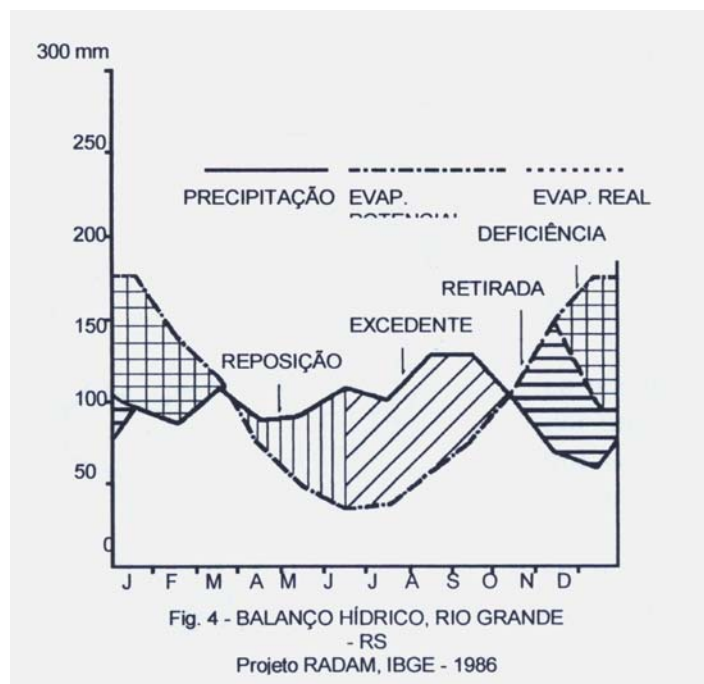


Figura 6 - SISTEMA DE CORRENTES PERTURBADAS  
Projeto RADAM (IBGE, 1986)



## 1.2.5 OS RECURSOS HÍDRICOS

Os recursos hídricos da planície costeira do RS estão muito bem representados por um dos maiores complexos lagunares do mundo onde destacam-se três grandes corpos lagunares, as lagoas dos Patos, Mirim e Mangueira, além de um grande número de lagoas menores distribuídas ao longo da linha de costa.

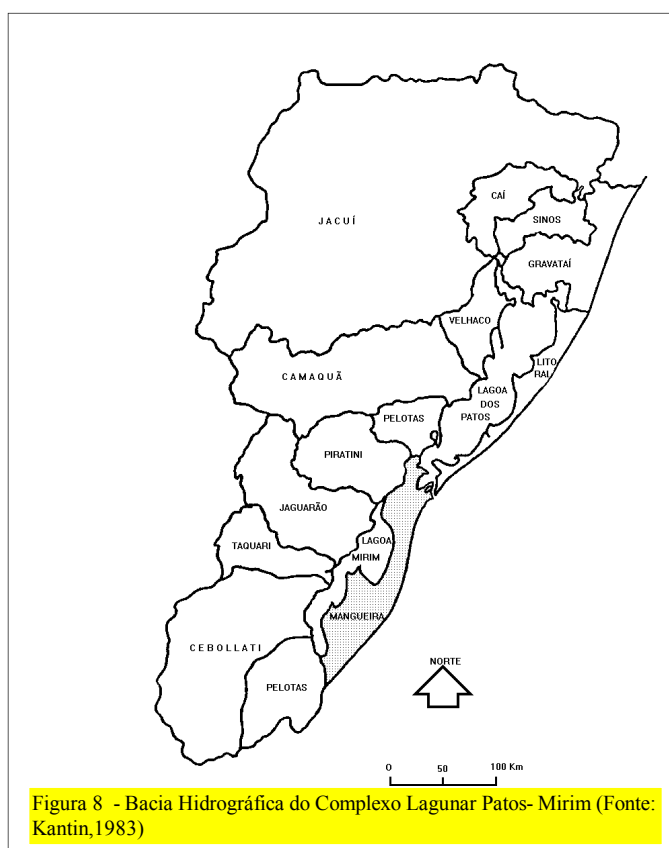
Estes corpos de água doce recebem sua carga hídrica a partir de dois complexos hidrográficos - Patos e Mirim, os quais captam água de cerca de 60% da área do estado além de uma porção do território Uruguio.

O Complexo Hidrográfico Patos compreende 8 bacias as quais totalizam uma área de 136.772 Km<sup>2</sup> e o Complexo Mirim abrange uma área de 46.751 Km<sup>2</sup> distribuída por 6 bacias. A área total dos dois complexos atinge 183.523 Km<sup>2</sup> (Fig.8).

Toda essa carga hídrica, após ser captada pelos corpos lagunares na sua borda ocidental, acaba desaguando no Oceano Atlântico pelo canal de Rio Grande.

As duas bacias hidrográficas mais próximas ao município de Rio Grande (Pelotas e Piratini) pertencem ao Complexo Hidrográfico Mirim.

A borda oriental dos corpos lagunares caracteriza-se por uma extensa faixa arenosa que se estende lateralmente até o mar e é nesta região que se situa o município de Rio Grande. Por ser uma área extremamente plana (cotas médias de 5m), com um substrato arenoso poroso e permeável, a drenagem é muito pobre, inexistindo cursos d'água mais significativos, havendo apenas córregos, arroios, lagos ou açudes de pequeno porte. A área dos corpos lagunares interiores atinge 50 Km<sup>2</sup> correspondendo a 1,5 % da área do município.



A maioria dos arroios que ocorrem nos entornos das áreas urbanas têm sua origem ligada aos banhados das cavas dos cordões litorâneos . Destaca-se ao Norte o Arroio das Cabeças e Arroio Martins, que deságuam no Saco do Martins e ao Sul os Arroios Bolaxa e Vieira que deságuam no Saco da Mangueira (fig. 9).



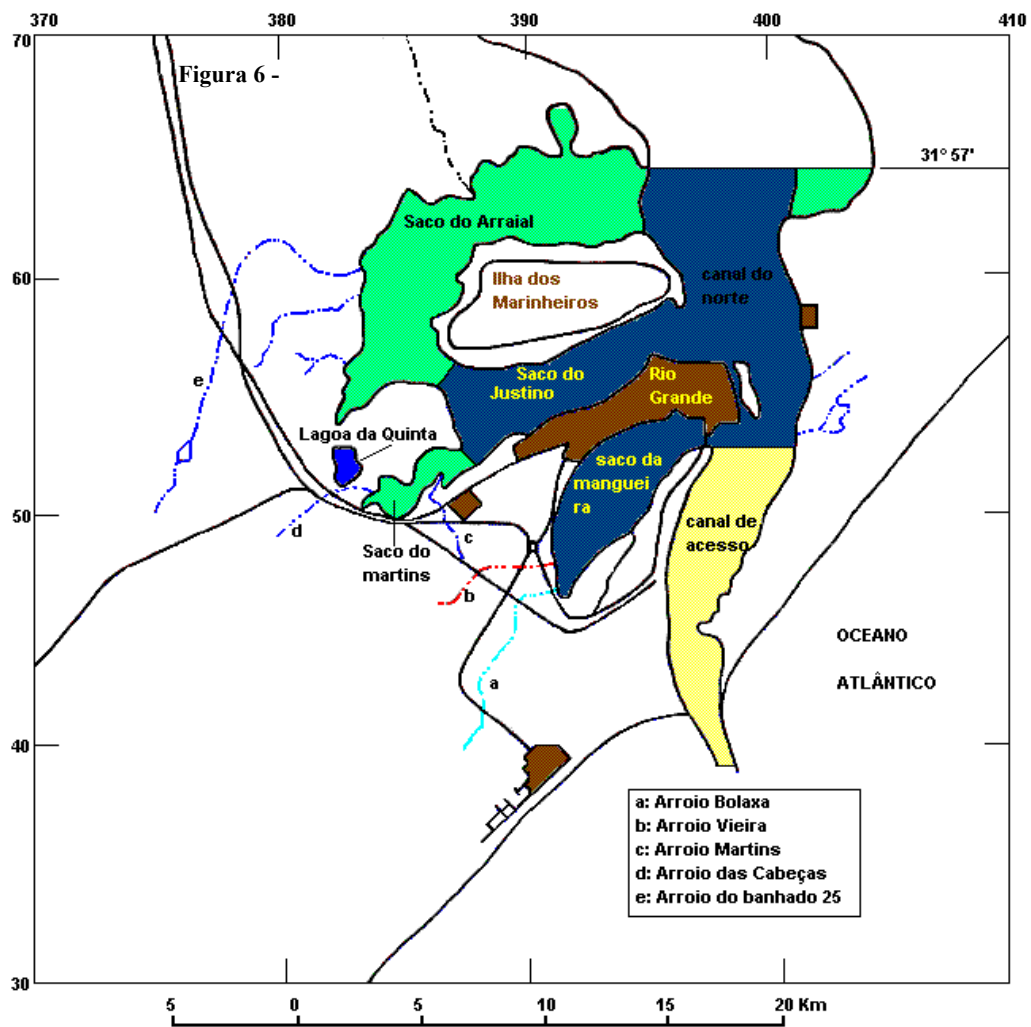


Figura 9 - Recursos Hídricos da parte Sul da Lagoa dos Patos

### 1.2.6 SOLOS

O mapeamento de solos apresentado no Projeto RADAM (IBGE, 1986), indica para a Planície Costeira do Rio Grande do Sul, a presença de Planossolos Solódicos de textura arenosa, média, e média / argilosa aos quais se associam secundariamente Planossolos eutróficos não solódicos e Gleis Pouco Úmidos eutróficos. Localizam-se principalmente próximos às lagoas dos Patos, Mirim e Mangueira com sua porção mais extensa localizada na margem ocidental da Lagoa dos Patos e são desenvolvidos sobre sedimentos pleistocênicos e holocênicos. Tais solos são intensamente cultivados com arroz em rotação com pastagens, constituindo uma das principais áreas produtoras de arroz do estado. O caráter solódico, conceitualmente atribuído a esses solos, parece não influenciar sobremaneira o desenvolvimento das culturas. Próximo à faixa litorânea constata-se também a presença de Areias Quartzosas Hidromórficas álicas e Plintossolos álicos.

O mesmo documento descreve, especificamente para o município de Rio Grande, a presença de solos da classe Podzóis indiscriminados, que compreendem solos minerais com horizonte B podzol (spodic horizon), conforme “Soil Taxonomy” (1975), ou seja, horizonte no qual houve acumulação e precipitação de materiais amorfos ativos, compostos de matéria orgânica e alumínio, com presença ou não de ferro iluvial. São solos arenosos, ácidos, extremamente pobres em nutrientes minerais disponíveis para as plantas, sendo portanto baixos os valores de soma e saturação em bases. Estes solos são ocupados com campos naturais de baixa qualidade servindo como pastagem e, pela má drenagem que apresentam, têm forte limitação aos cultivos agrícolas sendo mais recomendada a sua utilização com pastagem ou reflorestamento.

Recentemente, Cunha e Silveira (1995) realizaram o mapeamento dos solos do município de Rio Grande na escala 1:100.000, resultado da análise e sintetização dos dados originados coletados por W. G. Sambroek para o Projeto Lagoa Mirim (1969) e de mapeamentos de semi-detalhe subsequentes (BRASIL, 1970).

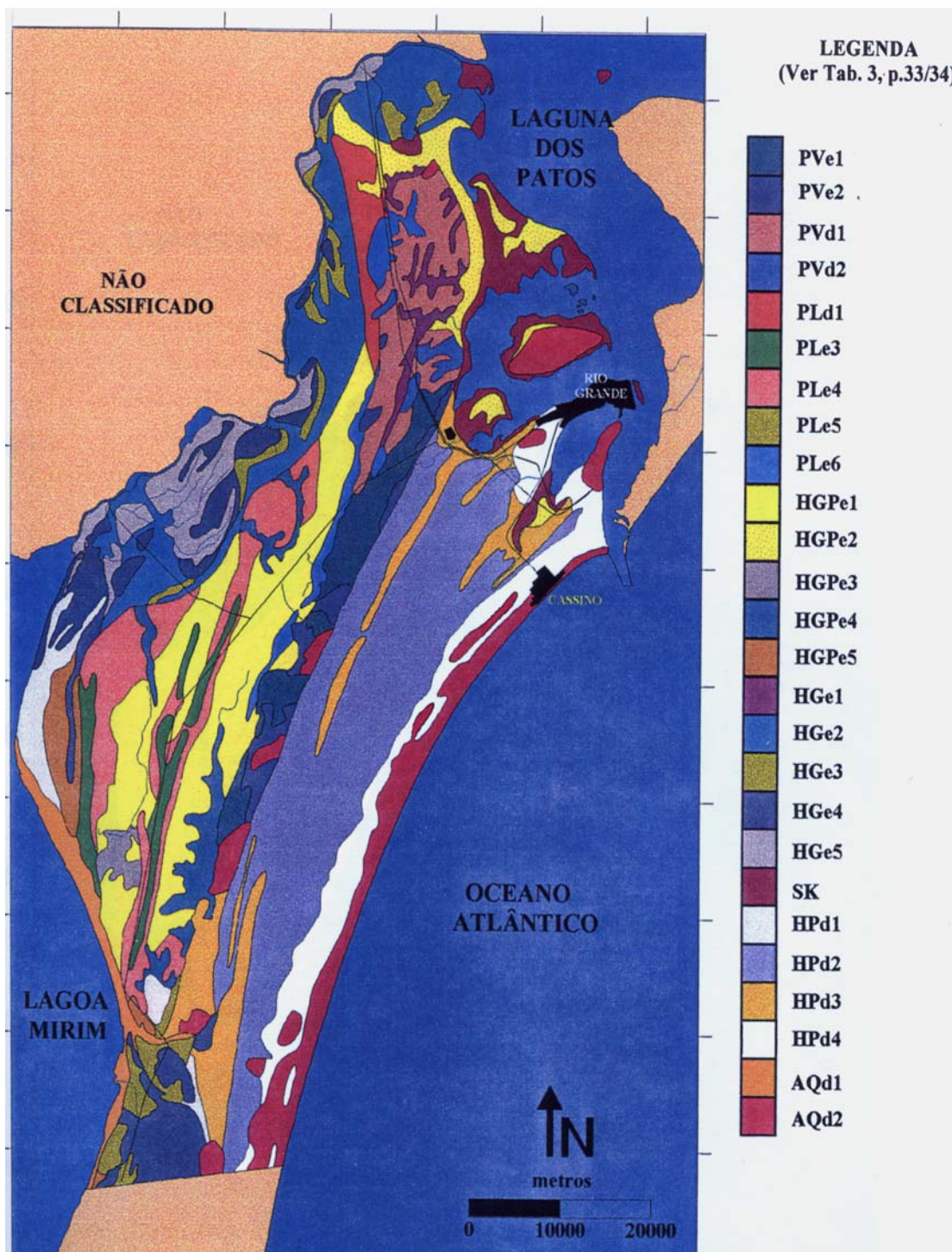
A figura 6 apresenta o mapa de solos do municípios segundo esses autores, com a legenda e classes de solos conforme a Sociedade Brasileira de ciência do Solo (SBCS) e Centro Nacional de Pesquisa do Solo (CNPS).

De uma maneira geral, os solos das áreas mais elevadas do município são predominantemente arenosos, não inundáveis, de baixa fertilidade e imperfeitamente a mal drenados (PVA-PLd = Podzólico Vermelho, Amarelo, plântico distrófico e eutrófico e Planossolo distrófico e eutrófico). Nesta planície não inundável, outra porção apresenta solos mal drenados, rasos e de média fertilidade (PL-HGP = Planossolo eutrófico e Glei Pouco Húmico eutrófico). Tais solos apresentam condições para atividades agrícolas diversificadas desde que sejam manejados para correção da drenabilidade e fertilidade.

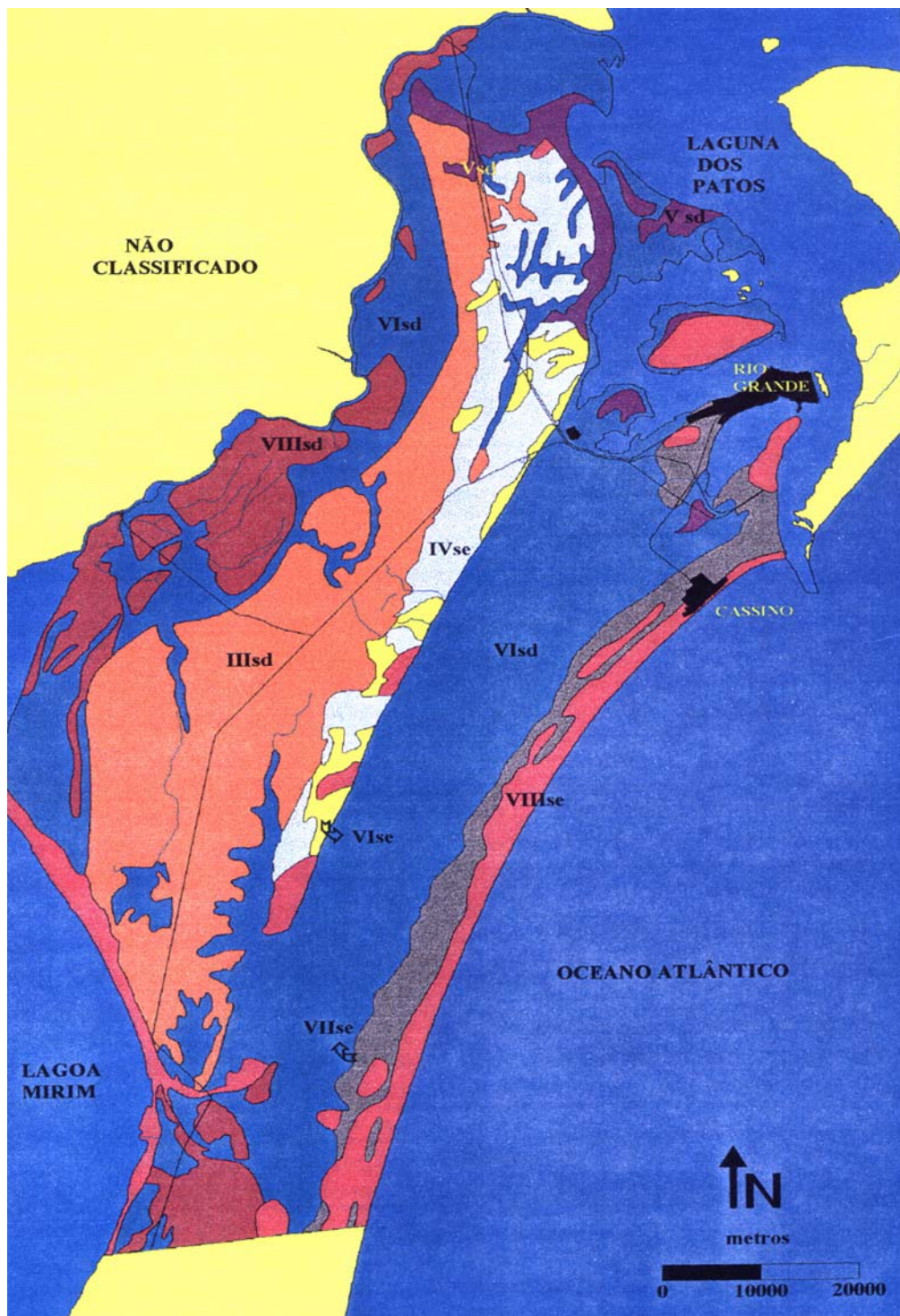
Em áreas parcialmente inundáveis e bordas do mar e lagoas situam-se solos completamente arenosos, com baixo ou sem aproveitamento agrícola (HP-AQd = Podzol hidromórfico, Areias quartzosas).

As planícies inundáveis são constituídas por solos completamente arenosos e argilosos, mal a muito mal drenados (HGP-HG-SK = Glei Húmico, Glei Pouco Húmico, Solo Orgânico Tiomórfico, Solonchak e Podzol Hidromórfico). Pela inundações que sofrem durante parte do ano ou pela natureza arenosa, são considerados sem condições para agricultura e ocupados pela pecuária extensiva. Entretanto, nas

proximidades de Rio Grande (Ilha dos Marinheiros , Quinta e Quitéria), tais solos são drenados artificialmente e corrigidos em sua fertilidade por adubação e utilizados extensivamente pela comunidade rural na produção de hortaliças.



**Figura 10 – MAPA DE SOLOS DE RIO GRANDE (Fonte: EMBRAPA, 1995)**



**Figura 11 – MAPA DE CAPACIDADE DE USO DO SOLO**  
(Fonte: EMBRAPA, 1995)

Legendas e classes dos solos (Figs. 10 e 11 ) conforme a Classificação de Solos Usada em Levantamentos Pedológicos no Brasil da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS) de Camargo et. al. (1987).

LEGENDA	CLASSES DE SOLOS (SBCS)
	<b>Lombadas Costeiras Arenosas</b>
PVe1	Podzólico Vermelho Amarelo plúntico eutrófico e distrófico, Ta, A fraco, Textura arenosa/média, rel. plano, fase veg. campestre com Gleí Pouco Húmico indiscriminado.
PVe2	Podzólico Vermelho Amarelo plúntico eutrófico e distrófico, Ta, A fraco, Textura arenosa/média, rel. plano, veg. campestre fase erodida com Gleí Pouco Húmico indiscriminado.
PVd1	Podzólico Vermelho Amarelo plúntico distrófico, Tb, A fraco, Textura arenosa/média, rel. plano, fase veg. campestre com Solo Orgânico e Gleí Pouco Húmico indiscriminados.
PVd2	Podzólico Vermelho Amarelo plúntico distrófico, Tb, A fraco, Textura arenosa/média, rel. plano, veg. campestre, fase erodida com Solo Orgânico e Gleí Pouco Húmico indiscriminados.
	<b>Planície Alta Costeira</b>
PLd1	Planossolo solódico distrófico, Ta, A fraco, textura arenosa/argilosa, relevo plano, fase veg. campestre e Planossolo eutrófico, Ta, A moderado, text. arenosa/argilosa, relevo plano, fase veg. campestre e Solonetz indiscriminado.
PLe3	Planossolo solódico eutrófico, Ta, textura arenosa/argilosa, relevo plano, fase veg. campestre e Solonetz, A fraco, text. arenosa/média, relevo plano, fase veg. campestre.
	<b>Planície Alta Costeira Atacada</b>
PLe4	Planossolo eutrófico, Ta, A moderado, text. arenosa/argilosa, rel. plano, fase veg. campestre com Gley Pouco Húmico eutrófico, Ta, A proeminente, text. arenosa/média, relevo plano, fase veg. campestre e Solonetz, A fraco, text. arenosa/média, rel. plano, fase veg. campestre.
PLe5	Planossolo solódico eutrófico, Ta, A fraco, text. arenosa/média, rel. plano, fase veg. campestre e Solonetz, A fraco, text. arenosa/média, rel. plano, fase veg. campestre, com Gleí Pouco Húmico indiscriminado.
PLe6	Planossolo solódico eutrófico, Ta, A fraco, text. arenosa/média, rel. plano, fase veg. campestre e Solonetz, A fraco, text. arenosa/média, rel. plano, fase veg. campestre.
	<b>Planície Média</b>
HGPe1	Gleí Pouco Húmico eutrófico, Ta, A proeminente, Text. arenosa/média, relevo plano, fase veg. campestre com Planossolo indiscriminado.
	<b>Planície Média Baixa</b>
HGPe2	Gleí Pouco Húmico eutrófico, Ta, A chernozêmico, text. arenosa, relevo plano, fase veg. campestre e Planossolo solódico eutrófico, Ta, A proeminente, textura arenosa/média, relevo plano, fase veg. campestre.
	<b>Planície Média Encerrada</b>
HGPe3	Gleí Pouco Húmico, eutrófico, Ta, A proeminente, Text. média/argilosa, fase veg. campestre e Gleí Húmico indiscriminado.
	<b>Terras Baixas de Riachos</b>
HGPe4	Gleí Pouco Húmico, eutrófico e distrófico, text. argilosa, relevo plano, fase

	veg. campestre com Gleí Húmico e Solo Aluvial indiscriminados.
	<b>Banhados Fluviais</b>
HGe1	Gleí Húmico eutrófico, text. média/argilosa, relevo depressão, fase veg. banhado e Solo Orgânico distrófico, Ta, rel. plano, fase veg. aquática.
	<b>Planície Baixa Lacustre</b>
HGPe5	Gleí Pouco Húmico solódico eutrófico, Ta, A proeminente, Text. arenosa/média, relevo plano, fase veg. gramíneas aquáticas com Gleí Pouco Húmico salino indiscriminado.
	<b>Planície do São Gonçalo</b>
HGe2	Gleí Húmico e Gleí Pouco Húmico solódico eutrófico, Ta, A proeminente, Text. média/argilosa, relevo plano, fase veg. aquática e Solonchak, A proeminente, text. média/argilosa, relevo plano, fase veg. aquática.
	<b>Banhados Lacustres</b>
HGe3	Gleí Húmico eutrófico, Ta, A proeminente, text. média/arenosa, relevo plano, fase veg. aquática e Solo Aluvial eutrófico, Ta, A proeminente, text. média/arenosa, relevo plano, fase veg. aquática.
	<b>Banhados Lacustres Baixos</b>
HGe4	Gleí Húmico salino eutrófico, Ta, A chernozêmico, text. argilosa, rel. plano, fase veg. aquática, Solo Orgânico e Gleí Tiomórfico indiscriminados.
	<b>Complexo do S. Gonçalo</b>
HGe5	Gleí Tiomórfico eutrófico, Ta, A orgânico, text. média/argilosa, rel. plano, fase veg. aquática.
	<b>Banhados Marginais L. dos Patos</b>
SK	Solonchak, A proeminente, text. orgânica/arenosa, rel. plano, veg. aquática e Gleí Tiomórfico eutrófico, Ta, A proeminente, text. média/arenosa, rel. plano, fase veg. aquática.
	<b>Traços de Praia</b>
HPd1	Podzol Hidromórfico distrófico, Tb, A fraco, text. arenosa, rel. plano, fase veg. gramíneas e Solo Aluvial eutrófico, Ta, A orgânico, text. média/arenosa, rel. plano, fase veg. aquática com Gleí Húmico indiscriminado.
	<b>Dunas Lacustres</b>
AQd1	Areias Quartzosas distróficas, Tb, A fraco, textura arenosa, rel. plano, veg. campestre, fase lacustre.
	<b>Traços de Praia Costeiros</b>
HPd2	Podzol Hidromórfico distrófico, A fraco, text. arenosa, rel. plano, fase veg. campestre e Areias Quartzosas distróficas, Tb, A fraco, rel. plano, fase veg. campestre, com Gleí Húmico e Solo Orgânico indiscriminados.
HPd3	Podzol Hidromórfico distrófico, A fraco, text. arenosa, rel. plano, fase veg. campestre e Areias Quartzosas distróficas, Tb, A fraco, rel. plano, fase veg. campestre.
HPd4	Podzol Hidromórfico distrófico, A fraco, text. arenosa, rel. plano, fase veg. campestre e Areias Quartzosas distróficas, Tb, A fraco, rel. plano, fase veg. campestre com Gleí Húmico e Solo Orgânico indiscriminados.
	<b>Dunas Marinhas</b>

### 1.2.7 CAPACIDADE DE USOS DO SOLO

O mapa da figura 7 mostra a classificação do uso potencial da terra para o município de Rio Grande, realizado por Sambroek (1969) e modificado por Cunha e Silveira (1995).

As Classes **IV se** e **VI sd** são terras não aptas para cultivos aráveis, cuja cobertura natural de pastos pode ser um pouco melhorada, com utilização de medidas especiais. Exemplo: terras planas não inundadas, com alcalinidade e terras planas muito arenosas. Nesta Classe foram incluídas algumas unidades arenosas e toda a planície baixa inundável.

As Classes **VI se** e **VII se** são terras não aptas para cultivos aráveis e pouco viáveis para pastagens, mas utilizável para florestamento. Nesta classe foram incluídas a maioria das unidades arenosas que sofrem erosão.

A Classe **III sd** inclui aquelas terras aptas para cultivos aráveis, tendo severas limitações que restringem a escolha de plantas ou requerem manejo muito especial. A cobertura de pastos pode ser melhorada.

A Classe **V sd** inclui as terras não aptas para cultivos aráveis (excessão arroz irrigado), cuja cobertura natural de pastos pode ser melhorada, embora com considerável esforço, em pastagem de qualidade regular.

As Classes **VIII se** e **VIII sd** são terras sem qualquer utilização potencial agrícola, embora tenham valor para recreação, fauna, flora, etc.



### 1.2.8 COBERTURA VEGETAL

Segundo Rambo (In: Cordazzo e Seeliger (1988), a flora da planície costeira sul-riograndense pertence a província biogeográfica Pampeana, com predomínio de vegetação campestre de caráter subtropical e quase inexistência de espécies endêmicas, originada a partir da migração de regiões vizinhas, geologicamente mais antigas.

O mapa de cobertura vegetal (fig. 08 ) mostra a distribuição das seguintes unidades de vegetação no município de Rio Grande:

#### Florestamento

As espécies utilizadas para florestamento são o eucalipto (*Eucaliptus sp.*), predominando nas áreas urbanas e nos terrenos altos pleistocênicos, e, ao sul do município, ocorre uma vasta área de florestamento de *pinus* sobre dunas obliteradas.

#### Mata Nativa

As matas nativas são de pequena expressão na área do município e são representadas pela ocorrência esparsa de capões com uma vegetação arbórea típica de mata de restinga, como o jerivá (*Arecastrum romanzoffianum*), aroeira (*Schinus terebentifoliys*), a capororoca (*Rappanea sp.*), a pitangueira (*Eugenia uniflora*) o araçazeiro (*Psidium catleianum*) e figueiras (*Ficus inormis e Ficus organensis*), cravo-do-mato (*Tillandsia aeranthus*), maricás (*mimosa sepiaria*) arunbevas (*Puntia monacantha*) verbenas (*Verbena spp*), embiras (*Daphnopsis sp*), cactáceas (*Cereus uruguayanus*), trepadeiras, além de espécies como *Bumelia obtusifolia*, *Chrysophyllum marginatum*, , *Guapira opposita e Ocotea pulchella*.

Nas matas palustres ocorre a corticeira (*Erhythrina cristagali*), quaresmeira (*Xiosma sp.*), o pau-de-leite (*Sapium gladatum*) e o chá-de-bugre (*Casearia silvestris*). Possuem ainda epífitas como a barba-de-pau (*Tillandsia unescoides*), o cravo-do-mato (*T. Aerhantus*), o rabo-de-rato (*Licopodium sp.*), bromélias (*Aechnea recurvata e Vhriesia gigantea*) e a orquídea (*Catleya intermedia*).

A fauna associada inclui insetos e artrópodes, aves das famílias Fringilidae, Tyranidae, Emberezydae, Viveronidae e Turdididae e mamíferos como *Didelphis marsupialis*, *Conepatus chinga*, *Dusiccyon gimnocerus*, *Procyon cancrivorus*, *Felis geofroy e Felis wiedii*.

#### Banhados

A vegetação dos banhados é composta de espécies emergentes e flutuantes fixas. As espécies mais comuns incluem as pteridófitas *Azolla filiculoides*, *Marsilea quadrifolia*, *Salvinia auriculata*, a alga verde *Spirogyra sp.* e as angiospermas *Alternanthera philoxeroides*, *Bacopa monniere*, *Bromelia antiacantha*, *Cabomba australis*, *Ceratophyllum demersum*, *Cladium jamaicensis*, *Cyperus giganteus*, *Echinodorus grandifolius*, *E. Tenellus*, *Eichhornia azurea*, *E. Crassipes*, *Erytrina crista-galli*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Lemna valdiviana*, *Lilaeopsis attenuata*, *Ludwigia sp*, *Myriophyllum brasiliense*, *Nymphoides indica*, *Paspalum vaginatum*, *Pistia stratiotes*, *Potamogeton ferrugineus*, *P. Striatus*, *Pontederia lanceolata*, *Polygonum hydropiperoides*, *Spirodela intermedia*, *Tillandsia aeranthos*, *T. Uneoides*, *Typha domingensis*, *Utricularia inflata e U. Tricolor*.

A fauna dos banhados e lagoas inclui animais de grande porte como capivara (*Hydrochoerus hydrochoeris*), ratão do banhado (*Myiocastor Coypus*), lontra (*Lutra longicaudis*) e jacaré (*Caiman latirostris*). As aves são representadas por maçarico (*Plegadis chili*), mergulhão (*Podilymbus podiceps*), Biguá (*Phalacrocorax olivaceus*), garça branca (*Egretta thula*), socozinho (*Butorides stritus*) baturia (*Charadrius collaris*), martim-pescador (*Ceryle torquata*), cisne-do-pescoço-preto (*Cignus melanochoriphus*), gavião caramujeiro (*Rosthramus sociabilis*), Tahã (*Chauna torquata*), capororoca (*Coscoroba coscoroba*), garça-parda (*Ardea cocoi*), o marrecão (*Netta peposaca*) e o colhereiro (*Ajaia ajaia*). Os répteis incluem várias espécies de tartarugas (*Platemys spixii*, *Phrynops hilarii*, *Pseudemys dorbignyi*), lagartos (*Tupinambis teguixin* e *Teys teyus*) e cobras (*Liophis similaris*, *Helicops carinicauda infrataeniata*).

A ictiofauna é bastante variada e é representada pelas famílias Anablepidae, Callichthidae, Characidae, Poeciliidae, Symbramchidae. Os animais bentônicos são caracterizados por crustáceos, bivalves e gastrópodes e no zooplâncton dominam os copépodos e cladóceros.

### Marismas

Ocupam margens e pequenas ilhas do estuário. A vegetação característica é a herbácea, ereta, perene, tolerante às variações de salinidade, sendo submetida a dessecação e inundações irregulares. As comunidades vegetais desempenham importante papel na estabilidade do substrato, impedindo a erosão, representando o habitat de diversos organismos e constituindo importante fonte de detritos para as teias tróficas estuarinas (Cordazzo e Seeliger, 1988). As espécies vegetais mais comuns são a alga verde-amarelada *Vaucheria Longicaules* e as angiospermas *Cladium jamaicensis*, *Cotula coronopifolia*, *Crinum americanum*, *Cyperus giganteus*, *Hibiscus cisplatinus*, *Juncus acutus*, *Juncus sp.*, *Limonium brasiliensis*, *Paspalum vaginatum*, *Pluchea sagittalis*, *Salicornia gaudichaudiana*, *Scirpus maritimus*, *Scirpus olneyi*, *Senecio bonariensis*, *Spartina alteniflora*, *S. Densiflora*, *Rumex argentinus*, *Triglochim striata*, *Typha domingensis*. Informações detalhadas serão apresentadas no capítulo 4.2.2.1 (Vegetação)

### Campos Litorâneos

A vegetação de campos litorâneos é composta de uma vegetação rasteira e/ou arbustiva baixa onde ocorrem caracteristicamente espécies vegetais como: pega-pega (*Desmodium uncinatum*), roseta (*Cardionema ramosissima*), capim-de-rabo-de-burro (*Schizachyrium microstachium*), carqueja (*Baccharis articulata*, *B. trimera*) grama doce (*Paspalum vaginatum Sw*), grama-branca (*Panicum reptans*) cidrilha (*Phyla canescens*), junco (*Scirpus olneyi*, *Androtrichum trigynum*), maria-mole (*Senecio crassiflorus*), tanchagem (*Plantago australis*), erva-capitão (*Hydrocotyle bonariensis*), joá (*Solanum sisymbriifolium*), cactus (*Cereus sp.*) e várias espécies de verbenas rasteiras e arbustivas, gramíneas comuns da região e espécies isoladas de roseta (*Soliva sessiles*) e quebra-foice (*Calliandra sp.*).

A avifauna associada a esse ambiente é muito variada incluindo pomba-rola (*Columbina picui*), João-de-Barro (*Furnarius rufus*), Anu Branco (*Guira guira*) caturrita (*Myiopsitta monachus*) tesourinha (*Muscivora tyrannus*), perdiz (*Nothura amaculosa*), Pardal (*Passer domesticus domesticus*), andorinha (*Phaeoprogna Tapera*), Bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), carancho (*Polyborus flancus*) coruja-do-

campo (*Speotyto cunicularia*), bem-te-vi (*Synallaxis sixi*), andorinha (*Tachycineta Leocorrhoa*), corruíra (*Troglodytes aedon*), tico-tico (*Zonotrichia capensis*), quero-quero (*Vanellus chilensis*), caminheiro-zumbidor (*Anthus lutescens*), gaudério (*Molothus sp.*), noivinha (*Xolmis irupera*), ema (*Rhea americana*), chimango (*Milvago chimango*) gavião-carrapateiro (*Mivalgo chimachima*).

Os principais répteis são os lagartos (*Teyous Teiou*) e as cobras (*Phylodryas patagonensis*, *Bothrops alternatus*, *Bothrops jararaca*, *dromicus sp.* e *Helicops infrataeniatus*). Entre os mamíferos destacam-se os roedores (*Cavea aperea*, *Oryzomys sp.*, *Scapteromys tumidus*, *Akodon sp.*, *Ctenomys torquata*), desdentados como zorrinho (*Dasybus hybridus*, *Conepatus chinga*), gambá (*Didelphis albiventris*) Lebre europeia (*Lepus capensis*) e carnívoros como *Dusycion spp.* e *Procyon ancrivorus*.

### Vegetação de Dunas

Embora pouco produtivos devido à pobreza de nutrientes as dunas constituem habitats para numerosas espécies de insetos, répteis, pequenos mamíferos e aves marinhas.

Seeliger (1992) identifica 71 espécies de plantas que contribuem para a composição florística das dunas costeiras. Os terrenos mais afastados da costa e as dunas obliteradas apresentam uma maior diversidade e cobertura vegetal devido, em grande parte, ao substrato mais estável e influenciado pelas oscilações do lençol freático.

As espécies vegetais mais comuns incluem as pteridófitas *Lycopodium alopecuroides*, *Equisetum giganteum* e as angiospermas *Achyrocline satureioides*, *Agalinis communis*, *Andropogon arenarius*, *Androtrichum trigynum*, *Asclepias mellodora*, *Baccopa monieri*, *Bacharis Spicata*, *B. Trimeria*, *Blutaparon portulacoides*, *Briza minor*, *Cakile maritima*, *Calycera crassiflora*, *Conyza floribunda*, *C. Pampeana*, *Cyperus obtusatus*, *Drosera brevifolia*, *Eleocharis obtusa*, *Eragrostis trichocolea*, *Gamochoaeta americana*, *Gunnera herteri*, *Hydrocotyle bonariensis*, *Hypericum connatum*, *Imperata brasiliensis*, *Juncus acutus*, *Oxypetalum balansae*, *Paepalanthus polyanthus*, *Panicum racemosum*, *Paspalum vaginatum*, *Phyla canescens*, *Plantago australis*, *Pluchea sagittalis*, *Pterocaulon purpurascens*, *Senecio crassiflorus*, *Spartina ciliata*, *Stemodia hyptoides*, *Tamarix gallica*, *Vigna luteola*.

Associados aos ambientes de dunas ocorrem insetos das famílias Cincilidae, Carabellidae e Grilotalpidae, répteis como *Liolaemus sp.*, *Listrophys sp.* e *Phylodrias sp.*, anfíbios (*Buffo arenarum* e *Buffo granulatus fernandensis*), mamíferos (Tuco-tuco -*Ctenomys flamarioni*) e aves das famílias Ardeidae, Charadriidae, falconidae, Haematopodidae, Lariidae, Phalacrocoracidae, Rhyncopidae, Scolopacidae, Stercoraridae e Sternidae.

No ambiente praias adjacentes ocorre uma grande variedade de poliquetas, moluscos, gastrópodos, crustáceos, peixes, quelônios, mamíferos e aves marinhas.

### Vegetação Aquática

A vegetação aquática inclui aquela que ocorre nos locais permanentemente inundados tais como lagos, lagoas e reservatórios d'água ligados ao mar ou não, mas com salinidade menor do que 5‰. Inclui plantas emergentes, flutuantes fixas, submersas e flutuantes livres.

As espécies mais comuns são as pteridófitas *Azolla filiculoides*, *Salvinia auriculata* e as angiospermas *Cabomba australis*, *Ceratophyllum demersum*, *Echinodorus grandifolius*, *Eichhornia azurea*, *E. Crassipes*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Luziola peruviana*, *Nymphoides indica*, *Pistia stratiotes*, *Potamogetum ferrugineus*, *P. Striatus*, *Polygonum hydropiperoides*, *Pontederia lanceolata*, *Sagittaria montevidensis*, *Scirpus californicus*, *Thypha domingensis*.

#### Vegetação de Sistemas Urbanos

Inclui todas as espécies vegetais nativas ou exóticas comumente presentes nas áreas urbanas.

#### Áreas Agrícolas

As áreas de policultivo correspondem a pequenas propriedades rurais onde são cultivados cebola e alho principalmente, e hortaliças diversas. A atividade é desenvolvida sobre os terraços lagunares mais recentes, especialmente na Ilha dos Marinheiros e margem Oeste do estuário. As grandes áreas agrícolas (monocultivo de arroz) são representadas pelas extensas lavouras de arroz cultivado sobre as áreas planas dos terrenos pleistocênicos.

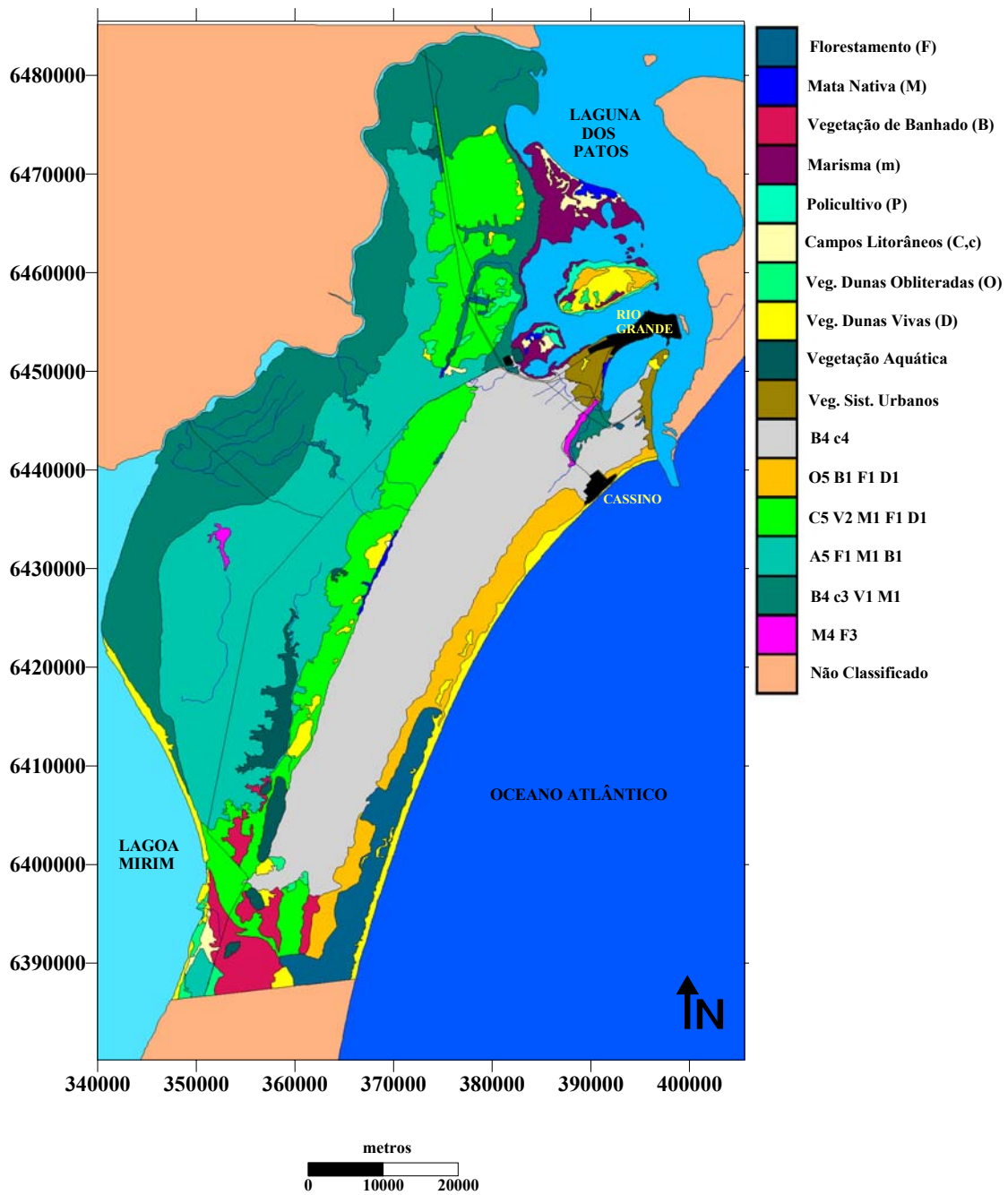


Figura 12 - MAPA DA COBERTURA VEGETAL DE RIO GRANDE  
(Modificado de Projeto Lagoa-FURG, inédito)

## LEGENDA DA FIGURA:

O código de letras e números representam, respectivamente, a unidade de vegetação presente e a sua percentagem de ocorrência em relação as demais unidades presentes na unidade maior. O código de Letras representa:

C= campos litorâneos altos, c= campos litorâneos baixos F= florestamento, M= mata nativa, m= marisma, B= vegetação de banhado, P= policultivo, O= veg. de dunas obliteradas, D= veg. de dunas vivas, V= vegetação aquática, U= veg. de sistemas urbanos, A= monocultura arrozeira.

ÍNDICE	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)	ABUNDÂNCIA RELATIVA
Sem índice	100	unidade pura
1	até 10	unid. rara
2	10 - 25	unid. pouco abundante
3	25 - 50	unid. abundante
4	50 - 75	unid. muito abundante
5	> 75	unid. dominante

Exemplo:

$C_5V_2M_1F_1D_1$  = Vegetação dominante de campos litorâneos altos e vegetação aquática pouco abundante. Ocorrência localizada e esparsa de mata nativa, florestamento e vegetação de dunas vivas.

## 1.2.9 A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICADA À REGIÃO DE ESTUDO

### 1.2.9.1 A LEGISLAÇÃO FEDERAL

Segundo Cunha (1993), as primeiras tentativas no sentido de criar normas específicas de uma política ambiental abrangente no Brasil começaram a surgir a partir de 1934, incluindo os Códigos de Águas (1934), Florestal (1965), de Proteção a Fauna (1967) e de Pesca (1967)., Referiam-se portanto, a áreas setorializadas dos recursos naturais.

O Decreto nº 73030 de 30/10/73 instituiu a Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, cujo objetivo era a “ elaboração e estabelecimento de normas e padrões relativos a preservação do meio ambiente, em especial dos recursos hídricos “ (Machado apud Diehl,1994). Através deste órgão o governo brasileiro intentou esclarecer e educar o povo para o uso dos recursos naturais através de programas em escala nacional.

A Lei 6938 de 31/08/81 definiu a Política Nacional do Meio Ambiente, objetivando a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, visando assegurar condições de desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e a proteção da dignidade da vida humana.

A fim de dar uma maior integração e coordenação da política ambiental a nível nacional e a compatibilização da atuação federal, estadual e municipal, a Lei 6638/81 cria o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA e o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA para assistir a Presidência da República na formulação de diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente.

O SISNAMA é o conjunto articulado de órgãos, entidades, regras e práticas da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios, dos Municípios e das fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, sob a direção do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA (Lei 6.938 de 31.08.81).

O CONAMA, criado com a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente de 31 de agosto de 1981 e alterado, pela Lei nº 8.028/90, em seu artigo 6º, item II, é o órgão consultivo e deliberativo, que assessora, estuda e propõe ao Conselho de Governo diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e delibera, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida (Constituição Federal, 1988).

Este Conselho, segundo o previsto na Lei nº 6.938/81, poderá estabelecer critérios e normas sobre assuntos que digam respeito ao meio ambiente, criando assim resoluções específicas para diversos temas. **Entre estas resoluções, pode ser citada a Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986 que determina a obrigatoriedade do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que afetem direta ou indiretamente a saúde, a segurança, o bem estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.**

O Estudo de Impacto Ambiental - EIA, com a Constituição Federal de 1988 (CF/88), passou a ter exigência constitucional. A Resolução 001/86 do CONAMA aponta diversas atividades sujeitas ao EIA.

O artigo 225, § 4º da CF/88 declara patrimônio nacional a Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Matogrossense e a **Zona Costeira**, de modo a assegurar a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.

A Secretaria do Meio Ambiente criada durante o Governo Sarney (1989) é extinta e é criado o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, órgão executivo do SISNAMA.

Em 1989 o CONAMA deixou de assessorar a Presidência da República e passou a subsidiar o Conselho Superior do Meio Ambiente.

Com base na **Lei 7661 de 16/05/88**, o **Governo Federal instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC)**, coordenado pelo IBAMA, com o propósito de orientar a utilização dos recursos da Zona Costeira. A elaboração do referido plano ficou a cargo de um Grupo de Coordenação (COGERCO), dirigido pela Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM) vinculada ao Ministério da Marinha.

**A mesma Lei determina a instituição de um Sistema Estadual de Gerenciamento Costeiro para os estados litorâneos e suas respectivas políticas e Planos de Gerenciamento Costeiro, compatibilizados com o PNGC, assim como os municípios localizados na área de influência da Zona Costeira também deverão elaborar seus respectivos Planos de Gestão compatibilizados aos Planos Estaduais.**

De acordo com o art. 18 da MP 150/90, o órgão responsável pela formulação e fixação de diretrizes da política ambiental passou a ser o Conselho de Governo, formado exclusivamente pelos 12 Ministérios. A Secretaria Executiva do novo órgão superior passa a ser a Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE).

#### 1.2.9.2 A LEGISLAÇÃO ESTADUAL

A Lei n. 7990 de 19.04.85 estabelece a obrigatoriedade do desenvolvimento de pesquisa de caráter científico, para fins de avaliação de impacto ambiental e inventário de fauna e flora, como condição prévia para a instalação de complexos industriais, barragens, estradas ou outras intervenções que impliquem em consideráveis alterações do meio ambiente.

A Constituição Estadual, promulgada pela Assembléia Legislativa do Estado em 05.10.89 apresenta o Capítulo V dispondo sobre o meio ambiente, no qual define a competência e atribuição do Estado e dos municípios na proteção dos recursos naturais.

A Lei n. 9077 de 04.06.90 Institui a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), responsável pela política ambiental do Estado conforme disposto no art. 252 da Constituição Estadual.

A Lei n. 10.330 de 28.12.94 dispõe sobre a organização do Sistema Estadual de Proteção Ambiental, a elaboração, implementação e controle da política ambiental do Estado.

**A Resolução nº 20 de 16/06/86 - CONAMA estabeleceu a necessidade dos órgãos ambientais estaduais de efetuarem o enquadramento dos recursos hídricos de acordo com a classificação proposta.**

Em 20 / 12 / 93, a FEPAM fez uma proposta de enquadramento dos recursos hídricos da parte sul da Laguna dos Patos, considerando “a fragilidade de seus ecossistemas, a importância dos usos da água e a pressão de desenvolvimento e



ocupação da região”. A delimitação da área compreende os recursos hídricos da parte sul do estuário da Laguna dos Patos, limitada ao norte pela linha de latitude que passa pela ponta da Ilha da Torotama em direção ao Saco do Medanha ( $31^{\circ}57'$ ) e, ao sul pela foz do estuário no oceano ( $32^{\circ}11'$ ), incluindo as áreas límnicas que drenam o município de Rio Grande.

Após o levantamento detalhado dos diversos usos significativos dos recursos hídricos desta região, foram definidas as seguintes classes de acordo com a Resolução 20/86 do CONAMA: (Fig.9).

#### Classe Especial

Águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas:

- 1 - Arroio do Bolaxa
- 2 - Lagoa do Bolaxa

#### Classe 1

Águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado
- b) à proteção das comunidades aquáticas
- c) à recreação de contato primário (natação, esqui e mergulho)
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rente ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas a alimentação humana.

- 1 - Lagoa da Quinta
- 2 - Arroio das Cabeças, da cabeceira até a foz
- 3 - Arroio Martins, das cabeceiras até a foz

#### Classe 2

Águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento convencional
- b, c, d, e ) Idem ao anterior

- 1 - Arroio Vieira, das cabeceiras até a foz

#### Classe 7 Especial

Esta classe foi definida pela FEPAM e difere da classe 7 do CONAMA pela restrição ao lançamento de efluentes tratados.

- 1 - Saco do Justino
- 2 - Saco do Arraial
- 3 - Saco do Martins

#### Classe 7

Águas destinadas:

- a) a recreação de contato primário
- b) a proteção das comunidades aquáticas
- c) a criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas a alimentação humana

- 1 - Saco da Mangueira
- 2 - Canal do Norte

#### Classe 8

Águas destinadas:

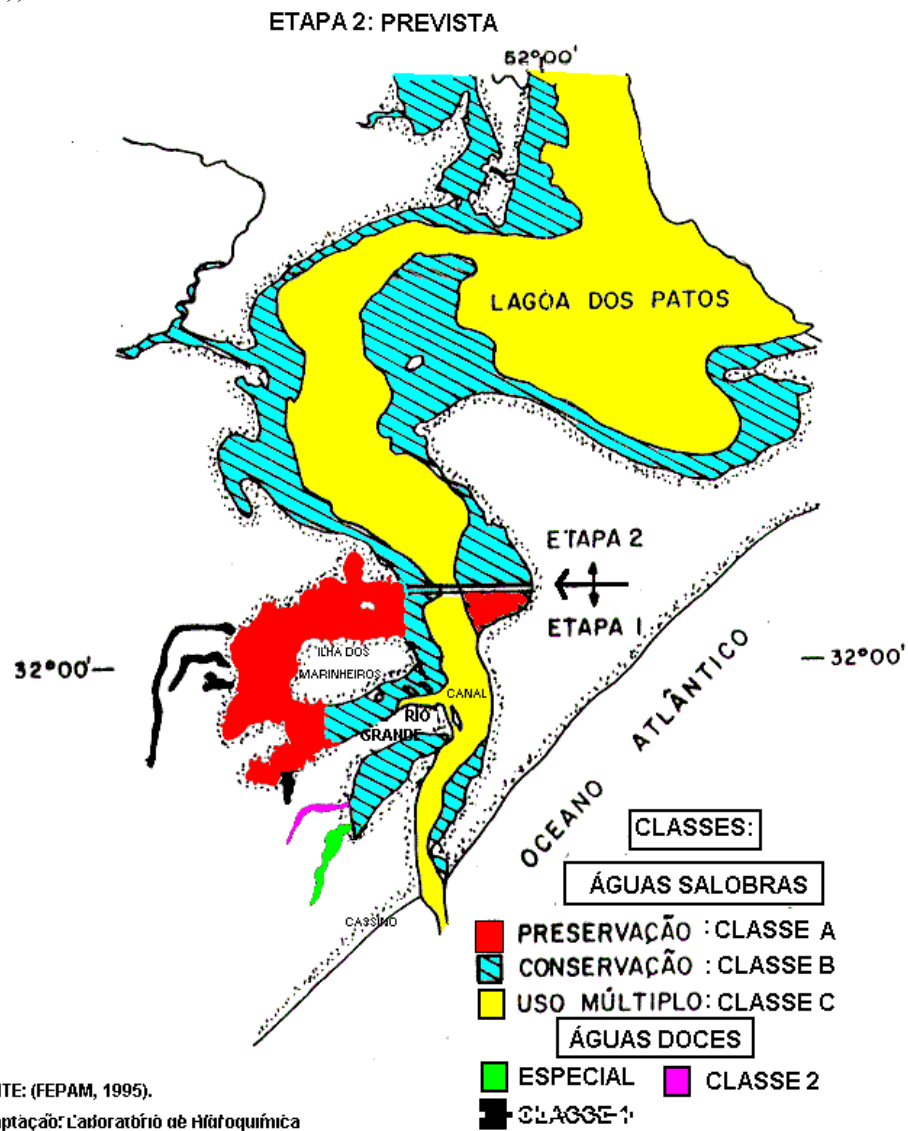
- a) a navegação comercial

- b) a harmonia paisagística
- c) a recreação de contato secundário

1- Canal de acesso ao Canal de Rio Grande, da Ponta da Mangueira até o Pontal da Barra.

Finalmente a Lei 10.350 de 30.12.94 institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o artigo 171 da Constituição Estadual. O texto legal conjuga-se ao esforço por dotar o país de um Sistema Nacional de Recursos Hídricos, atendendo ao Artigo 21 da CF/88. Além disso a lei define instrumentos importantes do gerenciamento dos recursos hídricos, como a outorga do uso da água, a cobrança pela utilização dos recursos hídricos e o rateio dos custos.

Figura 13: Enquadramento das águas do estuário da Lagoa dos Patos (Portaria 07 da SSMA (NORMA Técnica 003/95 - Governo do Estado do Rio Grande do Sul))



### 1.2.9.3 A LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

A Lei Municipal n. 4116 de 03\11\86 criou o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Rio Grande (Fig. 14) destinado a ordenar, promover e controlar de modo integrado o desenvolvimento urbanístico do município. Segundo este documento, a área territorial do município divide-se em Zona Urbana e Zona Rural, divididas em Unidades de Planejamento e Unidades Seccionais.

A Zona Urbana divide-se em ÁREAS URBANAS DE OCUPAÇÃO INTENSIVA (AUOI) - prioritária para fins de urbanização, e ÁREAS URBANAS DE OCUPAÇÃO RAREFEITA (AUOR) - prioritária para a conservação dos recursos naturais.

O uso e ocupação do solo é definido em cada Unidade de Planejamento, através das atividades predominantes e mesma tendência de uso.

As ÁREAS FUNCIONAIS (AF) requerem regime urbanístico especial e dividem-se em:

**b1. Área de Interesse Público (AIP) - São aquelas onde estão implantados equipamentos urbanos, programas e projetos governamentais, os quais, por suas características, não são passíveis de enquadramento no regime urbanístico estabelecido pelo Plano Diretor. Inclui os prédios da administração direta, rodoviária, estádios, clubes, cemitérios, etc.**

b2. Área de Interesse Urbanístico (AIU) - inclui áreas de recuperação, indução ou contenção do crescimento urbano.

b3. Áreas de Interesse Ambiental (AIA) - prioriza a conservação dos recursos naturais e subdivide-se em:

b.3.1. Áreas de Preservação Permanente (APP)

b.3.1.1. Áreas de Preservação Ambiental (APA) - inclui as margens dos arroios, lagoas, sacos e banhados.

b.3.1.2. Área de Preservação com uso limitado (APUL) - inclui uma faixa de 1500 m de largura ao longo do meridiano de 52° 08'.

b.3.2. Áreas de Interesse paisagístico e Cultural (AIPC) - inclui áreas e locais de lazer, bens de valor histórico e cultural, paisagens notáveis, etc.

## **Áreas de Proteção Ambiental no Município de Rio Grande**

O PNGC (CIRM, 1990) destina-se a ser o arcabouço capaz de possibilitar e balizar a ação dos estados litorâneos e dos municípios compreendidos na ZC, na elaboração de suas políticas e Planos de Gerenciamento Costeiro. Para isto, estabelece como seu principal instrumento de Gerenciamento Costeiro o Zoneamento Ecológico-Econômico, um conjunto de procedimentos destinados ao uso sustentável dos seus recursos naturais.

A Lei Federal Nº 7661 de 16 de maio de 1988, que instituiu o PNGC, no seu artigo 5º, diz que as normas e diretrizes sobre o uso do solo, do subsolo e das águas, bem como limitações à utilização de imóveis poderão ser estabelecidas nos Planos de Gerenciamento Costeiro Nacional, Estadual e Municipal, prevalecendo sempre as disposições de natureza mais restritiva.

A FEPAM iniciou o zoneamento ecológico-econômico pelo litoral norte do Estado, sendo que para o litoral sul ainda não há um trabalho mais detalhado.

Recentemente, este órgão elaborou uma proposta de Código Estadual do Meio Ambiente, contemplando a questão do gerenciamento costeiro. Neste, define o espaço físico territorial da ZC do RS e estabelece, no seu artigo 186, áreas de preservação permanente.

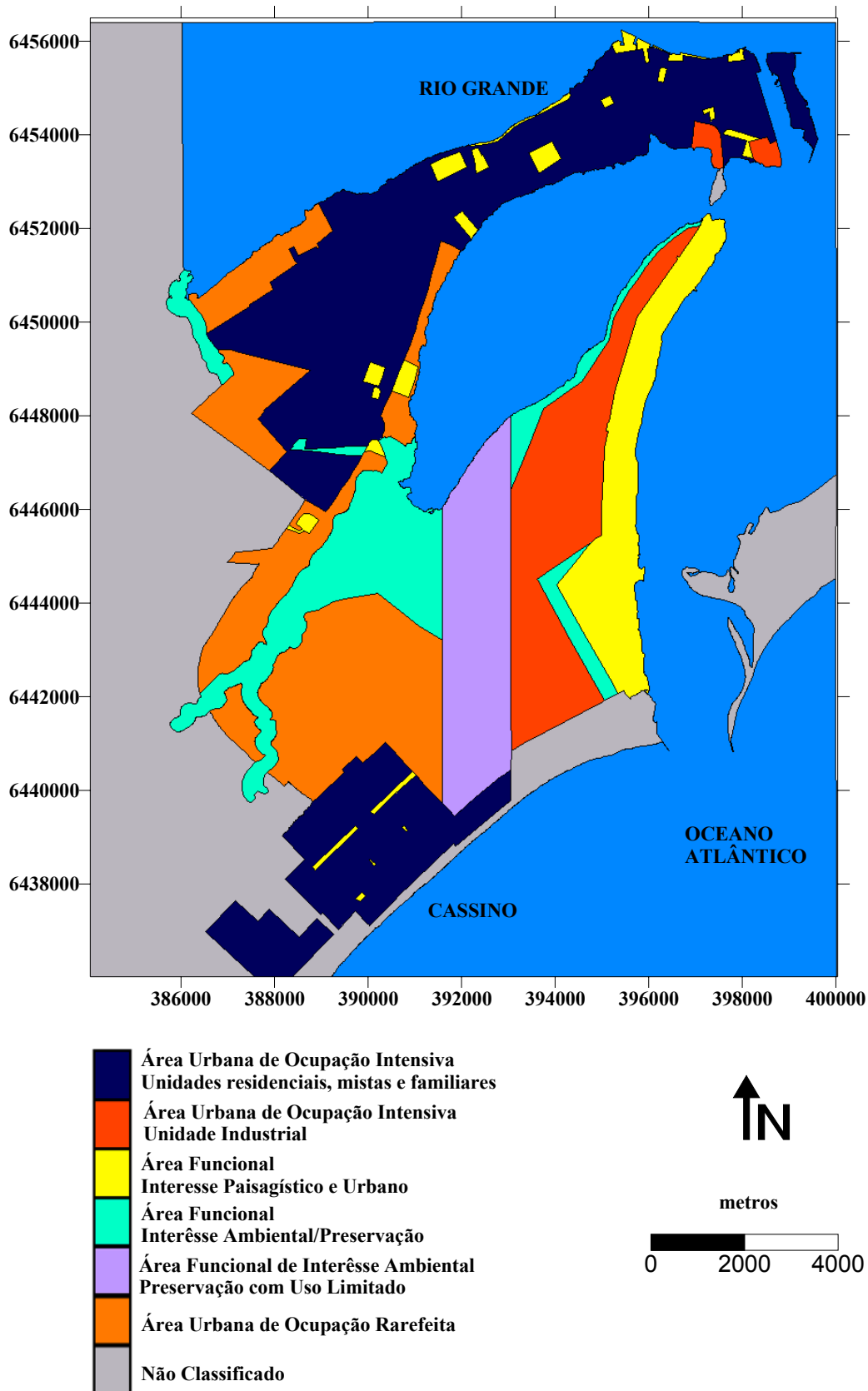
Atendendo a resolução nº 20 do CONAMA, de 18/06/86, a FEPAM resolve, em dezembro de 1993, enquadrar os recursos hídricos da parte sul do estuário da Laguna dos Patos, em função da fragilidade de seus ecossistemas, da importância dos usos da água e da pressão de desenvolvimento e ocupação da região.

Finalmente, as disposições de natureza mais restritiva em relação ao meio ambiente no município de Rio Grande, estão contidas no seu Plano Diretor, criado pela Lei Municipal nº 4116 de 3 de novembro de 1986. Apesar de ser anterior a Lei Federal 7661, que instituiu o PNGC, os princípios e normas relativos ao meio ambiente que regem o referido Plano deverão ser mantidos na elaboração de seu Plano de Gestão compatibilizado ao Plano Estadual em desenvolvimento.

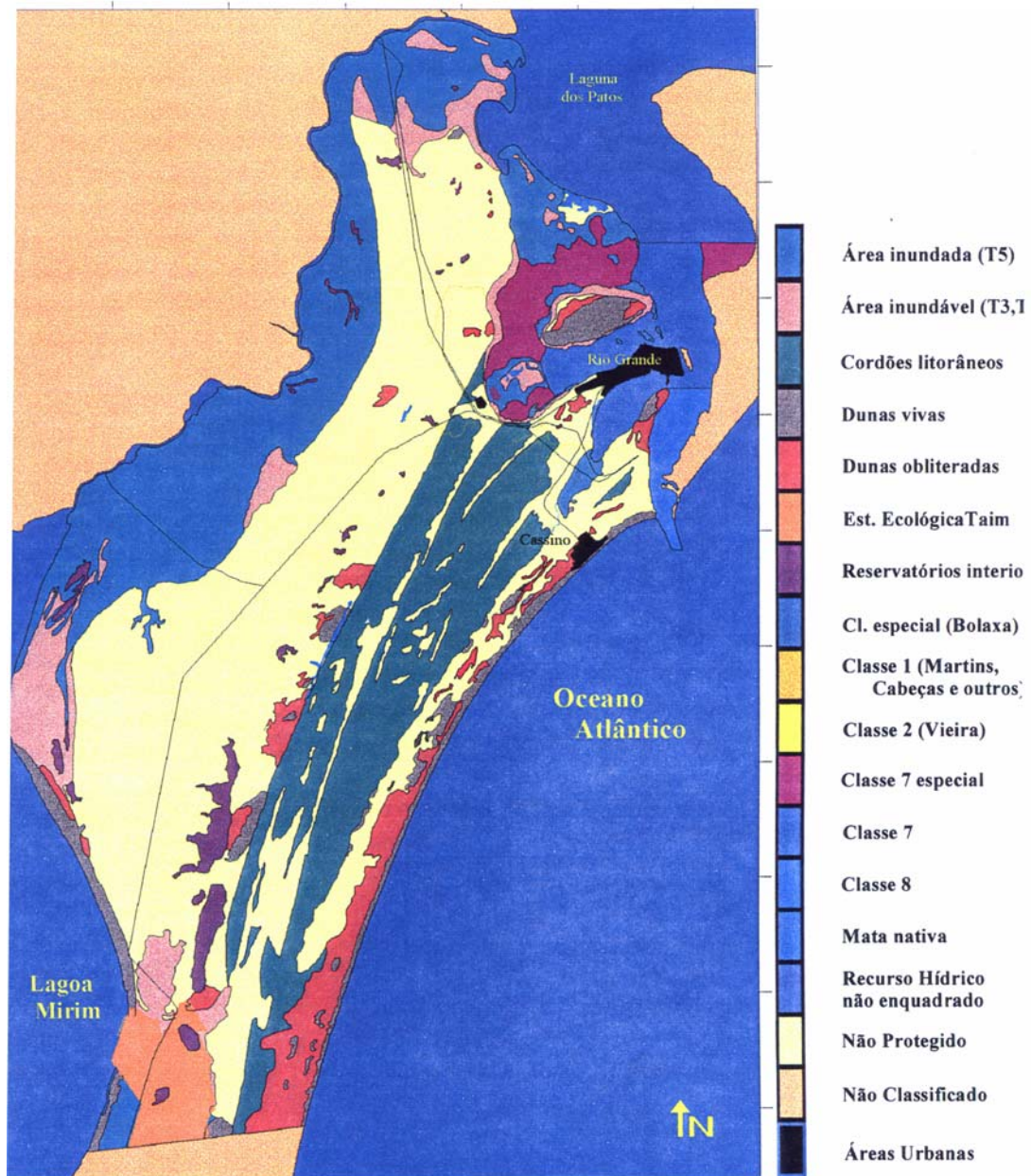
Com o objetivo de mapear as áreas protegidas por lei em Rio Grande, relacionou-se toda a legislação ambiental pertinente as áreas ou recursos naturais que de alguma forma estão protegidas por leis específicas, aplicáveis ao município de Rio

Grande (anexo I ). De posse destas informações, criou-se o Mapa das Áreas de Protegidas por Lei - RG, usando técnicas computacionais do SGI IDRISI (Fig 15).

Este mapa mostra todas as áreas do município de Rio Grande que possuem algum tipo de restrição de uso legal. Algumas têm referência específica dentro de leis específicas como por exemplo as dunas, matas nativas, recursos hídricos e reservas ecológicas; outras foram selecionadas a partir da interpretação de leis mais genéricas, como as áreas inundadas, inundáveis e a região dos cordões litorâneos.



**Figura 14 - PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE RIO GRANDE**  
(Fonte: Prefeitura Municipal de R.G.)



**Figura 15 – ÁREAS PROTEGIDAS POR LEI EM RIO GRANDE, RS**



### **1.2.10 OS SISTEMAS AMBIENTAIS DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL**

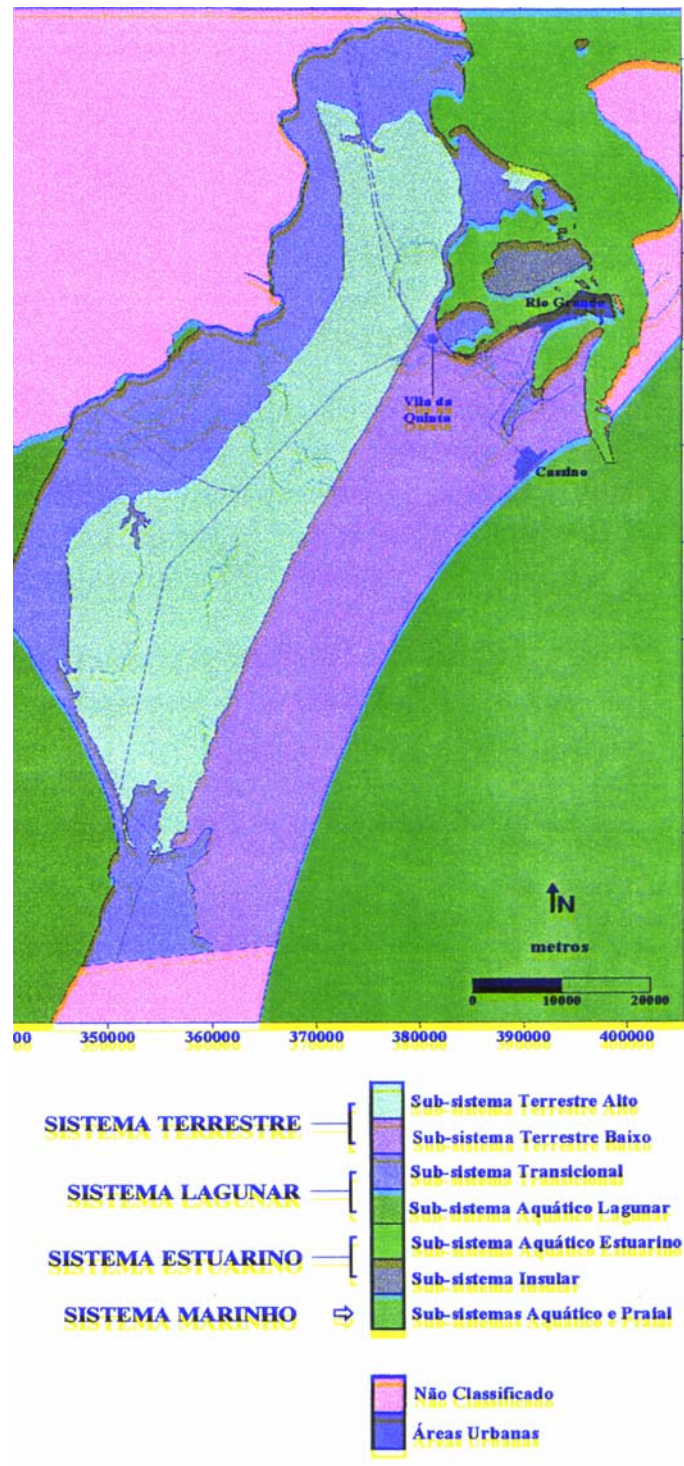
A gênese dos terrenos sedimentares costeiros em margens continentais passivas está vinculada à migração de ambientes deposicionais controlada pelas variações relativas do NM. Estes processos geológicos tiveram grande importância na estruturação da Planície Costeira do RS desde o Terciário até o Holoceno, sendo que muitos encontram-se ativos ainda hoje.

O desenvolvimento desse ecossistema costeiro mostra claramente uma dependência aos fatores físicos que lhes deram origem controlando não somente o padrão de abundância e distribuição da biota como também a densidade de ocupação humana e o uso que se faz da terra, como já observado por Paim & Asmus (1986), e Tagliani (1995).

A visão regional dos terrenos sedimentares costeiros e áreas submersas adjacentes, fornecida pela interpretação de imagens de satélite, permite identificar diferenças estruturais e funcionais importantes (geomorfologia, fluxo hídrico superficial, vegetação, uso da terra, processos físicos ativos, etc.) entre porções distintas do território. Assim, é possível caracterizar áreas homogêneas quanto aos seus principais processos ou características (Clark, 1977), mas distintas das áreas que lhes são adjacentes, originando uma divisão do ecossistema Planície Costeira em três grandes Sistema Ambientais - Terrestre, Lagunar e Marinho.

No município de Rio Grande, estes três Sistemas Ambientais se interconectam através de um outro sistema que é química, física e biologicamente transicional entre eles - a porção estuarina da Laguna dos Patos (Fig. 16). A área em destaque na figura 17 localiza o município de Rio Grande dentro dos Sistemas Ambientais da Planície Costeira.

A identificação de áreas homogêneas quanto a aspectos estruturais e funcionais também permitiu a delimitação dos Sub-sistemas e Unidades Ambientais para o município de Rio Grande.



**Figura 16 – SISTEMAS E SUBSISTEMAS AMBIENTAIS DE RIO GRANDE**

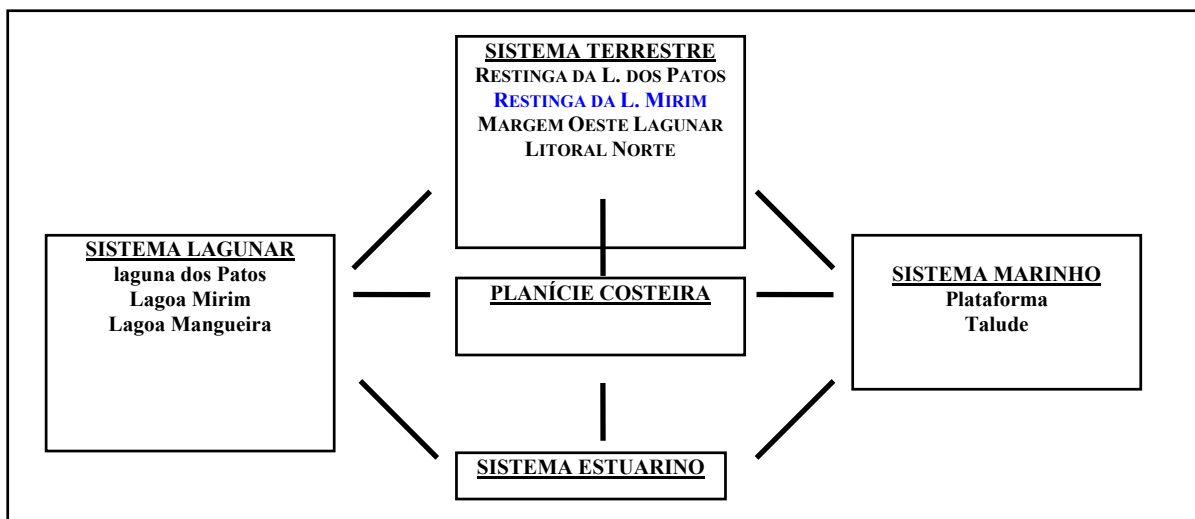


Fig. 17 - Os Sistemas Ambientais da Planície Costeira do Rio Grande do Sul

### Os Sistemas e Sub-sistemas Ambientais no município de Rio Grande

A caracterização dos Sub-sistemas Ambientais para este ecossistema foi realizada priorizando o critério geológico-geomorfológico (estrutural), uma vez que ocorrem diferenças nítidas no tipo e intensidade do trânsito de matéria e energia entre unidades geomorfológicas distintas.

#### 1. Sistema Terrestre

##### 1.1. Sub-sistema Terrestre Baixo (S.S.T.B.)

##### 1.2. Sub-sistema Terrestre Alto (S.S.T.A.)

#### 2. Sistema Lagunar

##### 2.1. Sub-sistema Transicional (S.S.T)

##### 2.2. Sub-sistema Aquático Lagunar (S.S.A.L.)

#### 3. Sistema Estuarino

##### 3.1. Sub-sistema Aquático Estuarino (S.S.A.E.)

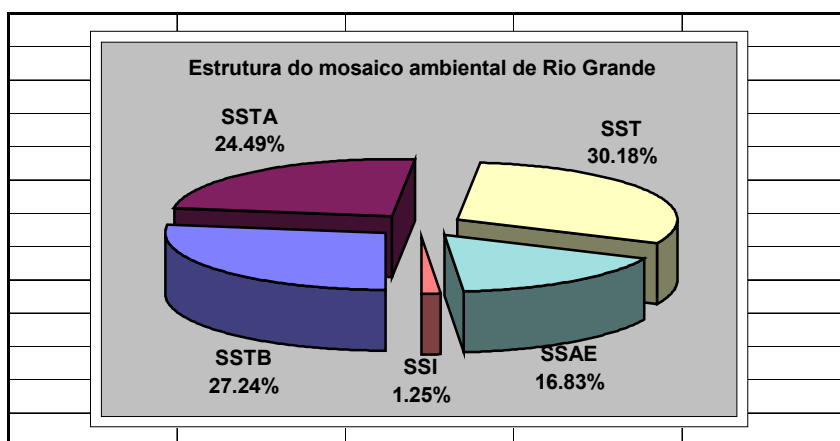
##### 3.2. Sub-sistema Insular (S.S.I.)

#### 4. Sistema Marinho (S.M.)

##### 4.1. Sub-sistema praias - estirâncio, berma e dunas frontais

##### 4.2. Sub-sistema Aquático Marinho - “shoreface” e offshore”.

A estrutura do mosaico ambiental do município de Rio Grande, representada



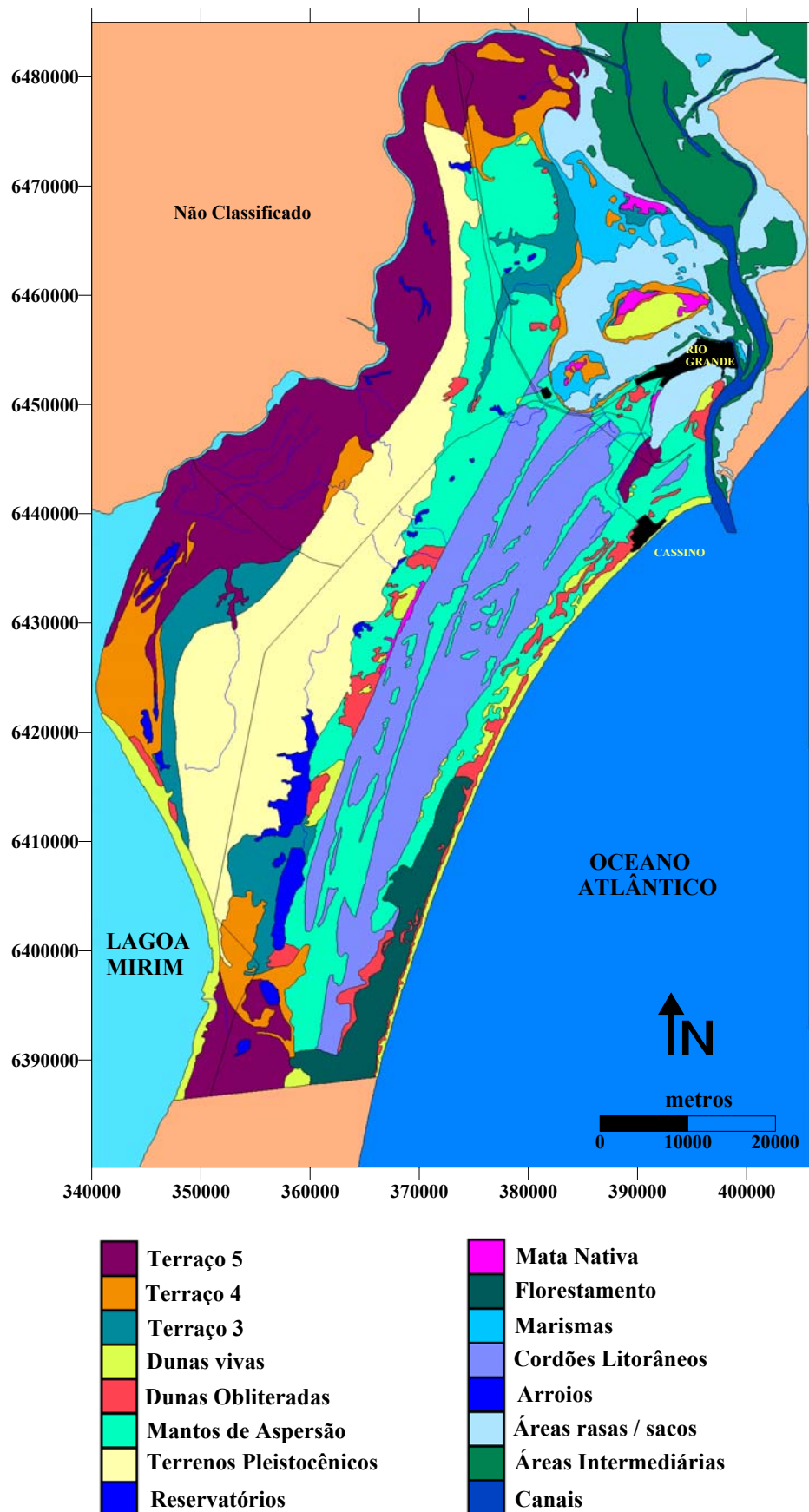
pelos Sub-sistemas dos Sistemas Terrestre e Estuarino, mostra, além de uma certa equivalência em área de sua distribuição, uma grande área do

município dominada por ambientes aquáticos e terrestres baixos, permanente ou temporariamente alagados (SSTB, SST, SSI = 68,83%). Clark (1977) ressalta que a análise de manejo de um ecossistema deve incluir, não somente a pesquisa do sistema natural e sua biota, mas também o conhecimento dos principais fatores físicos que afetam a capacidade de suporte do ecossistema e as maneiras pelas quais esses fatores interagem e, em combinação, governam a vida no sistema.

### **As Unidades Ambientais no Município de Rio Grande**

Diversos autores têm destacado a utilidade dos mapas geológico-geomorfológicos na caracterização ambiental, utilizando o conceito de “unidades ambientais” para referir porções do terreno definidas por critérios de homogeneidade interna e distintas das adjacentes (Turner & Coffmann, 1973, Brown Jr. et alli, 1974, Cendrero, 1980, Asmus et alli, 1988 e outros). Os critérios de homogeneidade relacionam-se a uma série de atributos que, em última análise são resultados das características físicas do terreno. Estas, sob efeito das condições climáticas, estabelecem a natureza dos solos, a vegetação associada, o padrão de circulação hidrogeológica os recursos minerais e energéticos e outros aspectos importantes para a qualidade ambiental, econômica e social de uma região (Asmus et alli, 1988).

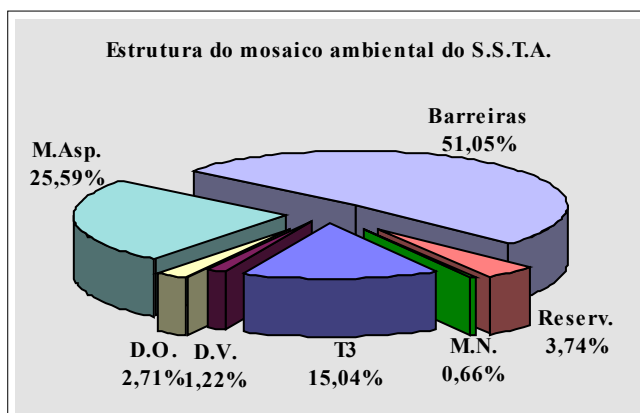
Baseado nestes conceitos e nos trabalhos de Asmus (1988, 1991) e Casella (1994), confeccionou-se o Mapa de Unidades Ambientais para o município de Rio Grande (Fig. 18) pela análise, interpretação e superposição de elementos significativos onde são reconhecidas a estrutura dos diversos Sistemas e Sub-sistemas (figura 19).



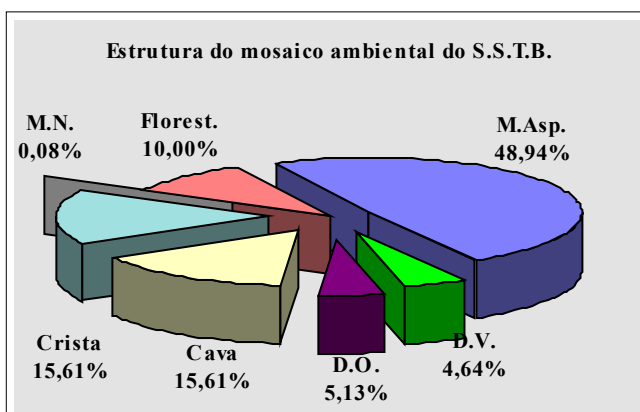
**Figura 18 - UNIDADES AMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE RIO GRANDE (Baseado em Asmus, 1987 e Casella, 1994)**

Fig. 19 - Unidades Ambientais e Distribuição Relativa

**SISTEMA TERRESTRE**

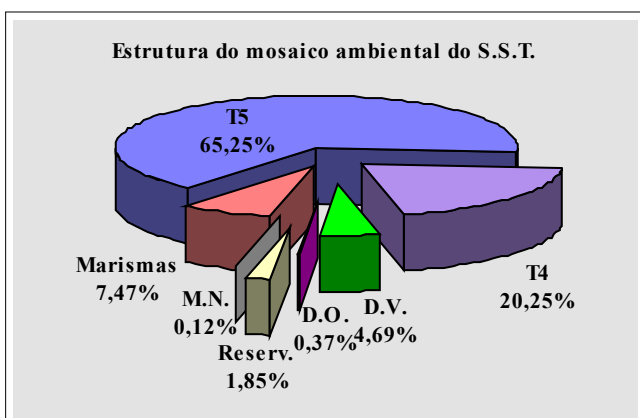


- \* Terraço 3
- \* Duna obliterada
- \* Duna viva
- \* Arroios
- \* Mantos de aspersão
- \* Lagoas interiores
- \* Terrenos Pleistocênicos (Barreiras)
  - Banhados permanentes
  - Mata nativa
- \* Florestamento
- \* Duna obliterada
- \* Duna viva



- \* Arroios e sangradouros
- \* Mantos de aspersão
- \* Banhados temporários (cavas)
- \* Cordões litorâneos (cristas)
- \* Mata nativa
- Florestamento

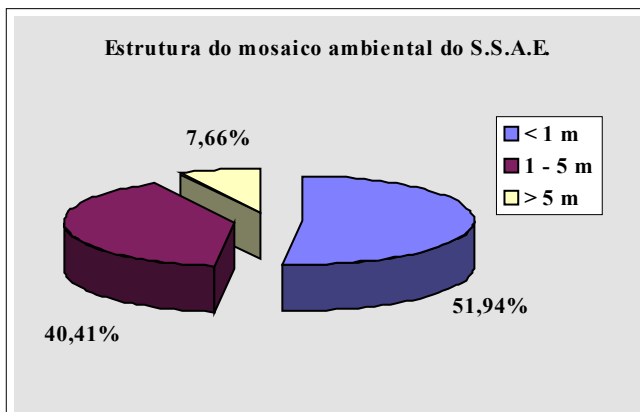
**SISTEMA LAGUNAR**



- Sub-sistema Transicional:
- \* Banhados permanentes (T5)
  - \* Banhados temporários (T4)
  - \* Arroios e Lagoas (resrvatórios)
  - \* Mata nativa
  - \* Marismas
  - \* Dunas Lagunares (D.V./D.O.) e praia lagunar
  - \* Zonas rasas
- Sub-sistema Aquático
- \* Zonas intermediárias
  - \* Canais

(Figura 20, continuação..)

**SISTEMA ESTUARINO**



Sub-sistema Aquático Estuarino:

- \* Sacos e Baixios (< 1 m)
- \* Zonas intermediárias (1 - 5 m)
- \* Canais (> 5 m)

Sub-sistema Insular:

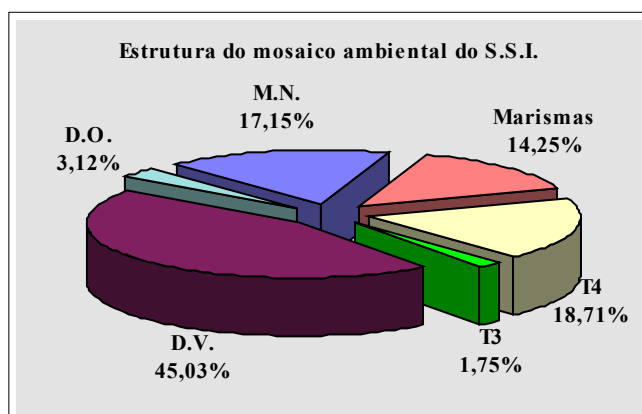
- \* Dunas obliteradas
- \* Dunas vivas
- \* Terraço 3
- \* Banhados permanentes (T5)
- \* Banhados temporários

- \* Mata nativa
- \* Marismas

**SISTEMA MARINHO**

Sub-sistema praial

- \* Estirâncio
- \* Berma



- \* Dunas Frontais
- Sub-sistema aquático superior
  - \* Shoreface
- inferior
  - \* Shoreface
  - \* offshore

## 2.OBJETIVOS

Qualquer atividade humana contém um determinado potencial de efeitos para o meio ambiente e para sociedade. O domínio desses efeitos constituem uma nuvem complexa de interações que se verificam desde a fase de planejamento do projeto até a sua operação, podendo ser de natureza estética, psicológica, social, econômica, cultural, ecológica ou geofísica. De acordo com as características específicas da atividade, esta nuvem de eventos pode restringir - se ao âmbito local ou ter desdobramentos regionais nacionais ou internacionais (Figura 21). Os estudos de impacto ambiental normalmente são conduzidos na fase de planejamento de projetos com o objetivo de identificar esses efeitos e propor, em tempo hábil, as alternativas cabíveis no sentido de minimizar impactos considerados negativos e maximizar os positivos.

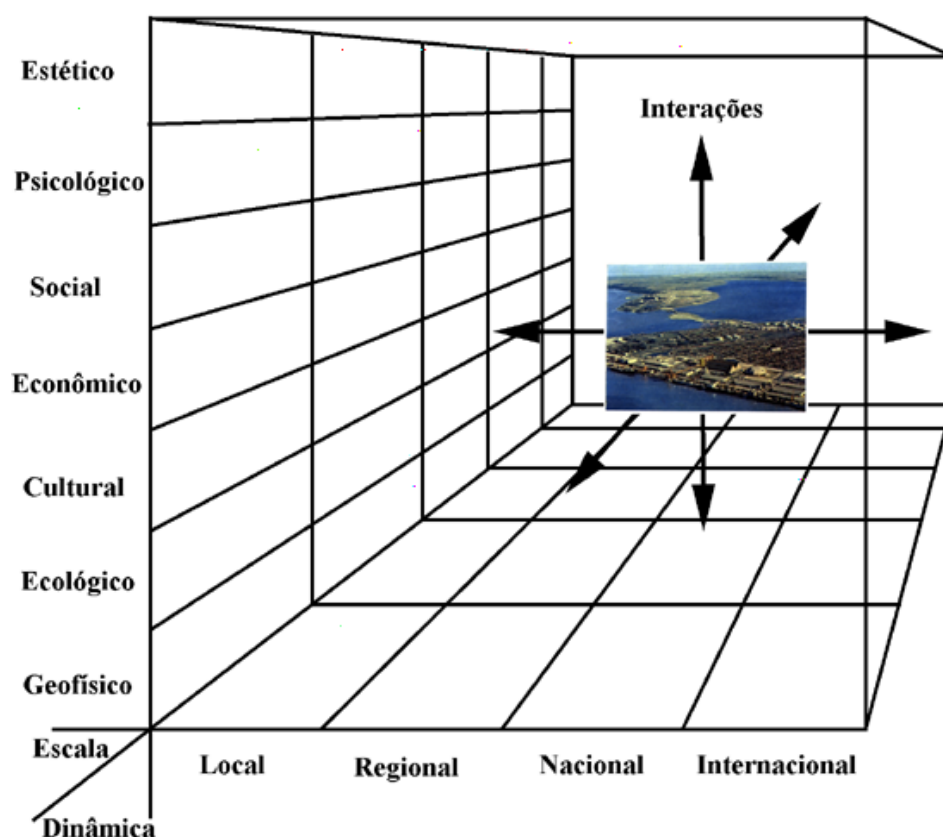


Figura 21. Cadeia de impactos ambientais eventualmente associada à uma determinada atividade.



Com este propósito, e no sentido de buscar uma harmonia ambiental das atividades sob a responsabilidade da Superintendência do Porto de Rio Grande, atendendo aos termos de referência apresentados, os seguintes objetivos foram traçados

- Estudos de caracterização da biota dentro de diferentes níveis tróficos no estuário e identificação dos impactos a que se encontram submetidos, incluindo o plâncton, a vegetação emersa e submersa, os organismos bentônicos e os peixes.
- Estudos hidroquímicos para avaliação do grau de contaminação da água
- Estudos geoquímicos para avaliação do grau de contaminação do sedimento
- Estudos geológicos e geomorfológicos para avaliação da dinâmica sedimentar, principalmente os aspectos de transporte e deposição sedimentar.
- Estudos ecotoxicológicos para avaliação dos efeitos das concentrações observadas no ambiente e das prescritas por lei sobre a biota estuarina local.
- Estudo dos aspectos operacionais do porto de Rio Grande, as empresas, suas instalações físicas, os planos de expansão portuária, os riscos associados às diversas atividades localizadas na orla portuária através de uma Análise Preliminar de Riscos.
- Estudo dos aspectos sócio- econômicos, focalizando principalmente os assentamentos urbanos localizados nas áreas de expansão portuária.

Aspectos detalhados, justificando estes objetivos são apresentados a seguir.

## **2.1 Caracterização das comunidades naturais**

### **2.1.1 Plâncton**

(Responsáveis: Dra. Mônica A. Montú e Prof. Ivo M. Gloeden)

O estudo das comunidades zooplanctônicas é de grande utilidade para detecção de alterações no ambiente. Trocas significativas na composição, abundância e distribuição dos organismos planctônicos podem ser atribuídos a variações ambientais normais e/ou ação antropogênica. O estudo dessas variações e da presença de organismos indicadores de contaminação e/ou poluição permite obter informação do estado atual do ambiente e suas fontes de contaminação.

Contaminantes e poluentes afetam especialmente o desenvolvimento das formas larvais meroplanctônicas (De Coursey & Vernberg, 1975), planctônicas e adultos em particular Copepoda, (grupo dominante no ambiente marinho e estuarino), podem causar manifestações patológicas como prolapsos intestinais, extrusões protoplasmáticas e aparição de indivíduos intersexes. Isto quando os ambientes tem alto grau de contaminação (Crisafi, 1974; Montú e Gloeden, 1980). Derrames de petróleo, óleos e outros poluentes afetam a fauna zooplanctônica impedindo-os de nadar e se alimentar provocando alta mortalidade. Assim grandes alterações no ambiente podem ser detectados pela ausência desta comunidade ou presença de espécies tolerantes. Os objetivos desta pesquisa foram detectar:

- 1) Possíveis mudanças na composição geral zooplanctônica tanto nos períodos de vazante como de enchente;
- 2) Variações quantitativas nas populações estuarinas;
- 3) Possíveis alterações na morfologia das espécies e verificar seu estado de saúde.

### **2.1.2 Bentos**

(Responsável: Prof. Dr. Carlos Emílio Bemvenuti )

O modo característico de vida dos organismos bentônicos junto ao fundo (local de acúmulo de contaminantes) e o predomínio de formas de pouca mobilidade entre o zoobentos, favorecem amplamente a utilização da macrofauna bentônica em programas de caracterização e monitoramento ambiental (UNESCO, 1980). Organismos que vivem dentro ou sobre o substrato refletem, com maior precisão, as

condições ambientais anteriores ao momento da amostragem, quando comparados com formas que vivem na coluna d'água (Lana, 1994).

A escassez de dados consistentes relativos a variabilidade sazonal ou interanual das associações de invertebrados bentônicos pode ser considerada a principal limitação metodológica para atividades de monitoramento, uma vez que o desconhecimento das flutuações “naturais” do macrobentos impedem a correta discriminação da variabilidade eventualmente induzida por perturbações (Lana, 1994). Neste contexto, no presente trabalho serão analisados e comparados uma série de dados temporais relativos a assembléia de macroinvertebrados bentônicos, obtidos em vários pontos da região estuarial da Lagoa dos Patos e em levantamentos efetuados em distintos ambientes estuarinos do Rio Grande do Sul. A partir destes resultados será avaliado o estado atual do conhecimento e o potencial de contribuição da ecologia bentônica para estudos de monitoramento e gerenciamento ambiental. Os seguintes objetivos integram este estudo:

- Caracterizar os macroinvertebrados bentônicos em relação a composição específica, diversidade e abundância em situações de inverno e verão na região estuarial da Lagoa dos Patos e procurar estabelecer relações entre os padrões observados com as atividades do porto.
- Efetuar a caracterização das associações de invertebrados bentônicos em distintos habitats estuarinos: marismas, planos de águas rasas, pradarias de gramíneas submersas, fundos infralitorais e áreas de canal.
- Comparar as associações de invertebrados bentônicos em distintas unidades de habitat localizadas nas áreas estuarina da Lagoa dos Patos e do Rio Tramandai-Lagoa do Armazém, e nas barras do Arroio Chuí, Lagoa do Peixe e Rio Mampituba.

### 2.1.3 Nécton: Peixes

(Responsáveis: Dr. João Paes Vieira Sobrinho e MSc. Luiz Eduardo D. Pereira)

Os peixes são freqüentemente usados como indicadores de perturbações ambientais, devido ao seu tamanho relativamente avantajado e sua facilidade de identificação taxonômica. Além disto, a mobilidade característica, associada a uma boa capacidade de percepção sensorial, permite aos peixes evitarem ativamente as condições adversas do meio. Conseqüentemente esses tem uma rápida e detectável resposta às mudanças ambientais sejam elas naturais ou antropogênicas. Adiciona-se a isto o fato de que as estatísticas de pesca são, em geral, o único dado biológico de longa duração disponível em estuários (Stephens, Jr. et al., 1988).

O estuário da Lagoa dos Patos abriga uma ictiofauna bastante diversa, composta cerca de 110 espécies, que alternam sua ocorrência no ambiente estuarino de acordo com distintas estratégias de vida, porém apenas poucas espécies são abundantes ou freqüentes (Vieira e Castello, 1997). Este estuário constitui a mais importante área de criação e crescimento para grande parte dos peixes e crustáceos comercialmente explorados no litoral sul do Brasil (Chao *et al.*, 1982; 1986). Nesta região concentra-se a maior parte da pesca de subsistência e de pequena escala (artesanal) do sul do Brasil (Chao et al., 1982; 1986; Reis, 1993), tendo sido uma área de pesca importante desde o final do século passado (Reis, 1993; Haimovici et al., 1997). Os desembarques da pesca artesanal de peixes teleósteos na Lagoa dos Patos e região marinha adjacente variaram entre 43.600 ton. (1972) e 13.000 ton. (1989), chegando a representar 36% do total desembarcado no porto do Rio Grande. Entretanto, nos últimos 10 anos, esta pesca apresentou um declínio de cerca de 34% em relação ao decênio anterior, sendo hoje apenas um meio alternativo de subsistência (Reis, 1992; 1993; Haimovici et al., 1997).

Nos dias de hoje percebe-se através das notícias de jornal, TV, e no meio científico, uma grande preocupação com o futuro destes recursos. Esta preocupação baseia-se: 1) no declínio documentado da produção de espécies comercialmente importantes como a corvina (*Micropogonias furnieri*) e os bragues (*Netuma barba e N. planifrons*) (Figura 1); 2) no descontrole da fiscalização das atividades pesqueiras (Vieira et al. 1996, Haimovici e Umpierre, 1996; Haimovici et al., 1997); 3) no crescente nível de industrialização da cidade de Rio Grande; 4) assim como nas freqüentes e inúmeras alterações de diversos habitats naturais do estuário (diversos

autores neste relatório). No entanto, até o presente momento, não houve uma tentativa científica de comparar e identificar as possíveis fontes de declínio. Nem a má administração dos recursos, nem os efeitos das alterações ambientais podem, inequivocamente, serem atribuídos como causas da diminuição destes recursos pesqueiros.

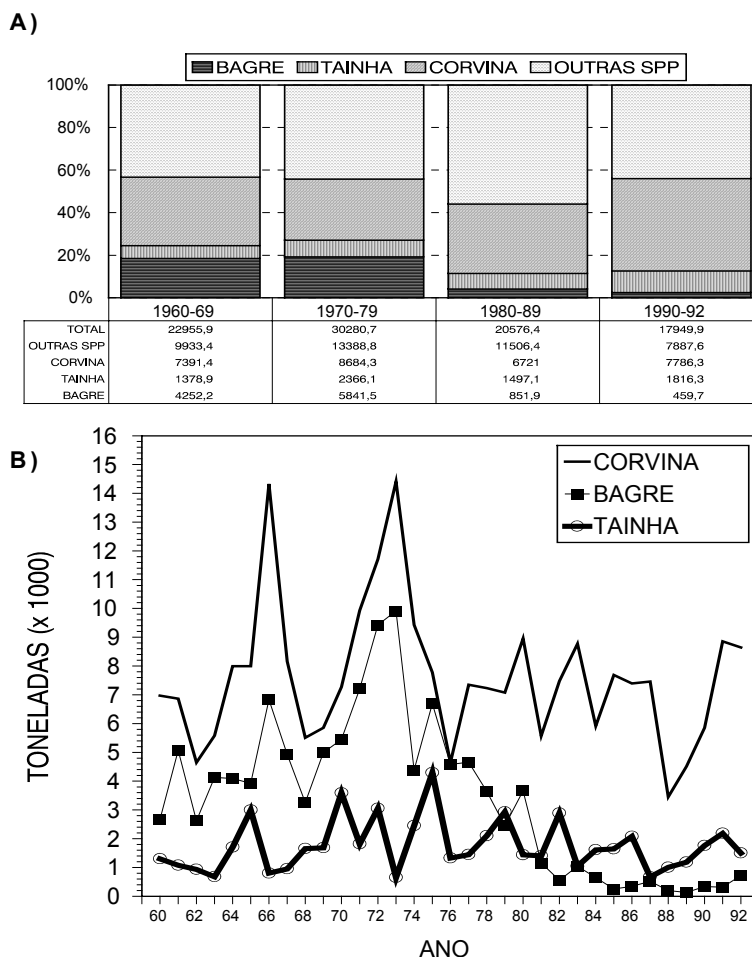


Figura 2 - a) Contribuição percentual relativa do bagre, corvina, tainha e demais espécies nas capturas artesanais da pesca no estuário da Lagoa dos Patos para as décadas de 60, 70, 80 e 1990 a 1992. b) Captura total (em toneladas) da corvina, bagre e tainha na pesca artesanal do estuário da Lagoa dos Patos para os anos de 1960 a 1992.

Com base no exposto acima, e em função de dados históricos (desde 1979) coletados pelo laboratório de Ictiologia da FURG (Projeto BELAP - Chao et al., 1982, 1985), este relatório tem como objetivos:

1) Avaliar as variações temporais da estrutura da comunidade de peixes que utilizam as região circunvizinhas a Cidade do Rio Grande como área de criação, reprodução e alimentação.

2) Diagnosticar as possíveis causas do decréscimo de produção pesqueira observada e avaliar se as atividades portuárias encontram-se entre estas causas.

#### **2.1.4 Vegetação emergente e submersa**

(Responsável: Dr. César S. B. Costa)

Pradarias de plantas submersa ocorrem em zonas rasas do estuário constantemente alagadas e são dominados pelo “lixo-capim” Ruppia maritima (Cafruni 1983, Costa & Seeliger 1989, Mazo 1994). As folhas e hastes das plantas da pradaria reduzem o fluxo das correntes e a ação de ondas sobre o fundo, possibilitando a deposição do sedimento em suspensão e prevenindo a sua remobilização do fundo por suas densas redes de rizomas e raízes (Thayer et al. 1984). Estas são importantes áreas de crescimento e alimentação de larvas e juvenis de crustáceos (e outros invertebrados) e peixes, muitos dos quais são importantes recursos pesqueiros regionais (Cafruni et al. 1978, 1983, Costa & Seeliger 1989, Vieira & Scalabrin 1991).

Marismas recobertos por gramas, juncos e ciperaceas (Costa & Davy 1992, Costa 1997a) constituem banhados inundados periodicamente por água salgada que estão presentes nas margens do estuário. As marismas formam barreiras auto-mantíveis contra o avanço do mar, favorecendo a deposição de sedimento e impedindo a erosão com a sua cobertura vegetal densa e sistemas de rizomas e raízes superficiais (Day et al. 1989). Estes ambientes possuem muitos planos lamosos, canais e pequenos lagos (piscinas) interconectados que são importantes habitats de recursos pesqueiros (Costa 1997b). A grande quantidade de matéria vegetal destes ambientes (Silva et al. 1993, Cunha 1994, Copertino 1995, Gaona et al. 1996, Costa 1997c) mantém a teia alimentar estuarina (Capitoli et al. 1978, Bemvenuti 1990, Vieira & Scalabrin 1991, Costa 1997b) e está envolvida no controle de macronutrientes (NPK) e elementos tóxicos (Hg, Pl, Cu, etc.) que podem ser remobilizado do sedimento pelas raízes das plantas (Seeliger & Costa 1997, Costa 1997c). A vegetação emergente e submersa do estuário é especialmente influenciada por atividades antropogênicas, portuárias ou não, que alterem

as condições físico-químicas do sedimento, como a frequência de exposição (afetada por dragagens, aterros e alterações nas taxas de deposição e erosão do sedimento), disponibilidade de nutrientes (devido às poluições doméstica, industrial e agrícola), concentração de produtos tóxicos (óleo, metais, sulfetos, etc.) e a turbidez da água (para as plantas submersas).

Este estudo pretende estabelecer uma avaliação ecológica da vegetação emergente e submersa, avaliar os impactos atuais ou potenciais sobre estas, e propor sugestões para sua mitigação e controle. Na seção final do relatório, a importância diagnosticada de cada unidade vegetacional será confrontada com a carga de impacto. Várias sugestões serão efetuadas e a situação ambiental será discutida em relação a setorização do Porto de Rio Grande, bem como em relação as futuras formas de utilização da margem e do fundo do estuário.

## **2.2 Caracterização dos parâmetros físico-químicos da coluna d'água e sedimentos.** (Responsáveis Dr. Luis Felipe Niencheski e MSc. Maria da Graça Zepka Baumgarten)

Para avaliar o impacto ambiental com enfoque hidroquímico, das atividades do porto da Cidade de Rio Grande, é necessário conhecer a composição química das águas marginais às atividades portuárias, as quais influenciam diretamente a qualidade destas águas. Metodologicamente devem ser considerados tanto o eixo destes corpos hídricos, onde a hidrodinâmica e a profundidade geralmente são maiores, como as suas periferias, onde devido a menor renovação da água, é aumentado o impacto dos lançamentos antropogênicos, sejam estes por via aérea ou hídrica. Enquadram-se neste enfoque as águas do Saco do Martins, do Saco do Rio Grande e do Canal do Norte (noroeste e norte da cidade); as águas do Canal do Rio Grande (leste da cidade) e do Saco da Mangueira (sul).

Considerando que a coluna d'água e a água intersticial aos sedimentos podem funcionar como reservatórios e armadilhas de constituintes químicos de origem natural e/ou antropogênica, torna-se necessário conhecer o intercâmbio na interface água-sedimento destes constituintes, pelo menos em alguns ambientes representativos do estuário, com o objetivo de identificar a real origem das concentrações registradas na coluna d'água.

O Laboratório de Hidroquímica da FURG vem estudando a composição

química das águas marginais à cidade do Rio Grande desde 1979, o que gerou vários artigos publicados em revistas especializadas (vide referências bibliográficas). No presente estudo a re-interpretação destes dados foi feita a partir de uma análise global dos mesmos, agrupados cronologicamente por ambiente.

Estudos complementares foram conduzidos, basicamente com dois enfoques.

- avaliação da composição química das águas situadas bem nas margens das principais operações portuárias;
- avaliação do intercâmbio água-sedimento de constituintes químicos passíveis de serem lançados antropogenicamente.

### **2.3 Caracterização dos padrões de sedimentação estuarina e marinha costeira e geoquímica**

(Responsáveis: Dr. Lauro Júlio Calliari, Dr. Paulo Baisch e MSc. Carlos R. Tagliani)

Este estudo tem por objetivo descrever os aspectos conclusivos do estudo efetuado pelo Setor de Geologia / Geoquímica -Laboratório de Oceanografia Geológica-referente ao impacto ambiental gerado, direta ou indiretamente, pela atividade humana na região portuária e regiões adjacentes do estuário da Lagoa dos Patos.

O estudo apresentado nesse documento, abordará os aspectos ambientais relacionados com a contaminação por elementos traços metálicos e matéria orgânica, e os impactos associados às atividades de dragagem no estuário, através do estudo dos sedimentos de fundo.

A utilização dos sedimentos para estudos de caracterização de impacto ambiental, apresentam algumas vantagens com relação ao meio hídrico circulante. Os sedimentos correspondem a um dos segmentos ambientais mais estáveis em termos físico e químico. Por esta razão, seus parâmetros químicos são ótimos índices do meio ambiente, e são muito freqüentemente indicativos da qualidade média das águas. Por outro lado, em virtude dos processos de sedimentação, os sedimentos são um registro histórico da contaminação passada, além de possibilitarem estimativas de índices de referência ou níveis de background geoquímico, particularmente para os elementos metálicos.

Os sedimentos constituem-se na primeira barreira físico-química às substâncias naturais e contaminantes introduzidos nos sistemas aquáticos. A distribuição dos



elementos e substâncias contaminantes são controlados por processos físicos (transporte, deposição/ressuspensão, floculação- Bennett, 1987) e químicos (condições de pH, e de oxi-redução, entre outros).

Os sedimentos podem, em conseqüência, apresentar um importante papel na fixação de substâncias atuando, nesse caso, como depósitos de elementos e substâncias contaminantes. Esses compostos podem ser liberados por modificações das condições físico-químicas ambientais, tais como: pH, potencial redox, complexos orgânicos, potencial iônico, atuando, nesse caso, como fontes de contaminantes (Salomons e Forstner, 1984; Forstner, 1987, Salomons et al, 1988).

Os trabalhos de dragagem em portos, rios, canais de navegação, promovem a ressuspensão de sedimentos, podendo acarretar a liberação de contaminantes (Delaune e Smith, 1985; Thomas, 1987), que pode se tornar crítica, dependendo do nível de poluição dos sedimentos de fundo.

Apesar dos sedimentos influenciarem diretamente a qualidade das águas, não existem normas de qualidade dos sedimentos, como aquelas existentes para as águas estabelecidos na Resolução CONAMA no. 20/1986. Assim sendo, com vistas a caracterização do impacto ambiental, os valores limites de muitos parâmetros, tais como os metais pesados, devem ser estabelecidos especificamente para a região estuda.

O quadro acima exposto corresponde, em linhas gerais, as características da zona portuária e entornos da região estuarial da Lagoa dos Patos. Nesse local coexistem atividades urbanas, portuárias, industriais, dragagens, atividades pesqueiras, entre muito outras, em um espaço relativamente pequeno e freqüentemente sobrepostas.

O presente Estudo de Impacto Ambiental tentará estabelecer a situação atual da região estuarial da lagoa dos Patos com base em estudos dos metais pesados e da matéria orgânica dos sedimentos, efetuados durante o decorrer desse relatório (1996). Esses resultados permitirão examinar algumas tendências das modificações ambientais, pois se procederá a comparação de certos resultados com dados pretéritos desses parâmetros.

## **2.4 Aspectos sócio - econômicos**

(Responsável: Arquiteta Lydiá Habiaga, laboratório de Ecologia de Sistemas)

Dentro do presente estudo, a análise dos aspectos sócio-econômicos procurou atender o artigo 5º. da Resolução CONAMA n.001 de 1986, que determina a consideração dos planos e programas governamentais propostos, ou em implantação na área do projeto e a sua compatibilidade. Atende também o Artigo 6º, parágrafo I-c que expressa a necessidade de determinar as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização desses recursos. Assim, os esforços foram focalizados no sentido de avaliar os impactos que a expansão portuária, prevista no Plano de Zoneamento Portuário, irá causar sobre as comunidades e/ou estruturas que atualmente ocupam as áreas previstas para esta expansão. Entende-se que a remobilização de comunidades é uma questão altamente delicada, portanto as sugestões apresentadas neste documento devem ser legitimadas pela sociedade através de um processo de discussão e negociação com todos os agentes envolvidos. É importante nesse contexto, identificar quantas pessoas vivem nestas áreas, a quanto tempo, o que fazem como meio de subsistência, quais os riscos a que se encontram expostos em função das atividades portuárias, as responsabilidades em relação a estas pessoas, quais os agentes envolvidos e que deverão participar numa eventual negociação para o remanejo destas comunidades. Pretende-se com a pesquisa, apontar soluções que atendam as necessidades do estado, nesse caso, fortalecimento econômico através da expansão portuária, mas que sejam socialmente aceitáveis. Isso implica em avaliar criteriosamente quais as comunidades que seriam passíveis de remanejo em função do custo social e econômico embutidos nesta opção. Um quadro resumo será apresentado no final documento, explicitando os conflitos potenciais, os atores envolvidos, os mecanismos jurídicos de controle e as soluções propostas para a negociação.

## 2.5 Análise preliminar de risco

(Responsável: Mario Lionetti - Prevention Management Technology - consultor ad hoc)

Os objetivos deste estudo foram: Estabelecer o inventário de substâncias presentes no porto, identificando as substâncias perigosas e suas quantidades; mapear as áreas de movimentação e armazenamento destas substâncias perigosas; realizar uma avaliação qualitativa dos riscos associados às diferentes áreas e instalações presentes no porto; e obter uma apreciação geral do nível de segurança existente no porto.

Os resultados práticos do estudo são :

- ◇ uma base de dados, em forma de mapa, que informa em tempo real, a presença de substâncias perigosas na área do porto em termos de identificação, quantidades e localização;
- ◇ o estabelecimento de prioridades para ações corretivas e preventivas;
- ◇ o estabelecimento de ações corretivas imediatas; e
- ◇ o estabelecimento de diretrizes para o gerenciamento no futuro.

## 2.6 Ecotoxicologia

( Responsável: MSc. Ademilson Zamboni - Laboratório de Ecologia de Sistemas)

Proteger o ambiente de uma forma biologicamente adequada, quando o mesmo está submetido a simultâneas pressões potencialmente causadoras de dano é uma difícil tarefa; dado não somente pelas limitações metodológicas, mas também devido ao tempo de obtenção e complexidade das respostas passíveis de serem observadas.

Em termos de técnicas de monitoramento de qualidade de ambientes aquático-sedimentares, até a década de 80, as análises químicas foram predominantes como forma de caracterizá-los quali e quantitativamente .No entanto, de forma isolada, essa modalidade de análises já não têm se mostrado suficiente para a compreensão do dano real causado a biota, devido tanto às interações dos agentes químicos entre si, quanto com os próprios constituintes do meio, inclusive os próprios organismos.

Assim, as avaliações ecotoxicológicas utilizando organismos vivos, sensíveis e representativos de diferentes níveis tróficos, da água e/ou o sedimento, surgem como uma alternativa técnica confiável, capaz de prever, ou pelo menos dar uma resposta bastante aproximada desses impactos sobre as comunidades num curto intervalo de tempo. Dentro desse enfoque, o objetivo deste capítulo é desenvolver e aplicar testes de toxicidade com anfípodos e misidáceos, visando efetuar uma avaliação

integrada do estado atual da qualidade da água e dos sedimentos no entorno da cidade de Rio Grande, possibilitando a tomada de atitudes mitigadoras sobre eventuais impactos agudos e/ou crônicos provocados pelas diferentes atividades ali estabelecidas.

Testes com o anfípodo *Hyaella azteca* são amplamente empregados no exterior, e mais recentemente no Brasil, pela sua reconhecida eficiência para estudos de monitoramento de sedimentos contaminados, o que os inclui como parte dos protocolos de ação das principais agências de controle ambiental (ASTM, 1991; EPA, 1991; ENVIRONMENT CANADA, 1992, CETESB, 1994).

## **2.7 Poluição Aérea**

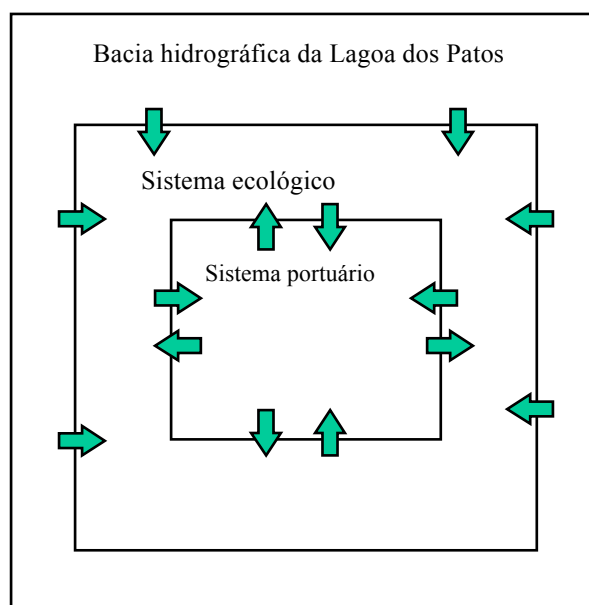
A importância da contaminação aérea em Rio Grande em função das plantas de fertilizantes e de refinaria de petróleo, é reconhecida desde a década anterior, com os estudos pioneiros de Brigoni (1983). Uma parcela significativa das plantas de fertilizantes, encontram-se no porto, portanto sob a regulamentação de contratos estabelecidos com a Autoridade portuária.

Entretanto, desde então, algumas indústrias pararam suas atividades enquanto outras instalaram equipamentos anti - poluentes. Assim é importante verificar a existência de informações atualizadas a respeito dos padrões de emissões aéreas das indústrias atualmente em operação e avaliar o grau de enquadramento das mesmas às normas ambientais vigentes.

### 3. ABORDAGEM METODOLÓGICA

A Metodologia proposta para este estudo parte de uma racionalidade sistêmica e integrada na qual o porto e seus processos são considerados parte integrante de um sistema maior, definido pelo estuário da Lagoa dos Patos sendo ambos mutuamente influenciáveis. A complexidade das interações que se verificam entre ambos os sistemas e dentro deles, impede que seus componentes sejam estudados separadamente, requerendo uma integração de objetivos dentro dos diferentes temas a serem tratados. Esta integração portanto está presente desde a fase de concepção do projeto até a discussão final sobre as recomendações de intervenções.

A figura 1 representa de forma esquemática esta concepção. Entende-se aqui **sistema portuário** como todo o conjunto de estruturas portuárias (galpões, piers, atracadouros, navios, etc) e seu funcionamento (carga, descarga, dragagem, transporte de cargas, depósitos, aspectos relacionados com a segurança do trabalhador, estrutura gerencial, etc). O **sistema ecológico** inclui o os ambientes físicos e bióticos na área de influência direta e indireta do Porto de Rio Grande.



Interessa no presente estudo

compreender de que forma o primeiro influencia este último, o qual também sofre influências externas como o aporte de sedimentos, nutrientes e contaminantes através do escoamento da bacia hidrográfica, também representada no diagrama. Portanto para interpretar esta influência é necessário o entendimento dos principais processos internos em ambos os sistemas. A partir deste entendimento será possível sugerir intervenções para mitigação ou controle dos problemas. Uma abordagem compartimentalizada ou estritamente ambiental não é suficiente devido às exigências legais para a elaboração de Estudos de impacto Ambiental (EIA/RIMA), e a complexidade das interações envolvidas dentro e entre os dois sistemas envolvidos.

Dentro desta proposta, a equipe foi solicitada a participar conjuntamente de expedições ao porto, onde cada pesquisador, em coerência com seu background acadêmico pudesse sugerir variáveis e fatores considerados relevantes para o objeto de estudo, de tal forma que, uma vez levantadas todas as informações sobre o "modus operandis" do porto, fosse possível proceder uma análise de impactos reais ou potenciais e propor as soluções de mitigação mais apropriadas.

Um aspecto metodológico importante diz respeito aos **limites** da área de estudo bem como a **escala** espacial e temporal dos processos investigados e os objetivos do projeto. Ficou estabelecido que os estudos se concentrariam no baixo estuário, como área de influência mais direta das atividades portuárias, sem desconsiderar evidentemente que os ecossistemas adjacentes exercem influência direta ou indireta sobre os processos no baixo estuário. Entretanto, existe uma base razoável de informações publicadas, apresentadas no presente estudo, que permitem algumas generalizações tanto mais amplas quanto mais afastadas da área de estudo, mas que são necessárias na análise e interpretação dos resultados observados e nas eventuais proposições de mitigação de impactos.

Foram definidas então duas escalas de estudo:

ÁREA 1: Estende-se desde o museu oceanográfico até a base dos Molhes da barra

ÁREA 2: Estende-se desde a ilha da Feitoria até uma distância de 10 milhas dos molhes da barra.

Ambas as áreas incluem tanto os ambientes rasos como as zonas de canal. Os trabalhos foram efetuados em três etapas distintas, onde as equipes foram mobilizadas de forma diferenciada em cada etapa.

A fase I mobilizou apenas os coordenadores de área, que se encarregaram de agrupar, ordenar e analisar as informações pré-existentes sobre o meio ambiente no estuário da Lagoa dos Patos e seus entornos e delinear as pesquisas de campo na fase seguinte, para complementar as lacunas de informações identificadas no sistema ambiental. Toda informação ambiental existente sobre o estuário da Lagoa dos Patos, sob forma de monografias, teses, publicações em revistas científicas e relatórios técnicos e mapas existentes no âmbito da FURG e do Porto do Rio Grande foi resgatada, ordenada, mapeada em um banco de dados digital, e analisada dentro do enfoque do presente estudo. Esta fase foi imprescindível para a definição do "status

quo” do conhecimento sobre o sistema ambiental em consideração e delineamento dos levantamentos de campo necessários para o preenchimento das lacunas de informações identificadas.

Os esforços nesta fase foram orientados para responder as seguintes perguntas:

- ⇒ Existem estudos anteriores sobre o assunto?
- ⇒ Em que área do estuário estes estudos se concentraram?
- ⇒ Que problemas específicos estes estudos trataram?
- ⇒ Estes estudos detectaram sinais claros de degradação/alteração ambiental? Neste caso, é possível atribuir as causas de tais alterações?
- ⇒ As atividades relacionadas com o Porto encontram-se entre estas causas?
- ⇒ Há necessidades de novas informações para responder estas questões?
- ⇒ Que estudos seriam idealmente necessários para responder estas questões? Quais as dificuldades para a realização de um estudo ideal (Limitações tecnológicas, de recursos, pessoal, tempo, etc.) ?
- ⇒ Como as pesquisas na fase II deverão ser orientadas para tentar respondê-las, considerando as limitações identificadas na presente pesquisas?

A fase II envolveu, então, estudos de campo orientados a partir do diagnóstico preliminar da fase I, além dos estudos de risco e operabilidade e dos aspectos sócio-econômicos. E finalmente a fase III novamente mobilizou apenas os coordenadores de área que participaram na integração das informações para a elaboração do relatório final, onde os são apresentados os resultados finais, as análises das equipes e as proposições de mitigação de impactos. Aspectos metodológicos específicos serão apresentados no decorrer do documento dentro de cada área de pesquisa.

Espera-se com este planejamento definir linhas gerais para a orientação dos estudos de impacto ambiental posteriores na região, para as atividades futuras ou já implantadas na orla portuária, as quais deverão se submeter a uma adequação às normas ambientais vigentes, através da intervenção do Ministério Público, por força do já mencionado Protocolo de Acordo e Cooperação celebrado entre este e a SUPRG.

## 4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

### 4.1 SISTEMA OPERACIONAL

(Colaborador: Dr. Millos Stringuini)

Um sistema portuário constitui uma interface entre sistemas produtivos de regiões distintas, compreendendo áreas de características técnicas variadas em função dos produtos manuseados, sua origem e destino, portanto portos normalmente não são setores de produção, mas sim um ponto de troca de meios de transporte. No caso do porto de Rio Grande, entretanto, existem plantas industriais de fertilizantes que ocupam o espaço portuário pelas facilidades que representa no fornecimento de matéria prima (via naval) e na exportação da produção.

Carregar e descarregar navios por meio de equipamentos de movimentação de cargas, na interface de sistemas ferroviários, rodoviários e fluviais é sua tarefa principal. Estocar produtos é sua função transitória.

Com esta característica de funcionamento, um sistema portuário corresponde a uma área, onde múltiplos agentes operacionais e produtos de natureza variada repartem um mesmo espaço geográfico, com responsabilidades distintas e interligadas, como por exemplo, a carga e a descarga de produtos a granel, tais como fertilizantes, graneis líquidos, destacando-se a manipulação de cargas de risco. O esquema abaixo ilustra todas as tarefas envolvidas nas diferentes etapas no traslado de mercadorias desde a atracação do navio até a saída da mercadoria do sistema. O tráfego mensal de navios no período de 1993 a 1995 é apresentado nas tabelas 1, 2 e 3.

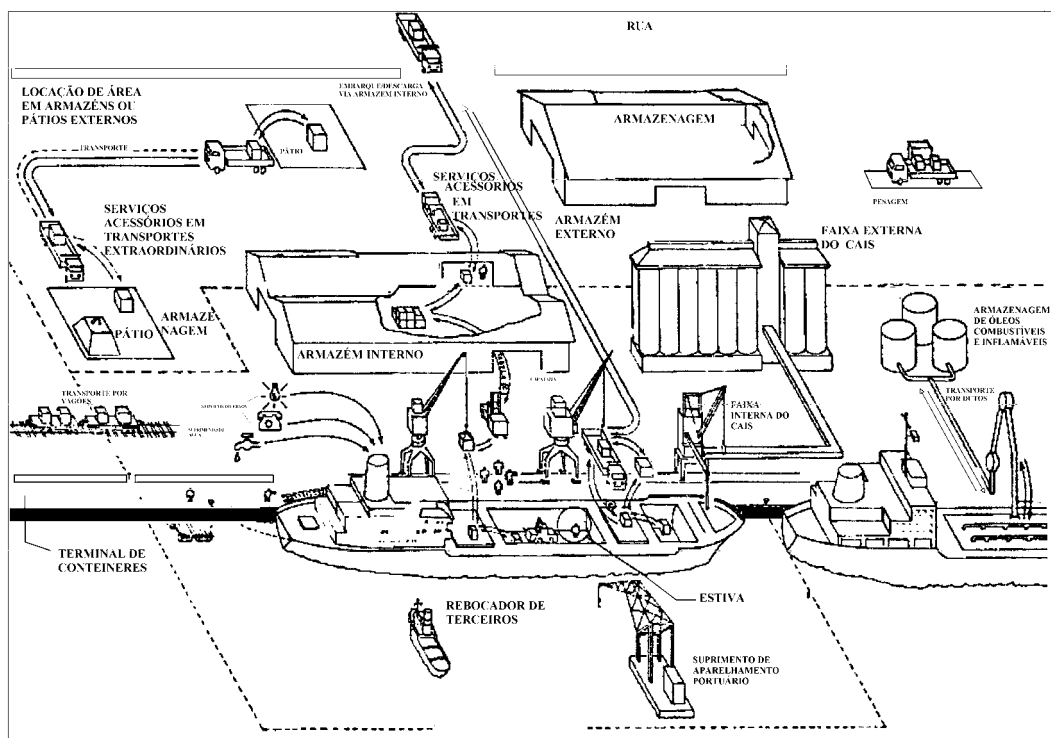


Figura 2. Descrição gráfica dos serviços do porto de Rio Grande.



Tabela 1. Médias Diárias (Mensais e Anuais), Mensais de Entradas e Saídas de Navios no Porto de Rio Grande (Fonte: Praticagem da Barra):1993

Navios/Dia (1993)													
Meses		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Média	ENTR	2,9	3,7	3,4	3,3	4,1	4,8	5,2	5	4,7	4	3,5	3,4
Mensal	SAÍD A	2,8	3,8	3,5	3,2	3,9	4,8	5,1	4,9	4,8	4	3,5	3,3
Pico	ENTR	8	9	8	5	12	9	11	12	11	5	9	5
Mensal	SAÍD A	8	5	5	8	6	7	10	8	6	8	3	6
Média	ENTR	3,98											
Anual	SAÍD A	3,96											

Tabela 2. Médias Diárias (Mensais e Anuais), e Picos Mensais de Entradas e Saídas de Navios no Porto de Rio Grande (Fonte: Praticagem da Barra):1994

Navios/Dia (1994)													
Meses		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Média	ENTR	3,2	3,1	3,4	3,7	4,1	5,1	5	4,8	4,6	3,8	4,5	4,2
Mensal	SAÍD A	3,3	3	3,4	3,7	4	4,9	4,8	4,9	4,8	3,8	4,6	4,4
Pico	ENTR	6	7	5	9	7	9	10	8	6	10	7	8
Mensal	SAÍD A	6	5	11	7	5	12	10	9	9	7	7	11
Média	ENTR	4,12											
Anual	SAÍD A	4,12											

Tabela 3. Médias Diárias (Mensais e Anuais), e Picos Mensais de Entradas e Saídas de Navios no Porto de Rio Grande (Fonte: Praticagem da Barra):1995

		Navios/Dia (1995)											
Meses		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Média	ENTR	3,8	3,4	3,1	3,6	4,2	4,2	4,3	3,9	3,5	4,2	3,6	2,9
Mensal	SAÍD A	3,6	3,3	3,1	3,7	3,9	4,2	4,4	4,3	3,3	4,3	3,5	3
Pico	ENTR	10	5	4	10	7	9	8	10	7	14	6	8
Mensal	SAÍD A	4	6	6	8	8	10	11	6	5	5	6	6
Média	ENTR	3,72											
Anual	SAÍD A	3,70											

Por suas características de “atividade meio” entre mercados consumidores, um sistema portuário corresponde a uma zona de riscos ambientais variados, seja em função das características dos produtos manipulados, seja por suas características de operação. Por exemplo, os tempos e as normas de carga, descarga e estocagem transitória são sempre dependentes do tipo de produto manipulado.

Por outro lado, localizados sempre na interface entre ecossistemas terrestres e aquáticos, os portos apresentam uma característica de risco adicional para a contaminação ambiental.

## CONDICIONANTES ECONÔMICOS E LEGAIS

Um porto é via de regra um local de reunião de atividades econômicas, ou seja, múltiplos agentes produtivos convergem para esta atividade esperando dar seqüência a seus ciclos de comércio, suportados por legislações específicas de comércio nacional e internacional, de controle alfandegário, de saúde pública e, mais modernamente, de proteção ambiental.

Como sua característica de atividade meio é fundamentalmente dependente do tempo de realização de suas operações unitárias e seus custos para os quais devem ser agregadas despesas permanentes de manutenção, a competitividade de um porto é obrigatoriamente uma variável derivada de sua organização que reflete em seus cuidados com o meio ambiente.

Assim sendo, um porto apresentando problemas de poluição ambiental é um porto que tem deficiências operacionais e, por tanto, apresenta perdas econômicas difusas. Por outro lado, este contexto, freqüentemente não indica quem são os responsáveis diretos e indiretos do ponto de vista legal pela poluição. Do ponto de vista técnico, as fontes de poluição estarão sempre ligadas a cinco variáveis, ou seja;

- a) ausência de fluxo de investimentos contínuos, de planejamento e confiabilidade dos procedimentos padronizados de operação e manutenção.
- b) ausência de otimização econômica das rentabilidades operacionais.
- c) deficiências de treinamento de recursos humanos.

- d) ausência de consciência ambiental.
- e) transferência de responsabilidades ambientais dos usuários (clientes) para os operadores.

As cinco variáveis, quando presentes, sempre estarão interagindo, como forças degradadoras do meio ambiente das áreas portuárias.

Para o caso Brasileiro, agrega-se o emaranhado de legislações intervenientes no processo, as quais freqüentemente apresentam sobreposições de competência, com interpretações diversas.

## **4.1.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO PORTO DE RIO GRANDE**

**(fonte: SUPRG)**

### **4.1.1.1 ADMINISTRAÇÃO**

#### **SUPERINTENDÊNCIA DO PORTO DE RIO GRANDE**

Superintendência do Porto de Rio Grande - SUPRG ( Lei número 10722, de 18.01.96), Autarquia Estadual, vinculado a Secretaria dos Transportes do Estado do Rio Grande do Sul, tem por incumbência a exploração e administração do Porto de Rio Grande, na forma do contrato de Concessão firmado pelo Governo Federal com o Estado do Rio Grande do Sul em 1934.

Endereço: Avenida Honório Bicalho s/n - Caixa Postal : 198

Telefone: PABX (0532) 31-1366 , 31-1996 e 31-1507

Telex: (532) 423SUPRG

Fac-símile: (0532) 31-1857

CEP : 96.201-020 - RIO GRANDE - RS

Superintendente: Eng. Dante Antônio Uslengui Dapuzzo

Regime de Administração: Autarquia Estadual

#### **4.1.1.2 DADOS GERAIS**

##### **4.1.1.2.1 ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO:**

A faixa de terra compreendida desde o cais de saneamento até o cabeço do molhe Oeste, incluindo o Porto Velho, o Porto Novo, o Superporto, Bacias de Evolução, respectivamente, as margens das ilhas fronteiras e o Pontal do Saco da Mangueira, do molhe Leste até São José do Norte.

##### **4.1.1.2.2 ÁREA DO PORTO ORGANIZADO:**

Pela portaria no 1.011 de 16/12/93 do Ministério dos Transportes foi estabelecida a área do porto de Rio Grande, construída: pelas instalações portuárias terrestres existentes na margem direita do canal do norte, desde o enraizamento do molhe oeste até a extremidade oeste do Cais de Saneamento, inclusive, incluindo o Porto Velho, o Porto Novo e a Quarta seção da Barra, abrangendo todos os cais, docas, piers, armazéns, pátios, edificações em geral, vias internas de circulação rodoviárias e ferroviárias, os terrenos ao longo dessas faixas marginais e em suas adjacências, pertencentes a União, incorporados ou não ao patrimônio do Porto do Rio Grande, ou sob sua guarda ou responsabilidade, bem como na margem direita do Canal do Norte, os terrenos de marinha e seus acrescidos, desde o enraizamento do molhe leste até o paralelo 32<sup>o</sup> sul.

Pela infraestrutura de proteção e acesso aquavários compreendendo, além do Molhe Oeste e do Molhe Leste, as áreas de fundeio, bacias de evolução, canal de acesso e áreas adjacentes a este, até as margens das instalações terrestres do porto organizado, conforme definidas anteriormente, existentes ou que venham a ser construídas e mantidas pela Administração do Porto ou outro órgão do poder público.

##### **4.1.1.2.3 ÁREA DE JURISDIÇÃO:**

A costa marítima compreendida entre o extremo sul do Estado até o Farol de Mostardas: Largo dos Molhes Leste e Oeste e margens da Lagoa dos Patos até o paralelo 31 graus e 57 minutos - Saco do Mendanha.

#### **4.1.1.2.4 SITUAÇÃO GEOGRÁFICA:**

Situado a 32 graus 07 minutos e 20 segundos de latitude sul e a 52 graus 05 minutos e 36 segundos de longitude oeste de Greenwich , e o porto de mar mais meridional do Brasil, localizado na margem oeste do canal do Norte, sendo este o escoadouro natural de toda a bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos.

Dos três portos organizados do Estado , Rio Grande é o mais importante, como único porto marítimo, dotado de características naturais privilegiadas, capaz de ser desenvolvido racionalmente em condições de atender a navegação de longo curso

que exige boas profundidades.

O complexo portuário de Rio Grande, se constitui de quatro instalações principais: o Porto Velho, o Porto Novo, Superporto e São José do Norte. Este zoneamento regulamenta as operações portuárias e foi aprovado pelo conselho de Atividade Portuária - CAP do Porto do Rio Grande.

#### **4.1.1.2.5 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA:**

TEMPERATURA MÉDIA: 18° C

UMIDADE RELATIVA DO AR: 81%

VENTOS DOMINANTES: Sudeste e nordeste , média 7 nós.

PLUVIOSIDADE : 112 dias/ano, distribuídos igualmente nos doze meses.

VELOCIDADE DOS VENTOS : 2,8 m/seg.

HORA LEGAL: CTM menos 3 horas.

LIGAÇÕES FERROVIÁRIAS: RFFSA linhas Bagé e Cacequi/Rio Grande.

LIGAÇÕES RODOVIÁRIAS : BR - 116, BR-293, BR-392 e BR-471 .

ACESSOS: RODOVIÁRIO: pavimentação: asfalto de boa conservação; acesso todo o ano.

FERROVIÁRIO: bitola métrica; acesso todo o ano; de boa conservação.

HIDROVIÁRIO: barra - profundidade: 13,0 m.

FLUVIAL : através do Rio Guaíba.

LACUSTRE:.. através da Lagoa dos Patos.

AEROPORTO PRÓXIMO: Aeroporto Gustavo Kramer - Av. Itália km 10.

FERIADOS: NACIONAIS: 01 jan., 21 abril. 01 maio, 07 set., 12 out., 15 de nov., e 25 dez..

REGIONAIS: 02 fevereiro e 9 junho.

MÓVEIS: 2<sup>a</sup>. e 3<sup>a</sup>. feira de carnaval, 4<sup>a</sup>. feira de cinzas e 6<sup>a</sup> feira da Paixão.

COMEMORATIVOS: 28 agosto (bancários), 28 out.(funcionário público), 30 out. (comerciários) e 02 de nov. (finados).

#### **4.1.1.2.6 CONDIÇÕES DE NAVEGAÇÃO E MANOBRAS**

Carta de Navegação 2.101 da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha.

MARÉS : de pequena amplitude , sendo influenciada pelos ventos; mínima: 0,30 m; máxima: 1,50 m; média : 0,50 m.

ONDAS: altura - 90% de 0 a 3 m - 1% acima de 5 m.

CORRENTES: os valores das velocidades máximas não ultrapassam a 4 nós.

CANAL DE ACESSO : a) Do Superporto : Largura - 200 metros.

Calado - 40 pés.

b) Do Porto Novo : Largura - 150 metros.

Calado - 29 pés.

BACIAS DE EVOLUÇÃO: No Superporto: Largura - 250 metros.

Calado - 40 pés.

No Porto Novo: Largura - 150 metros.

Calado - 29 pés.

No Porto Velho: Largura - 100 metros.

Calado - 17 pés.

PRATICAGEM : Obrigatória. Assoc. de Praticagem da Barra - Sede : Rua Gomes Freire, 742, telefone 32-4233.

REBOCADORES : 11 com potência de 250 a 2. 100 HP.

SINALIZAÇÃO E BALIZAMENTO: 21 bóias luminosas e 2 faroletes (balizamento do Porto dentro do Programa Corredores de Exportação ).

#### **4.1.1.2.7 CADASTRO FÍSICO - INSTALAÇÕES DO PORTO DE RIO GRANDE**

##### INSTALAÇÕES DE CAIS ACOSTÁVEL

Terminal da Leal Santos Pescados S/A: 70 metros, calado: 26 pés.

Terminal da Marinha: - , calado 40 pés.

Terminal de Contêineres: 300 metros, calado: 40 pés.

Dolphins de Transbordo: 180 metros, calado: 40 pés.

Terminal da Termasa: 200 metros, calado 40 pés.

Terminal de Trigo e Soja:

cais de navios: 450 metros, calado: 40 pés.

cais de barcaças: 630 metros, calado: 16 pés.

Terminal da Adubos Trevo: 180 metros, calado: 36 pés.

Pier Petroleiro (granéis líquidos): 228 metros, calado: 33 pés.

Pier Copesul: 70 metros, calado: 32 pés.

**Porto Novo:** 1.952 metros, calado: 29 pés.

**Porto Velho:** 640 metros, calado: 15 pés.

Terminal da Incobrasa: 412 metros, calado: 40 pés.

Terminal do Bianchini: 300 metros, calado: 40 pés.

##### ÁREAS DE FUNDEIO

Área ALFA: é proibido o fundeio na área ALFA. Em situações de emergência, a Capitania dos Portos poderá autorizar o fundeio de (1) navio de até duzentos (200) metros de comprimento e calado máximo de 12,19m (40 pés), estabelecendo, neste caso, exigências adicionais de segurança a serem atendidas em função da natureza da emergência.

Áreas BRAVO, CHARLIE e DELTA: fundeio proibido.

Área ECHO: permitido o fundeio, mediante autorização da Capitania dos Portos, nos seguintes casos:

- navios de até 150 metros de comprimento, transportando carga perigosa, que

demandem ou procedam dos portos de Pelotas e Porto Alegre;

- carregamento de navios com carga perigosa, utilizando-se um (1) transbordador.

O fundeio transbordo será autorizado para um navio por vez. A critério da Capitania dos Portos, poderá ser autorizado o fundeio de um segundo navio, que não poderá efetuar a faina de transbordo até que o primeiro termine a sua. O calado máximo permitido para esta área é de 8,84 metros (29 pés).

Área FOXTROT: fundeio proibido.

Área GOLF: permitido o fundeio, mediante autorização da Capitania dos Portos, nos seguintes casos:

- navios empregados na navegação interior, bem como aqueles que demandem ou procedam dos portos de Pelotas e Porto Alegre;

- carregamento de navios utilizando um (1) transbordador e uma (1) chata. O fundeio para transbordo nesta área será permitido para o máximo dois (2) navios simultaneamente.

O calado máximo permitido para esta área é de 6,70 metros (22 pés).

Observação: O fundeio nas áreas ECHO e GOLF deve ser solicitado com antecedência mínima de 48 horas.

## PROFUNDIDADES

Superporto: 12, 19 metros (40 pés)

Pier Petroleiro: 10,06 metros (33 pés)

Porto Novo: 8,84 metros (29 pés)

Porto Velho: 5 metros (15 pés)

Copesul: 10,00 metros (32,80 pés)

Terminal da Aduos Trevo: 10,97 metros (36 pés)

### **4.1.1.3 PORTO VELHO**

#### **4.1.1.3.1 INSTALAÇÕES DE ARMAZENAGEM**

Armazém convencional:

local: CAIS PORTO VELHO

dimensões: 60x15,6x07 metros

área: 936 m<sup>2</sup>/unidade



quantidade: 05 armazéns (A-1 a A-5)  
utilização: armazéns revitalizados  
para atividades de turismo e lazer

#### **4.1.1.4 PORTO NOVO**

##### **4.1.1.4.1 ARMAZÉNS DE 1ª LINHA:**

local: CAIS PORTO NOVO

dimensões: 100x20x07 metros

área: 2.000 m<sup>2</sup> /unidade

quantidade: 07 armazéns(A-1 ,A-2,A-4,A-5, A-6, A-7 eA-8)

capac. de armaz. Estática: 9.000 ton ou 150.000 sacos/ud

capac. de recepção: 50 ton/hora

capac. de expedição: 80 ton/hora

utilização: carga geral

A-1, A-4 e A-6 (alfandegados)

A-2, A-7 e A-8 (exportação)

A-5 (cargas perigosas, tóxicas)

local: CAIS PORTO NOVO

dimensões: 60x20x07 metros

área: 1.200 m<sup>2</sup>

quantidade: 01 (A-7/8)

capac. de armaz. Estática: 1.200 ton ou 70.000 sacos

capacidade de recepção: 50 ton/hora

capacidade de expedição: 80 ton/hora

utilização: carga geral/exportação

##### **4.1.1.4.2 ARMAZÉNS DE 2ª. LINHA**

local: INTERIOR PORTO NOVO

dimensões: 100x40x07 metros

área: 4.000 m<sup>2</sup>/unidade

quantidade: armazéns (B-2, B-3, B-4, B-5 e B-6)

capac. de armaz. estática: 18.000 ton ou 300.000 sacos/ud

capacidade de recepção: 50 ton/hora  
capacidade de expedição: 80 ton/hora  
utilização: carga geral/exportação

local: INTERIOR PORTO NOVO

dimensões: 20x20x07 metros

área: 2.400 m<sup>2</sup>

quantidade: 01 armazém (B-1)

capac. de armaz. estática: 4.200 ton ou 70.000 sacos

capacidade de recepção: 50 ton/hora

capacidade de expedição: 80 ton/hora

utilização: Carga geral e vestiário do Sind. Arrumadores

local: INTERIOR PORTO NOVO

nome: ENTREPÓSITO FRIGORÍFICO JOÃO MASCARENHAS

dimensões: 50x50x20 metros

áreas: andar térreo: 1.135,29 m<sup>2</sup>

andar tipo (03): 2.276,41 m<sup>2</sup>

quantidade: andar térreo: 04 câmaras

andar tipo: 07 câmaras

total de câmaras: 25 câmaras

cap. de armaz. estática: 6.600 ton

capacidade de recepção: 10 ton/hora/terno

capacidade de expedição: 10 ton/hora/terno

utilização: armazém frigorífico

temperaturas de até -20<sup>0</sup>C

local: INTERIOR PORTO NOVO

nome: ENTREPÓSITO

FRIGORÍFICO B-1

áreas: 02 câmaras c/ 19x19,40m

06 câmaras c/ 6,20x19,15 m

área total: 1.449,58 m<sup>2</sup>

capac. de armaz. estática: 1.600 ton

capacidade de recepção: 12 ton/terno/hora

capacidade de expedição: 12 ton/terno/hora

utilização: armazém frigorífico, temperaturas de até  $-15^{\circ}\text{C}$

### **ARMAZÉNS DE 3ª. LINHA**

local: INTERIOR PORTO NOVO

nome: Armazém C-1

dimensões: 140x30x7,60 metros

área: 4.200 m<sup>2</sup>

capac. de armaz. estática: 20.000 ton ou 380.000 sacos

capacidade de recepção: 50 ton/hora

capacidade de expedição: 80 ton/hora

utilização: carga geral/exportação

local: INTERIOR PORTO NOVO

nome: Armazéns C-2 e C-4

dimensões: 100x30x7,60metros

área: 3.000 m<sup>2</sup>

capac. de armaz. estática: 15.000 ton ou 250.000 sacos

capacidade de recepção: 50 ton/hora

capacidade de expedição: 80ton/hora

utilização: carga geral/exportação

local: INTERIOR DO PORTO NOVO

nome: Armazéns C-5 e C-6

dimensões: 100x30x7,60 metros

área:3.000 m<sup>2</sup>

utilização: garagem veículos rodoviários

local: Av. Portuária

nome: Armazém de Inflamáveis

dimensões: 120x20x07 metros

área: 2.400 m<sup>2</sup>

utilização: garagem de locomotivas

#### 4.1.1.4.4 PÁTIOS INTERNOS

berço: cais de ligação

cabeços 7/13

dimensões: 150x50 metros

área: 7.500 m<sup>2</sup>

utilização: estocagem de blocos de granito e carga geral pesada

pavimento: paralelepípedo-regular

berço: cais de minério/fertilizantes

cabeços 13 a 20

dimensões: 180x50 metros

área: 9.000 m<sup>2</sup>

utilização: estocagem de contêineres cheios e vazios

pavimento: paralelepípedo em mau estado

berço: lado oeste do armazém B-1

dimensões: 100x20 metros

área: 2.000 m<sup>2</sup>

utilização: estocagem de contêineres vazios

local: área entre o silo da CESA e o Armazém A-8

dimensões: 150x40 metros

área: 6.000 m<sup>2</sup>

utilização: estocagem de contêineres vazios

#### 4.1.1.4.6 INSTALAÇÕES ESPECIAIS

nome: TERMINAL GRANEIS LÍQUIDOS - TGL

local: Rua Alípio Cadaval

dimensões: tanque 01 - Ø 36 m

tanque 02 - Ø 16 m

tanques 03, 04, 05, 06 - Ø 24 m

área: tanque 01 - 1.017,90 m<sup>2</sup>

tanque 02 - 201,10 m<sup>2</sup>

tanques 03,04,05,06 - -166,83 m<sup>2</sup>  
capac. de armazen. estática: tanque 01 - 8.610 m<sup>3</sup>  
tanque 02 - 1.760 m<sup>3</sup>  
tanque 04 - 5.659 m<sup>3</sup>  
tanques 03, 05, 06 - 6.000 m<sup>3</sup>  
capacidade de recepção: 150 t/h caminhão/vagão  
150/200 t/h chatas  
utilização: depósito de óleo de soja p/ exportação

nome: TERMINAL ANTIGA ESSO

local: Av. Portuária

dimensões: tanques 01, 08 - Ø 36 m

tanque 02 - Ø 23 m

tanques 03 e 04 - Ø 13 m

tanques 05 e 09 - Ø 16 m

área: tanques 01 e 08 - 1.017,18 m<sup>2</sup>

tanque 02 - 415,47 m<sup>2</sup>

tanques 03 e 04 - 132,70 m<sup>2</sup>

tanque 05 - 201,06 m<sup>2</sup>

tanque 09 - esfera

capac. armazen. estática: tanques 01 e 08 - 12.760 m<sup>3</sup>

tanque 02 - 4.767 m<sup>3</sup>

tanques 03 e 04 - 1.589 m<sup>3</sup>

tanque 05 - 2.383 m<sup>3</sup>

tanque 09 - esfera p/ vapor

utilização: antigos tanques de derivados de petróleo. atualmente sem utilização

nome: TERMINAL GRANELEIRO D3/D4

local: Av. Honório Bicalho

quantidade: 02 armazéns(D-3 e D-4)

dimensões: 130x40 metros cada

área: 5.200 m<sup>2</sup> /ud

capac. de armazen. estática: 30.000 ton/ud

capacidade de recepção: 500 ton/hora (rodo-ferroviária)  
capacidade de expedição: 1.500 ton/hora (uma linha)  
utilização: estocagem de farelo soja e grão para exportação

nome: SILO DA CESA

local: Av Honório Bicalho (extremo norte do Porto Novo)

quantidade: 64 células cilíndricas e 42 intercélulas

dimensões: 130 x 36 m

área: 4.680 m<sup>2</sup>

capac. de armazen. estática: 60.000 tons

capacidade de recepção: 300 ton/hora (rodoviária)

400 ton/hora (ferroviária)

200 ton/hora (hidroviária)

utilização: armazenagem de grãos vegetais (soja, milho, trigo, cevada)

#### **4.1.1.4.6 INSTALAÇÕES DE TERCEIROS**

nome: ARMAZÉM DA FERTISUL

berço: extremo sul do Porto Novo cabeços 0 a 7

dimensões: 105x65 metros

área: 6.825 m<sup>2</sup>

capac. de armazen. estática: 20.000 ton

capacidade de recepção: 160 ton/hora

capacidade de expedição: 160 ton/hora

utilização: depósito de celulose em fardos para exportação

nome: SETOR DE CONTÂINERES

berço: retaguarda dos cabeços 13 a 15

dimensões: 70x70 metros

área: 4.900 m<sup>2</sup>

capac. de armazen. estática: 20.000 ton

capacidade de expedição: 200 ton/hora-carreg. barcaças

utilização: estocagem de contâineres

nome: TERMINAL BRASCON

local: PATIO EXTERNO

área: 5.040 m<sup>2</sup>

capac. de armazen. estática: 240 TEUS cheios e 120 TEUS vazios

capacidade de recepção: 05 cont/hora (cheios) e 15 cont/hora (vazios)

capacidade de expedição: 300 ton/dia

utilização: estocagem de contêineres cheios e vazios

nome: TERMINAL BRASCON

local: ARMAZÉM

área: 3.000 m<sup>2</sup>

capac. armazen. estática: 2.000 tons

capacidade expedição: 300ton/dia

utilização: armazenagem de produtos diversos

para serem ovados em contêineres (fumo, polietileno,

calçado, couro e tambores pedra preciosa)

nome: ARMAZÉNS AGEF

local: Av. Antônio Mendes Filho

quantidade: 02 armazéns

dimensões: 127x35 metros/ud

área: 4.445 m<sup>2</sup>/ud

capacidade de armazenagem estática: 24.000 ton/ud

capacidade de recepção: 500 ton/hora(ferroviária)

capacidade de expedição:1.500 ton/hora

utilização: estocagem de farelo de soja a granel para exportação

nome: ARMAZÉM BIANCHINI

local: Av. Antônio Mendes Filho

quantidade: 01 armazém

dimensões: 120x50 metros

área: 6.000 m<sup>2</sup>

capacidade de armazenagem estática: 40.000 ton

capacidade de recepção: 200 ton/hora(rodo-ferroviária)  
capacidade de expedição: 500 ton/hora  
utilização: estocagem de farelo de soja a granel para exportação

nome: ARMAZÉM SAMRIG

local: Av. Honório Bicalho

quantidade: 01 armazém

dimensões: círculo circunscrito 82 m

área: 4.970 m<sup>2</sup>

capac. de armaz. estática: 35.000 ton

capacidade de recepção: 150 ton/hora

capacidade de expedição: 300 ton/hora

utilização: estocagem de farelo de soja a granel  
para exportação

#### TERMINAL CRA

nome: FÁBRICA

área terreno: 21.738 m<sup>2</sup>

área Industrial: 15.300 m<sup>2</sup>

tancagem: 02 tanques para ácido fosfórico

02 tanques para ácido sulfúrico

03 tanques para amônia

dimensões: tanques ácido fosfórico: 2 x Ø 21,33 m x 11.30 m altura

tanques ácido sulfúrico: 2 x Ø 2,95 m x 1.70 m comprimento

tanques amônia: 01 x Ø 4,2 m x 11,40 m altura

01 x Ø 2,80 m x 17,20 m comprimento

capac. de armaz. estática: tanques de ácido fosfórico: 265 m<sup>3</sup>/ud (450 ton)

tanques ácido sulfúrico: 79 m<sup>3</sup>/ud(150 ton

tanques amônia: 01 de 140 m<sup>3</sup> (90 ton)

01 de 100 m<sup>3</sup> (65 ton)

capacidade de expedição: ácido sulfúrico e fosfórico: 40 ton/hora

amônia: 15 ton/hora

capac. de armazenagem: 30.000 ton de fertilizante



utilização: armazenagem de ácidos e amônia (tanques) e fertilizantes a granel em armazém.

nome: ARMAZÉNS

área terreno: 33.475 m<sup>2</sup>

área de armazéns: 8.400 m<sup>2</sup>

quantidade: 01 armazém dividido em 17 células

capac. de armazenagem: 37.000 tons

capacidade de expedição: até 300.000 tons/ano

capacidade de recepção: matéria-prima: rodoviária 15 ton/hora

utilização armazenagem de fertilizantes a granel

## **4.1.1.5 SUPERPORTO**

### **4.1.1.5.1 INSTALAÇÕES DA ADMINISTRAÇÃO DO PORTO**

nome: DOLFINS DE TRANSBORDO

berço: área BRAVO

profundidade: 40 pés (14m)

comprimento: 120 metros entre eles, + 80 m p/ cada lado (amarração)

utilização: atracação de até um (01) navio com 234 m (70.000 TDW), para operação de transbordo de graneis sólidos.

### **4.1.1.5.2 INSTALAÇÕES DE USO PÚBLICO**

#### **TERMINAL DE CONTÊINERES - TECON**

local: PÁTIO EXTERNO

dimensões: 280 x 100 metros

área: 28.227 m<sup>2</sup>

capac. de armazenagem: 1.100 TEUs

capacidade de recepção: 10 cont/hora/terno

capacidade de expedição: 15 cont/hora/terno

utilização: estocagem de containeres cheios

local: ARMAZÉM FRIGORÍFICO

dimensões: 190 x 50 m

área: 9.500 m<sup>2</sup>

quantidade: 04 câmaras frigoríficas de 50 x 42 x 7,5 m cada, c/ área de 2.100 m<sup>2</sup>/câmara

capac. de armazen. estática: 10.000 ton - 2.500 t/câmara

utilização câmaras 01, 02, 03 e 04 utilizadas p/ carga geral destinada a consolidação de contêineres.

**\*OBRAS DE EXPANSÃO EM ANDAMENTO :**

Duplicação do cais em 300 m.

Pavimentação do pátio do terminal em 30.000 m<sup>2</sup>.

Instalação de 01 Porteiner

**TERMINAL DE TRIGO E SOJA (TTS)**

**INSTALAÇÕES DE ARMAZENAGEM**

local: ARMAZÉNS GRANELEIROS

quantidade: 02 armazéns

dimensões: 280 x 66 metros/ud

área: 18.480 m<sup>2</sup>

capac. de armazen. estática: 76.000 ton/ud

capacidade de recepção: 1.500 ton/hora (02 linhas) armazen.

250 ton/hora (06 moegas) rodov.

375 ton/hora (02 moegas) ferrov.

500 ton/hora (03 TSs) hidroviár.

450 ton/hora (04 TMs) tor. mistas

capacidade expedição: duas correias transportadoras

de 1.500 ton/hora cada, alimentando dois carregadores de navios

utilização: estocagem de farelos a granel para expedição

local: SILO GRANELEIRO

dimensões: 160 x 40m

área: 6.400 m<sup>2</sup>

capac. de armazen. estática: 130.000 tons

capacidade de recepção: 05 elevadores de 750 ton/hora

capacidade de expedição: 02 correias transportadoras de 1.500 ton/hora cada, alimentando 02 carregadores de navios.

utilização: armazenagem de grãos vegetais (soja, milho, trigo, etc...)

O Terminal de Trigo e Soja, maior terminal graneleiro da América Latina, foi projetado exclusivamente para exportação de grãos e farelos. A evolução do comércio exterior do país determinou a necessidade de importação de grãos em quantidades crescentes. A integração do Cone Sul (MERCOSUL), certamente acarretará um incremento de importação de soja em regime de "DRAW-BACK", para futura exportação na forma de farelos. Havendo também outros produtos que são importados em escala crescente, tais como: trigo, arroz, milho e cevada.

Dessa forma, urge a instalação no TTS de um sistema de descarga de navios a fim de dotar aquele Terminal com mais uma facilidade de utilização aos usuários do sistema, evitando assim possíveis congestionamentos no Porto do Rio Grande em épocas de grande importação de graneis, o que poderia ocorrer, uma vez que a descarga é feita através de transbordo, cujas áreas encontram-se restritas pela Capitania dos Portos e cuja cadência de descarga é bastante lenta.

### **TERMINAL DO CENTRO RODOVIÁRIO**

local: BR-392

dimensões: 315 x 175 m

área: 55.125 m<sup>2</sup>

capac. de armaz. estática: 350 caminhões

utilização: estacionamento de caminhões para distribuição entre os vários terminais

### **PIER PETROLEIRO**

Este terminal encontra-se arrendado à Empresa Petrobrás, Distribuidora de Petróleo S/A para a exploração comercial desde setembro de 1996, por um prazo de quinze (15) anos.

comprimento do cais: 228 metros

profundidade: 32 pés(11m)

utilização: destina-se ao recebimento e embarque de produtos derivados de petróleo(granel líquido)

#### **4.1.1.5.3 INSTALAÇÕES DE TERCEIROS**

##### **TERMINAL LEAL SANTOS ALIMENTOS S/A (Terminal de uso privativo)**

área planta: 21.970 m<sup>2</sup>

área construída: 10.843 m<sup>2</sup>

câmaras frigoríficas: 02

dimensões: 30 x 12 x 07 m (360 m<sup>2</sup>)

30 x 15 x 07 m (450 m<sup>2</sup>)

capac. de armazen. estática: câmara 01: 800 tons

câmara 02: 1.000 tons

capacidade de recepção: 10 ton/hora (marítimo)

capacidade de expedição: via rodoviária

utilização: Produção e estocagem de pescados congelados

##### **ESTAÇÃO NAVAL DE RIO GRANDE**

local: 4<sup>a</sup> Secção da Barra

utilização: militar

##### **TERMINAL DA TERMASA (Terminal privado e de uso misto)**

local: 4<sup>a</sup> Secção da Barra

nome: TERMINAL GRANELEIRO LUIZ FOGLIATTO

quantidade: 08 armazéns

dimensões: 93,10 x 42 m/ud

área: 3.910,20 m<sup>2</sup>/ud

capac. de armazen. estática: 20.000 tons/ud/grãos

18.000 tons/ud/farelo de soja

capacidade de recepção: rodo-ferroviária: grãos: 1.000 ton/hora

farelo: 250 ton/hora

capacidade de expedição: grãos: 1.200 ton/hora

farelo: 500 ton/hora

utilização: estocagem de grãos e farelos vegetais para exportação

nome: TANQUES

quantidade: 03 tanques

dimensões: 02 tanques c/ Ø 22,90 m e 12 m de altura

01 tanque c/ Ø 6,68 m e 12 m de altura

capac. de armazen. estática: 5.000 tons/tanque e 400 tons no terceiro tanque

capacidade de recepção: 100 m<sup>3</sup>/hora

utilização: estocagem de óleo de soja p/ exportação

### **TERMINAL DA INCOBRASA (Terminal de uso privativo)**

local: 4<sup>a</sup> Seção da Barra

nome: ARMAZÉM GRANELEIRO

quantidade: 04 armazéns

área: 33.600 m<sup>2</sup> (total)

capac. de armazen. estática: 157.000 tons/total

capacidade de recepção: rodoviária: 3.000 ton/dia

ferroviária: 3.000 ton/dia

hidroviária: 300 ton/hora

capacidade de expedição: farelo: 600 ton/hora

utilização: estocagem de grãos e farelos vegetais para exportação

nome: TANQUES

quantidade: 03 tanques

capac. de armazen. estática: 01 tanque c/ 8.168 m<sup>3</sup>

02 tanques c/ 3.369 m<sup>3</sup> cada

capac. de expedição: 300 ton/hora

utilização: estocagem de óleo de soja p/exportação

### **TERMINAL DO BIANCHINI (Terminal privado de uso misto )**

local: 4<sup>a</sup> Seção da Barra

nome: ARMAZÉM GRANELEIRO

quantidade: 02 armazéns

dimensões: 01 c/ 340 x 55 m, e 01 c/ 200 x 55 m

área: 29.700 m<sup>2</sup> (total)

capac. de armazen. estática: 170.000 tons

capacidade de recepção: rodoviária: 500 ton/hora

ferroviária: 500 ton/hora

hidroviária: 350 ton/hora

capacidade de expedição: grãos: 1.500 ton/hora

utilização: estocagem de grãos e farelos vegetais para exportação

#### **TANAC S/A - (planta industrial)**

local: 4<sup>a</sup> Secção da Barra

nome: Unidade de Rio Grande

área: 15 ha

área de estocagem: 2,5 ha

capacidade de armazenagem: 210.000 m<sup>3</sup> de cavaco à granel

capacidade de recepção: 80 caminhões/dia

capacidade de expedição: 700-900 ton/dia

**(interligado ao píer do Terminal Bianchini)**

utilização: processamento e estocagem de madeira (chips) à granel

#### **TERMINAL DA ADUBOS TREVO** (Terminal privado de uso misto)

local: 2<sup>a</sup> Secção da Barra

nome: FÁBRICA DE ADUBOS

quantidade: 02 armazéns

área de armazenagem: 18.000 m<sup>2</sup>

capacidade de armazenagem estática: 140.000 ton

capacidade de recepção: rodoviária: 2000 ton/dia

ferroviária: 400 ton/dia

hidroviária: 6.000 ton/dia

capacidade de expedição: 5.500 ton/dia

utilização: estocagem de matéria prima para fertilizantes

nome: TANQUES

quantidade: 05 tanques

capacidade de estocagem: 60.000 ton

capacidade de expedição: 300 ton/hora

utilização: estocagem de ácidos fosfórico e sulfúrico para fertilizantes

### **FÁBRICA MANAH S/A:**

local: 2ª secção da barra

nome: FÁBRICA DE ADUBOS

quantidade: 06 armazéns

área: 170.000 m<sup>2</sup>

capacidade de armaz. estática: 60.000 ton

capacidade de recepção: 5.200 ton/dia

capacidade de expedição: 2.500 ton/dia

utilização: estocagem de matéria-prima para fertilizantes

nome: TANQUES

quantidade: 05 armazéns

capacidade de armaz. estática: 11.000 ton

capacidade de expedição: 140 ton/dia

utilização: estocagem de ácidos sulfúrico e fosfórico

### **FÁBRICA DEFER S/A**

local: 2ª secção da barra

nome: FÁBRICA DE ADUBOS

quantidade: 02 armazéns

área: 111.518 m<sup>2</sup>

capacidade de armaz. estática: 62.000 ton

capacidade de recepção: rodovária: 4.000 ton/dia

ferroviária: 2.000 ton/dia

utilização: estocagem de matéria prima para fertilizantes

nome: TANQUES

quantidade: 03 tanques  
capacidade: 27.000 ton  
utilização: ácido fosfórico  
quantidade: 02 tanques  
capacidade: 7.400 ton  
utilização: ácido sulfúrico  
quantidade: 02 tanques  
capacidade: 200 ton  
utilização: amônia anidra  
capacidade de expedição: 100 ton/dia

### **TERMINAL DA INTERPORTOS (interligado ao Pier Petroleiro):**

nome: PARQUE DE TANCAGEM  
local: Av. Portuária, 1.000 - 2ª Secção da Barra  
quantidade: 03 tanques de 4.000 m<sup>3</sup> cada  
                  06 tanques de 1.500 m<sup>3</sup> cada  
capacidade de arm. estática: 21.000 m<sup>3</sup>  
dimensões: tanques de 4.000m<sup>3</sup>: Ø 21,32m, altura 11,31m  
                  tanques de 1.500m<sup>3</sup>: Ø 11,50m, altura 15,10m  
capacidade de recepção de navios: até 450 m<sup>3</sup>/h  
capacidade de recepção de caminhões: até 100 m<sup>3</sup>/h  
capacidade de expedição p/ navios: até 33 m<sup>3</sup>/h  
capacidade de expedição p/ caminhões: até 180 m<sup>3</sup>/h  
utilização: tancagem destinada a armazenagem de graneis líquidos, produtos químicos, petroquímicos e derivados de petróleo. O terminal está conectado ao Pier Petroleiro através de dois “Jetty Lines” (linhas de cais), em aço inoxidável, sendo uma de 8 polegadas de Ø, e outra de 6 polegadas, ambas pigáveis. Está disponível a balança rodoviária com capacidade para 80 ton..

### **TERMINAL DA PETROBRÁS**

local: PIER PETROLEIRO  
quantidade: 05 tanques p/ derivados de petróleo, 02 tanques p/ álcool, 02 tanques p/ benzeno.



dimensões: Derivados de petróleo: tanque 01: Ø 18,39 m

tanque 02: Ø 12,95 m

tanques 03, e 04: Ø 11,80 m

tanque 15: Ø 38 m

Álcool: tanques 01, e 02: Ø 22,92 m

Benzeno: tanques 01, e 02: Ø 21,34 m

volume: 5.720 m<sup>3</sup>/ud/álcool e 4.360 m<sup>3</sup>/ud/benzeno

capac. armazen. estática: Derivados de petróleo: tanque 01: 3.283 m<sup>3</sup>

tanque 02: 1.670 m<sup>3</sup>

tanques 03, e 04: 1.196 m<sup>3</sup>

tanque 15: 15.000 m<sup>3</sup>

Álcool: tanques 01, e 02: 5.000 m<sup>3</sup>

Benzeno: tanques 01, e 02: 4.000 m<sup>3</sup>

capacidade de recepção: Benzeno: 350 m<sup>3</sup>/hora

utilização: tanques 01 a 15, armazenagem de derivados de petróleo (diesel, gasolina, fuel-oil, querosene). 02 tanques de álcool hidratado. 02 tanques de benzeno.

**TERMINAL AMONIASUL** (Terminal privado de uso misto interligado ao Píer Petroleiro)

local: PIER PETROLEIRO

quantidade: 01 tanque p/ amônia

dimensões: tanque: Ø 40 m, altura 20 m

volume: 25.300 m<sup>3</sup>

capac. armazen. estática: 15.000 tons

capacidade de recepção: 650 ton/hora

utilização: estocagem de amônia líquida p/ abastecimento de indústrias de fertilizantes.

**TERMINAL COPESUL**

nome: PARQUE DE TANCAGEM

local: PIER COPESUL

quantidade: tanque 01: benzeno

tanque 02, 03: etil-benzeno

tanque 04: xileno

tanques 05, e 06: MTBE

tanques 07, e 08: metanol

dimensões: tanques 01 a 08: Ø 18,80 metros e altura 14,40 m

volume: 4.028 m<sup>3</sup>/tanque, total: 32.223 m<sup>3</sup>

capac. armazen. estática: benzeno: 3.246 tons

etil-benzeno: 6.400 tons

xileno: 3.175 tons

MTBE: 5.466 tons

metanol: 5.848 tons

capacidade de recepção: 90 m<sup>3</sup>/hora para caminhões

350 m<sup>3</sup>/hora p/ embarcações

utilização: tancagem destinada a armazenagem de produtos petroquímicos produzidos no Pólo Petroquímico do RS e estocagem de metanol importado.

nome: TERMINAL PROPENO

local: PIER COPESUL

quantidade: 16 cilindros verticais c/ Ø 3,70 m e altura 12,45 m

02 cilindros verticais c/ Ø 3,70 m e altura 12,00 m

02 cilindros verticais c/ Ø 3,10 m e altura 7,80 m

02 cilindros verticais c/ Ø 3,10 m e altura 5,80 m

volume: 16 cil.: 2.272 m<sup>3</sup>

02 cil.: 274 m<sup>3</sup>

02 cil.: 128,80 m<sup>3</sup>

02 cil.: 98 m<sup>3</sup>

total: 2.772,80 m<sup>3</sup>

capac armazen. estática: 16 cil.: 2.160 m<sup>3</sup>

02 cil.: 260 m<sup>3</sup>

02 cil.: 120 m<sup>3</sup>

02 cil.: 90 m<sup>3</sup>

total: 2.630 m<sup>3</sup>

capacidade de recepção: 350 m<sup>3</sup>/hora

utilização: estocagem de Propeno não refrigerado p/ exportação em vasos cilíndricos verticais. O carregamento pode ser efetuado pelo Píer Petroleiro ou pelo Píer Privativo da COPESUL.

nome: NAVIO ARISTOTLE

local: PIER COPESUL

quantidade tancagem flutuante-navio adaptado s/ proa e popa (01)

dimensões: 60,35 m x 15,25 m

volume: 05 tanques c/ 1.000 m<sup>3</sup>/ud

total: 5.000 m<sup>3</sup>

capac. armazen. estática: 5.000 m<sup>3</sup>

capacidade de recepção: 100 m<sup>3</sup>/hora(02 bombas)

utilização: estocagem de eteno e propeno líquido refrigerado

#### **4.1.1.5.4 TERMINAIS RETRO-PORTUÁRIOS ALFANDEGADOS(TRA)**

##### **TRANSPORTADORA PÓRTICO**

área planta: 90.000 m<sup>2</sup> (300 x300 m)

armazéns: 05 de 30 x 150 m

área de armazéns: 4.500 m<sup>2</sup>/ud

capac. armazen. contêineres: 300 ud ISO 40 pés(pátio)

capac. de armazenagem: fumo: 5.000 ton/ud

polietileno: 4.000 ton/ud

calçados: 7.500 ton/ud

capacidade de recepção e expedição: fumo: 300 ton/dia

polietileno: 600 ton/dia

calçados: 280 ton/dia

##### **TERMINAL CTIL**

área da planta: 90.000 m<sup>2</sup> (300 x 300 m)

área armazém: 3.000 m<sup>2</sup>

área do pátio p/ containeres: 30.000 m<sup>2</sup>

capac. armaz. estática: 3.000 cont ISO de 20'

capacidade de recepção: 160 cont/dia

capacidade de expedição: 80 cont/dia

utilização: armazenagem de produtos p/ cont (polietileno, fumo, calçados) dispõe oficina p/ reparos de containeres e 35 tomadas p/ containeres frigoríficos.

### **TERMINAL DA WILSON SONS**

área da planta: 30.000 m<sup>2</sup>

área armazém: 1.600 m<sup>2</sup>

área pátio p/ containeres: 25.000 m<sup>2</sup>

capac. armaz. estática: 2.500 cont. ISO de 40'

capacidade de recepção: 160 cont/dia

capacidade de expedição: 90 cont/dia

utilização: armazenagem de produtos p/cont. (polietileno, fumo, calçados) dispõe oficina p/ reparos de contâineres com 600 m<sup>2</sup>, pátio p/ lavagem e 12 tomadas p/ contâineres frigoríficos)

### **TERMINAL DA EICHEMBERG**

área da planta: 30.000 m<sup>2</sup>

área armazém: 3.500 m<sup>2</sup>

área pátio p/ contâineres: 10.000 m<sup>2</sup>

capac. armaz. estática: 500 TEUS

capac. armaz. c. geral: 3.000 tons

capacidade recepção: 100 cont/dia

capacidade expedição: 50 cont/dia

utilização: armazenagem produtos p/ cont. (polietileno, fumo, calçados)

### **TERMINAL DA CARAVEL**

área da planta: 30.000 m<sup>2</sup>

área de armazém: 2.800 m<sup>2</sup>

área pátio p/ contâineres: 23.000 m<sup>2</sup>

capacidade de armazenagem estática: 3.500 cont ISO de 20'

capacidade de recepção: 200 cont/dia

capacidade de expedição: 120 cont/dia

utilização: armazenagem de produtos p/ cont.(polietileno,fumo,calçados)

### **TERMINAL DA EXPRESSO RIO GRANDE SÃO PAULO**

área da planta: 30.000 m<sup>2</sup>

área de armazéns: 2.600 m<sup>2</sup>

área de pátio p/ contâineres: 28.000 m<sup>2</sup>

capacidade de armaz. estática: 1.600 unidades

capacidade de recepção: 30 ud/hora

capacidade de expedição: 25 ud/hora

equipamentos: 08 porta-contâineres

04 caminhões

04 máquinas

rampa p/ carregamentos

oficina para reparos p/ cont.

área de lavagem p/ cont.

utilização: predominam as cargas de cutelaria e calçados

### **FRANCISCO SILVA-Despachos Aduaneiros LTDA**

área da planta: 30.000 m<sup>2</sup>

área de armazéns: 2.600 m<sup>2</sup>

capacidade de armaz. estática: calçado: 147.000 caixas

couro: 3.000 fardos

caixaria: 2.000 caixas

capacidade de armaz. de cont.: 1.600 unidades

capacidade de recepção: 60 ud/dia

capacidade de expedição: 38 ud/dia

equipamentos: 02 máquinas p/ 07 ton

05 máquinas p/ 2,5 ton

utilização: calçados, couro, cutelaria, aço, ferro e etc.

**FERNANDO MACEDO- Despachos Aduaneiros LTDA**

área da planta: 30.000 m<sup>2</sup>

área de armazéns: 4.500 m<sup>2</sup>

capacidade de armazen. estática: 8.000

capacidade de recepção: 1.000 ton/dia

capacidade de expedição: 1.000 ton/dia

equipamentos: 02 máquinas p/ 03 ton

05 máquinas p/ 2,5 ton

01 máquina p/ 07 ton

03 máquinas p/ 12 ton

utilização: polietileno, couro, pele, sucos, lonas de freio, auto-peças, pedras semi-preciosas, móveis, malte, carga geral e etc.

**ZONA DE PROCESSAMENTO DE EXPORTAÇÃO DO RIO GRANDE:**

nome: ZOPERG-RS

local: Distrito Industrial-Bairro Almirante Tamandaré

área total: 543,72 ha

área industrial: 325,22 ha

área de serviços: 19,75 ha

área verde: 96,01 ha

área de preservação: 80,38 ha

unidade aduaneira: 8,98 ha

distâncias: 900 m do TECON

10 Km do centro da cidade

12 Km do aeroporto

**Conceituação:** É uma área industrial, cercada, específica para a produção de bens destinados à exportação. Essa condição assegura as empresas tratamento cambial, tributário e administrativo diferenciado. Oferecer vantagens, locais e regionais, é uma forma de atrair investimentos. O espaço industrial retroportuário de Rio Grande, com 1.584 ha, incluindo a ZPE, possui infraestrutura de abastecimento de água, rede

elétrica, telecomunicações e pavimentação asfáltica. O Distrito Industrial e a Zona de Processamento de Exportações ocupam área contígua ao Superporto. A infraestrutura do porto oferece moderna condição operacional. O calado de 14 metros, os terminais de graneis líquidos, o terminal petroleiro e o cais de movimentação de carga geral representam um sistema portuário tecnologicamente preparado à ampla e eficiente movimentação de produtos industrializados. O conjunto industrial-portuário do Rio Grande aguarda o capital privado para investimentos em unidades industriais.

#### **4.1.1.6 O PLANO DE ZONEAMENTO PORTUÁRIO**

A SUPRG possui um plano de desenvolvimento futuro denominado Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto. Este documento, apresentado abaixo, serviu de base para orientação do presente estudo, na medida em que apresenta um esforço de ordenação espacial das atividades presentes e futuras para toda a orla portuária. A análise deste instrumento forneceu importantes indicações para os levantamentos de campo, e dos conflitos atuais ou potenciais existentes em decorrência da incompatibilidade entre os usos atuais em certas áreas, e as atividades atuais ou futuras do porto. Destaca-se nesse aspecto a localização altamente inadequada do clube náutico. Ambas as atividades (portuárias e de lazer) têm diferentes exigências de qualidade de água de acordo com a legislação vigente, e a sua localização oferece riscos à saúde dos usuários deste clube, uma vez que ficou comprovado a degradação ambiental nessa área, além dos riscos inerentes ao tráfego de embarcações no local.

Outro aspecto a ser discutido no desenvolvimento deste estudo diz respeito ao desenvolvimento portuário no segmento compreendido entre a “raiz” do molhe leste e o Cocuruto ou Coroa D. Mariana. (Ver capítulos referentes à Vegetação e Geologia). Ainda com relação ao Plano Portuário, destaca-se os planos de integração do chamado anel viário, obra de competência da Prefeitura Municipal, que prevê a demolição do mercado público, que é uma área de grande interesse histórico - cultural e turístico no município.



## **PORTO DO RIO GRANDE**

### **PLANO DE DESENVOLVIMENTO E ZONEAMENTO DO PORTO**

#### **ÁREAS PORTUÁRIAS:**

- PORTO VELHO
- PORTO NOVO
- SUPERPORTO
- SÃO JOSÉ DO NORTE

#### **PORTO VELHO:**

- 1 - TERMINAL DE CARGA GERAL / NAVEGAÇÃO INTERIOR
- 2 - ÁREA DE ENSINO E PESQUISA
- 3 - ÁREA DE TURISMO E LAZER
- 4 - TERMINAL DE PASSAGEIROS
- 5 - TERMINAL PESQUEIRO
- 6 - ÁREA MILITAR
- 7 - ÁREA DE SERVIÇOS

#### **PORTO NOVO:**

- 1 - ÁREA DE TURISMO, LAZER E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL
- 2 - ÁREA DE APOIO OPERACIONAL
- 3 - TERMINAL DE GRANÉIS SÓLIDOS
- 4 - TERMINAL DE CARGA GERAL
- 5 - TERMINAL DE GRANÉIS SÓLIDOS E LÍQUIDOS
- 6 - TERMINAL DE CONTÊINERES
- 7 - TERMINAL DE FERTILIZANTES
- 8 - ÁREA DE EXPANSÃO

#### **SUPER PORTO:**

- 1 - ÁREA DE SERVIÇOS
- 2 - ÁREA DE GRANÉIS LÍQUIDOS E FERTILIZANTES
- 3 - ÁREA DE EXPANSÃO
- 4 - ÁREA DE GRANÉIS AGRÍCOLAS
- 5 - ÁREA DE CONTÊINERES
- 6 - ÁREA DE EXPANSÃO
- 7 - TERMINAL PESQUEIRO
- 8 - BASE NAVAL
- 9 - ÁREA DE EXPANSÃO
- 10 - ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO E MANEJO AMBIENTAL

#### **SÃO JOSÉ DO NORTE:**

- 1 - ÁREA DE TRANSBORDO
- 2 - ÁREA DE ESTUDO
- 3 - ÁREA DE EXPANSÃO

**ÁREA DO PORTO VELHO**

<b>TRECHO</b>	<b>DESIGNAÇÃO</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>DESTINAÇÃO</b>
<b>01</b>	TERMINAL DE CARGA GERAL PARA NAVEGAÇÃO INTERIOR	*Extremidade Oeste do Cais de Saneamento *Prolongamento da Rua Gen. Portinho	Carga e descarga de produtos horti-frutigranjeiros e materiais de construção
<b>02</b>	ÁREA DE ENSINO E PESQUISA	*Extremidade Oeste do Cais de Saneamento *Prolongamento da Rua Visconde de Paranaguá	Atividades de ensino pesquisa e administração da Frota Oceânica da FURG
<b>03</b>	ÁREA DE TURISMO E LAZER	*Cais de Saneamento - trecho entre as Ruas Visconde de Paranaguá e Gen. Netto * Porto Velho - trecho entre as Ruas Gen. Netto e Almte. Barroso, incluindo os armaz. 1, 2, 3, 4 e 5	Atividades institucionais recreativas e turísticas com valorização do patrimônio histórico-cultural
<b>04</b>	TERMINAL DE PASSAGEIROS	Armazém 1 do Porto Velho	Recepção, embarque e desembarque de passageiros que efetuam a travessia RG/SJN e passeios turísticos de barcos
<b>05</b>	TERMINAL PESQUEIRO	*Trecho entre as Ruas Almte. Barroso e Almte. Garnier	Atividades operacionais e industriais pesqueiras
<b>06</b>	ÁREA MILITAR	*Capitania dos Portos e V Distrito Naval	Atividade militares do V distrito naval
<b>07</b>	ÁREA DE SERVIÇOS	*Extremidade Leste da Área Militar	Prestação de Serviços às Atividades Marítimo-portuárias

**ÁREA DO PORTO NOVO**

<b>TRECHO</b>	<b>DESIGNAÇÃO</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>DESTINAÇÃO</b>
<b>01</b>	ÁREA DE TURISMO, LAZER E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL	Extremidade norte do Porto Novo (C. R. Rio Grande, C. N. Honório Bicalho)	Atividades Sócio-desportivas e de administração e manejo ambiental
<b>02</b>	ÁREA DE APOIO OPERACIONAL	Área das Oficinas da APRG e ASD	Prestação de serviços às atividades marítimo-portuárias
<b>03</b>	TERMINAL DE GRANÉIS SÓLIDOS	Área dos Armazéns A-7 e A-8 Cabeços 55 a 62 - 01 berço	Operações de carga e descarga de granéis sólidos
<b>04</b>	TERMINAL DE CARGA GERAL	Área dos Armazéns A-5 e A-6 Cabeços 43 à 55 - 02 berços	Operações de carga e descarga de carga geral
<b>05</b>	TERMINAL DE GRANÉIS SÓLIDOS E LÍQUIDOS	Área do Armazém A-4 Cabeços 36 à 43 -01 berço	Operações de carga e descarga de granéis sólidos e líquidos
<b>06</b>	TERMINAL DE CONTÊINERES	Área compreendida entre os cabeços 15 e 36 03 berços exclusivos e 01 berço p/barcaça (TEFLU)	Operações de carga e descarga de contêineres
<b>07</b>	TERMINAL DE FERTILIZANTES	Área compreendida entre os cabeços 0 e 15 02 berços e 01 berço p/barcaça	Operações de carga e descarga de fertilizantes (matérias-primas e derivados)
<b>08</b>	ÁREA DE EXPANSÃO	Área compreendida entre a extremidade Sul do Porto Novo e a extremidade do TGL (Rua Alípio Cadaval)	Operações Portuárias em geral

## ÁREA DO SUPERPORTO

<b>TRECHO</b>	<b>DESIGNAÇÃO</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>DESTINAÇÃO</b>
<b>01</b>	ÁREA DE SERVIÇOS	Extremidade norte da área do Superporto - Pontal da Mangueira	Prestação de serviços às atividades marítimo-portuárias
<b>02</b>	ÁREA DE GRANÉIS LÍQUIDOS E FERTILIZANTES	Área compreendida entre o terminal da Copesul e da Adubos Trevo, com o pier petroleiro (inclusive)	Carga e descarga de petróleo e fertilizantes, com o manejo de matérias-primas e derivados
<b>03</b>	ÁREA DE EXPANSÃO	Área compreendida entre o terminal da Adubos Trevo e o terminal da Incobrasa	Atividades portuárias em geral
<b>04</b>	ÁREA DE GRANÉIS AGRÍCOLAS	Área entre os terminais de produtos agrícolas da Incobrasa e da Termasa	Carga e descarga de produtos agrícolas, como soja, trigo e arroz
<b>05</b>	ÁREA DE CONTÊINERES	Área situada ao sul do Terminal Termasa, inclusive com as instalações atuais do TECON	carga e descarga de contêineres
<b>06</b>	ÁREA DE EXPANSÃO	Área compreendida entre o TECON e o Terminal pesqueiro da Leal Santos	Atividades portuárias em geral
<b>07</b>	TERMINAL PESQUEIRO	Terminal Leal Santos	Carga e dascarga de pescado
<b>08</b>	BASE NAVAL	Área militar da Base Naval, com pier	Atividades militares do V distrito naval
<b>09</b>	ÁREA DE EXPANSÃO	Área da 4a Secção da Barra	Atividades portuárias em geral
<b>10</b>	ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO E MANEJO AMBIENTAL	Extremidade sul do Superporto, contígua a povoação da Barra, na raiz do Molhe Oeste	Atividades de turismo e lazer com administração e manejo ambiental

**ÁREA DE SÃO JOSÉ**

<b>TRECHO</b>	<b>DESIGNAÇÃO</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>DESTINAÇÃO</b>
<b>01</b>	ÁREA DE TRANSBORDO	Canal da barra de Rio Grande Trecho compreendido entre a Base Naval e a área de granéis agrícolas (inclusive)	Atividades de carga e descarga de mercadorias em transbordo ao largo
<b>02</b>	ÁREA DE ESTUDO	Margem leste do Canal da barra de Rio Grande, entre a raiz do Molhe Leste e o Cocuruto	Possível área de expansão após estudo ambiental das influências da atividade portuária nesse local
<b>03</b>	ÁREA DE EXPANSÃO	Margem leste do Canal do norte, entre o Cocuruto e São José do Norte	Atividades portuárias em geral

## **4.1.2 CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO PORTO DE RIO GRANDE**

**(Responsável: Arq. Lydia A. G. P. Habiaga - espec. em Urbanismo - Laboratório de Ecologia de Sistemas)**

### **Introdução**

A cidade de Rio Grande nasceu no porto e as atividades portuárias tem sido, desde o início da ocupação, o impulso gerador do desenvolvimento econômico, social e cultural da sociedade local. Ao mesmo tempo a cidade foi considerada a porta marítima do Oceano Atlântico na integração dos povos do Cone Sul e recebeu a grande tarefa de servir de escoadouro das riquezas do Estado, sendo um ponto estratégico desta imensa fronteira agrícola.

Os serviços em geral, os portuários e transporte marítimo em particular, são os setores de crescimento privilegiados nas três últimas décadas pelos países capitalistas centrais. Pela localização geográfica e condições naturais, nossos portos são pontos de referência como base de operações para a comercialização dos produtos explorados pelas empresas nacionais e estrangeiras. Como tal, é necessário reiterar a vocação natural portuária, assim como é imperativo o cuidado especial desta importante atividade econômica da qual depende a cidade de Rio Grande, e também o estado do Rio Grande do Sul na sua inserção ao MERCOSUL, tal como foi declarado recentemente pelo Governador do Estado.

Recentemente foi realizada a privatização do TECON, terminal de containeres, que em 1996 movimentou cerca de 170.000 TEU (unidade de container de 20 pés), sendo superado no país somente pelo porto de Santos. Os containeres são responsáveis por 95% da carga geral marítima movimentada mundialmente. Outra privatização prevista para o ano de 1997 é a do TTS, o maior terminal especializado em grãos do país, com movimentação de 1,5 milhões de toneladas grão/ano, e uma capacidade máxima de 4,5 milhões de toneladas. Para o ano de 1997 será lançado o

edital de privatização do frigorífico João Mascarenhas e do terminal de graneis líquidos-TGL, e para 1998 a licitação dos terminais de carga do Porto Novo. Nos próximos meses serão instaladas duas unidades fabris no Distrito Industrial (unidade de produção), e outra na ZPE, de valor agregado, devendo gerar 1300 empregos diretos e 1200 indiretos, prevendo o consórcio uma injeção direta de R\$ 33 milhões ao ano na economia local.

As atividades portuárias além de desenvolvimento econômico, geram emprego, envolvendo mais de 10.000 trabalhadores vinculados ao setor, tais como a administração portuária, os serviços privados como transportadoras, armazéns, despachantes, agências de navegação, armadores e fornecedores. Segundo pesquisa feita pelo instituto FIPE em novembro de 1996, 80 % do custo total das operações portuárias é decorrente de serviços privados.

O porto tem gerado também o desenvolvimento de atividades culturais na promoção de eventos organizados pela Universidade de Rio Grande - FURG, tais como o "I Simpósio Internacional sobre Portos", em Abril de 1994, e o "Seminário Internacional sobre resíduos Sólidos do Porto", em Agosto de 1996 entre outros.

A Festa do Mar, é um evento que incentiva as indústrias, o comércio e o turismo de Rio Grande. Voltada para o mar, a cidade tenta mostrar o potencial do município na congregação dos principais segmentos econômicos, público-administrativos, culturais e até militares em torno de um ideal comum.

O evento citado teve início em novembro 1961 com duração de 12 dias, e atraiu muitos turistas da região; a mesma foi continuada em novembro de 1965 como a II Festa do Mar com um caráter mais popular. Após transcorridos 27 anos, em 1992 se retornou com a III Festa do Mar, num espírito de projetar a cidade aos outros estados e ao exterior, atraindo turistas e inversores durante os dias do evento. Esta festa já está no calendário da cidade, estando programada a próxima para março de 1997.

Um aspecto pouco explorado, mas potencialmente latente é o turismo do porto, vale dizer, divulgar e expandir o conhecimento das instalações e de suas atividades como é desenvolvido em importantes portos europeus. Em Rotterdam e Hamburgo, as área e as atividades portuárias constituem o principal ponto de atração para os visitantes da cidade, e são motivo de orgulho para seus moradores.

A imponência dos molhes da barra, com extensão de 4 quilômetros mar adentro é um passeio típico dos veranistas, feito através de vagonetas com vela que impulsionadas pelos ventos característicos da região alcançam a ponta do molhe oeste, nos esquecidos trilhos utilizados para transportar as pedras que os formaram.

Outra atividade de lazer, ainda incipiente, é o passeio de barco na volta do Porto Velho, com perspectivas de desenvolvimento para as áreas do Porto Novo e Superporto, necessitando portanto de guias especializados no conhecimento de navios e atividades portuárias. Desta forma, além da imagem visual os visitantes reconhecerão em Rio Grande uma cidade com identidade própria determinada pela sua cultura e mentalidade marítima.

O porto é indiscutivelmente o impulso gerador do desenvolvimento econômico, social, turístico e cultural da sociedade local..

Ao caracterizar os aspectos sócio-ambientais da área de influência do Porto de Rio Grande, deve ser feita uma retrospectiva histórica com relação aos condicionantes de sítio que propiciaram o assentamento no local.

O Forte Jesus Maria José, fundado em 1737, localizado na área do porto, e o Forte do Estreito (1738), localizado em terras interiores, foram o início do assentamento. O avanço das areias sobre este último fez a população abandoná-lo e fixar-se definitivamente no porto. Sendo esta face da ocupação de objetivos estritamente estratégico-militares, a vocação natural portuária mudou a função do aglomerado, transformando-o posteriormente no principal centro de comércio da Capitania.

Em função da configuração físico - espacial de Rio Grande, de estreita península de não mais de quatro quilômetros de largura, sua maior ocupação foi em terras públicas e áreas de marinha. Corroboraram para esta situação, fatores históricos, pois o início da ocupação verificou-se a partir do pontal da península, expandindo-se posteriormente em direção ao interior do continente. O poder público, ao possuir maior parcela de terras que os outros proprietários, definiu os usos prioritários para seu crescimento, gerando situações conflitivas com os outros agentes sociais. Isto, somado às características de sítio com areias, banhados e zonas de baixios, todos fatores condicionantes na utilização do solo, a ocupação foi lenta, concentrada por quase duzentos anos no extremo desta península.



Os instrumentos jurídicos do urbanismo, especificamente relacionados com a política urbana, surgiram na legislação brasileira apenas quando o crescimento das cidades apresentou-se muito intenso e desordenado. Ordenar o solo das cidades é uma questão nacional, mas sua execução pode ser em nível local (municipal) regional (estadual ou metropolitano) e até mesmo federal. Segundo Álvaro Pessoa (1982) "é impossível dar trato adequado ao crescimento de nossas cidades sem solucionarmos a questão fundiária urbana e balizarmos com precisão o que vem a ser uso social da propriedade".

Para melhor identificação do **assunto problema**, adotou-se uma metodologia que tem, como uma de suas faces o levantamento e hierarquização do mesmo, identificação do problema, percepção das conexões existentes entre os mesmos, análises sob diferentes pontos de vista e abordagem espacial.

Nesta análise das OCUPAÇÕES relativas às áreas da orla portuária, tanto na cidade de Rio Grande como na cidade vizinha de São José do Norte, serão identificados os **agentes** considerados atuantes na produção do espaço urbano na área do porto de Rio Grande. Também serão identificadas **as distintas formas e tipos de ocupação e algumas formas de intervenção**. A compreensão desta ocupação exige uma retrospectiva histórica, onde se pontuará o **período de migrações e desenvolvimento econômico** que propiciaram o início desta ocupação. **As ocupações** serão referenciadas nos aspectos de sua localização, situação fundiária, população estimada, superfície aproximada que ocupa, uso preferencial, infra-estrutura existente no local, tempo de ocupação aproximado e, dentro do Plano Diretor do Porto (1995), a sua localização dentro do zoneamento previsto.

## **1-Ocupação do espaço portuário**

### **1.1-Os Agentes Envolvidos**

A cidade é o lugar onde habita uma parcela crescente da população e também o lugar onde os investimentos de capital são maiores, seja em atividades, seja na produção.

O espaço urbano é um produto social, resultado de ações acumuladas através do tempo e engendradas por agentes que produzem e consomem espaço. Segundo Correa, (1989) a "ação destes agentes é complexa e na prática acontece um processo constante de reorganização espacial como: incorporação de novas áreas ao espaço urbano, classificação do uso do solo, deterioração de certas áreas, renovação urbana, recolocação diferenciada de infra-estrutura, modificação do uso de determinadas áreas, etc."

Na apreciação do mesmo autor, a ação destes agentes se faz dentro de um marco jurídico que regula a atuação deles, mas este marco jurídico não é neutro, refletindo o interesse dominante em um ou vários agentes. Conforme os interesses em jogo, cujo denominador comum é a renda da terra (lucro extraordinário do solo), os agentes produtores do espaço unem-se ou conflituam entre si. A terra é o instrumento vinculado ao processo de acumulação de capital, através da propriedade e do controle do uso do solo urbano.

Referindo-se aos agentes, destaque-se os que interessam ao trabalho específico: proprietários dos meios de produção, o Estado, e grupos sociais excluídos.

**PROPRIETÁRIOS DOS MEIOS DE PRODUÇÃO:** são os grandes proprietários industriais e as grandes empresas comerciais, que são grandes consumidores de espaço.

O ESTADO é também agente, e o papel do Estado Capitalista é atuar diretamente como grande industrial consumidor do espaço e de localidades específicas, proprietário fundiário e promotor imobiliário, sem deixar de ser também um agente de regulação de uso do solo. As terras públicas são uma reserva fundiária de que o Estado dispõe para usos diversos no futuro, inclusive para negociações com outros agentes sociais. Através de órgãos como as COHABS, o Estado torna-se promotor imobiliário. E através da implantação de serviços públicos (sistema viário,

calçamento, água, esgoto, iluminação, coleta de lixo e etc), distribuídos espacialmente de maneira desigual, ele é alvo de reivindicações de diferentes segmentos da população urbana, onde sua ação é marcada pelos conflitos de interesses dos diferentes membros da sociedade, bem como da aliança entre eles.

GRUPOS SOCIAIS EXCLUIDOS também formam parte dos que ocupam a terra. Como na cidade capitalista ter a propriedade do solo urbano exige, como requisito necessário a existência de uma renda monetária, aparece de forma expressiva parte da população sem acesso a uma parcela do solo urbano. Esta parte da população acaba morando em lugares em que o direito de propriedade privada não vigora e, que são áreas de propriedade pública (federal, estadual e municipal), terrenos em inventários, glebas mantidas vazias com fins de especulação, dando lugar a invasões, favelas e outros tipos de ocupação.

## **1.2-Classificação da ocupação na orla portuária**

O espaço ocupado na área portuária, ao longo da história, adquiriu diversos aspectos conforme as circunstâncias de desenvolvimento que lhe foram atribuídas.

Neste estudo, só serão caracterizadas as ocupações que de alguma maneira estão em conflito, tanto com o aspecto de propriedade da terra, como pela caracterização física e a ausência de infra-estrutura, assim como algum tipo de intervenção oficial que possa ter acontecido para seu melhoramento.

Em primeiro lugar, as ocupações, segundo sua caracterização física, foram identificadas nos seguintes tipos: cortiços, casas periféricas, ou favelas. Por outro lado, conforme a forma como foi feita a ocupação, identificaram-se os parcelamentos ilegais e as ocupações clandestinas e, quanto ao modo de intervenção oficial, esta classificou-se em remoção, implantação e tratamento urbanístico.

### **1.2.1-Tipos de ocupação**

**CORTIÇOS:** são representados por antigos casarões sem conservação, subdivididos ou sub - locados; localizam-se em áreas urbanas deterioradas, no caso, principalmente junto ao Porto Velho. Antigas residências e casas de comércio são exploradas por proprietários pouco incentivados em conservá-las ou demoli-las, mas sim, em obter a renda máxima até o esgotamento.

**CASAS PERIFÉRICAS:** representadas por núcleos urbanos semi-segregados, em terras adquiridas pelos residentes ou através da intervenção governamental. Suas características são: utilização de material heterogêneo, construídas pelos moradores ou entidade governamental, raramente particulares, localização periférica, com distintos graus de acesso aos serviços públicos.

**FAVELAS:** núcleos urbanos segregados, em ocupação ilegítima da terra, materiais precários, ausência de saneamento, localização periférica, deslocamentos constantes decorrentes do crescimento da cidade.

### **1.2.2-Formas de Ocupação**

**PARCELAMENTOS ILEGAIS,** são ocupações provenientes de loteamentos ilegais, nas mais diversas formas de ilícitos. Estes loteamentos não tiveram aprovação da Prefeitura; no entanto, alguns deles foram indevidamente registrados no Cartório de Registro de Imóveis. Os parcelamentos ilegais, na sua maioria, apresentam condições de serem regularizados, pelo fato de estarem beneficiados com rede de distribuição de água, rede de energia elétrica e vias de comunicação devidamente alinhadas e harmonizadas com a malha viária da cidade ( exemplo: vila Santa Teresa)

**OCUPAÇÕES CLANDESTINAS,** são ocupações ilegais, ocasionadas por invasões clandestinas, feitas na sua maioria em área de Marinha ou acréscimos de Marinha. As ocupações clandestinas dificilmente seriam passíveis de regularizações, salvo transferência destas áreas para a Prefeitura pela Delegacia do Patrimônio da União, com anuência da SUPRG e da PORTOBRAS. Quase a totalidade destas ocupações, deram-se às margens do Canal do Rio Grande, Canal do Norte e Saco da Mangueira, através de sub-habitações. Alguns assentamentos não oferecem condições

de saúde para os seus ocupantes, visto não serem beneficiados por saneamento básico e situarem-se em terrenos alagadiços (exemplo Vila Mangueira, Barraquinha, Vila de Pescadores, 4a Secção da Barra, na área do Superporto; na área do Porto Novo temos o Bairro Getúlio Vargas, Vila da Naba e Casas Pretas).

### **1.2.3- Modos de intervenção oficial**

**REMOÇÃO:** os núcleos de sub-habitação são removidos, pura e simplesmente, com intuito de liberar o terreno ocupado. Os núcleos habitacionais são normalmente situados em terrenos periféricos de difícil acesso. Como fatores agravantes desta situação, a mulher fica sem condição de aproveitar seu tempo livre na execução de serviços remunerados pelo afastamento do núcleo aos serviços e, por outro lado, o custo do transporte onera o orçamento doméstico. O poder aquisitivo baixa, dificultando a compra ou o pagamento do aluguel da unidade. Esta situação conduziria a um endividamento crescente e um retorno à favela. A favela seria não uma disfunção do sistema, mas expressão física de suas contradições (Kowarick,1971).

**IMPLANTAÇÃO** de zonas através de saneamento e de loteamentos de áreas livres: esta solução não evita o aumento da distância entre habitação e trabalho, e seus problemas conseqüentes é ocasionar a perda de todos os investimentos anteriormente realizados.

**TRATAMENTO URBANÍSTICO** de favelas, com introdução de melhorias urbanas no local do assentamento, é a que técnicos do setor tem recomendado ultimamente e conta com a colaboração e apoio dos favelados.

### **1.3-Migrações e Desenvolvimento Econômico**

A cidade de Rio Grande, quando foi criada em 1737, determinou sua vocação marítima, que passou a integrar a história de seu povo e da região. Considerada a porta marítima do Oceano Atlântico na integração dos povos do Cone Sul, recebeu a grande tarefa de servir de escoadouro material das riquezas do Estado, sendo um ponto estratégico desta imensa fronteira agrícola.

Ao se fazer referência à história da ocupação da cidade de Rio Grande, é importante destacar que o seu surgimento ocorreu com o estabelecimento de fortificações militares. Posteriormente ao período da conquista, foi descoberta sua vocação natural, pela privilegiada situação geográfica, desenvolvendo-se uma intensa atividade comercial através do uso do porto natural. Este sofreu melhoramentos à medida que as contingências do intercâmbio comercial e o avanço tecnológico das embarcações o exigiam.

No período de comércio atacadista de IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO (1850-1920), houve a necessidade de melhoramentos no porto e na barra de Rio Grande. As obras, iniciadas em 1891 e concluídas em 1923, tiveram a Cie Française como responsável pela transformação da área através do aterramento dos banhados existentes (fig 1) e a iniciação das obras de dragagem e de construção dos molhes, propiciando-se, neste período, um grande desenvolvimento econômico para a cidade, com o surgimento de um grande número de estabelecimentos comerciais, que abriram o caminho para o processo de diversificação industrial de 1920-1970. Esta nova fase conhecida como PERÍODO DE INDUSTRIALIZAÇÃO, surgem atividades industriais de diferentes gêneros: fiação e tecelagem (1874), frigoríficas (1917) , refinaria de petróleo (1937), e outras, atraindo um fluxo migratório com operariado industrial clássico, de baixa renda e pouca instrução, propiciando o processo de marginalização social e um dos momentos históricos assumido pela habitação popular.

Os problemas habitacionais advindos do fluxo migratório foram inicialmente solucionados com as vilas operárias junto às fábricas, iniciativa dos proprietários (Rheigantz, Casas Pretas do antigo DEPRC ) assim como a construção de vilas de iniciativa privada e de entidades de classe e associações, na maioria das vezes, casas para aluguel.

A SWIFT do Brasil, frigorífico de capital norte americano, instalou-se em Rio Grande em 1917, necessitando de muita mão de obra. Atraiu elementos de outros municípios e transformou todo o terreno recuperado pela Cie Française, localizado na área do denominado Porto Novo, (autorizada a mesma pelo governo federal como responsável pelo arrendamento da área ) numa gigantesca favela, conhecida na época como Vila dos Cedros (hoje **Bairro Getúlio Vargas**), em lugar do bairro planejado pelos engenheiros franceses (fig.2). Em decorrência do tipo de ocupações que estavam

surgindo, na década de 1940 houve uma preocupação do poder público municipal em ordenar as construções a partir de leis isoladas, versando sobre alguns aspectos da urbanização e, também, a preocupação com o zoneamento das habitações populares.

Com o fechamento do frigorífico, a partir da década de 50, o problema da sub-habitação passa a ter relevância, pelo aumento da marginalização da população através do desemprego. A época caracteriza-se pelas altas densidades domiciliares, havendo uma grande oferta de lotes, assim como a implantação de loteamentos, principalmente nas zonas suburbanas, ao longo da estrada RG/Cassino e zonas próximas ao emprego (Porto, Ipiranga, , Swift).

Na década de 60 também identificou-se outro aglomerado próximo às áreas industriais: a **Vila Santa Teresa**, com características de sub-habitação, intensificando-se os problemas sociais. Conseguir um emprego é difícil, e o sub-emprego e o desemprego tornam a vida instável, precária; a casa, porém, é a proteção para os momentos de desemprego, e a certeza de ter um teto, enquanto se busca um novo trabalho.

Na década de 70, a implantação do complexo portuário industrial (Superporto), exigiu a execução de enormes investimentos em infra-estrutura e serviços. Como consequência, o novo impulso dado à economia do município atraiu novos contingentes populacionais para a cidade, exigindo a criação de áreas habitacionais para a população de baixa renda.

A partir de 1977 o município começa a legislar sobre as áreas de "faixa de Marinha", conforme a Lei 3121, que "regula o uso a fins de Plano de Urbanização, cedências e domínio útil", com conseqüentes alterações nos últimos anos.

Na década de 70/80 a taxa de crescimento populacional foi de 2,81% ao ano, considerado como explosivo. Um grande número de pessoas encontrou-se fora do mercado formal de trabalho, fazendo parte do contingente empregado sazonalmente. Este período caracteriza-se pela construção de obras de grandes conjuntos habitacionais como as COHABS, as PROFILURBS, INOCOOP, PRO-MORAR, observando-se que estas áreas habitacionais destinam-se à moradia econômica, caracterizando a clientela.

A Lei 3711, de agosto 1982, "autoriza o Poder Executivo a firmar convênio de promessa de refinanciamento e contrair empréstimo com o Banco Nacional de Habitação, através do Programa de Complementação Urbana e dá outras providências;

fica ainda o Poder Executivo autorizado a delimitar, através de decreto, as áreas destinadas ao Programa de Complementação urbana, salientando que a área abrangida compreende os Bairros: **Getúlio Vargas**, Lar Gaúcho, Vieira, Nossa Senhora dos Navegantes, Salgado Filho, **Vilas Santa Teresa**, Assunção, Santinha, Santa Catarina, Florindo Habicoop" ( Em negrito as áreas de estudo).

A extensão do limite urbano legal, no Plano Diretor de Rio Grande em 1986, incorpora áreas já ocupadas, especialmente na área do Superporto por vilas de pescadores, definindo as mesmas como AF (áreas funcionais), sendo que estas áreas portanto, "requerem regime urbanístico especial pela localização, situação, condição topográfica, e do patrimônio ambiental nos seus aspectos paisagísticos e culturais...". Não foram definidos até o momento os regimes urbanísticos destas áreas especiais.

## **2-Ocupações nas áreas adjacentes ao Porto de Rio Grande**

### **2.1-Ocupações na área do Porto Velho**

Esta área da cidade é a mais antiga, ligada ao passado histórico-social de Rio Grande, onde identificou-se a vocação portuária-comercial natural da cidade e, por conseguinte, na atualidade, totalmente ocupada, de zoneamento mixto. Aí encontram-se as moradias habitacionais modernas, junto às antigas, algumas um pouco deterioradas, o serviço, o comércio da cidade, e as atividades industriais (fig. 3 e fotografias 1 e 4)

O cais do denominado Porto Velho compreende diversas atividades e usos, misturando-se o novo e o antigo. Nesta área converge "o encontro", é o centro da cidade e, ao mesmo tempo, o elo de ligação com o município vizinho de São José do Norte pela ligação hidroviária existente neste local.

Ao longo da margem, neste setor da cidade, apresentam-se diferentes estados de conservação das construções portuárias, tanto no referente ao cais, acentuado pela presença de barcos "sucata", com a permissão da administração portuária, assim como dos edifícios portuários, em total abandono na sua conservação e manutenção. Praticamente, os prédios estão cedidos `a prefeitura municipal de Rio Grande, com



exceção de um armazém que foi alugado pela administração do porto, por dez (10) anos, para uma empresa de pescados.

Visualmente perceptível é a deterioração das águas que margeiam o Porto Velho, onde ocorre grande concentração de lixo acumulado nas margens, ou flutuando nas proximidades. Existem vários tipos de despejo junto às margens, tanto das embarcações de pesca, que não têm cuidado com o lixo, e as indústrias de pesca, que descarregam seus efluentes, bem como o estaleiro, que despeja os resíduos da lavagem dos tanques dos barcos em serviço de manutenção, assim como a Administração Portuária, que não controla o atendimento deste serviço na providência de recipientes apropriados no local de sua responsabilidade.

## **2.2-Ocupações na área do Porto Novo**

A ilha do Ladino, coberta de vegetação rasteira, foi escolhida como o local para o estabelecimento do denominado PORTO NOVO, resultando uma extensa área ganha, aterrada com areia dragada. Na utilização desta área, além da construção de 1543 metros de cais, e 10 metros de profundidade d'água, de instalações portuárias como a construção de armazéns, existiu uma vasta área livre, passível de expansão urbana, que contou com diversos projetos de ocupação ao longo do tempo. As contingências dos diversos processos econômicos permitiram a ocupação efetiva de populações de baixa renda, próximas ao local de trabalho, como são as instalações portuárias e industriais (fotografias 2, 3 e 4).

As ocupações efetivas referem-se aos assentamentos denominados Santa Teresa, Getúlio Vargas, Vila da Naba, Casas Pretas, com diferentes situações fundiárias.

**VILA SANTA TERESA:** Trata-se de um loteamento irregular, em área do antigo DEPRC, junto à Vila Santa Teresa. Nesta última foram vendidos os terrenos acrescidos de Marinha e parte alodiais, pertencentes ao acervo do antigo DEPRC, (hoje SUPRG) situados no Terrapleno Oeste, em 4 novembro de 1950, à Prefeitura Municipal (em anexo cópia de escritura pública de compra e venda dos citados terrenos), localizados aos fundos do zoneamento do terminal de fertilizantes.

Na área irregular, residual da área comprada pela Prefeitura Municipal, estima-se uma população de 840 pessoas sem título de propriedade, uma superfície total de 43.840 m<sup>2</sup>, com 210 lotes e destinação predominante residencial e comercial. Todas as quadras integrantes do loteamento foram beneficiadas pelo Projeto Cura (intervenção oficial de tratamento urbanístico).

As quadras compreendidas entre as ruas Dr.Borges de Medeiros, Leão XIII, Carlos Vignoli e Dos Tupis não apresentavam interesse por parte do antigo DEPRC (levantamento de 1989); no entanto, as quadras compreendidas entre as ruas Alípio Cadaval, Gen.Flores da Cunha, Dos Tupis e Carlos Vignoli interessam à SUPRG para futura expansão portuária (esta área está localizada ao lado das atividades portuárias), embora acreditamos ser de grande dificuldade reverter a situação no local.

Ao leste desta ocupação estão as instalações de uma indústria de fertilizantes, a qual lança emissões aéreas contínuas de material particulado, sendo os ventos dominantes na região NE e SO; e ao oeste do bairro está a Refinaria de Petróleo Ipiranga, com mais de 80 tanques nas suas instalações (fig. 4).

**BAIRRO GETÚLIO VARGAS:** Trata-se de uma ocupação classificada de "clandestina", de mais de trinta e cinco anos, em área do antigo DEPRC, também no terrapleno oeste, junto a outra área, que foi cedida, parte acrescidos de Marinha e parte alodiais, para a Prefeitura Municipal. Localiza-se aos fundos dos terminais de contêineres, de granéis sólidos e líquidos e de carga geral no PDZPN/95.

Tem uma população de aproximadamente 11.120 pessoas, área superficial total de 466.675m<sup>2</sup>, total de 2780 lotes. A destinação predominante é residencial, sendo beneficiada em parte pelo Projeto Cura. Também consta com equipamentos comunitários de duas escolas estaduais e uma municipal.

Parte da área ocupada é de interesse do antigo DEPRC para futura expansão portuária. O antigo DEPRC demonstrou interesse de transferência para a Prefeitura local de apenas uma parte da área ocupada, aproximadamente 123.410 m<sup>2</sup> da área total, conforme levantamento de 1989, com ocupação de favela nos fundos das atividades portuárias, especificamente dos armazéns que estocam farelos de diferentes grãos. Esta ocupação tem a maior densidade demográfica da cidade (fig.4).

**VILA DA NABA:** Trata-se de uma ocupação classificada de "clandestina", em área do antigo DEPRC. Originada a partir de aterros de áreas aluvionais, estimando-se uma população de 480 pessoas. Uma parte da ocupação está assentada sobre uma

área baixa, em terrenos alagadiços, com vias de acesso estreitas e muitos terrenos encontram-se próximos ao despejo cloacal da cidade. A localização é entre as ruas Carlos Vignoli e o Canal do Rio Grande. As moradias, com frente para a rua Carlos Vignoli, estão beneficiadas pelo Projeto Cura. Tem uma área superficial total de 19.500m<sup>2</sup>, e 120 lotes com destinação predominante residencial. Consta com infraestrutura de água e energia elétrica. A ocupação existe há mais de 35 anos. Também existe uma ocupação clandestina (favela) dentro da água. Existe uma pequena atividade com a pesca, especialmente de camarão, notando-se que, além da proximidade com o esgoto cloacal, o material particulado da empresa de fertilizantes, em função dos ventos dominantes, está permanentemente despejando na água e sobre os habitantes desta vila (fig.4).

**CASAS PRETAS:** Trata-se também de uma ocupação em área do antigo DEPRC, em terrenos aluvionais, com casas que foram construídas para trabalhadores do porto. Estima-se uma população de aproximadamente 104 pessoas (levantamento de 1989). A ocupação encontra-se beneficiada pelo Projeto Cura. Está situada na rua Carlos Vignoli, na Vila Santa Teresa, com área superficial total de 16.375 m<sup>2</sup>, 26 lotes, com destinação predominante de uso residencial. As casas existem há mais de 35 anos. Esta ocupação tem grande proximidade com a indústria de fertilizantes, estando sujeita aos mesmos impactos que foram mencionados nas ocupações anteriores: poluição atmosférica, poluição hídrica, acidente eventual (fig.4).

### **2.3-Ocupações na área do Superporto**

Esta área, ocupada por pescadores há mais de quarenta anos (década de 50), transformou-se, a partir da década de 70, pela solicitação do crescimento das exportações e importações e a avançada tecnologia da navegação, na ampliação do porto de Rio Grande, através da construção de terminais específicos, formando o denominado SUPERPORTO. As ocupações existentes estão, no momento, localizadas nas zonas definidas como "área de expansão" pelo Plano de Desenvolvimento e Zoneamento portuário, SUPRG/95. Elas são:

**VILA MANGUEIRA:** Trata-se de uma ocupação em área do antigo DEPRC, área de Marinha e terrenos acrescidos de Marinha, com existência há mais de 40 anos, com casas esparsas em lotes cercados de medida variável. O local está ao lado do terminal do Pier Petroleiro, em área de "serviços", dentro do PDZP/95. O uso é residencial, oriundos os primeiros moradores de Santa Catarina e ocupados com a pesca, hoje complementam sua renda com atividades de biscate e nos trabalhos do porto. Estima-se uma população de 180 pessoas, 60 lotes, área superficial total de 192.500m<sup>2</sup>. O abastecimento de água é puxado por mangueira, da rede que passa na estrada do Superporto; não possui abastecimento de energia elétrica (fig.5).

**BARRAQUINHA:** Local situado às margens do Canal Rio Grande, próxima ao terminal de granéis líquidos e fertilizantes, definida no plano de desenvolvimento como "área de expansão", com ocupação esparsa de 10 casas, ao longo de 400 metros (4000m<sup>2</sup> de superfície aproximada de ocupação). Existe nas proximidades um mato de eucalipto que o separa da estrada do Superporto e faz sua comunicação com a cidade. Sua ocupação é de mais ou menos 30 anos atrás. O pessoal, vindo da cidade, vive de biscate e da pesca. Existem alguns barracos como moradia e galpões para os apetrechos de pesca. O abastecimento de água potável é feito através de mangueiras conectadas à rede próxima. Não existe permissão do antigo DEPRC para sua ocupação (fig.5).

**VILA DE PESCADORES SAZONAL:** Situada ao lado do terminal pesqueiro, na "área de expansão" no Plano de Desenvolvimento do Porto, frente ao Canal do Rio Grande, há um grupamento de casas e barracos, com sucessão de trapiches e galpões. Neste local residem provisoriamente pescadores e famílias que se transferem de suas localidades de origem para participar das safras pesqueiras (moradores da Colônia Z3, da Colônia de pescadores de São Lourenço do Sul e da 5ª Seção da Barra de São José do Norte), que se estabelecem em barracos improvisados, apesar de não haver permissão do antigo DEPRC para a construção no local. Esta situação atípica ocorre nesta comunidade pela sua condição de provisória, porque após a safra do camarão os pescadores retornam às suas localidades de origem. A ocupação nesta área é aproximadamente de 70.000m<sup>2</sup> e começou cerca de 15 anos atrás (fig. 5 e fotografia 6).

VILA DE PESCADORES DA 4ª SEÇÃO DA BARRA: Situada próximo ao Pontal da Barra, entre a Av. Portuária e o Canal do Rio Grande. Dentro do Plano de Desenvolvimento do Porto, está na "área de expansão". Ocupa uma área superficial aproximada de 777.000m<sup>2</sup>, com 600 lotes, e população aproximada de 2000 habitantes, com uso preferencial, residencial. Existe uma infra-estrutura de abastecimento de água e energia elétrica e de equipamentos comunitários e de serviços tais como armazéns, escola, salão paroquial, ambulatório, campos de futebol, e CTG. Trata-se de uma ocupação "clandestina", em área do antigo DEPRC, sendo o início da vila na década de 40 e teve como base as casas do antigo DEPRC, as "quadrinhas" (casas de operários, que serviram de apoio na construção dos molhes da Barra do Rio Grande-1908). No início moravam alguns poucos pescadores portugueses, vindos provavelmente do Rio de Janeiro. A vila cresceu e se organizou organicamente, mas o crescimento foi controlado pelo antigo DEPRC conforme os períodos políticos que se sucederam, tanto liberando a construção de novas casas de madeira e regulando a ocupação, como inibindo o acréscimo de novas. As campanhas políticas têm favorecido a concessão de benfeitorias aos moradores, acentuando a fixação (Fig.5 e fotografia 5).

### **3-Aspectos sócio-econômicos da área urbana de São José do Norte**

O município de São José do Norte tem tido um crescimento populacional lento ao longo dos anos e uma taxa de crescimento municipal caracterizada como de emigração (década 80/90). A atividade econômica preferencial é o setor primário (cebola, monocultura, pesca artesanal, agricultura empresarial: arroz, pecuária e reflorestamento). Há ausência de indústrias, e falta de emprego, condicionando o baixo poder aquisitivo da população. Pode - se considerar a estrada BR 101 não pavimentada ainda e a energia elétrica recentemente instalada, como motores de crescimento.

Apesar destes indicadores negativos até o momento, existem outros que podem virem a ser possíveis fatores desencadeantes do desenvolvimento econômico e expansão urbana nas próximas décadas. Em primeiro lugar, a recente modificação do

limite urbano legal (Lei n. 44, de 10/89), aumentando o mesmo em 20 vezes a área anterior e contendo grandes vazios, com pouca ocupação humana efetiva e pouca atividade econômica, correspondendo no momento presente a uma inestimável **reserva de terras**. A terra é o instrumento onde é veiculado o processo de acumulação através da propriedade e do controle do uso do solo urbano. O **Município e a União são proprietários majoritários**, acrescentando-se o fato de que a legislação municipal de 3/10/91 facilita a compra de terras por particulares, modificando o agente de produção do espaço e induzindo à **inversão de capitais**.

Os recentes investimentos em energia elétrica, a construção do novo terminal de transporte de cargas, localizado na 5ª Seção da Barra, a vontade política da pavimentação da BR 101 em direção a Mostardas, somados à proximidade com a estrutura do Superporto de Rio Grande, ligação básica com a estrutura de comunicação para o desempenho das atividades do Mercosul, são todos fortes indicadores de mudança (fig.6 e fotografia 7).

Não existe um Plano Diretor, que oriente as tendências de crescimento urbano, assim como o entendimento sistêmico da cidade e região em que se encontra assentada. As atividades geradas por setores sócio - econômicos, desde que aplicados em áreas inadequadas, são capazes de promover mudanças ou pressões no ambiente determinado e como resultado esse ambiente, pode ser degradado, prejudicando o aspecto social e econômico ligado às atividades humanas. Foram feitos alguns estudos sobre o zoneamento ambiental, exatamente nesta área denominada "área de estudo" no PDeZ do porto, na área urbana de São José do Norte, sendo este um subsídio muito valioso a ser consultado.

### **3.1-Aspectos institucionais da ocupação**

A população pesqueira localizada nas margens da Lagoa dos Patos, ocupa parcialmente ou totalmente terras a cargo do Serviço do Patrimônio da União (SPU), órgão diretamente vinculado ao Ministério da Fazenda. A partir de 1940, a União regularizou sob decreto os terrenos de Marinha, que constam de uma faixa de 33

metros, a partir da preamar média do ano 1831. O gerenciamento é feito pela Marinha através da Capitania dos Portos.

A regularização dos terrenos ocorre de duas formas:

a) OCUPAÇÃO, que se caracteriza por utilização a título precário: pagando uma taxa de ocupação se obtém licença para viver no local ( a área não pode ultrapassar a área construída). Para esta regularização, a Marinha é consultada em três aspectos: segurança de navegação, interesse da Marinha no local e segurança nacional.

b) AFORAMENTO, quando o morador passa a ser dono definitivo das benfeitorias, com poder de transferência. Para obras de loteamento a faixa a ser analisada passa para 100 metros, transversal à linha da praia, sendo necessário o aval da Diretoria de Portos e Costas e da Capitania dos Portos.

Na área urbana de São José do Norte a maioria das vilas de pescadores estão parcialmente em terrenos do Patrimônio da União, com exceção da 5ª Seção da Barra, que ocupa lugar estratégico e totalmente em área de Marinha.

### **3.2-Ocupações nas margens do Canal, área urbana de São José do Norte**

A ocupação nas proximidades do molhe leste, até o limite norte do zoneamento da "área de estudo", é feita por vilas de pescadores e pequenos agricultores (fotografia 7).

5ª SEÇÃO DA BARRA: é uma vila de pescadores permanentes, oriundos do Estado de Santa Catarina ou de origem portuguesa: Ocupam as áreas próximas ao canal de saída ao mar, estrategicamente localizados com a atividade das pescarias, posicionados frente ao terminal de contêineres do Porto de Rio Grande e do assentamento de pescadores de Rio grande na 4ª Seção da Barra, do outro lado do Canal. O assentamento é bastante denso, organizado em quadrícula, em área de Marinha e sobre dunas, com alguns equipamentos comunitários tais como escola, campo de futebol, armazéns. Antigamente, há mais de 20 anos, existiam maior número de barcos cabinados e mais botes. O local de fundeio para os barcos é bastante baixo, necessitando de dragagem periódica, além da construção de molhe de pedra para evitar o permanente assoreamento. A vila tem aspecto muito deteriorado, e com bastante lixo(fotografia 8).

POVOAÇÃO DA BARRA, hoje denominado bairro, existe desde que a Praticagem atuava na Barra do Porto de Rio Grande. O local é área de Marinha, estando ocupada há mais de 40 anos. As casas são de madeira, bastante antigas, ao estilo português, organizadas em quadras. A atividade é dependente da pesca e do veraneio, tendo próximo o balneário do Mar Grosso, na costa do oceano.

PONTAL é outra ocupação permanente de pescadores, com aproximadamente 20 casas, estimativa de 100 habitantes, em casas de madeira as mais antigas, e de alvenaria as mais recentes, organizadas em forma de tira ao longo da rua principal.

COCURUTO é também uma pequena vila de pescadores, de antiga ocupação com aproximadamente 15 casas e 75 habitantes aproximadamente. A ocupação da terra é em área de Marinha. O povoado tem alguns equipamentos de serviços além da escola e da igreja. As casas estão localizadas em área verde, junto ao mato nativo.

A área seguinte, delimitada pelo Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto, em São José do Norte, como "área de expansão", está ocupada pela VILA NOVA. Área de ocupação esparsa, entremeada de área de campo, está localizada em área de Marinha, e que compõe-se de pessoas oriundas de Santa Catarina. Tem ao redor de 50 casas organizadas em tira e amontoadas, estimando-se 150 habitantes. Conta com algum equipamento comunitário tal como escola, telefone, energia elétrica e água bombeada.

BAIRRO CENTRO de São José do Norte, tem concentrado o maior número de pessoas do município, com as atividades de serviço e comércio, assim como o porto pesqueiro local e o terminal de passageiros que via, hidroviária, se comunica com a cidade de Rio grande.

#### **4-Conflitos existentes**

Rio Grande, no decorrer de seu crescimento urbano e da expansão das funções da cidade, teve alterações do sítio com modificação de sua forma original: áreas úmidas foram drenadas e aterradas, arroios retificados e dunas arrasadas. Esta transformação conflituou a relação com **a propriedade da terra**. A terra em questão, (na área do Porto Novo) foi criada pelo aterramento das ilhas existentes na época: terra pública, sobre a qual se planejou o uso das atividades do porto por um lado e de moradia por outro.



Um outro conflito verifica-se com relação à **localização** das mesmas, visto que o crescimento das atividades econômicas e a expansão urbana misturam-se em atividades compatíveis e incompatíveis, especificamente na ponta da península. Verifica-se também apropriação privada de **bens comunitários**, como são o ar e a água.

Considerando-se, em primeiro lugar, os assentamentos próximos ao PORTO NOVO, além de conter diferentes situações de apropriação regulares e irregulares ou clandestinas, as mesmas encontram-se localizadas dentro da estrutura viária da cidade, com benfeitorias realizadas pelo Estado, e serviços comunitários oferecidos pela Prefeitura local. Portanto. Recomenda-se que as mesmas **sejam passíveis de regularização**.

Existe, por outro lado, uma ocupação clandestina nos fundos da área portuária ocupando a malha viária (rua), e uma outra ocupação clandestina que ocupa a margem da água, aterrando sistematicamente a área, a qual não tem nenhum tipo de serviço. Estas deveriam ser **passíveis de receber melhoramentos habitacionais e urbanísticos , se possível num local próximo desta área**.

As ocupações nas margens do canal, na área do SUPERPORTO encontram-se localizadas em área de Marinha e sob a jurisdição administrativa da SUPRG. Com exceção da Vila da 4a Seção da Barra, estas ocupações não receberam benfeitorias por parte da Prefeitura ou do Estado. Apesar de estar sob vistoria do antigo DEPRC, para que não sofra expansão, esta vila tem recebido, em circunstâncias de campanhas políticas, algumas benfeitorias. Existe tramitação do antigo DEPRC perante a Prefeitura local para a **transferência** destas ocupações a terrenos municipais ou outros, passíveis de serem desapropriados, ou negociados. E de se entender que a situação de assentamento da Vila da 4a Seção da Barra seria irreversível, vale dizer, **passíveis de permanecer e com melhoramentos urbanísticos**.

Justifica-se esta proposta pelo prejuízo social que a remoção traria e por outro lado, o fato de que a proximidade com a saída ao mar possibilitaria a concentração de todos os aglomerados de pescadores (fig.7). Estas populações estariam afastadas das atividades "perigosas" dos terminais portuários, assim como estariam mais próximas das atividades de turismo de praia.

As ocupações na "área de estudo" de São José do Norte, sendo na sua maioria vilas de pescadores e ocupando área de Marinha, não têm regularizado, através de suas entidades de classe, a sua situação fundiária até o momento, tendo alguns serviços públicos tais como: energia elétrica, escola, ônibus, igreja, calçamento da via principal que une todas as vilas, etc. A 5a Seção da barra tem uma alta concentração de pescadores e embarcações e poderia ser **passível de receber melhoramentos urbanísticos** e permitir a concentração, neste local, dos pescadores da região (fig.7). Cabe salientar que as propostas, em todas as situações, são uma posição técnica, sendo necessária a consulta às comunidades envolvidas.

Com relação à **localização**, pelo local do assentamento nas proximidades das atividades da indústria de fertilizantes, e da destilaria de petróleo, (na área do Porto Novo), estas populações estão sujeitas à **poluição atmosférica permanente** de emissões contínuas das citadas indústrias; à **poluição hídrica**, pela proximidade da descarga do esgoto cloacal da cidade; a acidentes eventuais pela proximidade física com os armazéns de granéis sólidos e líquidos do Porto Novo. As ocupações (área do Superporto), que estão nas margens do Canal estão próximas do terminal de amônia e do Pier Petroleiro, estando expostas, pela proximidade a **acidente eventual**, e à **poluição atmosférica** pela emissão contínua das indústrias de fertilizantes.

Com relação ao **uso dos bens comunitários, água, ar**, existe, uma **apropriação privada** por parte das atividades do porto no sentido de o uso da água e do ar ser o veículo de suas atividades, despejando os produtos que circulam de maneira descuidada (farelo, óleo, lixo), assim também a CORSAN, instituição pública de saneamento, despeja, através de emissário, o esgoto da cidade, em águas rasas, bem próximas das ocupações mencionadas anteriormente; assim também as indústrias de fertilizantes enviam sua emissão contínua de material particulado, prejudicando a saúde dos que moram nas suas proximidades, havendo, portanto, necessidade de melhorias técnicas para sua mitigação.

## 5-Agentes responsáveis e soluções propostas

A harmonia sócio - ambiental repousa na adequação econômica, social, cultural e ecológica dos meios de exploração adotados. É garantida quando fundamentada na prática da equidade de acesso a esses recursos pela participação da sociedade, coletiva ou individualmente, do cidadão que, devidamente alertado, fiscalizará e defenderá seus direitos, e de seus descendentes, de usufruírem do patrimônio do seu território.

A cidade de Rio Grande, como a maioria das cidades brasileiras, teve seu crescimento acelerado nas últimas duas décadas, assim como sua expansão urbana. Portanto, nem a legislação acompanhou, nem se instrumentaram suficientemente os organismos técnicos para a solução dos problemas a serem enfrentados.

A vocação natural portuária que, desde as origens, integrou-se no crescimento da cidade evoluiu de tal maneira nos últimos anos que obrigou a soluções emergenciais na solução das questões levantadas.

Pela análise realizada, há diferentes **agentes responsáveis** pelas situações mencionadas anteriormente. Considerando-se, portanto que a crise ambiental que vivemos é uma crise sócio-ambiental, tentou-se marcar os atores sociais e políticos implicados, tais como os agentes governamentais, a iniciativa privada e as próprias comunidades que através de suas entidades representativas, têm que encontrar as condições para melhorar a situação ambiental urbana. A análise deste quadro será útil da definição das responsabilidades espacialmente compartilhadas na degradação ambiental do estuário, no capítulo 5.2 do presente Estudo de Impacto Ambiental.

**QUADRO I.**

AGENTES	RESPONSABILIDADES
- Prefeitura local	Cumprir com a lei do Plano Diretor (AF) (AUOI), coleta e tratamento do lixo urbano.
- Associações de Bairro	Conscientizar a população sobre direitos/obrigações
- Colônia de pescadores	Auxiliar na tramitação de posse da terra
- CORSAN	Adequação do local , coleta e tratamento do esgoto cloacal
- Administração portuária	Fiscalizar, administrar e fazer manutenção dos portos
- Capitania dos Portos	Gerenciar e fiscalizar as áreas de Marinha
- FEPAM	Fiscalização das atividades de impacto ambiental e assegurar o cumprimento das normas vigentes.
- Atividades industriais	Processo industrial de acordo com as normas ambientais.
- Atividades de serviço na área do porto	Prestação de serviço sem poluir (adequação ao enquadramento das águas)

A sustentabilidade das cidades só pode ser legitimada pela tecnologia e sua inovação constante, e com mudanças na estrutura do convívio social. As tendências gerais indicam que está ocorrendo uma lenta mudança na atitude dos diversos atores intervenientes (governo, população e setor privado empresarial), mas ainda com uma grande interrogação na capacidade dos grupos sociais mais afetados para resistir, questionar e propor saídas aos problemas. Não há nenhuma dúvida que é necessário compreender que a solução dos problemas está na participação de todas as partes envolvidas no esforço coletivo para o benefício presente e futuro.

O presente trabalho, além de citar os agentes responsáveis pela crise sócio-ambiental de Rio Grande com diferentes graus de responsabilidade, concretamente sugere:

Com relação à **propriedade da terra** pelas ocupações:

No caso concreto das ocupações da área do Porto novo sugere-se que nas áreas em litígio do Bairro Getúlio Vargas, Santa Teresa, Vila da Naba e Casas Pretas, seja feita a regularização oficial das mesmas e melhoria urbanística, tentando aproveitar o instrumento do projeto de lei do 8/5/89 da Prefeitura Municipal que "dispõe sobre a regularização de loteamentos, desmembramentos ou condomínios irregulares em terrenos de propriedade do Município, do Estado, da União ou de particulares" assim como, aplicação da Lei 4116 do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da cidade de Rio Grande.

Para as ocupações clandestinas nos fundos dos armazéns do Porto Novo, e as que estão na margem aterrada na água, sugere-se a transferência dos assentamento a um local próximo, aplicando-se os mesmos instrumentos legais acima citados.

A responsabilidade deveria estar compartilhada entre: o Poder Público da Prefeitura Municipal, a Superintendência do Porto e as atividades particulares (industriais e de serviço) que venham auferir lucro do uso do espaço portuário.

No caso das ocupações de pescadores na área do Superporto (Vila Mangueira, Barraquinha, Vila de pescadores sazonal), sugere-se a transferência destas ocupações para a 4a Seção da Barra como núcleo aglutinador das comunidades pesqueiras, providenciando-se por parte do Poder Público (negociação entre Prefeitura Municipal e Administração portuária) as melhorias urbanísticas necessárias ao assentamento, aplicando-se também os instrumentos legais anteriormente citados.

No caso das vilas de pescadores da cidade de São José do Norte, sugere-se o mesmo procedimento de transferência dos pescadores para um local concentrado, como é na 5a Seção da Barra, com proposição de melhoria urbanística para o assentamento. A negociação deveria ser feita entre a Prefeitura Municipal, a Administração Portuária e outros atores que venham por ventura a fazerem parte do futuro porto de São José do Norte.

Com relação à **localização** das ocupações:

As condições altamente insalubres a que estão expostos os moradores próximos as atividades portuárias e industriais na cidade do Rio Grande, exige um maior rigor na aplicação dos dispositivos legais existentes. Cita-se o Decreto Federal, Lei 1413 de 14 de agosto de 1975 e 76.389 de 03 de outubro 1975 sobre o controle da poluição ambiental provocada por atividades industriais, e a resolução CONAMA 03 de 28 de junho de 1990 (estabelece padrões de qualidade do ar), a Portaria SSMA número 7 de 24 de maio de 1995. Norma Técnica 003/95 que dispõe sobre o enquadramento das águas do estuário da Lagoa dos Patos, assim como, a adequação paulatina na implantação da norma ISO 14000 para as indústrias e as atividades de serviço que poluem nas proximidades da área portuária, sendo este o certificado que garante que as atividades industriais e outras respeitem a natureza.

Com relação ao **uso de bens comunitários**:

Também a Constituição Brasileira associa o uso de bens ambientais pela coletividade a qualidade de vida sadia. Dispositivos diversos permitem a defesa adequada da utilização dos recursos naturais evitando a degradação ambiental.

Um dispositivo a ser aplicado, e que não é feito no caso específico pela administração portuária, é a aplicação do Tratado Internacional MARPOL 73. O mesmo refere-se ao tratamento do lixo produzido pelas embarcações que trafegam em diferentes águas e nos portos. Existe a obrigação da administração portuária colocar recipientes para o despejo do lixo naval das embarcações. Esta responsabilidade está compartilhada em parte com a Prefeitura Municipal no que diz respeito ao recolhimento do lixo, e com a FEPAM em relação ao transporte adequado e ao destino final do lixo. [Nota da coordenação: Deve ser considerado que o local onde historicamente vem sendo depositado o lixo urbano no município, às margens do estuário, é totalmente inadequado do ponto de vista ambiental, e a incorporação de resíduos navais virá acrescentar mais uma fonte de risco ao local.]

À CORSAN cabe também responsabilidade no indevido uso de bens ambientais, no que diz respeito ao despejo de esgoto cloacal doméstico pelo emissário que está localizado próximo as ocupações que estão ao sul do Porto Novo.

A resolução CONAMA 005/88 edita regras gerais para o licenciamento de obras de saneamento, entendendo que o sistema implantado na cidade de Rio Grande (data de 1918), antecede as citadas normas.

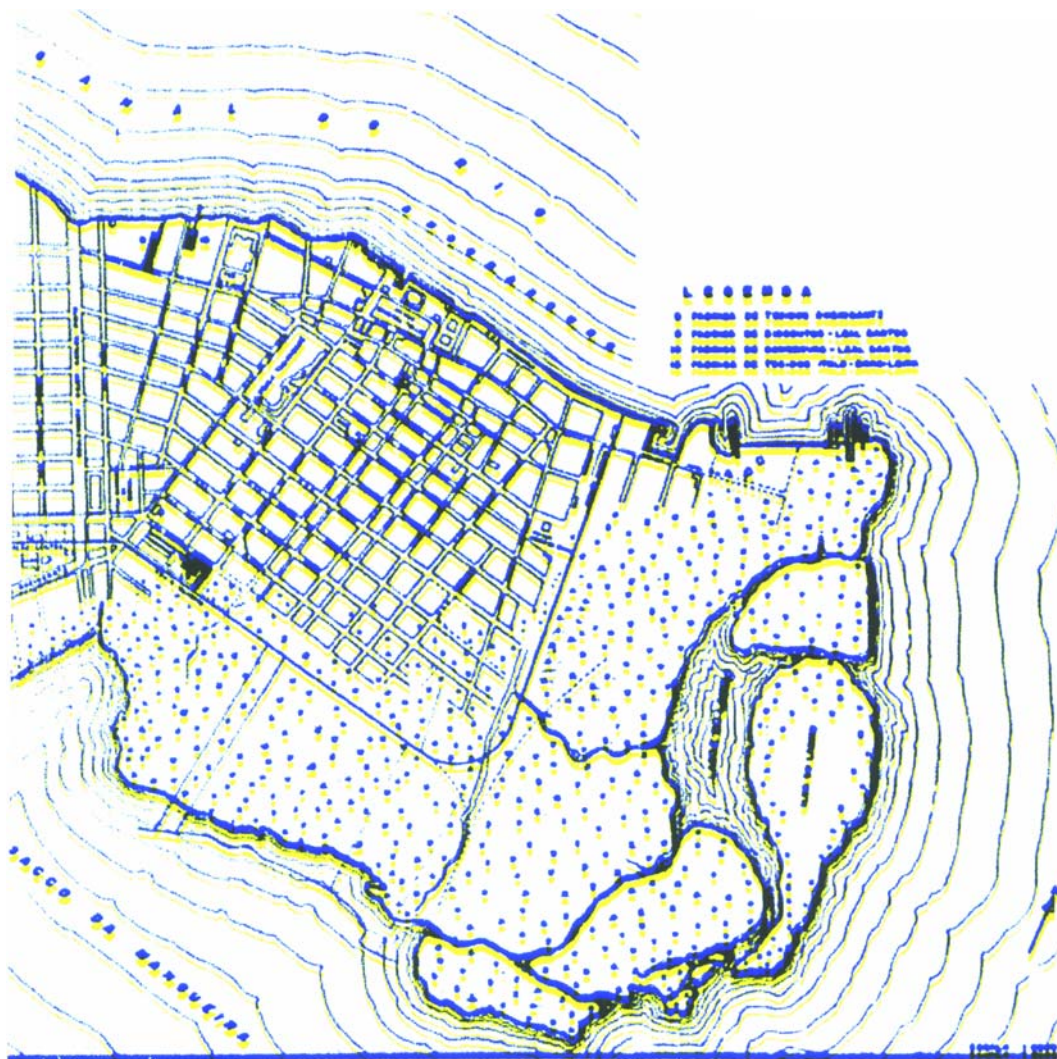
**QUADRO II**

<i><b>POLÊMICA</b></i>	<i><b>LOCAL</b></i>	<i><b>CONFLITO</b></i>	<i><b>SOLUÇÃO</b></i>	<i><b>PROPOSTA LEGISL.</b></i>
<b>Quanto à Propriedade da terra</b>	Porto Novo	Terra pública	Regularização Transferência Melhoria urbanística	Ante-proj. de lei 08/05/89, PDDI
		área de Marinha	Transferência, melhoria urbanística na 4a Seção da Barra	Ante-proj. de lei 08/05/89, PDDI
	São José do Norte	área de Marinha	transferência melhoria urbana 5a Seção da Barra	Const Fed. 1988
<b>Quanto à Localização</b>	Porto Novo	poluição atmosférica	Tecnologia p/ eliminar o problema	Lei 1413 de 14/05/75 e 76.389 de 03/11/75
	Porto Velho	poluição hídrica	idem	CONAMA 03/90, Portaria 7 do SSMA de 24 /05/95. Norma Técnica 003/95
	Superporto	acidentes	valor a pagar	Lei 1413 de

		eventuais à comunidade		14/05/75 e 76.389 de 03/11/75
<b>Uso de Bem comum: água, ar</b>	Porto Velho	apropriação privada	ISO 7500	Const Fed. 1988
	Porto Novo	apropriação privada	ISO 14. 000	Const Fed. 1988
	Superporto	prejuízo à saúde		MARPOL73 CONAMA 005/88



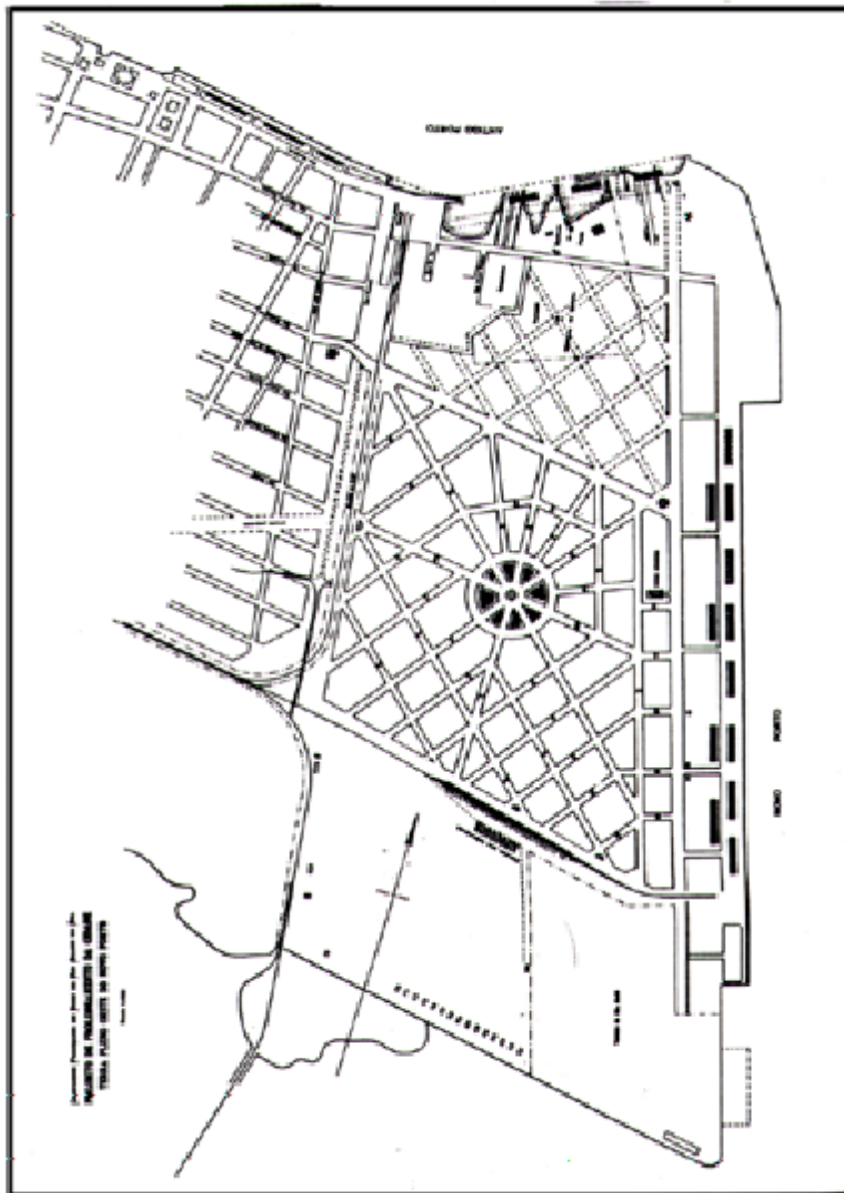
Figura 1 – Área de banhados, Ilha do Ladino.



**Figura 1: Área de Banhados - Ilha do Ladino, ano de 1904**

**Fonte: Mapoteca da Biblioteca Riograndense**

Figura 2 - Planta baixa do bairro planejado pelos Franceses na área contígua ao Porto Novo.



**Figura 2: Planta baixa do bairro planejado pelos franceses - 1918**  
**Fonte: Arquivo da Portobrás**

Figura 3 - Área do Porto Velho.



Figura 3: Área do Porto Velho

Figura 4 - Área do Porto Novo e localização das ocupações em conflito.

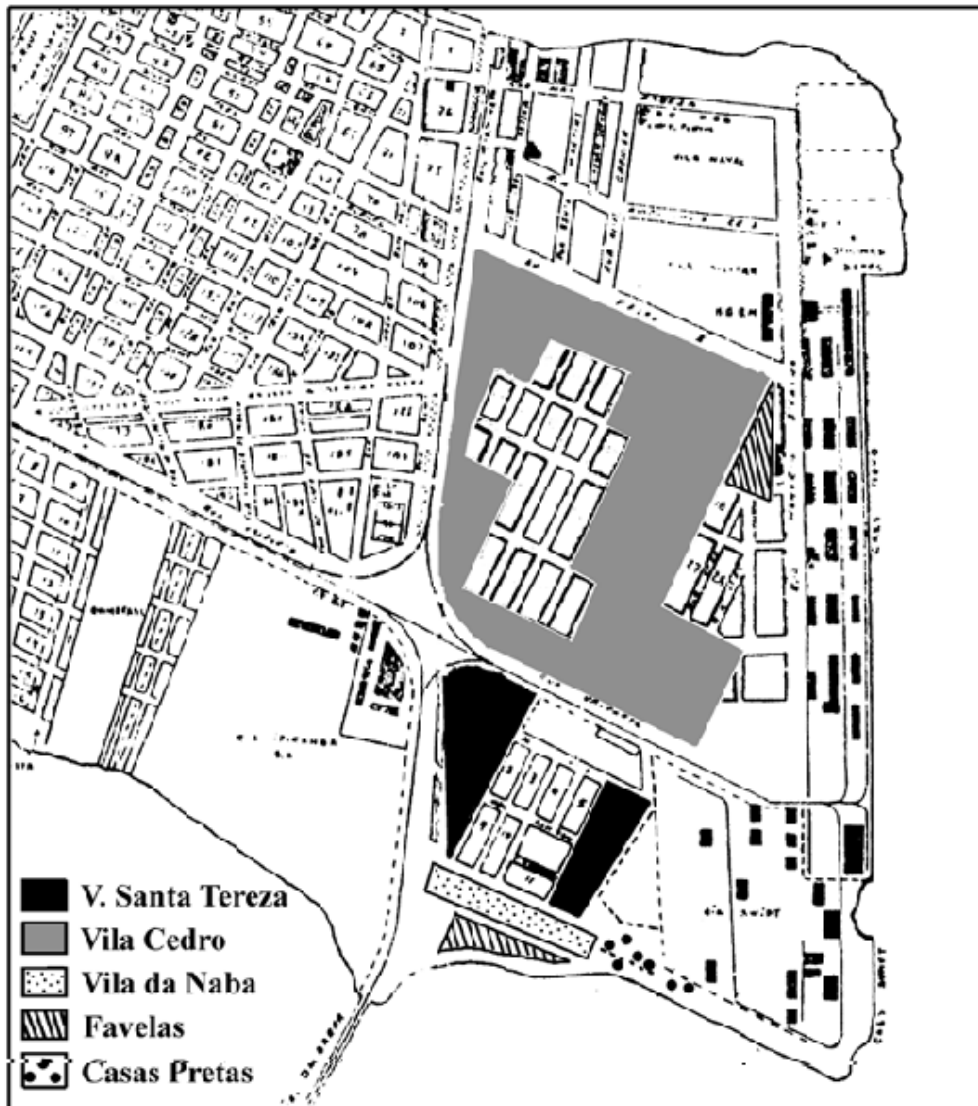


Figura 4: Área do Porto Novo - Localização das ocupações em conflito



Figura 5 - Área do Superporto e as ocupações em conflito.



Figura 6 - Área urbana de São José do Norte e bairros.

Figura 7 - Proposta de relocação da vila de pescadores.

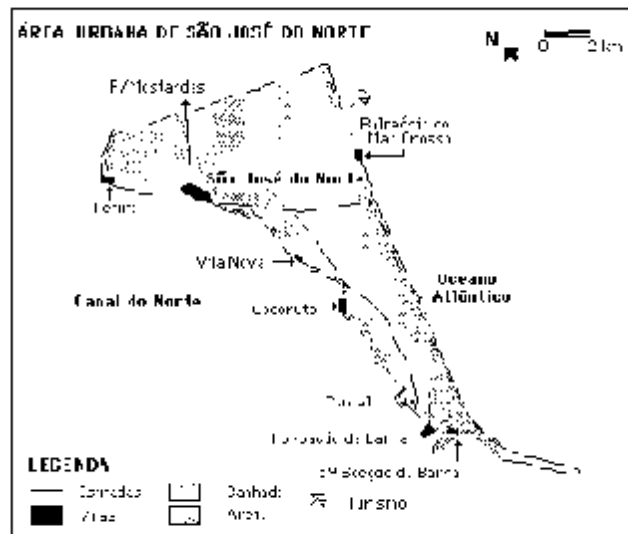
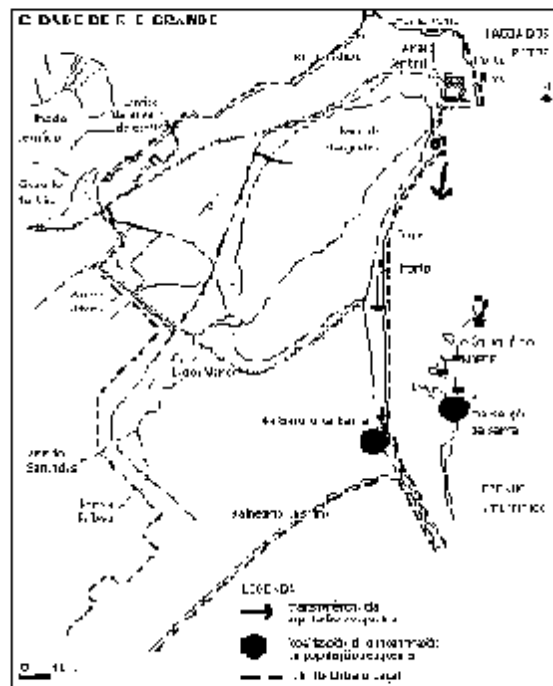


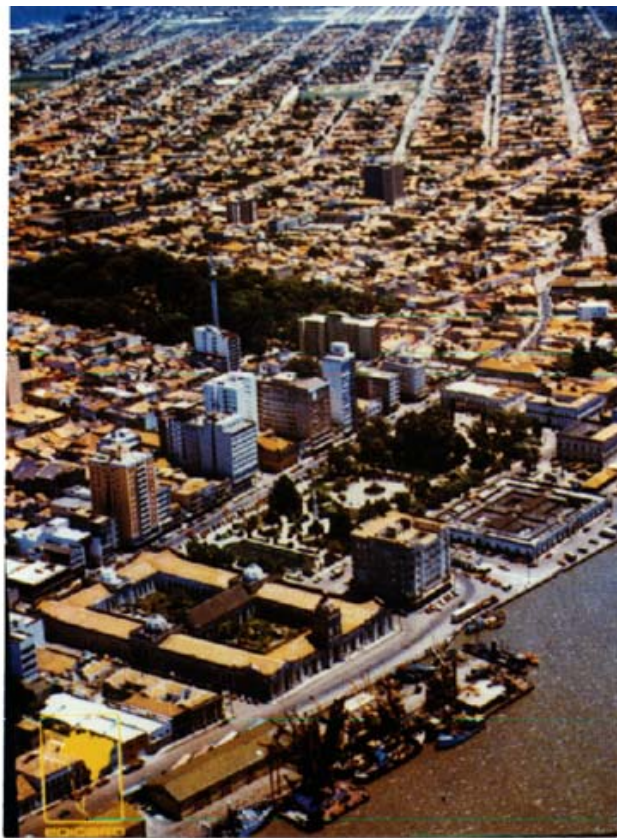
Figura 6: Área Urbana de São José do Norte e Bairros

Fonte: MAPA URBANO DO MUNICÍPIO DE RIO GRANDE, RS;  
 Uso do Espaço Urbano no Litoral da Baía dos Patos;  
 ITB - Instituto de Planejamento Urbano - 1995



Fotografia 1 - Cais do Porto Velho/centro da cidade.

Fotografia 2 - Porto Novo e indústrias próximas.



Fotografia 3 - Vista do Porto Novo e dos Bairros Getulio Vargas e Santa Tereza.

Fotografia 4 - Vista panorâmica do Porto Novo, Porto Velho e a ocupação urbana.





Fotografia 7 - Vista aérea ocupação nas margens do canal, em São José do Norte.

Fotografia 8 - Vista aérea da vila 5a Seção da Barra, em São José do Norte.



### **4.1.3 ESTUDO PRELIMINAR DE RISCOS**

( Responsável: Mário Lionetti Júnior - Engenheiro químico )

Consultor ad hoc

#### **4.1.3.1 METODOLOGIA**

Esta seção revê o conceito de análise de riscos. O objetivo desta discussão é justificar a abordagem metodológica empregada no estudo.

#### **O Conceito de Gerenciamento de Riscos**

Risco é um conceito inerente a qualquer atividade. De uma forma mais precisa ele pode ser definido como :

a probabilidade de ocorrência de um efeito adverso ( dano ) de uma dada magnitude

Por seu lado, o efeito adverso considera, a priori, a existência de um padrão desejável que seria considerado como o efeito desejado ou intenção. Quando este não ocorre, ou algo diferente ocorre, tem-se um efeito adverso ou dano. Para as autoridades e público em geral interessam aqueles efeitos chamados de grandes acidentes e cujos resultados finais são mortes, grandes perdas materiais para o público ou grandes contaminações do meio ambiente. Efeitos adversos podem ter origem em diversos eventos e, em geral, ocorrem como resultado de uma combinação de vários fatores causais. Entre estes os mais frequentes são fenômenos naturais, o comportamento de pessoas e falhas de equipamentos em cumprir os objetivos a que se destinam.

Chama-se de Gerenciamento de Riscos ao conjunto de atividades destinadas a formular políticas e ações práticas que permitam a convivência com os riscos dentro de níveis aceitáveis ou, no mínimo, toleráveis.

#### 4.1.3.2 O Conceito de Análise de Riscos

A Análise de Riscos é a disciplina que permite identificar e avaliar riscos de forma racional e sistemática.

A chamada Análise Quantitativa de Riscos ou Análise de Riscos Completa, tal como é geralmente solicitada pelas autoridades ambientais brasileiras, compõe-se dos seguintes passos :

- Análise Histórica
- Identificação de Perigos
- Descrição das Hipóteses Acidentais
- Estudo de Conseqüências
- Estudo de Frequências
- Estudo de Vulnerabilidade
- Estimativa dos Riscos

A análise de riscos pode ser realizada com diferentes graus de amplitude e profundidade dependendo dos objetivos de cada estudo em particular e das informações disponíveis sobre o empreendimento que está sendo analisado.

#### **Riscos para o Meio Ambiente**

Nesta seção considera-se o Meio Ambiente na sua concepção geral de físico / biológico e humano / sócio econômico.

Os riscos para o meio ambiente estão sempre associados à liberação de substâncias. Quaisquer materiais ou substâncias não afetarão o meio ambiente desde que estejam contidas em um envoltório íntegro e seguro que seja capaz de manter o seu conteúdo separado do meio ambiente. Quando, por força dos processos a que sejam submetidas, ou como conseqüência de eventos acidentais, as substâncias atravessam a fronteira do envoltório, isto é, são liberadas, passa a existir a possibilidade de um impacto. Este será adverso, ou não, dependendo da incompatibilidade que haja entre o material liberado e a particular porção do ambiente

em que ocorra a liberação ou a sua posterior propagação. Em geral os efeitos adversos estão ligados às propriedades físicas, químicas e biológicas das substâncias. Aquelas que podem provocar efeitos adversos sobre pessoas e sobre o ambiente são comumente chamadas de perigosas. As liberações perigosas para o meio ambiente podem ser contínuas, como resultado constante de um processo, ou acidentais como resultado da ruptura ou abertura acidental do envoltório. A Análise de Riscos preocupa-se apenas com as liberações acidentais também chamadas tecnicamente de “perdas de contenção“. Os efeitos de uma perda de contenção de substância perigosa irão depender :

- ⇒ da substância liberada e do seu estado físico,
- ⇒ das condições em que a substância esteja armazenada ou esteja sendo
- ⇒ processada ( pressão, temperatura, vazão ),
- ⇒ da quantidade total que pode ser liberada ( inventário ),
- ⇒ da topografia do local e circunvizinhanças onde ocorrer a liberação,
- ⇒ da dimensão da abertura pela qual se faça a liberação,
- ⇒ das condições atmosféricas ( meteorológicas ),
- ⇒ da ocorrência de fontes de ignição ( para substâncias inflamáveis ).
- ⇒ do meio e das condições do meio em que se der a liberação  
( ar, solo ou meio aquático ) .

Várias tipologias acidentais são possíveis :

( a ) Jatos de Fogo como resultado da liberação de substâncias gasosas ou líquidas sob pressão, sujeitas a ignição imediata.

( b ) “ Flash Fires “ ( não existe uma tradução em Português que seja tecnicamente aceitável ) como resultado de nuvens de gás ou vapor que se dispersem na atmosfera e sofram ignição retardada.

( c ) Explosões de Nuvem de Gás ou Vapor.

- ( d ) Incêndios em Poça como resultado da liberação de inflamáveis no estado líquido.
- ( e ) BLEVE e Bola de Fogo, que são combustões muito rápidas e grandes massas inflamáveis resultando em altíssimos valores de radiação térmica.
- ( f ) Nuvem de gás ou vapor tóxico quando a liberação de um gás ou de um líquido volátil gera uma nuvem que se dispersa na atmosfera e se propaga tanto a favor como contra o vento.
- ( g ) Dispersão de um líquido ou sólido tóxico na água
- ( h ) Dispersão de um líquido no solo
- ( i ) Liberação de um sólido no solo

### **Análise de Riscos e Estudo de Impacto Ambiental**

Não se pode jamais deixar de considerar que a análise de riscos é um instrumento essencialmente gerencial, isto é, uma ferramenta auxiliar para a tomada de decisões. O impacto sobre o ambiente é inerente a qualquer atividade humana assim como são os riscos. Fundamentalmente o que um estudo de impacto ambiental deve fornecer são critérios para a tomada de decisões em relação a um dado empreendimento. Em um enfoque simples deve ser decidido qual o balanço que vale a pena entre os impactos potencialmente benéficos para a comunidade e aqueles que lhe possam trazer um prejuízo. O impacto acidental caracteriza-se por uma certa imponderabilidade, pois embora as relações de causa e efeito, determinadas pelas leis naturais, não se modifiquem, as combinações de eventos para a ocorrência de um acidente são, sempre, muito complexas. Isto confere ao acidente um caráter probabilístico que está presente na própria definição de risco.

O que a análise de risco, através de suas diferentes etapas, permite é obter estimativas comparáveis entre situações diferentes. Desta forma o risco passa a ser um parâmetro de comparação entre casos, cada um deles dotado de diferentes graus de

proteção ( e, conseqüentemente, de diferentes graus de custo e esforço ). Passa a ser possível, então, julgando-se sobre bases razoavelmente objetivas escolher qual a melhor relação “ esforço x benefício “ para cada uma das situações de risco.

Para o estudo dos impactos sobre seres humanos e suas atividades sócio econômicas a metodologia dispõe de instrumentos razoavelmente bem desenvolvidos e largamente aplicados em todo o mundo para a sua valorização.

Por outro lado, para ecossistemas se faz necessário o estudo detalhado daqueles a serem impactados. Dentre os múltiplos componentes de um sistema, é mister escolher um ou alguns que sirvam de testemunhas ou parâmetros de medida.

Outra utilização importante dos resultados de uma análise de riscos é o planejamento para anormalidades ou emergências. O conhecimento das tipologias acidentais possíveis e a estimativa da magnitude de suas conseqüências fornece dados fundamentais para o estabelecimento de estratégias e recursos.

### **Possibilidades metodológicas para a análise de riscos**

Para cada uma das etapas relacionadas no parágrafo 4.2 existem variedades metodológicas que devem ser escolhidas em função da profundidade e amplitude dos resultados desejados e do nível das informações disponíveis. Nos parágrafos seguintes são discutidas aquelas relevantes para o presente estudo.

### **Identificação**

O recurso mais elementar de identificação é o conhecimento do que já aconteceu antes. Este pode estar guardado na memória das pessoas ou das organizações ou em bancos de dados de acidentes. Esta é a chamada Análise Histórica.

Uma forma simples de iniciar a identificação de perigos é pelas substâncias envolvidas nos processos. O perigo associado a substâncias é conhecido quer pela experiência quer pelo conhecimento científico. Esta é uma forma de se fazer um “ peneiramento “ inicial e é adotada pela Diretiva de Seveso, que será discutida mais adiante. Outras formas de identificação recorrem ao exame da documentação técnica com formas mais, ou menos, estruturadas, variando desde análises preliminares até as

técnicas mais sofisticadas como o Estudo de Risco e Operabilidade ( HAZOP - Hazard and Operability Study ) e a Análise por Modos de Falha e Efeitos.

### **Estimativa dos Riscos**

As duas possibilidades são a via qualitativa e a análise quantitativa de riscos.

Em um grande número de circunstâncias, seja por ser desnecessário, seja por não haver disponibilidade de dados, a avaliação dos riscos pode ficar em um nível qualitativo, isto é, os resultados não são apresentados como números, mas descritos com palavras ou expressos como enquadrados em classes de critérios. De qualquer forma, a definição de risco, com seus componentes de probabilidade e magnitude permanece. Assim, existe a necessidade de se definirem critérios para a descrição/classificação da extensão dos danos e para a probabilidade da sua ocorrência.

Os critérios para classificar a magnitude dos danos devem ser definidos em função do ambiente potencialmente danificável. No caso particular do Porto do Rio Grande as preocupações mais evidentes são a segurança das pessoas e a preservação do ambiente da Lagoa dos Patos. Parte importante do estudo de impacto ambiental será a definição de critérios de magnitude de dano e de técnicas de mensuração para este ambiente. O presente estudo de riscos fornece estimativas das quantidades de líquidos que podem ser liberadas para o estuário. Os biólogos e oceanógrafos estimarão o impacto destes valores.

Crítérios para classificar a probabilidade de ocorrência são mais difíceis de estabelecer e dependem, fundamentalmente, da existência de um histórico. Quando este não existe a única saída possível é o uso do sentimento (feeling) de uma pessoa com experiência na atividade.

A combinação de identificação por consideração das substâncias perigosas com lista de verificação e avaliação qualitativa dos riscos constitui-se no método conhecido como Análise Preliminar de Riscos.

### **Um enfoque progressivo**

O Porto do Rio Grande cobre uma grande área geográfica e suas atividades distribuem-se por uma vasta gama que vai desde atividades de lazer até o



armazenamento e manuseio de substâncias reconhecidamente perigosas. Qualquer enfoque metodológico unitário para a análise de riscos levaria a um desperdício de esforços, na tentativa de cobrir em detalhes todas as áreas e atividades, ou à possibilidade de omissões importantes com a concentração naquelas atividades de risco mais óbvio, como, por exemplo, o terminal petroquímico.

A abordagem escolhida foi a de se fazer uma pesquisa inicial através de uma metodologia relativamente simples, aumentando-se o nível de detalhe e o grau de estruturação dos métodos à medida que riscos importantes fossem sendo revelados. Assim previram-se etapas progressivas usando o conceito de substância perigosa e seus respectivos inventários e análise qualitativa de riscos pelo método APR.

O plano de trabalho para este estudo contemplou, inicialmente, um levantamento de campo em toda a área do porto a fim de determinar :

- \* presença de substâncias x quantidades,
- \* locais,
- \* operações realizadas e suas formas de gerenciamento.

Seguindo os critérios da Diretiva de Seveso contidas nas CIMAH Regulations [Ref.1] as áreas / operações foram classificadas. Aquelas enquadráveis foram submetidas a uma avaliação qualitativa de riscos segundo a metodologia APR. Esta levou em conta as medidas de proteção existentes considerando as instalações, a forma de realizar as operações, o treinamento e informação disponíveis para o pessoal operacional e a forma de gerenciamento quanto à segurança.

Das conclusões destas APRs saíram as recomendações :

- ◇ para implementação imediata, naquelas situações em que o gerenciamento dos riscos foi considerado insatisfatório
  
- ◇ para a realização de estudos de simulações de conseqüências onde se percebeu a possibilidade de propagação de um acidente para instalações vizinhas ( Efeito Dominó ) e

- ◇ para o estabelecimento de diretrizes para uma política geral de gerenciamento de riscos no porto.

### **A Diretiva de Seveso**

A Diretiva de Seveso estabelece orientações para o gerenciamento dos riscos associados a substâncias perigosas na União Européia. Em cada um dos países membros ela é implementada por uma legislação específica. No Reino Unido esta legislação é formada pelo conjunto das CIMAH Regulations (Control of Industrial Major Accident Hazards Regulations) [Ref 1]. A revisão mais recente é de 1984. O conjunto completo inclui doze regulamentos (regulations) e oito listas classificatórias ( schedules ). Existe, ainda, uma árvore decisória que define os critérios de enquadramento e quais os regulamentos aplicáveis conforme cada classe de enquadramento.

De forma geral o enquadramento resulta da combinação :

*atividade* x *substância* x *quantidade da substância*.

As listas contém nomes de atividades, de substâncias, critérios de periculosidade e inventários limite a partir dos quais uma determinada instalação se enquadra na diretiva.

Os regulamentos mais simples estabelecem que, por solicitação da autoridade inspetora, a empresa proprietária ou responsável deve demonstrar que suas operações são seguras. Não se exige uma análise de risco, na acepção estritamente técnica do termo, mas a empresa deverá apresentar evidências de que :

- ◇ o potencial para grandes acidentes está identificado ;
- ◇ existem ações adequadas para controlar o potencial ;

- ◇ o pessoal interno dispõe de :
  - informações,
  - treinamento,
  - equipamentos de proteção.

Os regulamentos mais complexos estabelecem que a empresa deve preparar e apresentar à autoridade inspetora um Relatório de Segurança que descreva :

- ◇ as substâncias presentes,
- ◇ as instalações de armazenamento e processamento,
- ◇ os sistemas gerenciais voltados para a segurança e
- ◇ as ações de prevenção, controle e mitigação de grandes acidentes.

Adicionalmente, a instalação deve possuir planos de ação de emergência aplicáveis tanto interna ( dentro dos limites da instalação ) como externamente (abrangendo a população e o ambiente sob sua influência ). Neste caso também existe a obrigatoriedade de a empresa prestar informação ao público sobre os riscos que ela origina e como ela os controla.

### **A Análise Preliminar de Riscos ( A P R )**

A expressão Preliminary Hazard Analysis foi originalmente utilizada pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos para um método de análise de projetos militares. O Apêndice VI é o modelo da planilha que foi utilizada neste estudo.

Na planilha a coluna **S** significa “ severidade dos danos “ , a coluna **P** significa “ probabilidade dos danos “ e a coluna **R** é o risco resultante da combinação. Note-se que o processo qualitativo não exige uma relação matemática para combinar S com P. A função  $R = f ( S, P )$  pode ser estabelecida para cada caso, desde que a classificação

dos riscos reflita uma escala de prioridades que atenda aos objetivos do estudo em questão. O Apêndice VIII é a Matriz dos Riscos utilizada neste estudo.

### **A Análise Quantitativa de Riscos**

O estudo objeto deste relatório não incluiu a realização de análises quantitativas. Este trabalho faz parte das recomendações para algumas das instalações do porto.

#### **4.1.3.2 CRITÉRIOS DE DANOS**

Critérios qualitativos de dano foram estabelecidos para classificar a severidade de cada risco identificado no estudo de APR.

Uma vez identificado um risco, foi julgado se a sua magnitude poderia representar ameaça para populações externas ( o público em geral ), para populações internas ( os trabalhadores na área sob estudo ) ou para o meio ambiente. O único evento relacionado ao meio ambiente foi o derrame de líquido nas águas do canal do porto. Para esta consequência foi estimada a quantidade máxima, deixando a classificação para uma etapa complementar contida no Estudo de Impacto Ambiental. No que se refere a danos a pessoas as categorias foram estabelecidas como :

- |             |  |
|-------------|--|
| ( 1 ) Alto  | Quando houvesse possibilidade de fatalidades entre operadores ou membros do público ou quando houvesse necessidade de evacuar pessoas localizadas em áreas públicas ou em residências e estabelecimentos públicos ou privados, diferentes da área onde se originou o incidente |
| ( 2 ) Médio | Quando não houvesse possibilidade de fatalidades entre membros do público mas existisse a possibilidade  |

de pelo menos uma lesão grave entre os operadores da área sob estudo

- ( 3 ) Baixo Quando os efeitos ficassem restritos à área sob estudo, sem a ocorrência de lesões graves

#### 4.1.3.3 CRITÉRIOS DE PROBABILIDADE

O parágrafo 5.2 do Apêndice 1 discute, de forma geral, os fatores que influenciam a frequência de falhas em uma instalação ou processo, isto é, a estimativa da probabilidade da ocorrência de um acidente.

No caso presente procuraram-se aqueles fatores que pudessem ser objetivamente observados, relacionando-os com a experiência do observador.

Assim, a confiabilidade dos equipamentos, instrumentos e operadores foi relacionada com a natureza das operações (armazenamento e transporte de fluidos) através da observação da filosofia de gerenciamento. A observação objetiva desta filosofia foi realizada pela constatação dos métodos empregados para a garantia da confiabilidade dos equipamentos, instrumentos e operadores.

Também foi observada a capacidade de responder a uma situação de emergência. O julgamento foi completado pela observação do aspecto físico exterior das instalações.

Os parâmetros procurados em cada uma das instalações analisadas foram:

- ( a ) Procedimentos formais de garantia da integridade física de equipamentos e instrumentos :

realização de testes periódicos e de atividades programadas de manutenção e registro destes testes.

- ( b ) Procedimentos formais para operação e garantia da segurança :

existência de instruções escritas ou de manuais de operação e/ou treinamento,

existência de atividades regulares de treinamento.

( c ) Controle de fontes de ignição em locais sujeitos a atmosferas inflamáveis:

classificação de áreas perigosas para especificação de equipamentos elétricos,

formalidade da classificação de áreas através de documentação que explicita os critérios usados para a classificação,

existência de procedimentos para intervenções de manutenção que possam provocar faíscas ou fontes de aquecimento.

( d ) Preparação para emergências :

existência de um plano de ações de emergência,

existência e adequação de equipamentos para uso nas emergências,

( e ) Layout seguro :

não existência da possibilidade de atmosferas inflamáveis ou tóxicas em ambientes confinados,

adequada separação entre tanques contendo inflamáveis,

capacidade de contenção de derrames de grandes quantidades de líquidos,

adequada separação entre atividades envolvendo inflamáveis e eventuais fontes de ignição, inclusive as vias públicas e as propriedades vizinhas.

A classificação de probabilidade para ocorrência de um acidente foi considerada :

- Baixa** Quando o conjunto dos fatores observados foi considerado satisfatório para controle de falhas e a observação visual do estado das instalações corroborou este julgamento, fornecendo evidências de que atividades de conservação realizam-se com regularidade.
- Média** Quando o conjunto dos fatores observados foi considerado insatisfatório, por não existência ou por informalidade, porém a observação visual do estado das instalações indicou que atividades de conservação realizam-se com regularidade.
- Alta** Quando o conjunto dos fatores observados foi considerado insatisfatório, por não existência ou por informalidade, e a observação visual do estado das instalações indicou que atividades de conservação não se realizam com regularidade.

O levantamento foi realizado por alunos dos cursos de graduação da FURG preparados e orientados pelo Consultor ad hoc do presente estudo (Eng. Químico Mario Lionetti) sob a liderança do coordenador do mesmo.

Foi utilizado o formulário mostrado no Apêndice II. O conjunto dos formulários preenchidos constitui o Apêndice III.

#### **4.1.3.4 LEVANTAMENTO GERAL DE CAMPO**

O objetivo do levantamento geral de campo foi o de identificar, localizar e, tanto quanto possível, quantificar todos os inventários ( médios, típicos e/ou máximos ) de substâncias existentes ou manipuladas no Porto do Rio Grande.

Os resultados deste levantamento permitiram :

enquadrar ( ou não ) cada uma das áreas / atividades nos critérios da Diretiva de Seveso para o aprofundamento do estudo naquelas que foram enquadradas

e

obter informações preliminares sobre as políticas e atividades práticas visando o gerenciamento dos riscos nas diferentes áreas do porto.

Acoplado ao sistema de geoprocessamento, os resultados do levantamento comporão um mapa identificando as áreas onde se realizam atividades perigosas e onde haja a presença de substâncias perigosas. Este mapa, desde que mantido atualizado, permitirá às diferentes autoridades envolvidas com a segurança do porto ( SUPRG, Capitania, Corpo de Bombeiros, Prefeitura ) estar preparadas para enfrentar situações de emergência e monitorar o gerenciamento da segurança nas áreas do porto ou relacionadas a ele.

### **Enquadramento de áreas**

Foi utilizado como guia a árvore decisória da Figure 1 das CIMAH Regulations [1]. Não foi feita distinção entre áreas enquadráveis nas Regulations 3 & 4 e as enquadráveis nas Regulations 7 a 14. Todas as áreas enquadráveis em qualquer uma das duas categorias foram consideradas para o estudo de análise preliminar de risco.



Estas áreas e seus respectivos conteúdos de substâncias são :

<i>Empresa</i>	<i>Atividade</i>	<i>Substâncias</i>
<b>PETROBRAS</b>	Terminal petroleiro Armazenamento a granel	Derivados de petróleo ( inflamáveis ) Mais do que 50 toneladas
<b>Interportos</b>	Armazenamento a granel	Derivados de petróleo Mais do que 50 toneladas
<b>COPEsul</b>	Terminal petroleiro Armazenamento a granel	Derivados de petróleo ( inflamáveis ) Mais do que 50 toneladas
<b>Amoniasul</b>	Terminal de amônia	Amônia anidra ( tóxico e inflamável ) 15.000 toneladas
<b>Distribuidora Náutica</b>	Posto de abastecimento de barcos	Óleo diesel (inflamável)45.000 litros
<b>Pescal</b>	Processamento de pescado e posto de abastecimento de barcos	Amônia anidra 14 toneladas Óleo diesel 60.000 litros
<b>Torquato Pontes</b>	Processamento de pescado e posto de abastecimento de barcos	Amônia anidra 2,8 toneladas Óleo diesel 45.000 litros
<b>Bianchini S.A.</b>	Extração e exportação de óleo de soja	Hexano ( inflamável ) 80.000 litros
<b>INCOBRASA</b>	Extração e exportação de óleo de soja	Hexano ( inflamável ) 200.000 litros

As quantidades citadas na tabela acima são aquelas que foram informadas na etapa de levantamento de campo. Algumas delas foram informadas como diferentes durante a visita para a APR. Isto, contudo, não invalida as observações realizadas.

### **Observações complementares**

Durante o levantamento de campo foram identificados locais e fatos que merecem alguma consideração por sua influência no resultado final da análise. Estes são :

- o armazém de cargas perigosas A 5,
- o Terminal de Containers TECON,
- a presença disseminada de amônia anidra em instalações frigoríficas,
- a preparação geral para o atendimento de emergências na cidade do Rio Grande,
- o tráfego de cargas perigosas pela cidade do Rio Grande.

Cada um deles é comentado a seguir.

### **Armazém de Cargas Perigosas A 5**

Este armazém não foi estudado em detalhes por não fazer parte do escopo, uma vez que seus riscos são bastante óbvios e estão sendo tratados em estudo separado conduzido pelo Eng. Eduardo Torres. Todavia, o armazém foi visitado pelo autor deste relatório que observou o seguinte :

- ◆ a localização do armazém, a beira da água, é a pior possível para a sua destinação de conter cargas perigosas ;
- ◆ a arquitetura do prédio está em completo desacordo com os padrões

recomendados para um armazém de substâncias químicas ;

- ◆ não existem meios para controle e combate de incidentes ;
  
- ◆ não existe qualquer forma de contenção de derrames no piso do armazém; desta forma a probabilidade de que derrames de substâncias tóxicas cheguem até a água é extremamente alta ;
  
- ◆ há sinais evidentes de que o pessoal operacional do armazém não está preparado para o manuseio de substâncias perigosas; por exemplo, foi observada uma **pilha** de caixas em cada uma das quais estava afixada uma etiqueta “ **Não empilhar** “ ;
  
- ◆ não parece haver uma clara definição de responsabilidades pela segurança das cargas guardadas no armazém ; note-se que, no contexto deste parágrafo, a palavra “segurança” não se refere ao valor patrimonial, mas sim à prevenção de acidentes.

Desta forma, como tentativa de contribuição para o trabalho do Eng. Eduardo Torres são aqui feitas as seguintes recomendações ( provavelmente redundantes ) :

- (1) O presente armazém deve ser desativado.
  
- (2) Um novo armazém para cargas perigosas deve ser construído, atendendo aos seguintes requisitos :
  - (2.1) localização tão longe da água quanto possível ;
  - (2.2) localização tão longe de áreas urbanas ou outras instalações quanto possível ;
  - (2.3) arquitetura e construção segundo os padrões modernos de armazéns destinados a substâncias químicas em embalagens ;
  - (2.4) provisão de sistemas para combate a incêndio e contenção de derrames ;

- (2.5) dotado de sistema de coleta de derrames e lavagens de piso conduzindo para um reservatório de contenção dimensionado para conter, também, a água que venha a ser usada para combate a incêndio ( existem normas européias para este cálculo ) ;
  - (2.6) previsão de meios de descarte seguro e ambientalmente correto dos líquidos que, eventualmente, sejam conduzidos ao reservatório de contenção ;
  - (2.7) provisão para o estacionamento de containers tanque atendendo aos mesmos requisitos de segurança estabelecidos para as cargas embaladas;
- (3) O novo armazém deve ser dotado de sistemas operacionais e administrativos que possam garantir :
- (3.1) o claro e inequívoco estabelecimento da divisão de responsabilidades entre Armazém e Proprietário da Carga para garantia da segurança e atendimento a anormalidades ;
  - (3.2) informações atualizadas ( preferencialmente “on line “ ) sobre o conteúdo do armazém;
  - (3.3) total disponibilidade de informações sobre o armazenamento e manuseio seguro de qualquer carga presente no armazém ;
  - (3.4) total disponibilidade de informações para o tratamento de anormalidades com qualquer carga presente no armazém;
  - (3.5) a existência e atualidade de um Plano de Ações de Emergência ;
  - (3.6) existência de conjuntos de instruções de trabalho ou de manuais de operação para uso daqueles que trabalhem no armazém ;
  - (3.7) um sistema de treinamento, certificação e reciclagem que garanta que qualquer pessoa prestando serviços no armazém receba e entenda as informações e conhecimentos necessários para realizar suas tarefas com segurança pessoal e das cargas armazenadas e manuseadas ;

o sistema deve garantir a atualidade destas informações e conhecimentos.

## Terminal de Containers TECON

A rigor o TECON deveria ter sido objeto de uma APR. Todavia, considerando o estágio do processo de privatização, na época do estudo, julgou-se inoportuna a análise, uma vez que ela seria dirigida preferencialmente aos sistemas gerenciais e operacionais, os quais muito provavelmente serão modificados assim que o terminal passe a uma nova administração. Todavia, durante a visita para o levantamento de campo algumas observações foram feitas e são aqui registradas e comentadas para benefício de planejamento futuro.

### Cargas perigosas

Teoricamente contêineres com cargas perigosas não deveriam permanecer estacionados no terminal e sim seguirem para o A 5 imediatamente após a descarga. Todavia, na prática, por dificuldades burocráticas, isto não acontece. Foi informado que contêineres tanque com cargas perigosas permanecem até duas semanas dentro do terminal. Como o TECON não está preparado para este evento configura-se uma situação de risco agravado.

A única ação preventiva empreendida é posicionar o contêiner de forma tal que ele esteja pouco sujeito a abalroamento pelas carretas que circulam permanentemente pelo pátio. A única ação de emergência prevista, em caso de anormalidade com algum dos contêiner, é chamar o Corpo de Bombeiros.

Para o futuro é importante que se faça uma **avaliação realista** da possibilidade de que os contêiner tanque com cargas perigosas sejam levados do terminal ( para o Armazém de Cargas Perigosas ou para o destinatário ) imediatamente após a sua descarga do navio. Esta é, evidentemente, a solução de menor custo.

Caso se configure uma situação que force a permanência de contêiner tanque com cargas perigosas dentro do TECON, mesmo que por curtos períodos de tempo, ações devem ser empreendidas para garantir a segurança.

Note-se que :

( a ) contêineres tanque são equipamentos projetados e construídos segundo normas rígidas de engenharia para garantia da segurança de seus conteúdos; desta forma, a

probabilidade de um grande acidente envolvendo um contêiner tanque pode ser considerada como baixa mas,

( b) na eventualidade da liberação de substância perigosa de um contêiner tanque a possibilidade para as conseqüências é de danos ambientais graves e de fatalidades entre pessoas; desta forma, os danos podem ser considerados como altos.

Assim, o risco, no mínimo, deve ser considerado como médio, o que justifica ações preventivas.

A recomendação é que qualquer área para estacionamento de contêineres tanque com substâncias perigosas seja dotada dos mesmos dispositivos e ações de proteção indicadas no parágrafo 8.4.1 para o Armazém de Cargas Perigosas.

### **Presença disseminada de amônia anidra na Cidade do Rio Grande em instalações frigoríficas**

Esta é uma questão que extrapola os limites do porto mas é muito relevante para a segurança dos cidadãos de Rio Grande. A indústria pesqueira ainda é um componente importante da economia da cidade. É significativa a presença de indústrias, de portes variados, para processamento de pescado. Para o estudo de APR foram selecionadas as indústrias Pescal e Torquato Pontes por serem aquelas detentoras dos maiores inventários de amônia. Todavia existem muitas outras instalações, várias desativadas, onde amônia está presente, provavelmente armazenada e manuseada em condições insatisfatórias de segurança. O Ten.Cel. Potyguara, comandante dos bombeiros locais, informou que o incidente tóxico atendido com maior frequência é o vazamento de amônia. O mais grave destes incidentes teve origem no frigorífico desativado do TECON, gerando uma nuvem de porte significativo, a qual somente não causou maiores danos porque, na ocasião, o vento soprava no sentido de afastar a nuvem da cidade.

O relatório “ Review of Accidents Involving Ammonia “ [Ref. 6] estudou um grande universo de acidentes com amônia registrados em vários bancos de dados nos Estados Unidos e Europa. Observações relevantes ao caso existente em Rio Grande são :

Embora o risco mais óbvio associado à amônia seja o efeito tóxico, um número significativo dos acidentes registrados nos bancos de dados está relacionado a incêndio e explosão.

- ◇ 36,5 % dos acidentes em indústrias de aplicação de amônia ocorreram em unidades de frio, nomeadamente : sorvete, peixe, carne, alimentos em geral, cervejaria e, mesmo, ringues de patinação.

A maioria dos acidentes ocorreu com quantidades entre 5 e 50 toneladas, todavia quantidades abaixo de 500 kg são reportadas como podendo causar lesões; a EPA ( Environment Protection Agency dos Estados Unidos) estabelece 100 libras ( 45,3 kg ) como quantidade reportável para uma instalação.

- ◇ 40 % dos acidentes estudados tiveram como causa imediata uma falha técnica na instalação.
- ◇ 22% dos acidentes estudados tiveram como causa imediata uma falha humana.
- ◇ Apenas 1,3% dos acidentes estudados tiveram como causa imediata a corrosão de tanques e tubulações.
- ◇ O banco de dados MARS, que registra os acidentes registrados por obediência à Diretiva de Seveso, contém 10 acidentes com amônia, dos quais 8 tiveram como causas básicas ( precedentes às causas imediatas) a falta de organização e gerenciamento da segurança. Tais fatos reforçam a preocupação do autor com esta substância no contexto de uma cidade.

Os perigos associados à amônia são os seguintes :

- 1) Trata-se de um gás liquefeito sob pressão. A pressão de armazenamento na temperatura ambiente varia de 12 a 15 kgf/cm<sup>2</sup> ( ou seja de 12 a 15 vezes o valor da

pressão atmosférica ). Vasos e tubos corroídos podem romper-se violentamente ( explosão por liberação de pressão ) vitimando as pessoas que estiverem próximas.

2) Trata-se de um gás tóxico e inflamável.

3) Em ambientes confinados, o que acontece na maioria das instalações frigoríficas, há possibilidade de formação nuvens de gás, as quais, se sofrerem ignição, resultarão em explosões de alta potência.

As conseqüências podem ser :

a) Fatalidades como resultado direto de explosões ou indireto, em caso de desabamento subsequente a uma explosão confinada. Possível para trabalhadores na área.

b) Fatalidades como resultado de intoxicação por altas concentrações resultantes de vazamentos em espaços confinados. Possível para trabalhadores na área.

c) Intoxicação séria para membros do público que venham a ser capturados por uma nuvem em dispersão. Em caso de grandes vazamentos a necessidade de evacuação de área pode ser muito provável.

As recomendações, para estudo pelas autoridades de Rio Grande, são:

8.4.3.1 Identificar todos os estabelecimentos do município que utilizem ou armazenem mais do que 50 kg de amônia anidra.

8.4.3.2 Para os frigoríficos desativados descartar a amônia ainda presente. Evidentemente esta operação deve ser realizada com todas as precauções necessárias e procedimentos adequados para não gerar uma nuvem em dispersão.

8.4.3.3 Para os frigoríficos em atividade exigir que as empresas demonstrem que os padrões de projeto, manutenção e operação



de suas instalações são suficientes para garantir a segurança. Padrões de comparação podem ser encontrados na publicação do Instituto Brasileiro do Petróleo “ Manual de Amônia “. [Ref. 7]

### **Preparação para atendimento a emergências no Município do Rio Grande**

Este também é um assunto que vai além dos limites do porto. Nossa atenção foi chamada pela declaração do gerente do TECON que seu único recurso para o tratamento de anormalidades com substâncias perigosas seria chamar os bombeiros. Foi realizada uma reunião entre o autor deste estudo e o Tenente Coronel Potyguara, comandante do grupamento local. A esta reunião também estiveram presentes o Prof. Dr. Paulo Roberto Tagliani, coordenador administrativo do estudo e o Eng. Heleno, representando a segurança da SUPRG. O Apêndice I é o registro desta reunião.

As informações mais importantes são :

- 1) O Plano de Auxílio Mútuo ( PAM ) que existia reunindo os Bombeiros, a Marinha e empresas de porte, dotadas de recursos para controle de emergências está praticamente desativado.
- 2) Os Bombeiros tem condições de saber apenas parcialmente quais as cargas perigosas em trânsito pelo município.
- 3) O Corpo de Bombeiros não dispõe, localmente, de recursos humanos especializados no trato com substâncias perigosas.
- 4) Os recursos materiais presentemente disponíveis para os Bombeiros são insuficientes.

Recomendações para consideração pelas autoridades do Estado, Município, Marinha, Porto e empresas são :

- 8.4.4.1 Elaborar um Plano de Ações de Emergência ( PAE ) que cubra os eventos acidentais possíveis no Município de Rio Grande, derivados do Porto e das indústrias locais, inclusive acidentes rodoviários com cargas perigosas.

8.4.4.2 Operacionalizar este PAE através da reativação do PAM. Note-se que existe uma diferença conceitual entre PAE e PAM. O último é um supridor de recursos materiais e humanos para o primeiro. Ambos devem ser adequadamente estruturados dentro das necessidades do município e dos recursos das entidades componentes do PAM.

8.4.4.3 Dotar o Corpo de Bombeiros de recursos materiais e humanos adequados ao tratamento de situações que não venham a requerer a convocação do PAM.

### **Tráfego de cargas perigosas pela Cidade do Rio Grande**

O Porto é um gerador de cargas perigosas que devem atravessar o município. Este assunto está coberto por Lei Municipal que disciplina o tráfego de veículos com cargas perigosas através de Rio Grande. Duas rotas estão estabelecidas. Todavia, segundo o Ten.Cel. Potyguara esta lei não é respeitada e caminhões com cargas perigosas são freqüentemente encontrados trafegando fora das rotas legais. Em caso de acidente as conseqüências podem chegar a um nível de dano alto e a probabilidade de ocorrência pode ser considerada alta em função da freqüência do tráfego e da falta de condições seguras usualmente encontradas nos veículos. Desta forma temos um risco alto.

A recomendação óbvia é que a aplicação da Lei seja posta em prática, estabelecendo-se mecanismos de fiscalização e também, como sugestão, educando a população para denunciar a presença de veículos portando cargas perigosas em áreas proibidas para eles.

### **Fontes de risco não ligadas diretamente ao porto**

O presente estudo restringe-se às instalações e atividades direta ou indiretamente ligadas ao porto. Existem, além destas, presentes no município outras fontes de risco que podem ser igualmente importantes. Para que o trabalho fique

conceitualmente íntegro seria recomendável que tais fontes fossem estudadas pela mesma metodologia. Isto garantiria uma homogeneidade de enfoque e permitiria ter-se um quadro completo da situação dos riscos e do seu gerenciamento dentro dos limites do Município de Rio Grande.

### **Armazenamento de grãos de trigo e soja**

Um risco bastante evidente associado ao manuseio de grãos de trigo e soja é o de incêndio e explosão de nuvens de pó. Na realidade, acidentes deste tipo foram reportados durante as visitas feitas. Todavia, eles não foram incluídos no estudo por que suas conseqüências ficarão restritas às instalações onde ocorrerem, não representando uma ameaça para as comunidades ou para o meio ambiente.

#### 4.1.3.5 CENÁRIOS ACIDENTAIS POSSÍVEIS NA ÁREA DO PORTO

A Análise Preliminar de Riscos ( APR ) trabalha procurando identificar eventos anormais ( DESVIOS ) no transcorrer das operações, imagina as CONSEQUÊNCIAS possíveis, identifica as CAUSAS dos eventos e procura quais as ações e/ou dispositivos existem para controlar as causas ou para minimizar as consequências ( SALVAGUARDAS ). Uma das formas de iniciar o processo de identificação é relacionar os cenários acidentais possíveis para a atividade sob estudo.

No caso do Porto do Rio Grande foram selecionados os seguintes cenários :

- Acidentes com navios navegando pelo estuário
- Derramamento de poluente durante carga ou descarga
- Incêndio / explosão em instalação fixa associada ao porto
- Emissão tóxica a partir de instalação fixa associada ao porto

Acidentes com navios são comentados em parágrafo específico. Os demais cenários são estudados em detalhe cruzados com as instalações onde eles podem ocorrer, selecionados através dos critérios de enquadramento fornecidos pela Diretiva de Seveso.

Os cenários :

⇒ acidente rodoviário com carga perigosa,

⇒ acidente com contêiner tanque,

⇒ acidente com carga perigosa embalada,

foram tratados, de forma geral, respectivamente nos parágrafos :

⇒ 8.4.4 ( emergências em Rio Grande) e 8.4.5 ( tráfego de cargas perigosas)

⇒ 8.4.2 ( TECON ) e 8.4.1 ( armazém de cargas perigosas )

⇒ 8.4.2 ( TECON )

#### **4.1.3.6 ACIDENTES COM NAVIOS**

O objetivo principal do presente estudo relaciona-se com os riscos gerados pelas instalações fixas em terra. Esta breve apreciação dos riscos associados à navegação no estuário está incluída com a finalidade de indicar a existência de uma metodologia mais detalhada para a sua avaliação.

A partir de estudos realizados em portos da Grã-Bretanha [Ref 3] concluímos, por analogia grosseira, que os riscos gerados pela navegação no Porto do Rio Grande podem ser considerados como toleráveis pelos padrões britânicos. O mesmo relatório sumariza um estudo de custo x benefício das ações de controle de risco que poderiam ser propostas e conclui que as principais ações recaem no gerenciamento dos terminais e no estabelecimento de regulamentos que garantam uma separação segura entre barcos dedicados ao lazer ou ao transporte público e navios carregando substâncias perigosas atracados em terminais.

O estudo referido é o capítulo dedicado aos portos contido no relatório

Major hazard aspects of the transport of dangerous substances

Advisory Committee on Dangerous Substances

[ Referência 3 ]

O capítulo sobre portos “ Port Risks in Great Britain “ foi elaborado pela Technica Ltd Consulting Scientists and Engineers ( parte da Det Norske Veritas ) por solicitação do Marine Risk Analysis Working Party. A metodologia adotada foi uma adaptação do enfoque clássico da Análise Quantitativa de Riscos ( ver parágrafo 9 do Apêndice I ) e chega à conclusões e recomendações abaixo, que a nosso ver, também são aplicáveis ao Porto do Rio Grande.

O estudo foi aplicado às operações de navegação, aproximação, atracação, carga e descarga de navios transportando petróleo cru, gases liquefeitos tóxicos e inflamáveis, derivados de petróleo líquidos e nitrato de amônio ( explosivo ). Os cenários acidentais considerados foram encalhe, colisão entre navios e colisão de navio com píer.

As conclusões e recomendações do estudo britânico são :

( a ) O nível de risco associado às operações estudadas cai dentro da faixa tolerável. Isto significa que as curvas de risco social dos portos caem no intervalo entre as curvas que definem os limites acima daquele para o qual o Health and Safety Executive considera os riscos intoleráveis e abaixo do qual o risco é considerado como desprezível.

( b ) Os padrões de gerenciamento, comunicação e treinamento devem ser elevados para minimizar as possibilidades de falhas humanas que possam levar a grandes acidentes.

( c ) Deve ser assegurada, na água e em terra, uma separação adequada entre navios atracados carregando cargas perigosas e membros do público envolvidos em atividades de lazer ou de transporte na área do porto. Isto se aplica, por exemplo, a embarcações de recreio, turismo, transporte público de passageiros e ferryboats.

Sem entrar em considerações sobre a frequência de tráfego, cremos ser razoável supor que as condições de navegação do Porto do Rio Grande sejam equivalentes àquelas dos portos no Reino Unido, talvez até melhores. Os recursos utilizados pela praticagem ( torre de observação e radar ) e a largura do canal dão sustentação a esta hipótese. Por outro lado, não seria injusto supor que as condições de gerenciamento, comunicação e treinamento na Grã Bretanha sejam, no mínimo, equivalentes àquelas encontradas no Brasil. Desta forma cremos que as recomendações são aplicáveis ao Porto do Rio Grande e sua implementação deva ser considerada.

#### 4.1.3.7 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

É importante ressaltar que a APR não teve nenhuma conotação de auditoria, fiscalização ou certificação de qualquer natureza. As empresas analisadas foram encaradas como amostras representativas. Na realidade, embora mais do que uma empresa de mesma natureza tenha sido visitada, os resultados por natureza são surpreendentemente homogêneos. Isto significa que o padrão gerencial e operacional dentro do mesmo grupo reflete a cultura deste grupo, da qual deriva o respectivo nível do gerenciamento dos riscos.

Os critérios de avaliação de dano e probabilidade são, respectivamente, aqueles indicados nas seções 5 e 6.

Uma lista de verificação com os assuntos relevantes para a análise foi previamente enviada a cada empresa a fim de que o respectivo pessoal técnico e gerencial se preparasse para a visita do consultor. O conjunto destas listas constitui o Apêndice IV.

Durante as visitas o consultor formulou as perguntas propostas, adicionou novas perguntas conforme as respostas, examinou peças de documentação técnica e percorreu as instalações acompanhado por um representante da empresa visitada. O conjunto de anotações resultantes de cada visita constitui o Apêndice V. Durante a visita a INCOBRASA o consultor foi acompanhado pelo Prof. Dr. Milton Asmus e em todas as demais pelo Prof. Dr. Paulo Roberto Tagliani, ambos do Departamento de Oceanologia da FURG.

As observações foram, então, registradas no formato de APR, para cada grupo das empresas visitadas, conforme a sua natureza. Estes grupos são :

- ◇ Terminais de derivados de petróleo  
( Terminal Petroleiro, PETROBRAS, COPEL e Interportos)
  
- ◇ Terminal de Amônia  
( Amoniasul )
  
- ◇ Indústrias de soja

( Bianchini e INCOBRASA )

◇ Indústrias de pescado

( Pescal e Torquato Pontes )

◇ Posto de abastecimento de barcos

( Distribuidora Náutica - Posto do Cláudio e I.C. de Carvalho & Cia. )

O conjunto das planilhas de APR constitui o Apêndice VII.

As conclusões quanto aos riscos e recomendações para cada grupo são as seguintes :

### **Terminais de Derivados de Petróleo**

A severidade de um acidente seria alta, porém a probabilidade de ocorrência pode ser considerada baixa. Desta forma o risco é médio. O nível de consciência sobre os riscos é alto e os equipamentos e procedimentos são adequados.

Como o risco não é desprezível isto significa que esforços devem ser aplicados continuamente na tentativa de reduzi-los tanto quanto razoavelmente praticável. Esta busca faz parte inerente dos padrões da indústria de petróleo e petroquímica. Não há necessidade de se recomendar nada em especial para o porto que já não esteja sobejamente recomendado, em geral, para este grupo de indústria.

### **Terminal de Amônia**

A severidade de um acidente seria alta, porém a probabilidade de ocorrência pode ser considerada baixa. Desta forma o risco é médio. O nível de consciência sobre os riscos é alto e os equipamentos e procedimentos são adequados.

Como o risco não é desprezível isto significa que esforços devem ser aplicados continuamente na tentativa de reduzi-los tanto quanto razoavelmente praticável, acompanhando os desenvolvimentos tecnológicos que venham a acontecer para este tipo de indústria.



Existe um evento que merece atenção especial e que é a capacidade de manter a amônia refrigerada à pressão atmosférica no caso de incêndio de grandes proporções no Terminal da PETROBRAS. Recomenda-se que seja feita uma simulação de incêndio de poça no tanque da PETROBRAS mais próximo ao tanque principal da Amoniasul e que se verifique, via cálculo, se a capacidade do sistema de refrigeração mais a capacidade de resfriamento que seria dada pela aplicação externa de água ao tanque de amônia é o suficiente para manter o líquido sem vaporização e sem abertura das válvulas de segurança.

## **Indústrias de soja**

### **Hexano**

A severidade de um acidente seria alta e a probabilidade média. O risco é, portanto, alto. Todavia este risco fica restrito às próprias instalações das empresas. Como tanto a Bianchini como a INCOBRASA situam-se afastadas de áreas habitadas, do Canal do Porto e do Saco da Mangueira. Pode-se considerar que o risco ambiental é baixo. Mesmo que ocorra o pior evento possível que seria a sequência :

- 1o Liberação de hexano na área onde se localizam as bombas de alimentação das unidades,
  - 2o formação de uma atmosfera inflamável,
  - 3o ignição, com flash fire e explosão confinada,
  - 4o ruptura dos tanques de hexano e liberação de todo o inventário,
  - 5o incêndio de poça queimando todo o inventário, com possíveis explosões subsequentes e bolas de fogo,
- o efeito para o meio ambiente e população em geral seria restrito aos danos e incômodos de uma grande e espessa nuvem de fumaça negra ; dependendo do sentido do vento pode haver necessidade de bloquear a rodovia que dá acesso ao Superporto.

As recomendações, na realidade, são sugestões às empresas uma vez que são os seus funcionários, seu patrimônio e sua continuidade operacional que se encontram em risco. Estas sugestões são as seguintes :

⇒ Rever a classificação de áreas perigosas segundo um código reconhecido, o qual pode ser o NEC americano ( que parece ter sido o usado originalmente) ou o IECC (europeu) e, sobretudo, certificar-se de que todos os equipamentos elétricos estejam aprovados para o grupo de substâncias no qual se enquadra o hexano. Esta atividade é necessária para que se tenha certeza de que a instalação é realmente à prova de explosão. Ela é especialmente crítica para as câmaras onde estão localizadas as bombas de hexano.

⇒ Considerar a possibilidade de instalar sensores de atmosfera inflamável nas câmaras subterrâneas onde se localizam as bombas de hexano e estabelecer procedimentos estritos e rigorosos de atuação caso o sistema indique a presença de tal atmosfera.

⇒ Considerar a disponibilidade de sistemas para aplicação de espuma a eventuais incêndios em hexano.

### **Óleo de Soja**

O acidente possível é o derrame de óleo de soja no canal do porto durante operações de carga e descarga. A severidade é baixa, a probabilidade média e o risco, portanto, é baixo. O volume máximo liberado pode ser considerado como inferior a 1.000 litros por evento.

## **Indústrias de pescado**

### **Amônia**

A severidade de um acidente seria alta e a probabilidade média. O risco é, portanto, alto. A maior probabilidade de um acidente fatal é entre os próprios funcionários da empresa originária; contudo não pode ser descartada a possibilidade de uma nuvem tóxica propagando-se para a rua e atingindo membros do público ou, no mínimo, requerendo evacuação de área. Os comentários gerais feitos sobre o risco derivado da amônia no parágrafo 8.4.3 são, aqui, totalmente aplicáveis.

As recomendações são as seguintes :

⇒ Implementar imediatamente o disposto pela NR-13 ( Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho sobre vasos de pressão ) para todos os tanques de amônia. Providências de inspeção e teste solicitadas pela norma para vasos devem ser estendidas às tubulações de amônia.

⇒ Obter com seus fornecedores de equipamentos frigoríficos e/ou com seus fornecedores de amônia, literatura técnica sobre esta substância que cubra os aspectos de projeto, operação, manutenção e segurança. Utilizar esta informação para dispor, entre seu corpo técnico, de pessoal capacitado a trabalhar adequadamente com a amônia. O Manual de Amônia [Ref.7] é uma obra de referência para engenharia e operação.

11.4.1.3 Tornar disponíveis, em pontos estratégicos das fábricas, máscaras autônomas alimentadas por cilindros de ar respirável. Estas máscaras podem vir a ser necessárias na eventualidade de um grande vazamento de amônia. A finalidade da máscara, neste caso, não seria facilitar o escape de pessoas, mas sim permitir a um operador aproximar-se, por dentro da nuvem, até uma válvula que bloqueasse o vazamento.

⇒ Elaborar um Plano de Ações de Emergência para o evento de grande vazamento de amônia. Este plano deve considerar as ações de :

- bloqueio do vazamento,
- comunicações com as autoridades,
- comunicações com a comunidade vizinha,
- abandono de área pelos funcionários.

## **Óleo diesel**

Neste caso os riscos são ligeiramente diferentes, dependendo da tipologia acidental e da empresa.

No que se refere a derrame de diesel no estuário causado por ruptura de mangueira durante operação de abastecimento de barcos, o maior volume derramado pode ser estimado em cerca de 500 litros ( Pescal ), com probabilidade média de ocorrência.

No que se refere a incêndio existem dois casos. O caso mais frequente é o de tanques subterrâneos onde a severidade pode ser considerada baixa e a probabilidade baixa, resultando em risco baixo. A tendência mais moderna de engenharia para tanques subterrâneos visa controlar a possibilidade de vazamentos do líquido e a resultante contaminação do solo e/ou lençol freático. É recomendável que novos tanques sejam construídos e instalados de acordo com estes procedimentos. Existe um tanque da Pescal (Área Atlântica ) que é de superfície, não protegido contra incêndio e razoavelmente próximo a um tanque de amônia. Haveria necessidade de estudos detalhados para uma classificação mais precisa ; preliminarmente pode-se dizer que, neste caso, a severidade é média e a probabilidade média, resultando em risco médio. A recomendação mais prática para este caso seria a desativação do tanque, desde que isto seja operacionalmente possível. Caso este tanque deva continuar operando as recomendações são as seguintes :

⇒ Dotar o tanque de óleo diesel da Pescal, localizado na Área Atlântica próximo à esquina da Rua Mal. Andrea com a Travessa Sem Nome de sistema de combate a incêndio.

⇒ Realizar simulação de conseqüências de um incêndio de poça, envolvendo todo o inventário do tanque, a fim de estimar o fluxo de radiação térmica que atingirá as vias públicas e o tanque de amônia próximo. Para este último, em função do fluxo térmico, deve ser verificada a possibilidade de se remover este calor com água, de forma a que a pressão da amônia não suba e a válvula de segurança do tanque não se abra.

### **Postos de abastecimento de barcos**

O cenário acidental mais provável é o derrame de diesel na água. O volume derramado pode ser estimado como menor do que 1.000 litros por evento e a probabilidade de ocorrência como baixa.

- [1] A guide to the Control of Industrial Major Accident Hazard Regulations  
( CIMAHA Regulations ), 1984  
Health and Safety Executive  
HSE Books  
P.O. Box 1999 - Sudbury  
Suffolk CO10 6FS  
England
- [2] The Control of Major Hazards - Third report  
Advisory Committee on Major Hazards  
Health and Safety Commission  
Her Majesty's Stationery Office  
49 High Holborn  
London WC1V 6HB  
England
- [3] Major hazard aspects of the transport of dangerous substances  
Advisory Committee on Dangerous Substances  
Health and Safety Commission

HSE Books

P.O. Box 1999 - Sudbury

Sufolk CO10 6FS

England

- [4] Interpretation of Major Accident to the Environment for the purpose of the CIMAH Regulations

U.K. Department of the Environment

1991

( cópia fornecida ao Depto. de Oceanologia da FURG )

- [5] Safety Management Systems

European Process Safety Centre Working Party

Institution of Chemical Engineers

Davis Building

165 - 189 Railway Terrace

Rugby CV21 3HQ

England

- [6] G. Drogaris

Review of Accidents Involving Ammonia

Community Documentaiton Centre on Industrial Risk

Joint Research Centre

Commission of the European Communities

1992

- [7] Manual de Amônia

Instituto Brasileiro do Petróleo

Publicação esgotada, mas cópias podem ser obtidas a pedido

IBP

Av. Rio Branco, 156 sala 1035 - Rio de Janeiro - telefone : 021 532 1610

- [8] Manuais de Legislação Atlas  
Segurança e Medicina do Trabalho  
( contém a NR-13)  
Editora Atlas S.A. - S. Paulo

## 4.2 SISTEMAS AMBIENTAL

---

### 4.2.1 ESTUDOS ANTERIORES

A primeira etapa de Estudo de Impacto Ambiental consistiu no levantamento dos estudos realizados no estuário da Lagoa dos Patos e seus entornos, agrupando, ordenando e analisando essas informações, e delineando as pesquisas de campo para a fase seguinte para complementar as lacunas identificadas nesta primeira fase. Dentro desse propósito, o “Estado da Arte” sobre o conhecimento do estuário da Lagoa dos Patos é apresentado a seguir. Uma série de mapas ilustrando a distribuição espacial dos pontos de informação pretéritas são apresentados no Anexo I.

#### 4.2.1.1 Estudos realizados sobre o plâncton.

##### **Efeitos da Poluição sobre a biota estuarina e marinha**

As área costeiras marinhas e especialmente as estuarinas estão sujeitas a ação de aportes de diversos tipos de poluentes de origens diferentes provenientes de lançamentos domésticos e industriais, derrames de petróleo e aportes de herbicidas e inseticidas através de deságües pluviais.

Os aportes desses lançamentos nos ambientes marinhos e estuarinos variam dependendo de fatores abióticos como temperatura, características física e químicas da água e dos sedimentos, condições de maré e ação dos ventos, entre outros, todas as substâncias liberadas na água sofrem processos de diluição, homogeneização e sedimentação que atingem direta ou indiretamente a biota.

Nas área portuárias e estuarinas a concentração destes lançamentos é maior e sua ação tóxica pode ser detectada na flora e fauna.

- 1.1) Ação dos efluentes domésticos e industriais:



A eutrofização do ambiente produzidas pelas descargas domésticas e decomposição de grãos provenientes de perda na transferência de cargas aos porões de navios nos terminais graneleiros, produz alterações na composição e abundância do fitoplâncton, como por exemplo os blooms de espécies indicadoras de poluição orgânica como *Aphanotece sp.* registrados no Saco da Mangueira, Lagoa dos Patos, Brasil (Yunes, em Almeida et al, 1993) e fanerógamas como *Ruppia marítima* (Cafruni, 1983).

Os efeitos das descargas domésticas sobre a comunidade bêntica no sul da Califórnia mostraram uma tendência geral ao aumento da biomassa e a diminuição no número de espécies e diversidade ao aumentar a quantidade da descarga (Means e Greene, 1976).

O maior efeito sobre a comunidade bêntica se faz sentir sobre suas larvas. Foram observadas redução na fixação das mesmas e portanto, da poluição (Mileirosky, 1976).

Em estudos realizados na Suécia foi observado que ao desaparecer as descargas a recolonização se realizou através do poliqueto indicador *Capitella capitata* aumentando o número de espécies bentônicas até 60.

Na Escócia as descargas ocasionaram primeiro o desaparecimento dos equinodermos e depois a diminuição do número de espécies bênticas de 60 para 10. Inicialmente a biomassa aumentou mas posteriormente decresceu (Pearson, 1975; Pearson e Rosenberg, 1976).

A composição da fauna do estuário do Rio Tees (Inglaterra) encontrada na década de 70 foi comparada com a registrada em 1935 observando-se uma notável redução dos pelecípodes com aumento da biomassa dos anelídeos em 98% (Gray, 1976).

Um estudo experimental realizado em áreas próximas ao porto de Los Angeles (Califórnia) mostrou que as espécies que recolonizaram as área afetadas não eram as que normalmente povoavam a região e sim, espécies oportunistas que dominaram as comunidades em um período de 6 semanas (Soule, 1976).

As alterações na comunidade bêntica se refletem na zooplânctônica através de suas larvas, modificando sua composição e distribuição.

Em áreas poluídas da Grécia, os crustáceos cladóceros *Evadne tergestina* e *Pleopis polyphemoides* eram abundantes, (Moraitou-Apostolopoulou e Kiortsis, 1976). Ao contrário, a diversidade de espécies de copépodos harpacticóides do plâncton decresceram nas imediações dos desagües domésticos em Helgoland (Anger e Scheibel, 1976).

Também na Grécia, no Golfo de Thermaiakos, foram observadas faixas de diversidade na comunidade zooplantônica e ausência de espécies carnívoras nas áreas afetadas por poluição orgânica e industrial (Siokou-Frangon e Papathanassiou, 1991).

Estudos de laboratório mostraram que, a mistura de efluentes, com a água do mar ocasiona diminuição da influência negativa, lentamente no início e rapidamente depois, permitindo considerar a biota fora do perigo (Schmutzer e Rheinheimer, 1975).

#### 1.2) Ação dos Metais:

Em relação aos metais pesados, estudos realizados com diferentes grupos da biota marinha referentes à bioacumulação de metais pesados como mercúrio, cobre, chumbo, cromo e zinco mostraram que os principais grupos afetados são os organismos bênticos e suas larvas como, poliquetos, pelecípodos, gastrópodos, cefalópodos, anfípodos, isópodos, misidáceos, decápodos, equinodermos, peixes e mamíferos (Reish et al, 1977).

O cobre pode ser acumulado pelo fitoplâncton, algas verdes e pardas, poliquetos, pelecípodos e outros crustáceos e peixes.

O mercúrio também pode ser acumulado pelas bactérias, fitoplâncton e plâncton em geral.

O chumbo, pelo fitoplâncton, algas verdes e pardas, zooplâncton, pelecípodos, gastrópodos e peixes.

O cromo foi encontrado em pelecípodos e peixes.

O zinco, no fitoplâncton, macroalgas, pelecípodos, gastrozóides, decápodos e peixes.

Estudos realizados em Hokkaido (Japão) e na costa do Pacífico no México (Stich, 1976) em peixes e gastrópodos, mostraram a existência de tumores epidermais e organismos semelhantes a microplasmas associados ao mesmo (Matsudo e Chamberlain, 1976) originado em áreas de descarga de efluentes. Outros estudos reportaram tumores mesenquimais em peixes estuarinos no Golfo do México (Edwards e Overstreet, 1976) e tumores no fígado em “haggfish” no Atlântico (Fange, 1975).

Em “shellfish”, foram encontrado tumores associados a partículas semelhantes a vírus no manto e tecido gonadal (Rosenfield, 1976).

Peixes (“flatfish”) que habitavam fundos nas áreas de esgotos industriais mostraram lesões nas nadadeiras (Wellings, 1976). Esta doença ainda persistia no fim da década de 70 no sul da Califórnia nas áreas de deságüe dos efluentes apesar de terem sido tratados (Mearns e Sherwood, 1976; Reish et al, 1977 e 1978). As lesões eram similares aquelas produzidas por uma longa exposição a sedimentos marinhos contaminados (Sheerwood, 1976).

Diversas doenças foram detectadas em peixes marinhos e estuarinos expostos a metais, óleo cru e óleo de motores. Os órgãos olfatórios e respiratórios são os mais afetados.

O cádmio induz lesões tireodais em peixes (Gardner, 1975 a, b) e também alterações no hematócrito, hemoglobina, cátions séricos e redução do tamanho do fígado em *Pleuronectes flexus*, e aumento da atividade enzimática em caranguejos (Gould, 1976).

A contaminação com mercúrio, cádmio, cobre e chumbo altera a produção e composição de espécies no fitoplâncton como foi observado no Mar Vermelho e no Mediterrâneo (Ibragim e Patim, 1976) e também alterações na fotossíntese.

Experimentos realizados com a lagosta *Homarus americanus* mostraram que o cobre provoca diminuição quimiosensora (Mc Leese, 1975). Em juvenis de salmão pré-expostos ao cobre, o comportamento migratório deste peixe foi afetado (Hors e Mc Pherson, 1976).

### 1.3) Ação dos herbicidas e inseticidas:

Os herbicidas e inseticidas usados nas lavouras e que deságuam nas regiões estuarinas podem sofrer transformações e produzir produtos mais tóxicos que o produto original, por exemplo, o fotoaldrin e fotoeldrin.

A maioria dos herbicidas e inseticidas podem provocar anomalias na morfologia dos animais marinhos e câncer no homem (Lederer, 1990).

#### 1.4) Ação dos detergentes:

Os efeitos dos detergentes e óleo-dispersantes também foram objeto de estudos em laboratório.

O surfactante não-iônico nonilfenol-etoxilato penetra nos tecidos do “codfish” e é transportado pelo sangue a outras partes do corpo (Gram).

Os efeitos subletais de vários detergentes podem provocar, em geral, diminuição no crescimento das larvas de *Ostres edulis* e redução da fertilização dos ovos (Renzoni, 1975). Nas larvas planctônicas da craca *Elminus modestus* provocam redução da mobilidade dependendo do grau de concentração (Wright, 1976).

#### 1.5) Ação do Petróleo:

Os grandes derrames de petróleo provocam a morte de grande número de animais marinhos principalmente por interferir na respiração. No caso dos organismos zooplancônicos afeta também o deslocamento e filtração. Mas, os problemas mais graves provêm de pequenas quantidades de óleo espalhadas nos estuários, áreas marinhas costeiras e portos. As populações bênticas são as mais atingidas apesar de conseguirem sobreviver. Os moluscos adultos resistem bem, mas sua carne deixa de ser comestível pela alteração do sabor. As larvas são 100 vezes mais sensíveis. Os camarões que permanecem mais de 48 horas em água do mar contendo de 100 a 800 mg/l de óleo é percebido no gosto ao ser ingerido pelo homem. Os peixes após 5 dias em contato com água contaminada com 50 ppm de óleo ou 13 dias em águas com 10 ppm ficam com gosto de petróleo. A contaminação nos peixes pode acontecer através do plâncton do qual se alimentam. No caso de algumas algas, o crescimento se acelera, por exemplo em *Macrocystis sp*, por liberação de substâncias orgânicas no escoamento de detritos.

O petróleo apresenta composição muito diferente dependendo da sua origem e já se tem demonstrado que centenas de substâncias entram na mesma. Estas substâncias compreendem os hidrocarbonetos e os não-hidrocarbonetos. As primeiras estão representadas por alcanos em cadeias ramificadas, ciclo-alcanos e hidrocarbonetos aromáticos. As segundas são diversas, entre estas ácidos, fenóis, derivados nitrogenados que podem ser queladores para metais como vanádio, níquel e outros. Estas substâncias ao serem emulsionadas na água do mar em forma de gotículas ou película fina favorecem sua autodestruição por auto-oxidação. No caso de petróleo do Kuwait, este apresenta compostos sulfonados antioxidantes que freiam a auto-oxidação.

O petróleo não se degrada somente por auto-oxidação, mas principalmente pelo ataque de bactérias e fungos que destroem entre 40 e 80% do óleo.

As bactérias destroem de 0,02 a 2 g de petróleo/m<sup>2</sup>/dia a temperatura entre 20 e 30°C. Este ritmo de biodegradação dependerá da temperatura, pH, tensão superficial, tensão de oxigênio, salinidade e presença de compostos nitrogenados e fosforados.

Os petróleos que contém fenol, tolueno, ciclohexano que são substâncias bactericidas, se processam muito lentamente.

Pouco se conhece sobre o efeito tóxico destes e seu processo de biodegradação. Por esta razão países como Bélgica regulamentaram a venda de moluscos permitindo só aqueles que provém de cultivos em águas controladas (Lederer, 1990).

Todos estes antecedentes permitem observar que as substâncias tóxicas chegam até o homem através da cadeia trófica. Todas substâncias que são incorporadas ou formadas através da biodegradação e/ou bioacumulação são cancerígenas.

#### 1.6) Incorporação, acumulação e eliminação de substâncias tóxicas:

Os poluentes do meio podem ser absorvidos, armazenados e excretados pelos organismos marinhos. Nos organismos filtradores, tanto bênticos como

planctônicos, a absorção pode ser feita indiretamente através de soluções de compostos orgânicos tais como aminoácidos ou diretamente através do alimento, partículas inorgânicas ou gotas de óleo.

O copépodo planctônico *Calanus helgolandicus* ingere naftaleno hidrocarbonado derivado do petróleo através do alimento (Corner et al, 1976).

Os efeitos tóxicos dos poluentes podem ser armazenados de uma forma inerte nos ossos dos peixes (Bryan, 1979) e, intracelularmente, nas células parenquimais do intestino médio da craca *Balanus balanoides* (Walker, 1977), no fígado e músculos dos peixes (Buhler et al., 1975).

Os organoclorados e hidrocarbonados derivados do petróleo são armazenados nas reservas lipídicas dos organismos (Pearson e Mc Connell, 1975; Addison, 1976; Varanasi e Malins, 1977). Estes compostos estão estreitamente ligados aos processos do metabolismo dos lipídeos. Eles permanecem estocados e inertes e são mobilizados durante os períodos de carência de alimentos (Stickel, 1973).

Estes acúmulos podem ser removidos da superfície do corpo dos animais por difusão ou associado às secreções tais como por exemplo nas algas através de produtos extracelulares ou mucus. Em crustáceos decápodos através das fezes, urina e brânquias (Bryan, 1968), mudas periódicas, (Fowler e Benayoun, 1974), produção de ovos (Cunningham e Tripp, 1973) e lactação em mamíferos (Addison, 1976).

Em alguns organismos marinhos, tais como crustáceos e peixes, existem sistemas enzimáticos capazes de metabolizar alguns compostos como os organoclorados (Addison, 1976) e hidrocarbonados do petróleo (Malins, 1977; Corner et al, 1978). Estes processos metabólicos ajudam na desintoxicação dos organismos. No caso do petróleo alguns destes facilitam a remoção dos poluentes, mas outros podem aumentar seu potencial carcinogênico (Bryan 1979).

Alguns organismos marinhos e estuarinos apresentam a capacidade de adaptação aos poluentes, como por exemplo, *Carcinus maenas* é zinco-tolerante. *Fucus vesiculosus* cobre-tolerante e *Neris diversicolor* cobre-zinco-tolerante (Bryan 1976a, 1976b), mas quando estas adaptações envolvem sistemas de armazenamento que propiciam a acumulação de níveis altos de poluentes, favorecem a transmissão a predadores não adaptados. Por exemplo a acumulação inicial de compostos orgânicos

e de metais pesados (Mercúrio principalmente) , no fitoplâncton a partir da água de mar favorece sua transferência ao longo da cadeia trófica. As concentrações de mercúrio não estão só relacionadas com o nível trófico do alimento ingerido, mas também com o tamanho e idade da presa segundo constataram Cross et al (1973) em estudos com marlins e tubarões. Neste caso os níveis de mercúrio se amplificaram ao longo da cadeia trófica.

Os crustáceos acumulam em geral maior quantidade de cádmio, chumbo e cobre que os peixes (Amiard et al., 1980) e, esta acumulação é mais alta nos no intestino que no estômago.

Segundo toda a literatura consultada, a comunidade bêntica é mais atingida devido a contaminação dos sedimentos. As alterações nestas comunidades se refletem na zooplânctônica, pois suas larvas formam parte desta. Estas alterações nos organismos bentônicos provocam diminuição da reprodução, eliminação de espécies e, portanto, diminuição das densidades de larvas no plâncton. A poluição crônica do Saco da Mangueira e Canal de Acesso chega a modificar a morfologia dos organismos planctônicos e seu desenvolvimento larval, assim como modificou a composição da comunidade, permitindo somente a permanência de espécies resistentes e diminuição da abundância das mesmas.

### **Informações sobre o Fitoplâncton no estuário da Lagoas dos Patos**

O primeiro trabalho realizado sobre a comunidade fitoplanctônica foi desenvolvido no Saco da mangueira e Canal de Acesso do estuário constatando-se a dominância da diatomácea *Skeletonema costatum* nas áreas e de fitoflagelados no Saco da Mangueira (Charpy e Calvo, 1978).

Trabalhos posteriores aprofundaram o conhecimento sobre a composição e variabilidade do fitoplâncton no Canal de Acesso e áreas vizinhas mostrando a importância da eutrofização do estuário sobre a composição e biomassa da comunidade (Abreu 1987; 1992 Proença, 1990). Fatores como precipitação e aporte de nutrientes nitrogenados (Bergesch e Odebrecht, 1987; Proença 1990; Bergesch, 1990), condições luminosas e ressuspensão dos sedimentos do fundo foram considerados controladores da composição e produção de fitoplâncton (Bergesch, 1990; Abreu, 1992; Bergesch et al, 1994). Estudos sobre variação sazonal dos valores de clorofila e da composição

específica foram aprofundados por Persich (1993), confirmando que o ciclo anual da biomassa fitoplanctônica é regulado pela concentração de nutrientes nitrogenados, circulação da água, ressuspensão do fundo, disponibilidade luminosa, pasteio e provavelmente a poluição.

Outros estudos referentes a produção do fitoplâncton e bactérias sugerem que os aportes das descargas domésticas das cidades de Pelotas e Rio Grande seriam uma fonte importante de carbono orgânico dissolvido favorecendo o desenvolvimento de bactérias diretamente e de ciliados indiretamente (Abreu, 1992).

### Informações sobre o Zooplâncton no estuário da Lagoa dos Patos

Os primeiros estudos sobre a comunidade zooplanctônica foram iniciados em 1975 através de um projeto integrado chamado Projeto Lagoa dos Patos I que visava obter conhecimentos básicos sobre o ambiente, sua fauna e flora.

Em 1980 foram publicados os primeiros resultados (Montú, 1980) sobre a composição específica, variações sazonais e abundância das espécies, mostrando a grande influência dos ventos na penetração da água do mar no estuário e da pluviosidade na composição da mesma. Foi confirmada a influência da temperatura sobre o meroplâncton, regulando a reprodução dos organismos bênticos, especialmente do cirripédio *alanus improvisus* que pode atingir alta densidade dominando sobre outras espécies.

Um estudo posterior efetuado no Saco da Mangueira através de um convênio assinado entre a FURG/CEDIC (Companhia de Desenvolvimento Industrial e Comercial do Rio Grande do Sul) permitiu observar grau de modificações morfológicas no copépodo dominante *Acartia tonsa*. A influência do ambiente provocou aparição de organismos intersexes e modificações morfológicas das larvas, prolapsos intestinais e ruptura da quitina nas áreas intersegmentais (Montú e Gloeden, 1982).

Na área do Saco da Mangueira são lançados efluentes domésticos, de indústrias químicas, de refinarias de óleos vegetais, graxas, fertilizantes e, pela hidrodinâmica das águas chegam descargas provenientes do porto.

São encontrados compostos fenólicos (30,5 ppb), óleos, fenóis



associados a herbicidas e fungicidas atingindo nessas áreas valores 21 vezes a 1 ppb que é o limite máximo aceitável em locais de procriação de espécies utilizadas na alimentação (Kantin et al, 1980; Almeida, 1984).

O fenol atua sobre as proteínas, especialmente sobre as membranas celulares de natureza lipoprotéica, podendo explicar em parte, as alterações encontradas por Montú e Gloeden (1982) na espécie *Acartia tonsa* (Kantin et al, 1981). Posteriormente foram realizados estudos sistemáticos e sobre a biologia das espécies (Montú e Gloeden, 1986) aprofundando a informação sobre *Acartia tonsa* (Duarte, 1986) e flutuações espaciais e temporais da comunidade (Duarte et al, 1991).

Em 1994 de La Rocha realizou estudos sobre a dinâmica populacional de *Acartia tonsa*. Posteriormente foram obtidas maiores informações sobre a distribuição e abundância das larvas de *Balanus improvisus* no Canal de Acesso do estuário (Torres, 1995) e sobre a composição, distribuição e abundância do holo e meroplâncton também no Canal de Acesso (Muxagata, 1995) revelando alterações na composição da comunidade, independente das influências sazonais. Outros estudos aprofundaram e atualizaram os conhecimentos sobre a comunidade e estabeleceram alguns esquemas tróficos (Montú, Gloeden e Amaral, 1995; Gloeden, 1995). Os misidáceos, importantes componentes da dieta dos peixes, foram objeto de estudo em que se determinaram suas espécies, ciclos e variações sazonais no Canal de Acesso da Lagoa dos Patos (Gloeden e Montú, 1995).

#### 4.2.1.2 As comunidades de peixes

O estuário da Lagoa dos Patos abriga uma ictiofauna bastante diversa, composta por cerca de 110 espécies, que alternam sua ocorrência no ambiente estuarino de acordo com distintas estratégias de vida (Vieira et al, 1996; Vieira e Castello, no prelo). Este estuário constitui a mais importante área de criação e crescimento para grande parte dos peixes e crustáceos comercialmente explorados no litoral sul do Brasil (Chão et al, 1982; 1986; Vieira et al, 1996). Nesta região concentra-se a maior parte da pesca de subsistência e de pequena escala (artesanal) do sul do Brasil (Chão et al, 1982; 1986; Reis, 1993), tendo sido uma área de pesca importante desde o final do século passado (Reis, 1993).

A partir do trabalho de Chão et al. (1982) pode se dizer que o status sistemático e nomenclatural da ictiofauna do estuário da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente é bem conhecido. No entanto foi Ihering (1897) o primeiro autor a apresentar uma relação dos peixes especificamente para essa região. Anteriormente ao trabalho de Chão et al. (1982), Castello (1976 à 1978), com o Projeto Lagoa (1975-1977), da FURG, registrou, para a zona estuarina da Lagoa dos Patos, cerca de 50 espécies de peixes capturados em arrastos de fundo em 15 cruzeiros.

Desde 1978 o Laboratório de Ictiologia da FURG vem realizando a monitorização das assembléias de peixes estuarinos da Lagoa dos Patos, com amostras mensais utilizando redes de arrasto de fundo, meia água e arrastos de praia. Paralelamente outros laboratórios da FURG desenvolvem pesquisas principalmente na área de pesca. Deste banco de dados resultam diversos trabalhos enfocando:

- i) Aspectos estruturais da comunidade de peixes (Chão et al., 1982; Chão et al., 1985; Castello, 1985; Pereira, 1986 e 1994; Chão et al. 1986; Marques, 1994; Garcia, 1995; Vieira e Castello, no prelo);
- ii) Aspectos comparativos desta comunidade de peixes e outros ambientes estuariais (Vieira e Musick, 1993 3 1994);
- iii) Autoecologia das principais espécies {Bagres – (Araújo, 1983;1984<sup>a</sup> e 1984b; Reis 1986<sup>a</sup> e 1986b)}; {Tainhas – (Vieira, 1985; Vieira, 1991; Vieira e Scalabrin, 1991)}; {Peixes-rei – (Bemvenuti, 1984, 1987 e 1990)}; {Corvina – (Barbieri, 1985; Castello, 1986; Gonçalves, 1993; Figueiredo, 1996)}.
- iv) Impacto da pesca sobre populações específicas ou a assembléia de

peixes como um todo (Chão et al., 1986; Reis 1992, Reis et al., 1984; Vieira et al., 1996).

O desembarque da pesca artesanal de peixes teleósteos na Lagoa dos Patos e região marinha adjacente variaram entre 43.600 ton. (1972) e 13.000 ton. (1989), chegando a representar 36% do total desembarcado no porto do Rio Grande. Entretanto, nos últimos 10 anos, esta pescaria apresentou um declínio de cerca de 34% em relação ao decênio anterior, sendo hoje apenas um meio alternativo de subsistência (Reis, 1993 Reis et al., 1994). Os baixos rendimentos atualmente observados são atribuídos a diversos fatores, onde a pesca de adultos, durante o período reprodutivo, e a alta proporção de juvenis nas capturas desempenham papel importante (Reis, 1992; Vieira et al., 1996). No entanto a influência de aspectos ligados a degradação ambiental, inerentes a uma cidade portuária/industrial como Rio Grande (fluxo de navios, resíduos de descargas, etc.), assim como alterações ambientais naturais (ventos, mares e tempestades) ou impostas pelo homem (aterros, construções navais, etc.) não foram formalmente testadas. Portanto, não podem ser descartadas entre as possíveis fontes de colapso da pesca no estuário da Lagoa dos Patos, haja vista que em diversos estuários do mundo os impactos ambientais causados pelas atividades humanas estão bem documentados (Yáñez-Arancibia, 1985; Araújo, 1992).

#### **4.2.1.3 Organismos bentônicos**

Existe um volume considerável de informações sobre as comunidades bentônicas no estuário da Lagoa dos Patos. Entre os trabalhos mais relevantes citam-se os realizados por Bemvenuti et al. (1978), Captolí et al. (1978) Capitoli & Bemvenuti(1978), Bemvenuti (1987),Bemvenuti et al.,(1992).Bemvenuti (1994<sup>a</sup>).Bemvenuti (1994b), Bemvenuti (1994c).

#### **4.2.1.4 Vegetação emergente e submersa**

Cerca de 40 km<sup>2</sup> das margens-pequenas ilhas e 100 km<sup>2</sup> da superfície do estuário da Lagoa dos Patos são cobertos, respectivamente, por marismas (Silva et al. 1993; Cunha 1994, Copertino 1995, Costa 1996<sup>a</sup>; Figura 1) e por fundos cobertos por plantas submersas (Cafruni et al. 1978; Cafruni 1983; Asmus 1984; Ferreira &

Seeliger 1985; Silva 1995; Mazo 1994; Figura 2).

Estas plantas sustentam a teia trófica compostas por cadeias interrelacionadas de pastadores e detritívoros (Bemvenuti 1983; 1992; Asmus 1984), e participam de ciclos biogeoquímicos locais.

Fundos de vegetação submersa ocorrem em zonas rasas do estuário e são dominados pelo “lixo-capim” *Ruppia marítima*. Estes são importantes áreas de crescimento e alimentação de larvas e juvenis de invertebrados (e.g. camarão, siri azul, caranguejos, moluscos, etc), e peixes (e.g. tainha, peixe rei, corvina, peixe cachimbo, etc.), muitos dos quais são importantes recursos pesqueiros regionais (Cafruni et al. 1978, 1983, Costa & Seeliger 1989, Vieira & Scalabrin 1991). Folhas, hastes, raízes e rizomas de *Ruppia marítima* formam um habitat complexo entre 0,3 e 0,9 m de profundidade, cujas as máximas extensões, observadas no verão, podem variar até 40% entre anos (Mazo 1994), impondo limitações de habitat para o recrutamento dos estoques pesqueiros estuarinos (D’Incao 1991). Adicionalmente, *Ruppia marítima* é o principal item alimentar do cisne de pescoço-preto (*Cygnus melancoryphus*), espécie símbolo de Rio Grande.

Marismas recoberto por gramas, juncos, e ciperáceas (Costa & Davy 1992, Costa 1996<sup>a</sup>) constituem os banhados inundados periodicamente por água salgada do estuário. De importância vital para as bordas do estuário, estes ambientes possuem muitos canais e pequenos lagos interconectados que são importantes habitats de recursos pesqueiros (Costa 1996b). A grande quantidade de matéria vegetal destes ambientes (Silva et al. 1993, Cunha 1994, Copertino 1995, Gaona et al. 1978, Bemvenuti 1990, Vieira & Scalabrin 1991, Costa 1996b), e no controle de macronutrientes (NPK) e elementos tóxicos (Hg, Pl, Cu, etc.) que podem ser remobilizados do sedimento pelas raízes das plantas (Seeliger & Costa 1996, Costa 1997).

A vegetação emergente (marismas) e submersa (*Ruppia marítima*) do estuário é especialmente influenciada por atividades antropogênicas, portuárias ou não, que alterem as condições físico-químicas do sedimento, como a frequência de exposição (afetada por dragagens, aterros e alterações nas taxas de deposição e erosão do sedimento e turbidez da água), disponibilidade de nutrientes (devido poluição doméstica e agrícola), concentração de produtos tóxicos (óleo, metais, sulfetos e etc.).

Segue abaixo uma breve descrição dos impactos inicialmente

diagnosticados sobre a vegetação do estuário.

### 1.1 Sedimentação, Dragagens e Aterros

Nos últimos 150 anos a área do estuário inferior (área de ação direta do porto, entre a Ilhas dos Marinheiros e a Barra) decresceu aproximadamente 11% (Seeliger & Costa 1996; Figura 3), o que enfatiza o caráter deposicional deste ambiente.

Parte destas perdas foi relacionada a processos mediados pelo Homem, como por exemplo, a expansão do Porto de Rio Grande entre 1909-1914 (8.776.000 m<sup>3</sup> de material dragado aterrou planos de lama subtidais e intermareais, fundos de plantas submersas e marismas) (Calliari 1980).

Apesar do número de navios em circulação no Porto de Rio Grande apresentar uma tendência de redução nos últimos anos, o total de cargas movimentadas (em toneladas) vem aumentando devido o maior porte dos navios modernos. Estes navios, por possuírem grandes calados, requerem águas profundas e conseqüentemente dragagens periódicas do principal canal de navegação do estuário. Entre 1980 e 1995, a SUPRG efetuou dragagens em 19 áreas entre a Barra do Rio Grande e a Doca do Yatch Club de Rio Grande (Figura 5), sendo o local mais freqüentemente dragado e o local de maior volume único dragado, respectivamente, a bacia de Evolução do Porto de Rio Grande (média anual de dragagem = 110.044 m<sup>3</sup>) e o Canal de Acesso ao Porto de Rio Grande (máximo em 1987 = 3.640.531 m<sup>3</sup>). Na Figura 5 são localizados (em vermelho) área onde a dragagem e o depósito de material dragado foram efetuados próximos a habitats vitais de pradarias submersas e marismas. Os processos de dragagem e deposição do dragado podem acarretar um aumento da turbidez sobre a distribuição e produção de plantas submersas, assim como a capacidade de recrescimento e/ou rebrotamento de *Ruppia marítima* através do sedimento depositado, ainda não foram estimados. Estudos hidrológicos sobre circulação em áreas rasas e nos locais de despejo do dragado são necessários para quantificar o material depositado sobre a vegetação. Adicionalmente faltam estudos experimentais sobre a capacidade de germinação de *Ruppia marítima*, através de diferentes espessuras de sedimento, bem como sobre o efeito da turbidez, devido as atividades de dragagem, na disponibilidade de luz e no crescimento de *Ruppia marítima*.

## 1.2 Queimadas, Podas e Pastagem

Extensas áreas de marismas, que acumulam grandes quantidades de matéria vegetal viva e morta, são vulneráveis a queimadas acidentais ou propositais por agricultores. O fogo causa altas taxas de mortalidade de invertebrados e aves em nidificação, remobilizando grandes quantidades de nutrientes antes capturados na matéria vegetal.

Plantas de marismas (“macegas” como *Spartina alterniflora*, *S. densiflora* e *Scirpus maritimus*) são tradicionalmente cortadas de forma periódica por agricultores e utilizadas para adubação verde e no controle da umidade do solo para plântulas de verduras.

Perdas totais das funções do habitat são observadas em marismas freqüentemente pastadas por gado e/ou cavalos.

## 1.3 Enriquecimento de Nutrientes e Eutrofização

As concentrações de nutrientes (NPK) são particularmente alta nos pontos de despejo direto no estuário de esgoto doméstico e pluvial, bem como nos principais tributários que escoam águas de áreas sujeitas a agricultura intensiva (e.g. periodicamente são observados valores de fosfatos entre 2 e 3 mM e nitrogênio > 40 mM) (Niencheski & Windom 1994).

Em visita recente ao Terminal de Granéis (04/07/1996) ficou caracterizado, apesar de ainda não mensurado, perdas crônicas de grandes quantidades a serem embarcadas e desembarcadas de minério de Cloreto de Potássio e Fosfato de Cálcio (para a indústria de fertilizantes) e diversos tipos de farelo. Mesmo que isto represente uma pequena porcentagem da carga total de cada navio, o grande número de navios em movimentação no Porto de Rio Grande (Figura 4) pode levar a valores acumulados e expressivos de poluição.

O excesso de nutrientes descarregados no estuário tem causado o crescimento massivo de algas azuis potencialmente tóxicas ao Homem, tais como *Microcystis aeruginosa* (Odebrecht et al. 1987). O aumento massivo destas algas pode também contribuir para o declínio das plantas submersa no estuário, devido à atenuação da luz e o recobrimento das folhas de *Ruppia maritima* por algas epifíticas. Estudos detalhados necessários para caracterizar qual a contribuição das perdas

portuárias neste processo de enriquecimento de nutrientes. Para isso, é imprescindível o monitoramento da qualidade da água na zona portuária e nas regiões ocupadas por marismas e plantas submersa, assim como o estudo da circulação e tempo de resistência da água nas zonas rasas.

#### 1.4 Materiais tóxicos

Grandes cargas de pesticidas são utilizadas nas vastas terras agrícolas que circulam o sistema Patos-Mirim, os quais podem afetar os caranguejos de marismas, que demonstraram alta susceptibilidade às concentrações observadas (Monserrat & Bianchini 1995).

Lavagens de tanques de navios junto a costa e no estuário, poluem a água com diferentes frações de hidrocarbonetos. Aves residentes e migratórias, tanto estuarinas como marinhas (Vooren 1996), são as principais vítimas destes poluentes.

A movimentação de sedimento através da dragagem e despejo pode remobilizar quantidades de metais pesados e outras substâncias tóxicas, que normalmente, acumulam-se nos fundos.

#### **4.2.1.5 Geologia / geomorfologia e geoquímica**

A preocupação com a caracterização ambiental do município de Rio Grande, particularmente na região estuarina da Laguna dos Patos e seus entornos, começou a ser expressa a partir da publicação dos dados parciais relativos ao Projeto Lagoa dos Patos, desenvolvido pela FURG, em convênio com a CIRM. Tais dados incluíram mapas temáticos inicialmente, e mais tarde, mapas interpretativos e prescritivos (Asmus et al. 1985, 1988<sup>a</sup>, 1988b, 1989).

Nestes trabalhos mostrou-se a influência dos aspectos geológico-geomorfológicos na definição de condições ambientais específicas e por isso, tais fatores serviram de base para a delimitação de unidades ambientais. Esse dados apresentam-se publicados em mapas na escala 1:100.000 e abrangem toda a parte sul

do estuário desde a ponta da Feitoria, ao norte, até a altura do paralelo 32° 15' ao sul, incluindo parte submersa e entorno da parte emersa.

A partir destes trabalhos pioneiros, outros foram sendo desenvolvidos, seguindo de uma maneira geral, os mesmos preceitos metodológicos, mas abordando aspectos particulares de planejamento e gerenciamento costeiro (por ex. Casella, 1994, Asmus e Siqueira, 1991, etc.).

A Lei Municipal n. 4116 de 03/11/86 criou o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Rio Grande destinado a ordenar, promover e controlar de modo integrado o desenvolvimento urbanístico do município. Este documento apresenta um zoneamento de uma parte do município, englobando as áreas urbanas, margens do estuário, zona portuária e entornos. Os mapas foram confeccionados na escala 1:10.000.

Mais recentemente, Tagliani & Tagliani (1996), observaram os riscos de se considerar recomendações de uso gerais na análise de problemas de escala local. Elas devem servir apenas como um balizamento para uma abordagem de problemas localizados, porque deixa de considerar características específicas do local, assim como a proximidade de ecossistemas sensíveis ou vitais para o equilíbrio ecológico e os impactos associados a uma determinada atividade em escala local.

O LOG conta com vários mapas digitais georreferenciados (alguns inéditos) do município de Rio Grande, em diversas escalas:

M1. Áreas protegidas por lei em Rio Grande, incluindo enquadramento das Águas pela FEPAM.

M2. Mapa geológico-geomorfológico, escala 1:100.000

M3. Mapa das Comunidades Vegetais, escala 1:100.000

M4. Mapa de solos, escala 1:100.000

M5. Mapa de Capacidade de Uso 1:100.000

M6. Mapa dos canais de dragagem, escala 1:80.000

M7. Mapa do Plano Diretor Integrado de Rio Grande, escala 1:50.000

M8. Mapa Faciológico de fundo do estuário

M9. Mapa de Unidades Ambientais

M10. Batimetria



### Geoquímica: Elementos metálicos e matéria orgânica (cop, nop, p-total)

Principais características do ambiente geoquímico do estuário da Lagoa dos Patos.

Os fatores reguladores da geoquímica dos sedimentos do estuário da lagoa são fortemente dependentes dos processos físicos atuantes na região. Em virtude do estuário ser constituído predominantemente por regiões de baixa profundidade (+/- 1,5 m) os fatores meteorológicos assumem um papel fundamental na circulação das águas. O forte regime de ventos (setores NE-SE) determina uma importante dinâmica hídrica e sedimentar. Os sedimentos das regiões rasas marginais (sacos) são seguidamente resuspensores pela ação de ondas geradas pelo vento. Esse processo favorece a oxigenação das águas (Kantin, 1983). A água estuarina é por consequência oxidante, com valores do potencial de oxi-redução variando normalmente entre +200 a +350 mV. Os sedimentos apresentam uma variação mais acentuada, variando de oxidados (+150mV) nas regiões rasas a redutores (-150mV) nas regiões mais profundas.

O pH das águas varia normalmente entre 7 e 8, dependendo da circulação estuarina e do balanço das massas d'água de origem continental e marinha. A circulação estuarina é complexa, sendo determinada pelos efeitos conjuntos entre a velocidade e direção dos ventos e dos volumes dos aportes fluviais.

O pH dos sedimentos apresenta em geral pouca variação, os valores encontrados oscilam entre 6,5 e 7,5.

No que se refere aos aportes antrópicos que possam causar consequências sobre os parâmetros geoquímicos básicos, pela importância podem ser identificados os efluentes ácidos das indústrias de fertilizantes e a carga orgânica oriunda dos efluentes cloacais. Esses efluentes podem interferir, respectivamente, baixando o pH e/ou tornando o meio mais redutor, principalmente em nível dos sedimentos.

Variação dos teores de matéria orgânica dos sedimentos.

Os teores de matéria orgânica, em termos de Carbono Orgânico Particulado (COP), dos sedimentos do estuário da lagoa podem ser considerados baixos em comparação com outras áreas transicionais do mundo. Normalmente os teores da fração fina dos sedimentos (<0,062 mm) em COP variam entre 0,5 a 3,5%,

mas os teores mais freqüentes encontram-se na faixa de 1,0 a 1,5%. Nas regiões submetidas a efluentes cloacais esses teores podem excepcionalmente se aproximarem de 4,0 %.

O Nitrogênio Orgânico Particulado (NOP)\_ apresenta uma variação comumente dentro de uma faixa de concentração de 0,1 a 0,35 %. Assim como no caso do COP, o NOP, somente atinge valores consideravelmente mais elevados (max: 0,48%) em sedimentos submetidos a influência direta de esgotos cloacais.

Os teores em Fósforo total (P-total) dos sedimentos da região estuarial oscilam entre 600 a 1.100 mg/kg. Assim como para o COP e NOP, os valores mais elevados de P-total estão associados aos segmentos do estuário submetidos a um impacto por esgotos cloacais. Entretanto, o P-total destaca-se por apresentar uma importante fonte antrópica na região estuarial, resultante dos efluentes das indústrias de fertilizantes. Os sedimentos próximos aos efluentes dessas indústrias podem apresentar teores que ultrapassam 5.000mg/kg.

#### Distribuição da matéria orgânica dos sedimentos.

A distribuição da matéria orgânica dos sedimentos superficiais do estuário da Lagoa dos Patos esta condicionada com as fontes cloacais e industriais do complexo urbano, industrial e portuário da cidade do Rio Grande.

Os maiores teores localizam-se geograficamente nas proximidades dos principais emissários industriais e cloacais. Os sedimentos estuarinos das zonas profundas dos canais caracterizam-se, em geral, por um teor relativamente baixo em matéria orgânica, quando que também é observado nos sedimentos limnicos da Lagoa dos Patos.

A dinâmica mais intensa nos canais de navegação permitem a diluição e mistura dos sedimentos mais ricos em matéria orgânica, com sedimentos empobrecidos provenientes da bacia versante

A classificação da contaminação orgânica dos sedimentos, segundo os teores em COP e NOP (Ballinger e McKee, 1971) permite identificar os sedimentos, como estoque e fonte de contaminantes orgânicos (subst. Org. e nitrogenadas) a biota e meio hídrico. Paralelamente é possível avaliar o papel das principais fontes antrópica na região estuarial, uma vez que foram selecionadas áreas sob o efeito direto

das principais fontes contaminantes no estuário.

Com esse objetivo foram identificadas as zonas consideradas como mais representativas do quadro ambiental do estuário com relação ao tipo de sedimento.

- Feitoria: sedimento dos canais de navegação do norte do estuário.
- Canal: sedimento dos canais de navegação do Porto Velho, Porto Novo, Superporto e Canal de Acesso.
- Barra: sedimentos do canal de navegação próximo dos molhes da barra.
- Refinaria: sedimentos localizados nas proximidades dos efluentes da Refinaria de Petróleo.
- E. Cloacal: sedimentos localizados nas imediações do emissário cloacal da cidade do Rio Grande.
- S. Mang.: S. Mend.: S. Arraial: sedimentos respectivamente dos sacos da Mangueira do Mendanha e do Arraial.
- I. Fértil.: sedimentos localizados nas proximidades dos efluentes das Indústrias de Fertilizantes do Superporto.

Observa-se que os sedimentos dos canais de navegação do norte do estuário (Feitoria), Barra, e boa parte dos canais de navegação (Canal) são classificados como depósitos pobres em matéria orgânica ou inorgânicos. Os sedimentos desses ambientes são controlados por uma forte dinâmica sedimentar, que é evidenciado por sua característica essencialmente mineral (tipo 1).

As amostras dos canais (Canal) de navegação com mais alto teor de COP e NOP são aquelas localizadas ao largo dos terminais do Superporto e das Indústrias de fertilizantes. As atividades do terminal de grãos, representa uma fonte de contaminação orgânica aos sedimentos com forte teor em compostos nitrogenados.

A localização dos principais terminais portuários e emissários das indústrias de fertilizantes adjacentes ao Canal do Superporto, favorece a dispersão dos contaminantes. Esse canal apresenta uma forte dinâmica com dominância do fluxo de vazante, o que determina o transporte dos contaminantes ao oceano.

Observa-se de maneira clara os pontos que representam a região próxima do emissário cloacal da cidade (E. Cloacal). Esta característica coloca em evidência a contaminação orgânica desses sedimentos, e sua potencialidade como estoque e fonte de contaminantes nitrogenados. Os esgotos cloacais aparecem como

uma das fontes mais importantes de contaminantes orgânicos para os sedimentos da região estuarial.

O Saco da Mangueira (S. Mang.) destaca-se entre os ambientes semi-fechados que compõem a região estuarina (Sacos) por apresentar a Maior contaminação orgânica. Os sedimentos dos sacos do Arraial (S. Arraial) e Mendanha (S. Mend.) apresentam teores orgânicos consideravelmente mais reduzidos. Este fato é atribuído fundamentalmente as diferentes fontes de efluentes de origem cloacal originados diretamente das instalações urbanizadas de suas margens do saco da mangueira (Almeida et al, 1993). A dispersão dos efluentes é mais reduzida devido a circulação mais restrita de sua forma mais fechada que os demais sacos.

Os resultados do teor orgânico dos sedimentos próximos dos efluentes da Refinaria de Petróleo indicam que esta atividade industrial pode se constituir em uma fonte de contaminação orgânica ao estuário. Entretanto deve se considerar que seus efluentes são despejados diretamente no Saco da Mangueira, somando-se assim aos demais efluentes cloacais. Desta forma, não é possível constatar com clareza o efeito da atividade do refino de petróleo na contaminação orgânica deste Saco.

A classificação dos sedimentos da maior parte dos canais de navegação do estuário nos permite inferir que a contaminação por matéria orgânica é pequena. Desta forma a remobilização destes sedimentos em trabalhos de drenagem apresentam um risco que pode ser considerado pequeno no que se refere à produção de compostos orgânicos e nitrogenados em meio aquoso.

Os sedimentos dos Cansai de Acesso, Porto Novo, Superporto e Barra apresentam, entretanto, teores orgânicos mais elevados que os canais de navegação do norte do estuário. Os trabalhos de dragagem nesses sedimentos terão por consequência um risco tóxico considerado moderado. Para melhor avaliar esse problema, serão necessários novos estudos geoquímicos e sedimentológicos.

### Variação do Fósforo Total (P-Total)

Para melhor avaliar a variação de P nos sedimentos apresenta-se a relação existente dessa variável com o COP. Reconhece-se duas zonas de impacto por fósforo na região estuarial. Essas regiões correspondem por sua vez as duas principais fontes contaminantes de P-Total:

- Os efluentes da Indústria de Fertilizantes (I. Fertiliz.)
- Os efluentes cloacais (E. Cloacal).

A qualidade da matéria orgânica dessas duas fontes são muito diferentes. As indústrias de fertilizantes são responsáveis por aportes enriquecidos em Fósforo e pobres em COP, enquanto os aportes cloacais caracterizam-se pelos teores mais baixos em P-Total, e muito mais elevados em COP.

Nas proximidades do mais importante emissário dessas indústrias, já foram observados valores de 88.500 mg/kg de P-Total, correspondentes a 20,29% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Entretanto os sedimentos dos canais de navegação (Canal, Barra) adjacente as indústrias apresentam valores consideravelmente mais reduzidos. Da mesma maneira descrita para o COP e NOP, esse processo é resultado da intensa dinâmica desses canais que favorecem o transporte desses efluentes para o meio marinho, e a mistura com partículas sedimentares empobrecidas em Fósforo, provenientes da bacia versante.

A seguir, os sedimentos do Saco da Mangueira surgem com os mais concentrados em P-Total. Inclui-se também nesse grupo os sedimentos próximos da refinaria de petróleo que se localizam, de fato, dentro desse saco. Esses teores são atribuídos aos aportes cloacais característicos desse saco.

Os demais ambientes do estuário apresentam valores de P-Total, relativamente próximos e mais baixos, e podem ser considerados com teores próximos aos níveis naturais.

### Elementos traços Metálicos

Os sedimentos representam a primeira barreira físico-química às substâncias naturais e contaminantes introduzidos nos sistemas aquáticos. A distribuição dos elementos e substâncias contaminantes são controlados por processos

físicos (transporte, deposição/ressuspensão, floculação – Bennett, 1987) e químicos (condições de pH, e de oxi-redução, entre outros). Em consequência desses processos, os sedimentos podem apresentar um importante papel na imobilização de substâncias, atuando nesse caso como depósito de contaminantes, ou atuar como fonte, no caso da liberação desses contaminantes por efeitos das mudanças das condições físico-química (redução do pH, variação do potencial redox, formação dos complexos orgânicos, aumento da salinidade (Salomons e Forstner, 1984; Forstner, 1987, Salomons et al, 1988). A mobilização direta dos sedimentos pelo homem, como nos trabalhos de dragagem pode também causar a liberação de contaminantes (Delaune e Smith, 1985; Thomas 1987).

#### Importância da granulometria dos sedimentos

Sabe-se desde muito tempo que os sedimentos de granulometria mais fina possuem os teores mais elevados em matéria orgânica e elementos traços metálicos (Forstner e Wittmann, 1979 Salomons e Forstner, 1984, entre outros). Essa característica é determinada fundamentalmente pelos argilo-minerais que são substratos naturais de ligação física e química de substâncias orgânicas e inorgânicas. Essa capacidade permite a retenção e enriquecimento de substâncias contaminantes em especial nos sedimentos de granulometria mais fina.

A fração arenosa, além de ser praticamente inerte em termos químicos, atua ademais, como um diluente dos teores metálicos, sejam eles naturais ou antrópicos.

Nas regiões pouco profundas do estuário o forte regime hidro-sedimentar (ondas, vagas, etc) causado pelos ventos, provoca uma segregação granulométrica, com o enriquecimento das fácies arenosas. Ademais, os sedimentos de fundo são constantemente colocados em suspensão o que favorece as trocas geoquímicas com a coluna d'água.

Esse fenômeno físico é pois, um fator controlador muito importante na distribuição dos metais pesados nos sedimentos.

### Distribuição dos metais pesados

A região estuarial da lagoa dos Patos pode ser dividida, de acordo com a distribuição dos metais pesados nos sedimentos em duas regiões: a região norte, que apresenta valores mais baixos e constantes; e a região sul, próxima da cidade do Rio Grande e desembocadura ao oceano, que apresenta valores mais altos e variáveis.

Constata-se que a distribuição dos metais pesados (Pb, Cd, Zn, Cu, Cr) nos sedimentos superficiais de fundo do estuário apresentam um padrão de distribuição muito semelhante. Os valores mais elevados ocorrem simultaneamente nos sítios mais próximos às regiões urbanizadas e dos principais assentamentos industriais e portuários da cidade do Rio Grande. Mais especificamente, esse sítios localizam-se nos entornos da cidade (da Ilha da Pombas, Porto Velho, ao Porto Novo); Adjacente ao Emissário Cloacal da Cidade; Saco da mangueira próximo a refinaria de Petróleo e Superporto próximos aos efluentes das indústrias de fertilizantes.

O estudo da variação da concentração dos metais em testemunhos mostra o enriquecimento superficial, indicando um processo de contaminação para a maior parte dos metais estudados.

Esses resultados, e outros que ainda estão sendo processados, serão utilizados para tentar estabelecer níveis de referência específicos para a região estuarina. A partir desses valores será possível estabelecer o fator de enriquecimento metálico que permitirá estimar as frações natural e contaminantes dos metais dos sedimentos.

Os teores metálicos encontrados nos sedimentos do estuário são inferiores a outras regiões no mundo com características semelhantes, consideradas muito contaminadas. Entretanto, a faixa de variação da concentração metálica dos sedimentos do estuário atinge valores consideravelmente mais elevados do que os teores metálicos de referência (Tab. 1) ou do que áreas estuarinas de referência (Taylor, 1974 e 1976; Lacerda et al 1982) consideradas como não impactadas.

Essa comparação embora traga indícios de um processo de contaminação, apresenta grandes limitações, pois não considera os níveis de “background” característicos dessas regiões. Esse aspecto será abordado nas próximas fases do presente estudo.

<b>Metais</b>	<b>Cd</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>
<b>Estuário</b>	<b>0,1-20</b>	<b>20-267</b>	<b>62-327</b>	<b>8-337</b>	<b>15-92</b>
<b>V.Ref.(1)</b>	<b>0,22</b>	<b>23</b>	<b>95</b>	<b>90</b>	<b>45</b>
<b>V.Ref.(2)</b>	<b>0,17</b>	<b>19</b>	<b>95</b>	<b>72</b>	<b>33</b>
<b>V.Ref.(3)</b>	<b>0,11</b>	<b>14</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>50</b>

Tab. 1-Faixa de teores metálicos (min.–máx.) nos sedimentos do estuário da Lagoa comparados a valores de referência. Valores em mg/kg.

V. Ref.(1) – teores metálicos de referência: “shale standard” (Turekian e Wedepohl, 1961);

V. Ref.(2) – teores metálicos de referência: teores médios de sedimentos naturais (Bowen, 1979).

V. Ref.(3) – teores metálicos de referência: teores médios da crosta (Bowen, 1979).

Tendo como base os dados até o momento disponíveis é possível estabelecer as principais fontes contaminantes de metais no estuário. A tabela 2 apresenta as principais atividades contaminantes da região estuarina e suas importâncias relativas em termos de aportes de metais.

Constata-se que os emissários de origem urbana e os efluentes das indústrias de fertilizantes preponderam sobre as demais atividades contaminantes. Esse estudo será retomado nos itens posteriores desse relatório.

É necessário destacar que essa classificação é relativa e considera apenas os efluentes oriundos diretamente por via hídrica, portanto não estão sendo considerados os aportes atmosféricos.



<b>Metais</b>	<b>Cd</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Pb</b>	<b>Cr</b>	<b>Mn</b>
<b>Indústria de Fertilizantes</b>	XXX*	X	X	O	XX	X
<b>Efluentes Cloacais.</b>	X	XX	XXX	XX	X	X
<b>Refinaria de Petróleo</b>	O	O	X	X	O	X
<b>Indústria de Alimentos</b>	O	X	X	X	O	X

Tab. 2 – Principais efluentes e suas contribuições relativas em alguns elementos traços metálicos no estuário da Lagoa dos Patos.

O - Desprezível

X – Pequeno

XX – Médio

XXX – Alto

\* Residual

Considerando-se a região estuarial como um todo, não se observa um padrão único de variação sazonal dos metais. Estudos ainda não totalmente concluídos mostram que em períodos de estiagem (normalmente durante o verão) pode-se detectar um aumento de alguns metais nos sedimentos dos canais do Porto Novo e Superporto. Esse processo é atribuído ao pequeno aporte de partículas sedimentares originárias da bacia versante mais pobres em alguns metais, o que possibilitaria o enriquecimento localizado de alguns metais. O exame desse problema é ainda muito preliminar merecendo uma análise mais profunda.

### **Considerações sobre as fontes de metais e fases de associação com os sedimentos**

Zn, Pb, Li, Cd, As e Ag, em algumas amostras, apresentaram razões metal/Al maiores que aquelas encontradas para o material da crosta terrestre, sugerindo que elas possam ter sido enriquecidas antropogenicamente. Entretanto, este enriquecimento é quase exclusivamente observado em amostras que possuem baixa salinidade, refletindo o aporte de água doce para o estuário, como fonte de metais associados ao material em suspensão. A partir destes estudos, evidenciaram-se os significativos acréscimos nas concentrações de cobre e prata, sugerindo que ambos metais possuem origem

semelhante, possivelmente associada com as atividades de mineração desenvolvidas no Rio Camaquã.

A grande amplitude de variação dos dados apresentados salienta a instabilidade Hidroquímica do sistema estuarino da Lagoa dos Patos, o que fica evidenciado pelas variações de salinidade, em curto espaço de tempo. Esta instabilidade é gerada pelas intensas e bruscas variações na ocorrência dos regimes de enchentes e vazantes do estuário.

A riqueza de nutrientes no estuário não tem sua principal origem nos aportes da Lagoa dos Patos (Niencheski e Windom, 1994), parecendo ser devida a combinação dos dois fatores: (i) aos intensos aportes antropogênicos, tanto em termos de efluentes domésticos sem tratamento, como industriais (Almeida et al., 1994), principalmente a partir de indústrias de fertilizantes, localizadas às margens da cidade do Rio Grande, e (ii) a ressuspensão dos sedimentos, liberando para a coluna d'água, a água intersticial, rica em constituintes químicos, originados da remineralização bêntica da matéria orgânica natural e antropogênica, abundante, principalmente, nas áreas marginais à cidade (Baumgarten et al., 1995), que assim, em regime de vazante, contribuem para o aumento das concentrações no eixo do estuário e, como consequência, para a zona costeira.

Apesar da ressuspensão dos sedimentos contribuir naturalmente para o aumento da concentração de metais nas suspensões, a principal fonte para o eixo central da região estuarina, ao contrário dos nutrientes, provem a partir dos aportes antropogênicos, oriundos da bacia de drenagem da Lagoa dos Patos (Niencheski et al., 1994).

Os efluentes da cidade do Rio Grande parecem funcionar como fontes pontuais e esporádicas de metais ao meio, cujas concentrações são também influenciadas pela intensa hidrodinâmica local, que gera uma repentina diluição, processo bem evidenciado pela presença de picos de concentrações de metais, seguindo por desaparecimento, em curto espaço de tempo (Baumgarten, 1987).

Os dados apresentados salientam que as enseadas marginais possuem características químicas distintas entre si, em função das diversificadas cargas e distinta qualidade dos efluentes que cada um recebe, sendo essas bem mais impactadas do que as zonas de canais. Portanto, é necessário que cada um dos ambientes hídricos, enfocados neste estudo, seja tratado de forma distinta quanto aos

mecanismos de manejo de seu uso, preservação e conservação.

Salienta-se também, a necessidade de intensificar as avaliações das concentrações de alguns constituintes da água como fenóis, óleos, graxas e hidrocarbonetos totais, os quais são mais diretamente influenciados pelas atividades portuárias.

A área marginal ao redor da cidade do Rio Grande está bem estudada, devendo-se entretanto intensificar-se mais os estudos restritamente nas áreas portuárias. Quanto ao estuário em si, a sua região central também já está intensamente estudada em termos hidroquímicos. Entretanto as suas margens e baixios, como exemplo a Coroa de Dona Mariana, foram mais intensamente avaliadas.

## **4.2.2 CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA DO SISTEMA AMBIENTAL DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS, OS IMPACTOS AMBIENTAIS E SEUS DETERMINANTES.**

### **4.2.2.1 PLÂNCTON**

(Responsável: Dra. Mônica Montú)

#### **FITOPLÂNCTON**

Nestes últimos anos numerosos trabalhos sobre fitoplâncton tem sido desenvolvidos no estuário da Lagoa dos Patos. Neste relatório foram utilizados os dados de diversos autores (especificada autoria depois de cada citação) que trabalharam na área a partir de 1976. O estuário da Lagoa dos Patos é considerado uma área de alta produção primária (Kantin e Baumgarten, 1982) onde os ventos e a penetração de massas de água são os principais fatores que favorecem a distribuição espacial e temporal do fitoplâncton (Odebrecht et al; 1988).

Nos anexos encontram-se a localização das estações estudadas durante as diferentes campanhas no estuário da Lagoa dos Patos.

Na tabela 1 consta a lista de espécies de fitoplâncton encontrado na Lagoa dos Patos.

**Tab. 1 Lista de espécies de fitoplâncton encontradas no Saco da Mangueira e no Canal de acesso. (Fonte: Bergesch, 1990 e Persich, 1993).**

**DIATOMÁCEAS**

<i>Amphora sp.</i>	<i>Melosira moniliformes</i>
<i>Amphiprora sp.</i>	<i>Melosira nummuloides</i>
<i>Asterionella japonica</i>	<i>Melosira octogona</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Nitzschia "complexo"seriata .</i>
<i>Aulacosira distans</i>	<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing)
<i>Aulacosira granulata</i>	<i>Nitzschia closterium</i> (Ehrenberg)
<i>Bacillaria paradoxa</i>	<i>Nitzschia longissima</i> (Bréb)
<i>Bacillaria paxillifer</i>	<i>Odontella sinensis</i> (Greville)
<i>Bacteriastrum sp.</i>	<i>Odontella mobiliensis</i> (Bail.)
<i>Ceraulalina bergonii</i>	<i>Odontella rombus</i> (Ehr.)
<i>Cerataulina daemon</i>	<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg)
<i>Chaetoceros atlanticus</i>	<i>Pleurosira sp.</i>
<i>Chaetoceros subtilis</i>	<i>Pleurosira laevis</i>
<i>Chaetoceros sp.</i>	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>
<i>Cocconeis sp.</i>	<i>Rhizosolenia fragilima</i>
<i>Coscinodiscus sp.</i>	<i>Rhizosolenia hebetata</i>
<i>Coscinodiscus concinnus</i>	<i>Rhizosolenia setigera</i> forma pungens
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
<i>Cylindrotheca closterium</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
<i>Detonula pumila</i>	<i>Skeletonema subsalsum</i>
<i>Diploneis sp.</i>	<i>Skeletonema tropicum</i>
<i>Dytilum brightweli</i>	<i>Stephanopyxis turris</i>
<i>Gyrosigma sp.</i>	<i>Surirella spp.</i>
<i>Grammatophora sp.</i>	<i>Synedra tabulata</i>
<i>Hyalodiscus scoticus .</i>	<i>Synedra spp.</i>
<i>Lauderia annulata</i>	<i>Terpsinoe americana</i>
<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
<i>Licmophora sp.</i>	<i>Thalassiotrix frauenfeldii</i>
<i>Melosira granulata</i>	<i>Thalassiotrix mediterranea .</i>
	<i>Thalassiosira spp.</i>

*Triceratium favus*

### **DINOFÍCEAS**

*Dynophysis spp.*

*Ceratium spp.*

*Ebria spp.*

*Noctiluca scintillans*

*Peridinium quinquecorne*

*Prorocentrum minimum*

### **CIANOFÍCEAS**

*Anabaena sp.*

*Aphanocapsa sp.*

*Aphanotece sp.*

*Chroococcus sp.*

*Lyngbya spp.*

*Merismopedia sp.*

*Microcystis aeruginosa*

*Nodularia sp.*

*Oscillatoria sp.*

*Xenococcus sp.*

### **CLOROFÍCEAS**

*Scenedesmus spp.*

### **CRISOFÍCEAS**

*Dictyocha fibula*

### **EUGLENOFÍCEAS**

*Euglena spp.*

*Phacus sp.*

### **CILIADOS**

*Favela spp.*

*Mesodinium rubrum*

*Strombidium spp.*

*Tintinnopsis sp.*

### **DINOFLAGELADOS**

*Ceratium furca*

*C. tripos*

*Dinophysis Candata*

*D. acuminata*

*Scripsiella sp.*

*Gymnodinium splendens*

*Polykrikos sp.*

*Notiluca scintilans*

*Proto-peridinium spp.*

### **SILICOFLAGELADO**

*Dictyocha fibula*

O ciclo anual da biomassa do fitoplâncton do estuário da Lagoa dos Patos é regulado principalmente pela concentração de nutrientes nitrogenados e circulação de água, ressuspensão do fundo, disponibilidade luminosa, pasteio, poluição do ambiente que determinam os diversos padrões observados.

Persich (1993) comparando os valores médios de diferentes parâmetros através dos anos encontrou grande concentração de nutrientes nitrogenados e fosfato no Saco da Mangueira sendo o dobro ou triplo de outros ambientes. Os elementos nitrogenados e fosfatos provém dos compostos usados como adubos e detergentes. Dos silicatos, a concentração, é semelhante a encontrada no Canal e perto da Ilha dos Marinheiros.

Apesar da diminuição do número de indústrias verificada nos últimos anos, os valores médios de nutrientes nitrogenados aumentaram de 13,8 a 17,5 vezes, devido a um aumento 3 vezes maior nos efluentes domésticos. Foi encontrada uma correlação positiva entre as concentrações de amônia e fosfato na entrada do Saco da Mangueira, o que constitui mais uma evidência da ação das indústrias de fertilizantes as quais despejam entre outros compostos amônia e fosfato. Estes compostos devido a seu maior tempo de residência nas áreas rasas ocasiona uma maior concentração de matéria orgânica.

No Saco da Mangueira a concentração de COP atingiu 13,3 mg l<sup>-1</sup> (Persich, 1990) enquanto no Saco do Arraial variou de 4,3 mg l<sup>-1</sup> em 1988/89 (Proença, 1990); de 5,7 mg l<sup>-1</sup> em 1988/89 (Abreu, 1992) e de 5,3 mg. l<sup>-1</sup> em 1990/91 (Bergesch et al., 1995)

Um aumento no teor de nutrientes nitrogenados e de fosfato altera a estrutura da composição de espécies do fitoplâncton. Aparece uma maior proporção de flagelados com relação as diatomáceas. Este aumento influi sobre as relações tróficas. Os flagelados são um alimento que não proporciona muita energia aos organismos herbívoros já as diatomáceas são de grande importância para a alimentação de espécies zooplanctônicas e peixes. A eutrofização de um ambiente influencia as populações planctônicas.

Ao longo do tempo foram observados aumentos na concentração de flagelados n Saco da Mangueira. Charpy e Calvo (1978) encontraram um máximo de 7,8.100<sup>5</sup> cel. l<sup>-1</sup> em inverno com salinidades de 3,7‰, já em 1990/91 Persich encontrou altos valores do dinoflagelado *Peridinium quinquecorne* (10 e 10<sup>5</sup> cel. l<sup>-1</sup>) e o ciliado *Mesodinium*

*rubrum* ( $2,5 \cdot 10^5$  células.  $l^{-1}$ ) e *Prorocentrum minimum* ( $1,3 \cdot 10^6$  cel.  $l^{-1}$ ) todos com aparições esporádicas.

Mônadas e flagelados foram abundantes durante todo o período sendo a concentração máxima de  $2 \cdot 10^7$  cel.  $l^{-1}$ , sempre em baixas salinidades.

*Prorocentrum minimum* ( $3,4 \cdot 10^6$  cel  $l^{-1}$ ) aumentou em relação a 1978. Esta espécie é considerada produtora potencial de uma toxina chamada venerupina de estrutura desconhecida, que causou a morte por envenenamento de 114 pessoas no Japão em 1942 (Traunbenberg e Lasus, 1991).

O organismo *Mesodinium rubrum*, ciliado autotrófico, é formador de maré vermelha, foi encontrado durante todo o período de 1989/90 sendo sua concentração máxima de  $4,3 \cdot 10^5$  cel  $l^{-1}$  (Abreu, 1992).

A concentração máxima de *Mesodinium rubrum* foi praticamente o dobro das observadas em outros ambientes do estuário da Lagoa dos Patos ( $9e+3$  conc. celular em julho de 1991) mas suas florações não pareceram ser tóxicas para outros organismos (Lindholm et al. 1988)

As florações de *Skeletonema* ocorridas na primavera de 1991 provocaram altas concentrações de clorofila a.

Bergesch et al. (1995) estudando as microalgas do plancton e do bentos de uma estação fixa na área estuarina rasa, ao sul do Saco do Arraial, próximo a cidade do Rio Grande e Ilha dos Marinheiros, encontraram que as concentrações de clorofila a e COP (Carbono Orgânico Particulado) no sedimento, foram aproximadamente três ordens de grandeza maiores do que na coluna de água. A concentração de clorofila a na água apresentou valores mais altos em primavera e início do verão e menores em outono e inverno, variando entre 0,0004 e 0.0234  $ug/cm^3$ . Sendo estes valores maiores durante o inverno no sedimento e menores na primavera, variando entre 12.72 e 45.13  $ug/cm^3$ . Encontraram uma correlação positiva entre os ventos Sul-Sudoeste-Oeste e os valores do COP na água, mostrando sua influência no processo de ressuspensão do sedimento. O sedimento da área amostrada é constituído principalmente pela fração areia e deposição de material fino (Calliari et al, 1977).

Os resultados obtidos sobre a interação entre o fitoplâncton do sedimento-coluna de água demonstram: a) que a baixa salinidade e baixa intensidade luminosa favorecem uma maior interação e os dois compartimentos funcionam como um único sistema; e b) que a alta salinidade e alta intensidade luminosa fazem que aqueles funcionem mais



independentemente, com alta biomassa e densidade celular de espécies neríticas.

A entrada de água salgada e irradiância favorece o desenvolvimento de um fitoplâncton de composição florística diferente da comunidade bentônica.

Mathiensen (1996) estudou a composição e quantificação das cianobactérias do estuário da Lagoa dos Patos. As aparições de freqüentes florações de *Microcystis aeruginosa* levaram a desenvolver um estudo mais aprofundado. A biomassa das cianobactérias foi estimada pelas quantidades de clorofila *a* determinada. Embora o fitoplâncton do estuário esteja composto por diversas classes como Chlorophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, as variações da cianobactérias neste período foram idênticas as variações da clorofila *a*.

Considerando os nutrientes a relação N/P foi baixa, entre 20:1 e 10:1, favorecendo a aparição das florações. Nas estações consideradas neste estudo, Torotama, Marambaia e Barra os valores foram mais baixos que em áreas mais próximas a desembocadura de São Gonçalo (Yunes et al, 1996 e Matthiensen, 1996) onde predominava a água doce (Fig. 3 ).

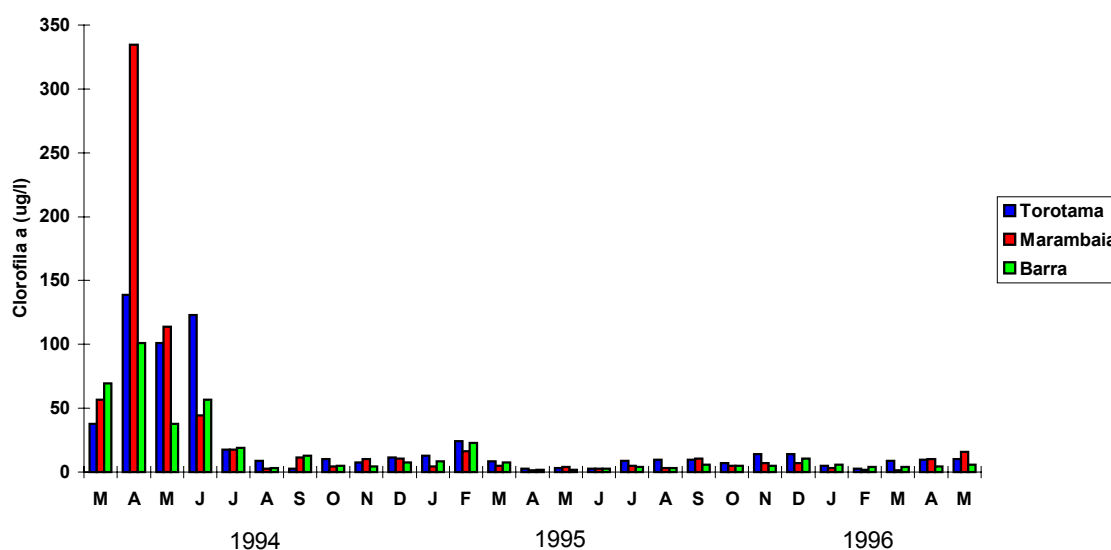


Figura 3: Variação da clorofila - a em três estações localizadas no Canal e próximo à cidade de Rio Grande durante o período março/1994 - maio/1996 (fonte: Yunes et al.,1996).

As colônias são comumente observadas durante todo o ano e as florações estão associadas a temperaturas próximas a 25°C, pH 8.00 e a razão N: P próxima a 13, baixa salinidade e disponibilidade de compostos nitrogenados e fosfatos. Testes de toxicidade (DL 50 - 24 hs) realizados em camundongos com os extratos das florações de *M. aeruginosa* demonstraram que concentrações celulares de toxinas atingiram valores > a 1,0 ug. mg-l p.s e DL50 - 24 hs menores que 100 ug.kg-l p.c.

Diversas variantes da toxina microcistina foram encontradas sendo MC-LR e MC-FR as principais. Atingiram também as estações Torotama e Marambaia e Barra e afetaram a Praia do Cassino (Tabs 2 e 3).

Tab. 2. Toxicidade dos blooms de *Microcystis aeruginosa* para datas e locais diferentes da Lagoa dos Patos, dados comparativos de cultivos em laboratório e purificação da toxina Microcistina -LR (usada como material de referência). As amostras foram coletadas durante um programa de monitoramento de 30 meses para o estuário da Lagoa dos Patos (Fonte: Yunes et al; 1996).

<i>Estação</i>	<i>Data</i>	<i>Toxicidade</i> <i>24h LD50</i> <i>(mg.kg<sup>-1</sup>)<sup>1</sup></i>	<i>Toxicidade</i> <i>18h-LC50</i> <i>(mg.ml<sup>-1</sup>)<sup>2</sup></i>	<i>Concentração de</i> <i>Microcistina (µg.mg<sup>-1</sup>)<sup>3</sup></i>
<i>Corrientes</i>	06/03/94	65.8	n.t. <sup>4</sup>	n.t.
<i>Margens Feitoria</i>	06/03/94	32.0	n.t.	n.t.
<i>Yacht Club</i>	17/03/94	n.t.	8.09	0.622
<i>S.J. Norte</i>	17/03/94	n.t.	6.70	0.380
<i>Canal Molhes</i>	20/03/94	n.t.	14.65	0.044
<i>Ponte Franceses</i>	28/03/94	n.t.	6.06	0.444
<i>Regatas Club</i>	28/03/94	n.t.	17.50	0.500
<i>Porteiras</i>	24/05/94	250.0	27.36	0.034
<i>Feitoria</i>	24/05/94	176.8	14.16	0.359
<i>próx. S. Gonçalves</i>	24/05/94	353.6	19.68	n.d.5
<i>Canal Torotama</i>		101.5	8.07	0.560
<i>Coroa dos Patos</i>	24/05/94		43.96	n.d.
<i>Ponta do Retiro</i>	24/05/94		n.t.	0.270
<i>próx. Barra Falsa</i>		44.4		0.437
<i>Praia Cassino</i>	27/05/94		0.90	0.281
<i>Saco Mangueira</i>		n.t.	21.91	0.157
<i>Feitoria</i>	20/12/94	57.4	n.t.	0.161
	20/12/94	n.t.	n.t.	
<i>Marambaia</i>	20/12/94	35.4		0.858
<i>Yacht Club</i>	20/12/94		n.t.	0.469
<i>Barra</i>		35.4	0.70	1.121
<i>Nascimento Norte</i>	10/01/95	n.t.	n.t.	0.276
	19/02/95	n.t.	7.60	
<i>Torotama</i>	13/11/95	n.t.	n.t.	0.822

(Continuação da tabela 2 )

<b>Estação</b>	<b>Data</b>	<b>Toxicidade 24h</b>		<b>Concentração de</b>
		<b>LD50</b> <b>(mg.kg<sup>-1</sup>)<sup>1</sup></b>	<b>LC50</b> <b>(mg.ml<sup>-1</sup>)<sup>2</sup></b>	<b>Microcistina</b> <b>(µg.mg<sup>-1</sup>)<sup>3</sup></b>
<b>Marambaia</b>	13/11/95	n.t.	n.t.	0.336
<b>Barra</b>	14/11/95		n.t.	0.946
<b>Feitoria</b>	14/11/95	n.t.	n.t.	0.338
<b>Farolete</b>	14/11/95	n.t.	n.t.	0.926
<b>Banco Dona</b>	27/02/96	67.0	5.70	0.346
<b>Maria</b>				

Tab. 3. Concentração da toxina Microcistina nas águas do estuário ( Yacht Club e Nascimento Norte), Costa do Atlântico Sul (Praia do Cassino) e do meio da Lagoa dos Patos (Barra Falsa) durante blooms de verão de *Microcystis aeruginosa* em 1994, 1995 e 1996 (Fonte: Yunes et. al, 1996).

	<b>Data</b>	<b>MC-FR</b>	<b>Outros</b>	<b>TOTAL</b>
	20/12/94	0.9		0.9
<b>Yacht Club</b>		1.0		1.0
<b>Yacht Club</b>	20/12/94			0.5
<b>Yacht Club</b>	20/12/94	0.6		0.6
<b>Praia do Cassino</b>	15/12/94	0.5		0.5
<b>Praia do Cassino</b>	15/12/94	0.8		0.8
<b>Praia do Cassino</b>		0.6		0.6
<b>Nascimento Norte</b>	10/02/95	217.0	63.0	
<b>Nascimento Norte</b>	10/02/95	228.0	61.0	289.0
<b>Barra Falsa</b>			41.6	41.6
<b>Barra Falsa</b>	27/02/96		44.1	

Segundo Abreu (1987) e Proença (1990) o estuário da Lagoa dos Patos é um ambiente eutrófico e eutrofizador das regiões adjacentes. Quando ocorre uma floração algal a transparência da água, o gosto e o odor estão alterados produzindo mortalidade de organismos causada pela diminuição de oxigênio na superfície ou pela ação das toxinas

das algas (Torgan, 1989). Este estudo foi desenvolvido entre novembro de 1994 e julho de 1995.

As Cianofíceas podem produzir 2 tipos de biotoxinas: neurotoxinas que atuam sobre o sistema nervoso dos vertebrados superiores causando a morte em poucos minutos devido a paralisia dos músculos respiratórios e as hepatotoxinas que lhes danificam o fígado levando a morte em poucas horas até alguns dias. (Volterra, 1993; Carmichael, 1994)

As espécies de *Anabaena*, *Aphanizomenon* e *Oscillatoria* produzem neurotoxinas. *Microcystis aeruginosa* produz a hepatotoxina mais comum: a microcistina.

Os copépodos são pouco afetados pelas florações de cianobactérias devido pois são seletivos na sua alimentação e possuem quimiosensores que ajudam na seleção do alimento.

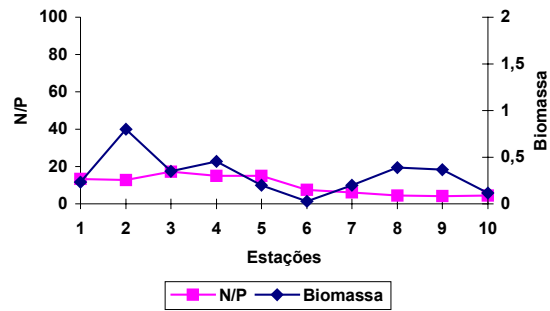
Em experimentos realizados com o Cladocera *Daphnia pulex* observaram-se inibição de síntese de produtos reprodutivos e morte (Reinikainen et al, 1995).

Alguns flagelados, ciliados e amebas podem preda as cianobactérias e degradar florações tóxicas de *Microcystis* (Inamori et al, 1987; Canter et al, 1990). Mas a pastagens por invertebrados aquáticos e muito reduzida em comparação com o que sofrem outras algas.

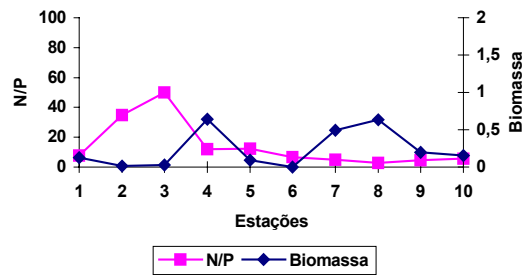
Além das algas tóxicas citadas, Odebrecht e Abreu (1995) encontraram no estuário uma Raphidophyceae, *Chattonella* sp, provavelmente *C. antiqua*, formadora de maré vermelha. Casos de mortalidade de moluscos no estuário foram associados a ação de algas tóxicas (Garcia et al., 1994 e Odebrecht et al., 1995).

De Lorenzo (1995) estudando a relação dos nutrientes e dos fatores ambientais na ocorrência de cianobactérias ao redor da cidade de Rio Grande encontrou florações de *Aphanotece* sp durante todo o período de outubro de 1993 a setembro de 1994 mostrando estar influenciadas pela relação N/P diretamente e indiretamente pela salinidade. Altos valores de fósforo (baixa relação N/P) determinaram maiores valores de biomassa nas margens do Saco da Mangueira. Na área próxima ao principal esgoto da cidade as médias se aproximaram a zero devido a altas concentrações dos nutrientes (Figs. 2 - Apêndice C - e 4). A eutrofização das águas próximas a cidade do Rio Grande apresentaram valores mais altos que os registrados por Baumgarten et al., durante o mesmo ano de 1995.

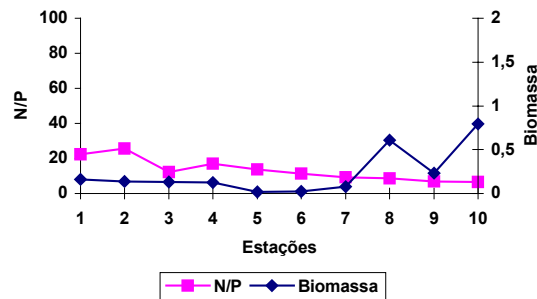
### PRIMAVERA



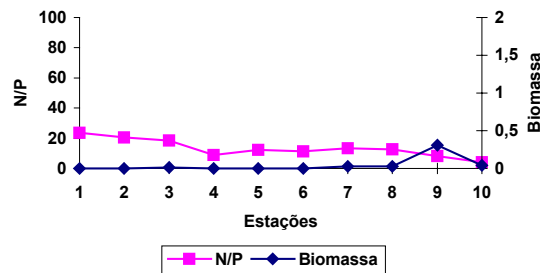
### VERÃO



### OUTONO



### INVERNO



## ZOOPLÂNCTON

O estuário da Lagoa dos Patos é um ambiente com uma alta hidrodinâmica, com períodos alternados de enchente e vazante onde os ventos jogam um papel decisivo neste intercâmbio. Longos períodos de vazante acontecem geralmente durante o inverno provocados por intensas chuvas alternadas com enchentes que penetram no estuário até aproximadamente a altura de São Lourenço do Sul.

Durante as vazantes espécies holoplanctônicas e pleustônicas de água doce chegam a região sul do estuário e se misturam com as holoplanctônicas e meroplanctônicas de águas mixohalinas do estuário propriamente dito. Somente as espécies mais tolerantes a grandes variações de salinidades permanecem e conseguem reproduzirem-se formando novas populações de origem local. Estas populações somadas às larvas meroplanctônicas de origem bêntica podem ser consideradas de grande utilidade para estudos de monitoramento da área.

Para a realização deste estudo foram utilizados dados de zooplâncton provenientes das Campanhas Projeto Lagoa I, dez/76 - fev/78; CEDIC-FURG (Companhia Estadual de Desenvolvimento Industrial e Fundação Universidade do Rio Grande), fev/78 - jul/78; Projeto Lagoa II, dez/87 - dez/88; Projeto Cunha Salina, abr/95 - abr/96; SUPRG I (ago/96) e SUPRG II (jan/97). (Montú, 1978, 1980; Montú e Gloeden, 1982, 1986).

## METODOLOGIA

Foram utilizados dados de 377 amostras localizadas em áreas próximas a cidade do Rio Grande, Saco da Mangueira e Canal de Acesso ( Figs.1, 2 e 3- Apêndice C). Para a determinação das espécies foram realizadas dissecção e coloração das partes diagnósticas, contagem de alíquotas equivalentes a 20 % das amostras em câmaras de Dollfus e Bogorov.

Foram determinadas as densidades dos org./m<sup>-3</sup> e por espécies.

A riqueza de espécies foi calculada utilizando-se o Índice “D” de Margalef (1958):

$$D = \frac{S - 1}{\ln N}$$

onde S é o número de espécies e N é o número de indivíduos.

O Índice de Diversidade utilizado foi o de Shannon-Wiener (1948):

$$H' = - \sum_{i=1}^s (\rho_i \cdot \log_2 \rho_i)$$

onde  $s$  é o número total de espécies e  $\rho_i$  é a proporção do número da espécie  $i$  ( $n_i$ ) para o número total de indivíduos ( $N$ ), ou seja  $\rho_i = n_i / N$ .

Os valores deste índice aumentam com o número de espécies na comunidade. Para comunidades biológicas não excede de 5.

Nas amostras obtidas das campanhas I e II da SUPRG foi determinada a biomassa do seston e expressos seus resultados em peso úmido/m<sup>3</sup>. Foi avaliada a fração > 140 µm, por diferença de pesos dos filtros. Para pesagem foi utilizada balança de precisão Sartorius com valores expressos até quatro casas decimais.

As amostras foram coletadas com redes cilindro-cônicas de 30 cm de boca e 140 µm de abertura de malha providas de fluxômetro, acompanhadas com dados de temperatura, salinidade e pH.

A avaliação do estado de saúde dos organismos foi feita por observação direta, coloração e dissecção das partes afetadas. Foi utilizado corante vital para identificar os organismos vivos antes da fixação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tab. I, constam as espécies encontradas durante as campanhas selecionadas.

Tabela I

ESPÉCIES	Projeto Lagoa Nov/76-Fev/78	Projeto CEDI C	Projeto Lagoa II	Projeto Cunha Salina	Projeto SUPRG I	Projeto SUPRG II
ROTIFERA			+			
MEDUSAS	+	+	+	+		
Hydroida	+					
SIPHONOPHORA						
Stephanomia bijuga	+		+	+		



Enneagonum hyalinum	+	+	+			
CTENOPHORA		+				
POLYCHAETA			+			
Sedentaria (larvas)	+	+				
<b>Enapteris euchaeta</b>	+					
CHAETOGNATHA						
<b>Sagitta tenuis</b>	+	+	+	+	+	+
<b>Sagitta enflata</b>	+					
PHORONIDA (larvas)	+					
ECHINODERMATA (larvas)	+	+				
MOLLUSCA (larvas)			+	+		+
CLADOCERA			+			
<b>Pleopis polyphemoides</b>	+			+	+	
<i>Podon intermedius</i>	+			+		
<i>Evadne nordmanni</i>				+		
<i>Penilia avirostris</i>	+	+				+
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	+			+		
<b>Diaphanosoma brevireme</b>				+		
<i>Diaphanosoma sarsi</i>	+					
ESPÉCIES	Projeto Lagoa Nov/76- Fev/78	Projeto Lagoa I CEDI C	Projeto Lagoa II	Projeto Cunha Salina	Projeto SUPRG I	Projeto SUPRG II
<b>Diaphanosoma fluviatilis</b>				+		
<i>Pseudosida bidentata</i>	+					
<i>Moina micrura</i>	+			+		
<i>Daphnia ambigua</i>	+			+		
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	+					

<i>Rigaudi</i>						
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> <i>cornuta</i>	+					
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	+					
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	+			+		
<i>Macrothrix laticornis</i>	+					
<i>Ilyocryptus spinifer</i>	+			+		
<i>Simocephalus serrulatus</i>	+			+		+
<i>Simocephalus vetulus</i>	+					+
<i>Scapholeberis spinifera</i>	+			+		
<i>Eubosmina tubiscen</i>	+			+	+	
<i>Bosminopsis deitersi</i>	+					
<i>Eurycercus lamellatus</i>	+					
<i>Camptocercus australis</i>	+			+		
<i>Kurzia latissima</i>	+			+		
<i>Alona striata</i>	+					
<i>Alona costata</i>	+					
<i>Alona dentifera</i>	+					
<i>Alona diaphana</i>	+					
<i>Alona davidi</i>	+					
<i>Alona monacantha</i>	+			+		
<i>Biapertura verrucosa</i>	+					
<i>Biapertura karua</i>	+					
<i>Pleuroxus similis</i>	+					
<i>Euryalona orientalis</i>	+					
ESPÉCIES	Projeto Lagoa Nov/76- Fev/78	Projet o CEDI C	Projeto Lagoa II	Projeto Cunha Salina	Projeto SUPRG I	Projeto SUPRG II
<i>Graptoleberis</i> <i>testudinaria</i>	+			+		
<i>Dunhevedia odontoplax</i>	+					

<i>Chydorus pubescens</i>	+					
<i>Chydorus sphaericus</i>	+			+		
<i>Chydorus eurinotus</i>	+					
<i>Chydorus faviformis</i>	+					
<i>Echinisca triserialis</i>				+		
<i>Leydigia sp</i>				+		
COPEPODA						
<b>Pseudodiaptomus acutus</b>	+					
<i>Pseudodiaptomus richardi</i>	+		+		+	+
<i>Notodiaptomus incompositus</i>	+	+	+		+	
<i>Notodiaptomus amazonicus</i>	+					
<i>Eucalanus pileatus</i>	+			+		+
<i>Eucalanus sewelli</i>	+		+	+		
<i>Paracalanus parvus</i>	+	+	+		+	
<i>Paracalanus aculeatus</i>	+		+			
<i>Paracalanus quasimodo</i>						+
<i>Paracalanus crassirostris</i>						+
<i>Ctenocalanus vanus</i>	+	+		+		
<i>Centropages velificatus</i>	+	+	+			+
<i>Centropages brachiatus</i>	+					
<i>Acartia tonsa</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Acartia clausi</i>	+					
<i>Acartia lilljeborgi</i>						+
<i>Labidocera fluviatilis</i>	+	+				
<i>Temora stylifera</i>	+	+	+			
<i>Temora turbinata</i>						
ESPÉCIES	Projeto Lagoa	Projeto Lagoa I	Projeto Lagoa II	Projeto Cunha	Projeto SUPRG	Projeto SUPRG II

	Nov/76- Fev/78	CEDI C		Salina	I	
<b>Paracandacia simplex</b>	+					
<i>Corycaeus amazonicus</i>	+	+	+	+		+
<i>Corycaeus giesbrechti</i>	+					+
<i>Oithona ovalis</i>	+		+			
<i>Oithona nana</i>	+					+
<i>Oithona similis</i>	+					
<i>Oithona plumifera</i>	+				+	
<i>Sapphirina sp</i>		+				
<i>Oncaea conifera</i>	+	+	+			
<i>Oncaea media</i>	+	+				
<i>Ergasilus euripedesi</i>	+					
<i>Hemicyclops sp.</i>			+	+	+	+
<i>Macrocyclus ater</i>	+	+				
<i>Mesocyclops longisetus</i>			+	+		
<i>Mesocyclops annulatus</i>	+					
<i>Mesocyclops meridianus</i>	+					
<i>Macrocyclus albidus</i>	+					
<i>Metacyclops mendocinus</i>	+			+		
<i>Eucyclops ensifer</i>	+			+		
<i>Euterpina acutifrons</i>	+	+	+			+
<i>Clytemnestra rostrata</i>	+	+				
<i>Microsetella rosea</i>	+					
<b>CIRRIPIEDIA</b>						
<i>Balanus improvisus</i> (nauplios e cipris)	+	+	+		+	+
<b>AMPHIPODA</b>	+	+				
<b>EUPHAUSIACEA</b> (furciliás)	+					
<b>MYSIDACEA</b>						
<i>Mysidopsis tortonesei</i>	+	+	+			

ESPÉCIES	Projeto Lagoa Nov/76- Fev/78	Projeto CEDI C	Projeto Lagoa II	Projeto Cunha Salina	Projeto SUPRG I	Projeto SUPRG II
<i>Neomysis americana</i>				+	+	
<i>Promysis atlantica</i>				+		
<i>Metamysidopsis munda</i>				+		
CUMACEA	+					
DECAPODA			+			
<i>Lucifer faxoni</i>		+				
<i>Anomura (larvas)</i>	+	+				
<i>Brachyura (larvas)</i>	+	+	+	+		+
<i>Callinectes sapidus (larvas)</i>	+					
<i>Chasmagnathus granulata (larvas)</i>	+					
APENDICULARIAS						
<i>Oikopleura dioica</i>		+	+		+	+

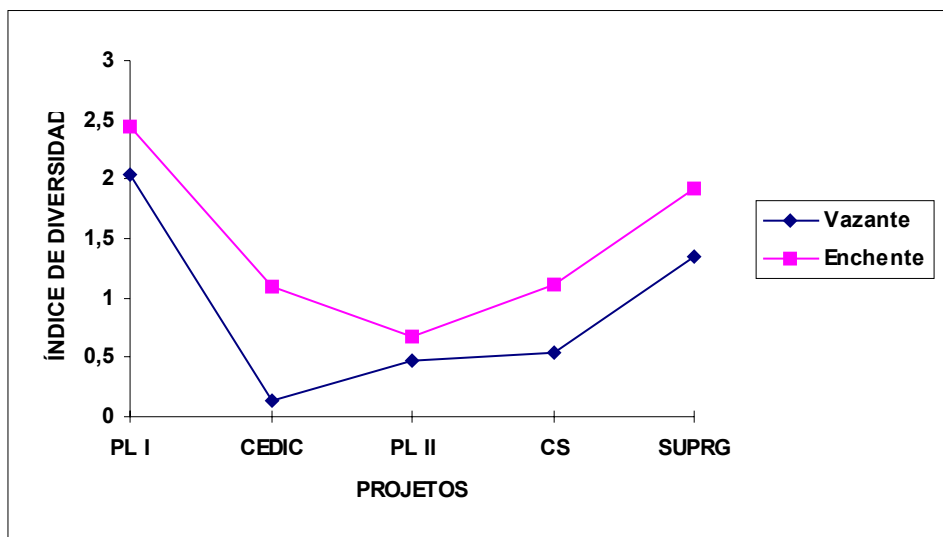
Considerando a composição zooplancônica obtidas durante as diferentes campanhas, foram encontradas diferenças (Tab. 2).

Tabela II – Número de espécies encontradas em cada campanha de amostragem

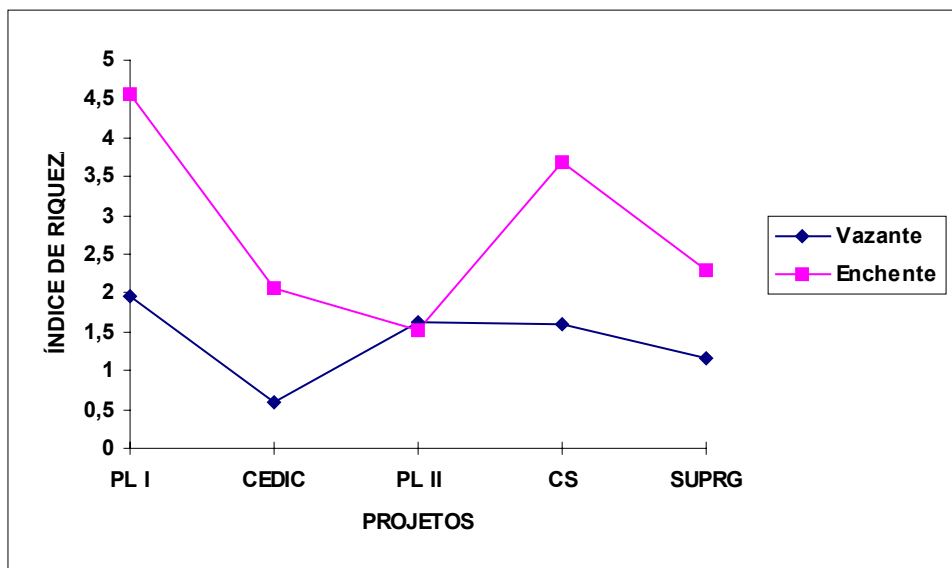
PROJETOS	GRUPOS	ESPÉCIES MARINHAS	ESPÉCIES DE ÁGUA DOCE	ESPÉCIES ESTUARINAS
<b>LAGOA I</b>	15	30	13	3
<b>CEDIC</b>	12	22	3	3
<b>LAGOA II</b>	10	17	4	3
<b>CUNHA SALINA</b>	12	28	11	3
<b>SUPRG I E II</b>	10	21	4	3

Comparando o número de espécies, diversidade e riqueza das campanhas estudadas foram encontradas variações.

Os valores máximos calculados dos índices de diversidade referem-se ao Projeto Lagoa I e SUPRG I e II, caracterizados pela alta dominância de *Acartia tonsa* e larvas de Cirripedia. (fig. 4).



( a )



( b )

Figura 4: Variações do índice de diversidade (a) e a riqueza de espécies (b), calculados para as campanhas dos projetos Lagoa I, CEDIC, Lagoa II, Cunha Salina e SUPRG, durante os períodos de vazante e enchente no estuário da Lagoa dos Patos.

Os índices de riqueza (Fig. 4 B) mais elevados foram detectados durante os períodos de enchente, onde algumas das espécies de água doce mais tolerantes a aumentos de salinidade permanecem e se somam às de origem marinha que entram no estuário.

Quanto ao zooplâncton marinho, a entrada das espécies no estuário depende das massas de água que interatuam na plataforma. Algumas, como por exemplo, *Sagitta enflata*, *Acartia lilljeborgi* e *Temora turbinata*, entram no estuário quando existe dominância da Corrente do Brasil; *Ctenocalanus vanus*, *Oncaea conifera*, *Evadne nordmanni* e *Pleopis polyphemoides*, quando a região apresenta influência da Corrente das Malvinas.

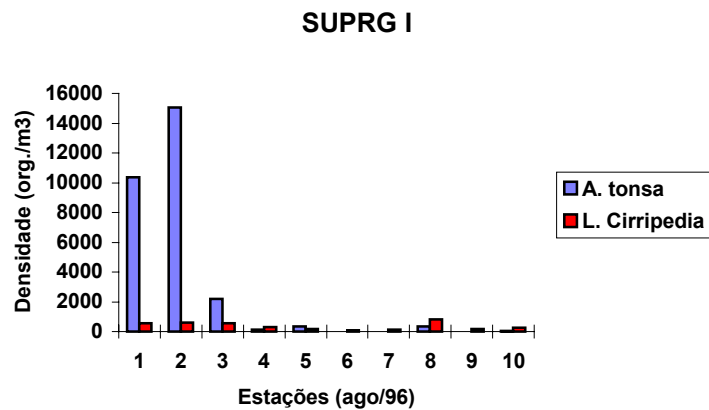
Durante todas as campanhas estudadas, nos períodos de vazante as espécies dominantes foram *Notodiaptomus incompositus* e *Pseudodiaptomus richardi*, espécies de copépodos ciclopóides e cladóceros de água doce.

Nos períodos de mixohalinização, no início a dominância é de *Notodiaptomus incompositus* seguida no período seguinte de *Acartia tonsa* e, ao aumentar a salinidade, os Cirripedia se tornam dominantes e *A. tonsa* co-dominante. Durante as Campanhas do Projeto Cunha Salina predominaram os períodos de água doce. As espécies marinhas ficaram limitadas à estação da Barra e somente durante o mês de dezembro atingiram a estação Torotama. O ano de 1995 se caracterizou por ser um ano de intensa pluviosidade provocando contínuas vazantes no estuário.

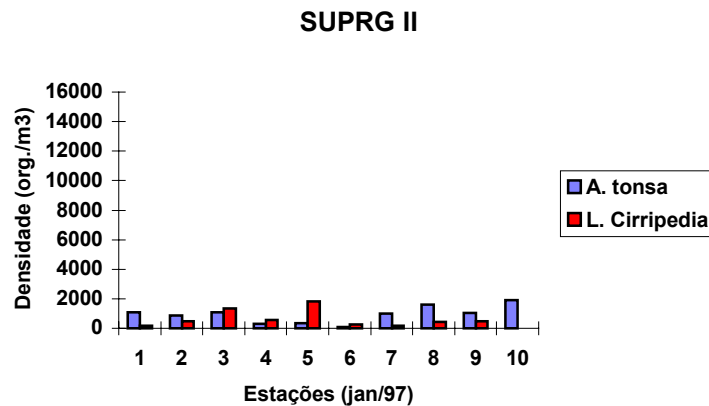
As análises das amostras coletadas no Saco da Mangueira e áreas rasas durante os anos de 1976 a 1979 mostram estas áreas como locais de concentração de copepoditos e larvas de Cirripedia. Nas amostras coletadas entre os anos de 1993 e 1997, a densidade das espécies assim como das larvas meroplânctônicas e, especialmente dos cirripédios, diminuíram. Os valores máximos de Cirripedia durante os períodos de mixohalinização e enchente oscilaram de 12.743/m<sup>3</sup> no Projeto Lagoa I; no Projeto CEDIC, no Saco da Mangueira, o máximo de 32.680/m<sup>3</sup> e no Canal, 1.013/m<sup>3</sup>; 221.174/m<sup>3</sup> no Projeto Lagoa II; 3.853/m<sup>3</sup> no Projeto Cunha Salina; no Projeto

SUPRG I,  $1.751 /m^3$  e II,  $128/m^3$ . Todas as larvas consideradas correspondem a espécie *Balanus improvisus*.

Analisando os resultados obtidos durante as Campanhas SUPRG I e II, foram observadas variações da densidade das duas espécies mais importante para monitoramento: *Acartia tonsa* e larvas de Cirripedia (fig. 5 A e B).



( a )



( b )

Figura 5: Variações de densidade de *Acartia tonsa* e larvas de *Cirripedia* nas estações do Projeto SUPRG I, agosto/96 (a), e SUPRG II, janeiro/97 (b).



Na fig. 5 (a), observa-se que *Acartia tonsa* atinge altos valores de org./m<sup>3</sup> nas duas primeiras estações localizadas nas proximidades do Rio Grande durante o período de vazante/início de mixohalinização. As densidades das larvas de Cirripedia atingem um máximo na estação 8.

Na fig.5 (b), estão expressas as variações das mesmas espécies durante um período de enchente (janeiro de 1997). Observa-se que os maiores valores se concentram nas estações 3 e 5, em áreas protegidas, devido a dinâmica da circulação.

Torres (1995) estudando a influência da hidrodinâmica na distribuição e abundância de larvas de Cirripedia no canal do estuário da Lagoa dos Patos durante o período março/junho/92 encontrou alta densidade de larvas durante o mês de março diminuindo gradativamente os náuplios até o mês de maio e as cipris até o final do período.

Chama a atenção a diminuição da densidade de larvas encontradas no estuário considerando os períodos de vazante e enchente, sendo que a época de reprodução se realiza durante a primavera e verão coincidindo com as enchentes do estuário. Durante as vazantes, esta espécie desaparece apesar de possuir uma alta tolerância à diminuição de salinidade.

O adulto de *Balanus improvisus* se alimenta de material em suspensão podendo desta maneira ingerir metais pesados junto com a água e o sedimento. O cádmio, cobre, zinco e chumbo dissolvidos se associam ao material em suspensão. Estes metais podem ter seus teores naturais do ambiente modificados por descargas e aportes de resíduos de refinarias e outras indústrias (Martin et al., 1976).

Baumgarten e Niechenski (1990) encontraram que *Balanus improvisus* é uma espécie adequada como bioindicador de poluição por cobre, chumbo e manganês sendo que as partes moles destes organismos bioacumulam cobre e chumbo e suas concentrações refletem melhor o conteúdo das suspensões do ambiente. Para o manganês as concentrações das carapaças são mais adequadas.(Tab. III e IV) Estes metais atuam sobre os cirripédios adultos reduzindo os níveis de reprodução. A diminuição das larvas no estuário poderia ser devida, entre outras causas, a ação destes metais.

Tab III . Valores médios das concentrações dos metais dissolvidos, associados às suspensões e bio-acumulados pelo *Balanus improvisus* (nos organismos inteiros, carapaças e partes moles) para a parte sul do Estuário da Lagoa dos Patos,

considerando-se em conjunto os resultados das 5 estações de amostragens localizadas na entrada do Saco da Mangueira, S. do Justino, Canal (Superporto), Feitoria, durante o período de set./83-março/85 (tomado de Baumgarten, 1987).

Metais associados às suspensões		( $\mu\text{g.g}^{-1}$ , peso seco)
Cd: 2,46		Cu: 42,76
Zn: 271,20		Mn: 1482,14
Pb: 73,80		Fe: 4422,00
Metais dissolvidos (d)		$\text{mg.l}^{-1}$ ou $\mu\text{g.g}^{-1}$
Cdd: 0,002		Cud: 0,009
Znd: 0,044		
Pbd: 0,013		Fed: 0,075

Tabela IV - Metais acumulados pelo *Balanus improvisus* ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ , peso seco) (considerou-se os 4 tempos de fixação conjuntamente: 30, 60, 90 e 120 dias).

Organismos inteiros	Carapaças	Partes moles
<b>Cd = 5,06</b>	Cd = 4,72	Cd = 4,10
<b>Zn = 55,26</b>	Zn = 20,71	Zn = 615,26
<b>Pb = 51,20</b>	Pb = 46,79	Pb = 30,13
<b>Cu = 8,61</b>	Cu = 6,30	Cu = 27,44
<b>Mn = 663,61</b>	Mn = 585,46	Mn = 199,53
<b>Fe = 725,46</b>	Fe = 392,50	Fe = 3603,04

A aparição de espécies de água doce depende dos aportes dos rios e arroios e está relacionado com as chuvas e a intensidade das vazantes. Normalmente estas espécies se concentram na parte superior do estuário. Quando o fluxo é grande chegam até as proximidades da Ponta dos Pescadores e sua permanência no estuário depende da

salinidade. Algumas das espécies estão associadas à vegetação flutuante ou submersa (hábito pleustônico) e são arrastadas para o estuário.

As espécies do gênero *Diaphanosoma* se mantêm no estuário em águas com pouca matéria orgânica em suspensão e sua aparição nas amostras indica tratar-se de águas não poluídas.

Somente as espécies permanentes podem ser consideradas para monitoramento da área. Entram dentro deste grupo os copépodos *Acartia tonsa*, *Notodiaptomus incompositus*, *Paracalanus parvus* e, principalmente, as larvas de Cirripedia.

### BIOMASSA ZOOPLANCTÔNICA (peso úmido)

# Em campanhas anteriores às da SUPRG I e II não foram realizados estudos de biomassa devido ao alto conteúdo de matéria orgânica e florações de algas, comuns no estuário. Nestas duas últimas campanhas optou-se pela determinação de biomassa do seston numa tentativa de obter dados confiáveis para correlação com as densidades. A biomassa do seston (fração > 140 $\mu$ m da Campanha SUPRG I apresentou valores entre 0,7243 g/m<sup>3</sup> na estação 10 (Barra) e 15,86 g/m<sup>3</sup> na estação 6 (Porto Novo). Tanto na estação 1 como na 5 e 6 as amostras apresentaram alto conteúdo de lodo e areia em suspensão. Durante a Campanha SUPRG II, os valores oscilaram 0,6030 g/m<sup>3</sup> e 13,6872 g/m<sup>3</sup>. Neste período em todas as estações foram observadas florações de *Microcystis sp.* Os principais componentes de todas as amostras eram matéria orgânica em decomposição, cianofíceas e areia. De modo algum estes método pode ser considerado adequado para estuários e que reflita confiavelmente os valores de biomassa zooplanctônica por peso úmido neste tipo de ambiente.

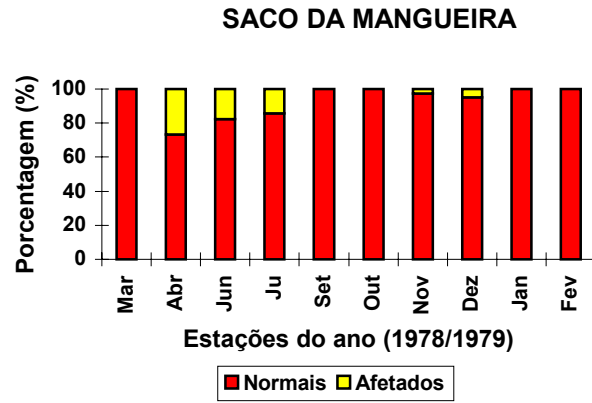
### ESTADO DE SAÚDE DAS ESPÉCIES E ALTERAÇÕES NA MORFOLOGIA

Nas amostras das diferentes campanhas foi detectada a presença de organismos zooplanctônicos anormais, com alterações morfológicas especialmente *Acartia tonsa* que é a espécie dominante. No material coletado durante o Projeto CEDIC essas alterações consistiam em prolapsos intestinais tanto em machos como em fêmeas (fig. 6), ruptura de

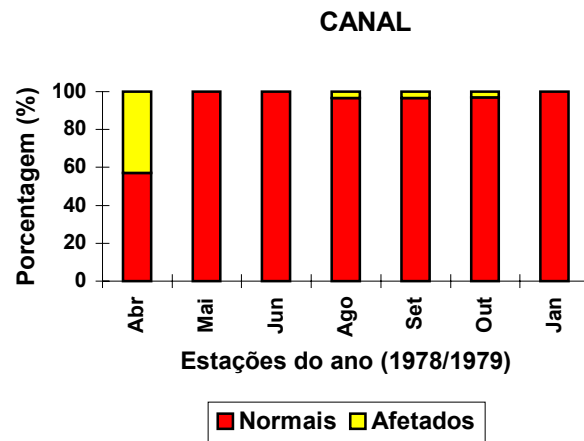
quitina entre segmentos da carapaça, especialmente entre a cabeça e 1º segmento torácico e entre outros segmentos torácicos, seguida de extrusão de material celular em machos e fêmeas (fig. 7). e presença de intersexes. A Pata 5 das fêmeas e dos machos são diferentes e a morfologia dela tem um caráter diagnóstico não só do sexo como da espécie. Foram encontradas fêmeas adultas com patas correspondentes a estádios larvais IV e V de machos (Figs. 8 e 9)

Nas amostras do Projeto Cunha Salina foram encontrados exemplares de *Acartia tonsa*, *Paracalanus parvus* e *Notodiaptomus incompositus* em áreas próximas a cidade do Rio Grande (Estação Torotama) parasitados com fungos e colônias de flagelados (10 % de *A. tonsa* afetadas) e nas coletadas durante o Projeto SUPRG I, exemplares destas mesmas espécies com ruptura de quitina no cefalotórax na altura da articulação da cabeça com os segmentos torácicos e também organismos parasitados com fungos e colônias de flagelados. Todos estes foram encontrados nas estações 2 (em frente a Pescal) e 5 (Porto Novo). (Figs. 10, 11, 12 e 13)

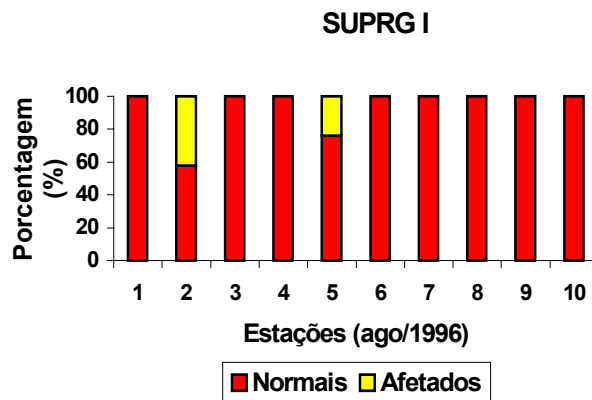
Na Fig. 14 está representada a porcentagem de organismos afetados tanto no Saco da Mangueira como no Canal (CEDIC) no período 78/79 e SUPRG, agosto de 1996.



( a )



( b )



( c )

Figura 14: Porcentagem dos organismos zooplantônicos afetados coletados durante as campanhas dos projetos CEDIC (Saco da Mangueira e canal de acesso), e SUPRG I (a, b, e c, respectivamente).

As altas porcentagens encontradas nos meses de abril, junho e julho no Saco da Mangueira e em agosto de 1996 nas estações 2 e 5 correspondem a períodos de vazante e início de mixohalinização. Aparentemente, este fenômeno está agudizado nas áreas rasas dos sacos e áreas protegidas como no Porto Novo, quando entra maior volume de água. No período de vazante estes organismos são arrastados para o Canal e exportados para a plataforma.

Todas estas malformações sugerem problemas crônicos de poluição e exposição contínua das populações aos poluentes.

Provavelmente, metais pesados, hidrocarbonetos e compostos fenólicos seriam causadores da aparição de indivíduos intersexes, ruptura de quitina e prolapsos intestinais.

De acordo com Kantin et al. (1980) o fenol atua coagulando as proteínas e as membranas celulares de natureza lipoprotéica e, poderiam explicar em parte, as anomalias referentes a saída do protoplasma e evaginação do intestino.

O fitoplâncton e o zooplâncton assimilam rapidamente os metais pesados a partir da água, alimento e sedimentos (Balogh, 1988).

O zooplâncton facilita a remoção dos metais pesados por concentrá-los na matéria fecal que se deposita no fundo ou é transportado na coluna d'água e redistribuído no bentos (Bryan, 1976).

Em geral, a resposta dos organismos à ação dos metais pesados são mudanças na fisiologia, reprodução e desenvolvimento (Kennish, 1992). A contínua exposição dos organismos estuarinos à níveis elevados ocasiona respostas patológicas como inflamação ou degeneração dos tecidos, dificuldade na regeneração dos tecidos afetados e distúrbios genéticos (Capuzzo et al, 1985).

Patas similares a de machos adultos não totalmente desenvolvidas foram encontradas também por Cattley (1948) em *Pseudocalanus elongatus* Boeck, parasitadas por *Blastodinium contortum hyalinum* Chatton provocando inversão de sexo e mostrando uma fêmea madura mas estéril. A pata ficou em estadio V de desenvolvimento. Ele encontrou também fêmeas com espermatóforos aderidos.

Indivíduos com características de ambos os sexos tem sido reportados em *Undinula vulgaris* por Sewell 1932, *Labidocera bipinnata* por Shen e Bai em 1956 e *Calanus hyperboreus* por Conover em 1965.

Vários autores atribuíram a diferentes substâncias químicas liberadas no ambiente esta reversão sexual (Kinne, 1953; Mednikov, 1961 e Conover, 1965, entre outros) mas os mecanismos atuantes eram desconhecidos.

Outros autores atribuem estas reversões à mutações dos genes provocados por infestação parasitária. Um indivíduo mutante pode transmitir esses caracteres à sua progênie.

A aparição de patas rudimentares em indivíduos adultos foram atribuídos a fatores ambientais por Williams e Wallace (1975).

O parasitismo com fungos e colônias de flagelados seria favorecido pelo alto grau de eutrofização de algumas áreas, especialmente as rasas, próximas a cidade de Rio Grande e a saída de efluentes domésticos. A atividade portuária relacionada com o transporte e transferência de cargas de navios aos terminais de containers, especialmente de grãos e fertilizantes, derrame de óleos e petróleo cru, resíduos orgânicos provenientes de indústrias de pescadao, contribuem ativamente para a eutrofização do estuário.

Dois grandes problemas são observados no ambiente aquático relacionados com a qualidade da água. Um é a eutrofização e o outro é a poluição por metais pesados. Estes poluentes provém de indústrias, herbicidas e pesticidas, descargas domésticas e resíduos de óleos e petróleo. Estes poluentes interatuam com a eutrofização normal dificultando a identificação dos processos de origem natural com os produzidos pela ação humana (Vollenweider, 1992).

**BIBLIOGRAFIA**

- \_ Abreu, P.CO.V. 1987. Variações temporais de Biomassa fitoplanctônica (Clorofila a) e relações com fatores abióticos no Canal de Acesso ao estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil) Tese de Mestrado. Universidade do Rio Grande, 107p.
- \_ Abreu, P.C.O.V. 1992. Phytoplankton production and the microbial food web on the Patos Lagoon Estuary, Southern Brazil. Universität Breanen. Tese de Doutorado, 100 p.
- \_ Balogh, K.V. 1988. Comparision of mussels and crustacean plankton to monitor heavy metal pollution. Water Air Soil Pollut., 37:281.
- \_ Bryan, G.W. 1976. Heavy metal contamination in the sea. In “Marine Pollution”, (Johnston R. Ed.) Academic Press, London.
- \_ Baumgarten, M.G.Z e L.F. Niencheski. 1990. Avaliação da capacidade bioindicadora de *Balanus improvisus* para os metais chumbo, cobre e manganês presentes no estuário da Lagoa dos Patos (RS - Brasil) Atlântica, Rio Grande, 12 (2): 5-19.
- \_ Baumgarten, M.G.Z.; L.F.H., Niencheski e K. Kuroshima. 1995. Qualidade química das águas estuarinas que margeiam a cidade do Rio Grande (RS). Atlântica (no prelo).
- \_ Bergesch, M.; P.C.O.U. Abreu & C. Odebrecht.1995. Microalgas do estuário da Lagoa dos Patos: Interação entre o sedimento e a coluna de água. In “Estrutura, Funcionamento e Manejo de Ecossistemas”. Oecologia Brasiliensis, I: 273-289.
- \_ Calliari, L.J; G. Grip e H. Vieira. 1977. características sedimentológicas do segundo perfil de bentos - Lagoa dos Patos, parte sul. Atlântica, Rio Grande, 2: 63-82.
- \_ Canter, H.M.; S.I. Heaney and J. W.G. Lund. 1990. The ecological significance of Grazing on Planctonic populations of Cyanobacteria by the ciliate *Massula*. New Phytol., 114: 247-263.



- \_ Capuzzo, J.M.; V.V. Burt; I.W. Duedall; P.K. Park and D.R. Kester. 1985. The impact of waste disposal in nearshore environment. In "Wastes in the Ocean", John Wiley and Sons E., New York, 6:3.
- \_ Carmichael, W.W. 1994. The toxins of cyanobacteria. *Sci. Amer.*, 270 (1).
- \_ Convênio Cedec/FURG. 1978. Relatório final. Zooplâncton: 104-139 pp.
- \_ Costa, N.R.; R. Kantin; L.F. Niencheski; J.R. Batista e M.G.Z. Baumgarten. 1982. Estudo da poluição orgânica nas águas que rodeiam a cidade do Rio Grande. *Engenharia Sanitária*, Rio de Janeiro, 21 (2): 222-231.
- \_ Charpy, L e I.S. Calvo. 1978. Fitoplâncton do Saco da Mangueira e Canal de acesso ao estuário da Lagoa dos Patos. Relatório Convênio FURG - Cia Industrial e Comercial (CEDIC) 36-103 p.
- \_ De Lorenzo M. 1995. Relação de nutrientes e de fatores ambientais na ocorrência de cianobactéria *Aphanothece* sp ao redor da cidade do Rio Grande. Departamento de Oceanografia - FURG: 1- 48 pp.
- \_ Garcia, V.M.T., C. Odebrecht e Rorig. 1994. Florações nocivas de fitoplancton na costa brasileira. Taller Regional de Planificanión Científica sobre Florações Algales Nocivas. 15-17 de Junio de 1994. Montevideo. IOC Workshop Report n° 101 - Annex III, 9 -14.
- \_ Inamori, Y. Y. Kuniyasu and S. Rynichi. 1987. Role of the smaller Metazoa in water Purification and sludge reduction. *Japan. J. of wat. Treatm. Biol.* 23 (2): 15-23.
- \_ Kantin, R. e MGZ. Baumgarten. 1982. Observações hidrográficas no estuário da Lagoa dos Patos: Distribuição e flutuação dos Sais Nutrientes. *Atlântica*, Rio Grande, 5: 76-92.
- \_ Kennish, M. J. 1992. Ecology of Estuaries: Anthropogenic Effects. Marine Sciences Series. CRC Press Inc, Florida (E.E.U.U.): 494pp.

- \_ Lindholm, T.P. Lindroos and A.C. Mork. 1988. Ultrastructure of photosynthetic ciliate *Mesodinium rubrum*. *Biosystems*, 21: 141-149.
- \_ Mattiensen, A. 1996. Ocorrência, distribuição e toxicidade de *Microcystis aeruginosa* (Kütz. Emend. Elenkin) no estuário da Lagoa dos Patos. Tese de Mestrado, FURG, Rio Grande (RS) 107 p.
- \_ Montú, M. 1978. Zooplâncton. Relatório CEDIC-FURG. 36-103.
- \_ Montú, M. 1980. Zooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos. I - Estrutura e variações temporais e espaciais da comunidade. *Atlântica*, 4: 53-72.
- \_ Montú, M. e I.M. Gloeden. 1982. Morphological alterations in *Acartia tonsa* (Saco da Mangueira, Lagoa dos Patos, Brasil). *Arq. Biol. Tecnol.*, 25 (3/4): 361-369.
- \_ Montú, M. e I.M. Gloeden. 1986. Atlas dos Cladocera e Copepoda (Crustacea) do estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande, Brasil). *Nerítica*, 1(2): 1-134.
- \_ Odebrecht, C e P.C. Abreu. 1995. Raphidophycean in southern Brazil. In "Harmful Marine Algal Blooms (P. Lassus, G. Atzul; E. Erad, P. gentien, C. Marcaillon. Technique et Documentation. Lavoisier Intercept Ltd. Paris, pag 4.
- \_ Odebrecht, C; Möller, O.O Jr. & L.F.H. Niencheski. 1988. Biomassa e catagorias de Tamanho do fitoplâncton total na Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil (verão de 1986) *Acta Limnol. Brasil*, II: 367-382.
- \_ Persich, G. da R. 1993. Ciclo anual do fitoplâncton e alguns parâmetros abióticos no Saco da Mangueira, estuário da Lagoa dos Patos. Tese de Mestrado, FURG, Rio Grande (RS).
- \_ Proença, L.A.O. 1990. Ciclo anual da produção primária, Biomassa do fitoplâncton e Carbono orgânico particulado em área rasa da porção sul da lagoa dos Patos. Tese de mestrado, FURG, 81 p.

- \_ Reinikainen, M; M. Ketola; Jantunem, M and M. Walls. 1995. Effects of *Microcystis aeruginosa* Exposure and Nutritional Status on the reproduction of *Daphnia pulex*. J. Plank. Res., 17 (2): 431-436.
- \_ Sewell, R.B.S. 1932. Copepoda of Indian Seas. Mem. Indian Mus., 10:1-407.
- \_ Shen, Chai-Jui and Sye-o Bai. 1956. The marine copepoda from the spawning ground of *Pneumatophorus japonicus* (Houttuyn) off Chefoo, China. Acta zool. Sinica, 8:177-234.
- \_ Torgan, L.C. 1989. Floração de algas; composição, causas e conseqüências e Insula, Florianópolis, (19): 15-34.
- \_ Torgan, L.C; Garcia-Baptista, M.; Odebrecht, C.; Möller Jr, O.O. 1995. Distribuição vertical do fitoplâncton na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil (verão, 1986). Acta Limnologica Brasiliensia VII: 67-77.
- \_ Torres, RJ. 1995. Influência da hidrodinâmica na distribuição e abundância de Larvas de Cirripedia no Canal do Estuário da Lagoa dos patos. Monografia. Curso de Oceanografia (FURG): 27 pp.
- \_ Traubenberg, C.R. de and P. Lassus. 1991. Dinoflagellate toxicity: are marine bacteria involved? Evidence from literature Marine Microbial Food Webs, 5 (2): 205-226.
- \_ Vilas Boas, D.F. 1990. "Distribuição e comportamento dos sais nutrientes, elementos maiores e metais pesados na Lagoa dos Patos - RS" . Tese de Mestrado, FURG Rio Grande (RS).
- \_ Vollenweider, R.A.1992. Coastal marine eutrophication: principles and control. In: Marine Coastal Eutrophication. Elsevier Amsterdam-London-New York-Tokyo,: 1-19.
- \_ Volterra, L. 1993. Algal toxicity in freshwater environments. In : Strategies for Lake Ecosystems Beyond 2000", Bernardi, R. de; Pagnotta, R and A. Pugnetti. (Eds). Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 52: 281-299.

\_ Williams, R e M.A. Wallace. 1975. Continuous plankton records: a plankton Atlas of the North Atlantic and North Sea: Supplement 1. - The genus *Clausocalanus* (Crustacea: Copepoda, Calanoida) in 1965. Bull. Mar. Ecol., 8: 167-184.

\_ Yunes, J.S; M.T Suzuki; A.G. Silvera, M. Camargo e V.R. Werner. 1990. Cianobactérias fixadoras de nitrogênio do estuário da Lagoa dos Patos, RS: *Nostoc muscorum*. Ciência e Cultura, 42 (5/6);375-383.

\_ Yunes, J.S.; L.F. Niencheski & G.A. Codd. 1996. The Effect of Nutrient Balance and Physical Factors on the Occurrence, Toxicity and Control of Cyanobacterial Blooms in the Patos Lagoon, Brazil: a Laboratory and Field Study. A Report to The European Economic Community. 57pp.

## **FIGURAS**

**(6 a 13)**

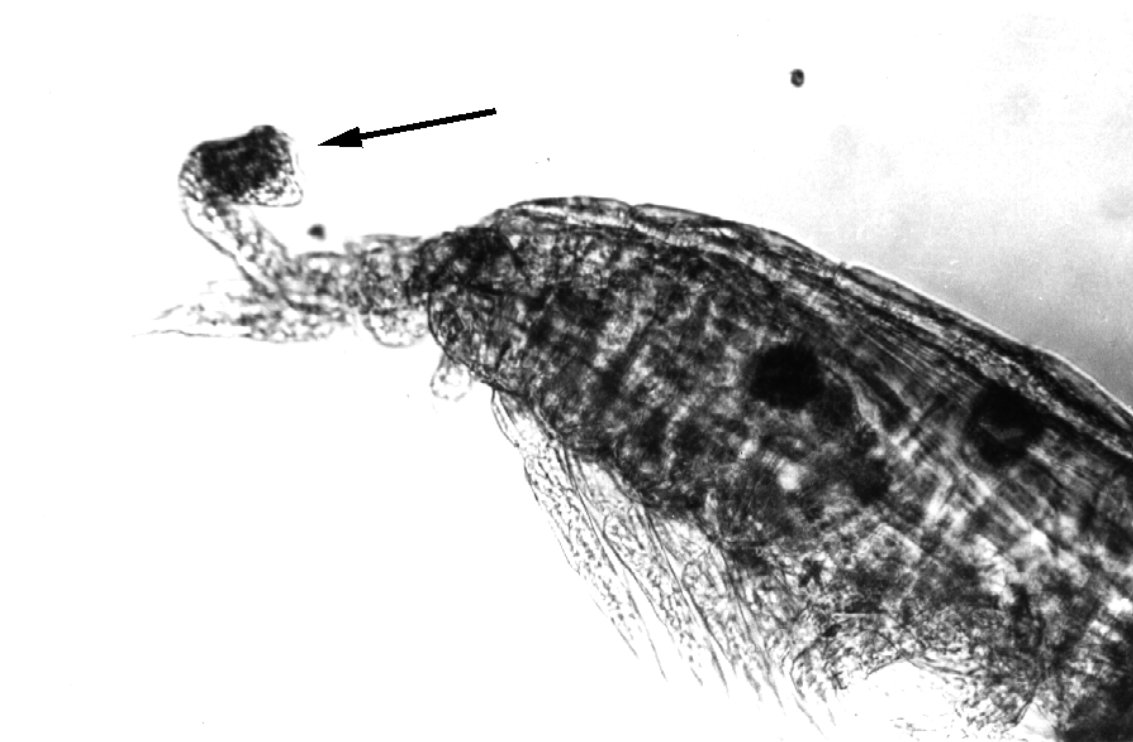
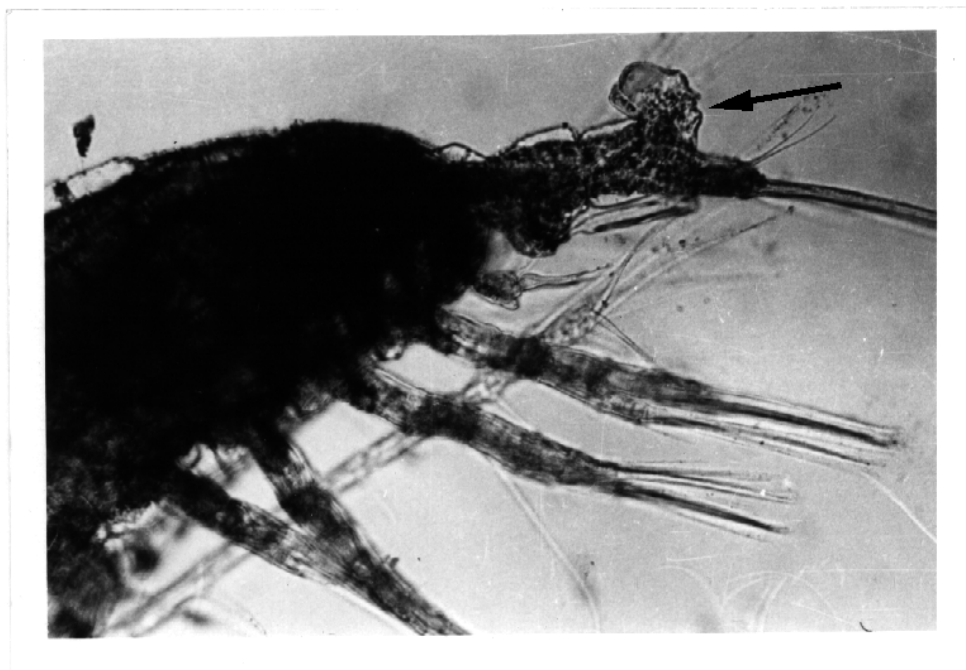


Figura 6: Exemplares de *Acartia tonsa* com prolapsos intestinais coletados durante as campanhas do projeto CEDIC (1978/1979).

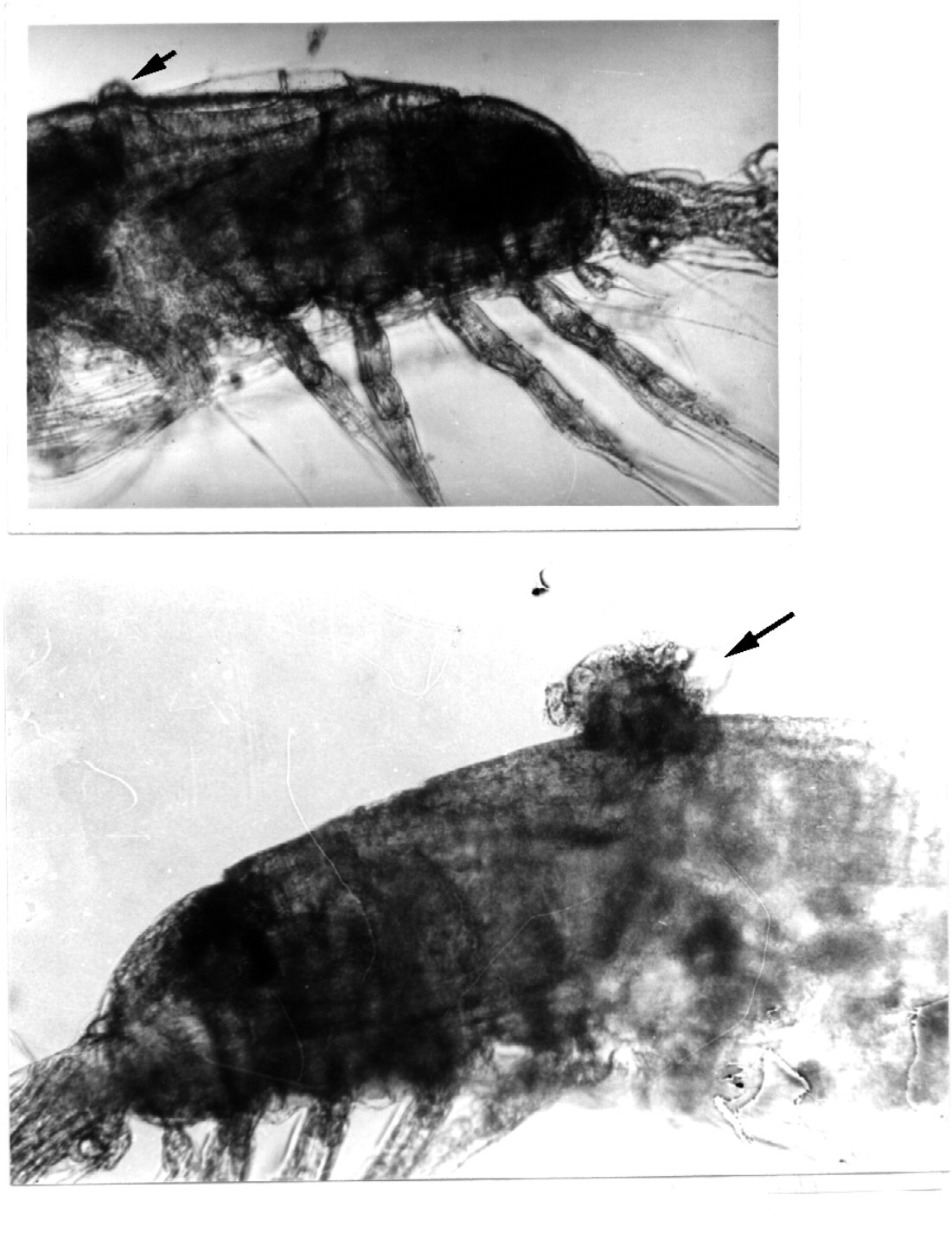


Figura 7: Exemplos de *Acartia tonsa* com rompimento de quitina. Duas formas de extrusões protoplasmáticas com as correspondentes rupturas entre a cabeça e os segmentos torácicos.

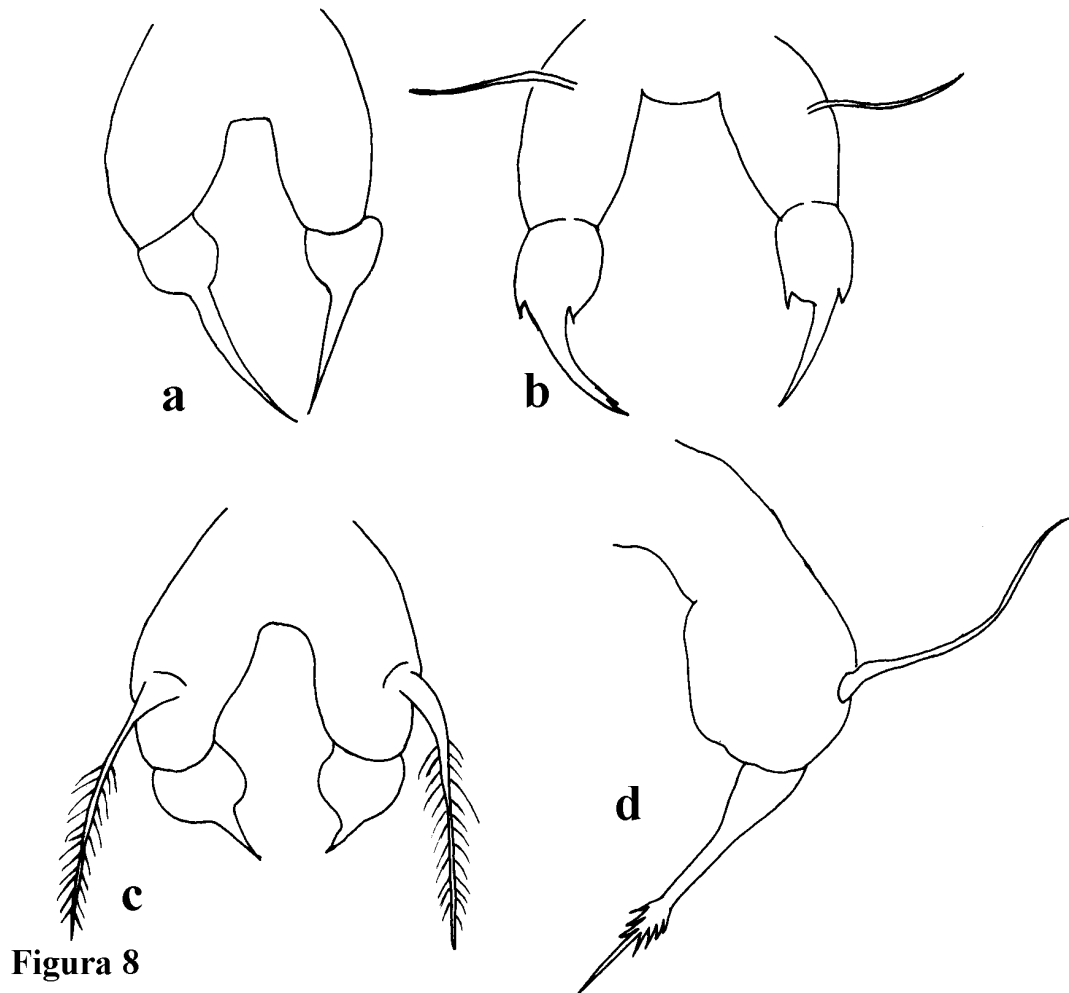


Figura 8: Patas de fêmeas de *Acartia tonsa* observadas. A, b e c- Patas de adultos com estruturas larvais de estágios de copepoditos IV e V; d: Pata de fêmea adulta normal



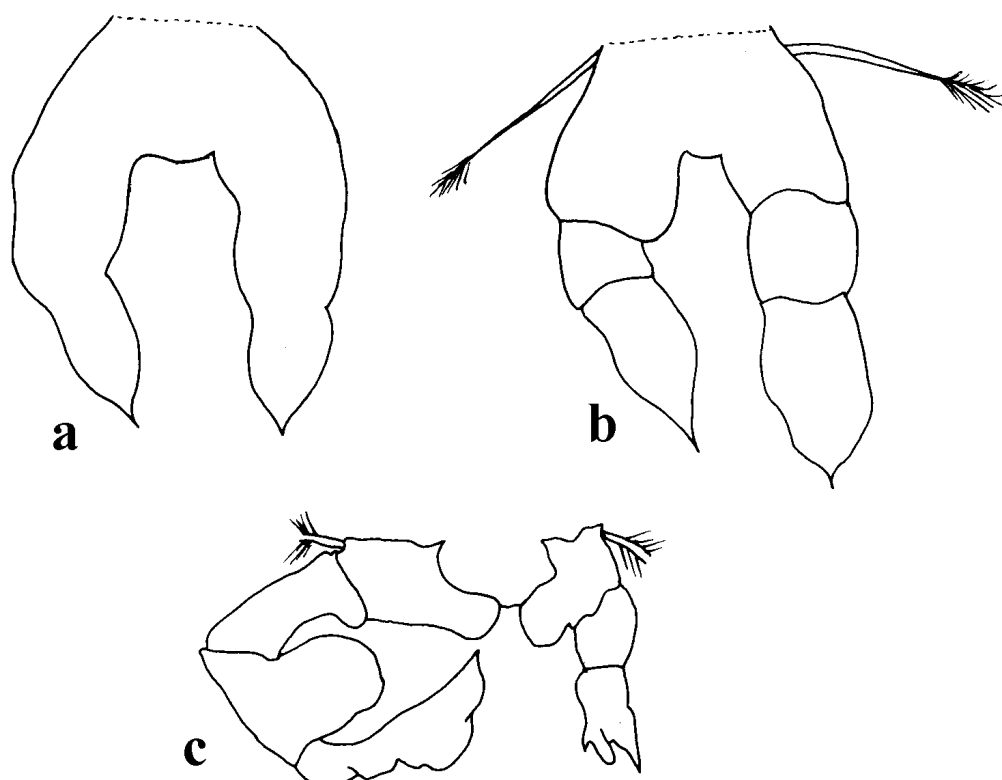


figura 9. Patas de intersexes . (a) e (b) Patas de fêmeas com estrutura própria de estágios de copepoditos machos IV e V; (c) Pata de macho adulto normal.

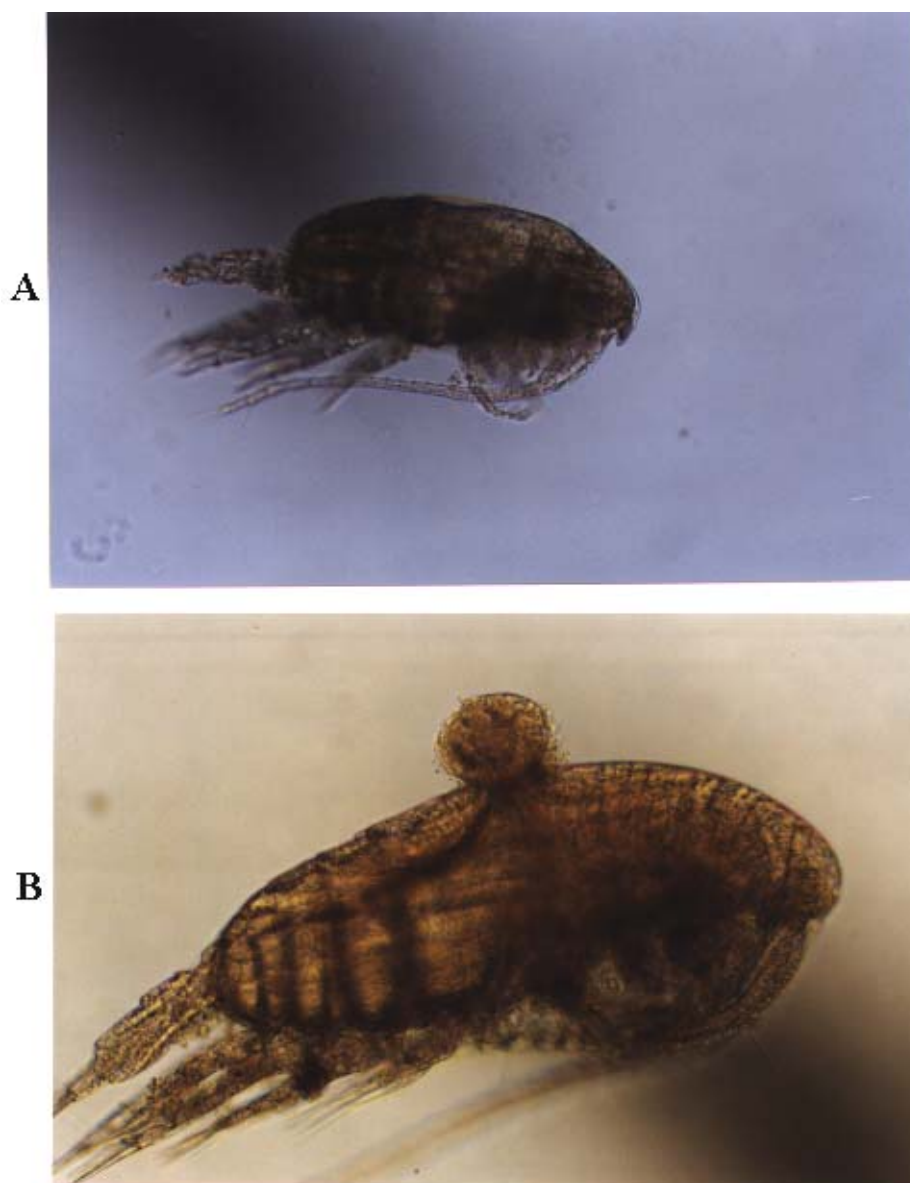


Figura 10 - Exemplos de *Paracalanus parvus*. (a) Indivíduo adulto normal originalmente aumentado 40 vezes. (b) Indivíduo adulto com colônia de fungos na articulação do cefalossoma com o tórax. Aumento original 100X. SUPRG I, agosto/1996, estação 5.

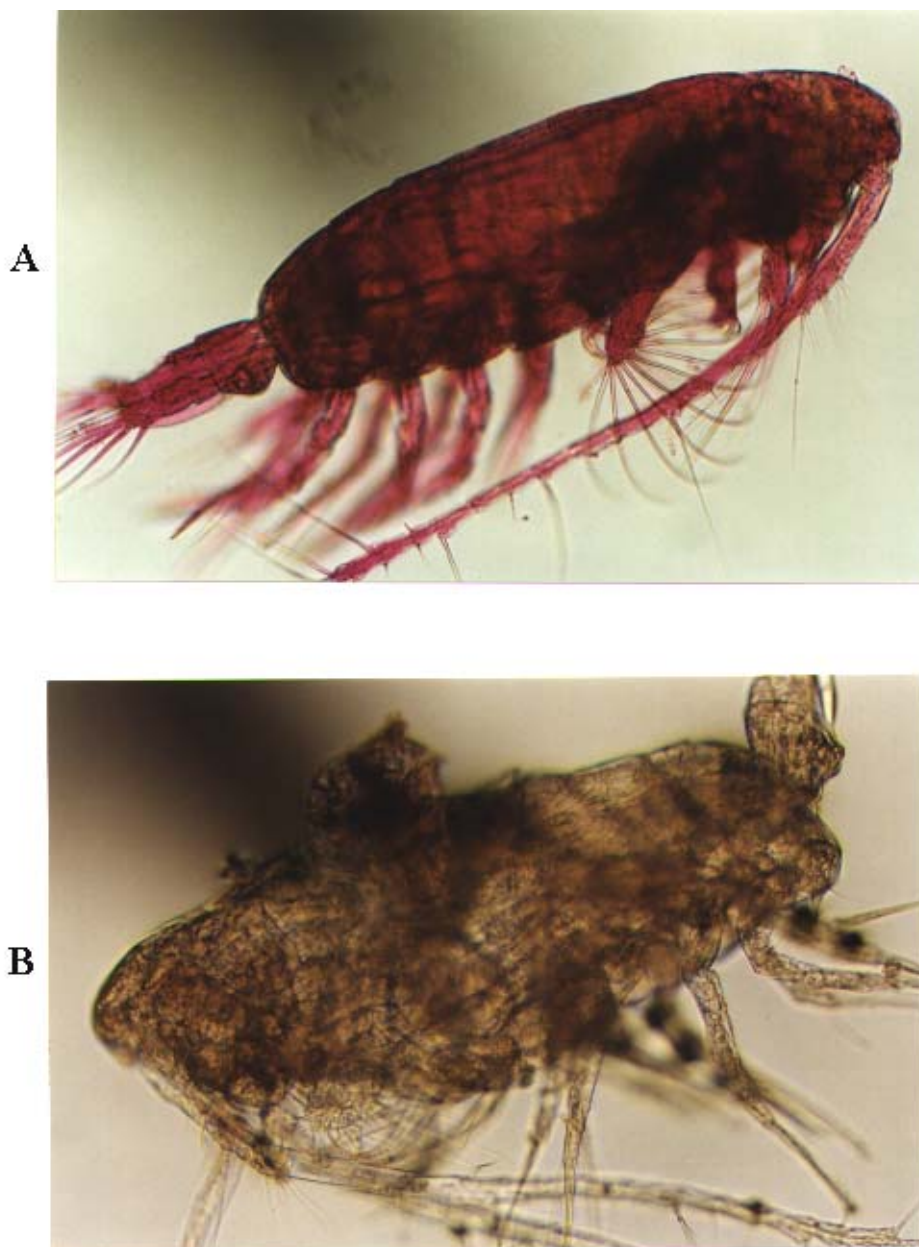


Figura 11. Exemplares de *Acartia tonsa*. (a) Indivíduo adulto normal; (b) Indivíduo adulto parasitado por fungos na região dorsal. Ambos com aumento original de 100 vezes. SUPRG I, agosto/1996, estação 2.

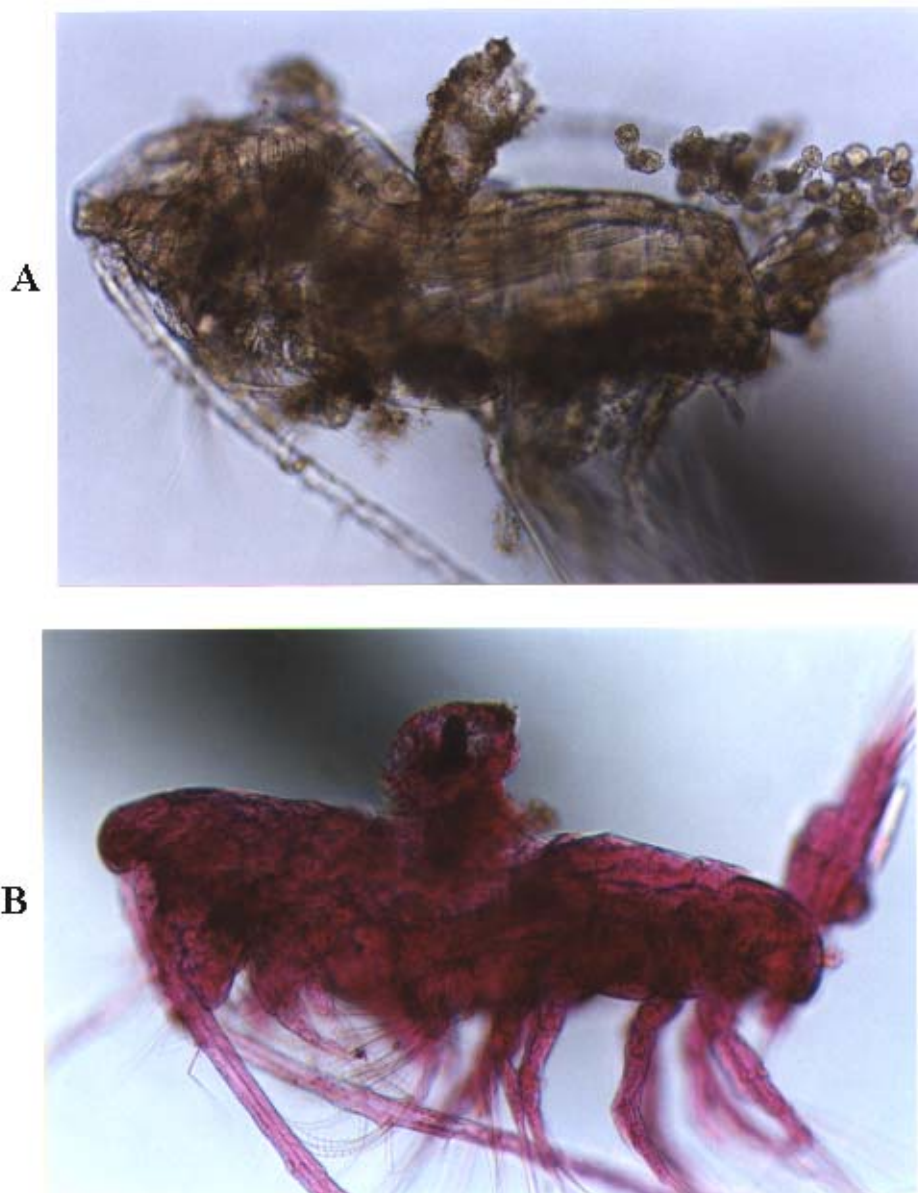


Figura 12. Exemplares de *Acartia tonsa* adultos.(a) Indivíduo parasitado por fungos na região dorsal e por colônias de flagelados na região abdominal. Aumento original de 100 vezes. (b) Indivíduo parasitado por fungos na região dorsal. Aumento original de 100 vezes. SUPRG I, agosto/1996, estação 2.

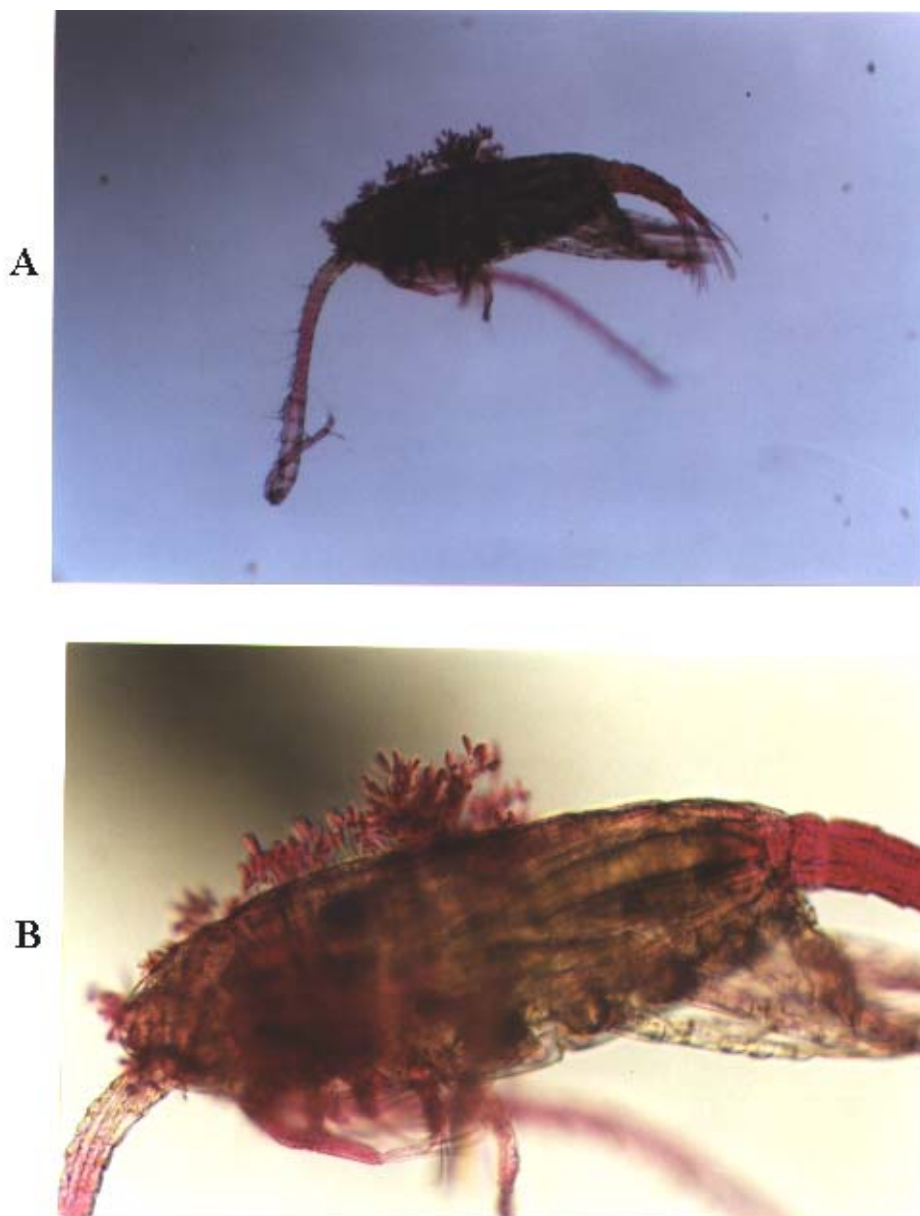


Figura 13. Exemplos de *Notodiptomus incompositus* adultos. (a) Vista lateral de um indivíduo parasitado com colônias de flagelados. Aumento original 40 vezes.

(b) Detalhes das colônias. Aumento original de 100 vezes. SUPRG I, agosto/1996, estação 2.

#### 4.2.2.2 BENTOS

(Responsável: Prof. Dr. Carlos Emílio Bemvenuti)

### COMPOSIÇÃO ESPECÍFICA, DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA NA REGIÃO ESTUARIAL EM SITUAÇÕES DE VERÃO E INVERNO.

#### COMPOSIÇÃO ESPECÍFICA E DIVERSIDADE NA REGIÃO ESTUARIAL

Estudos de levantamento dos macroinvertebrados bentônicos conduzidos na região estuarial da Lagoa dos Patos tem indicado uma baixa diversidade específica onde constata-se a dominância de algumas espécies que ocorrem em densidades elevadas. Em relação a riqueza de espécies Capitoli *et al.*(1978) mencionam a ocorrência de 38 espécies de macroinvertebrados na área estuarina, como resultantes de 217 estações de coleta obtidas ao longo de 18 meses de amostragem com pegadores de fundo e dragas de arrasto. Observa-se que nesta composição específica, além da infauna e da epifauna sedentária, foram também relacionados macroinvertebrados de grande mobilidade como os crustáceos decápodes (sirís, camarões e caranguejos).

Referindo-se a composição específica do macrobentos Capitoli *et al.* (1978) observam que estão ausentes determinadas espécies marinhas eurihalinas na desembocadura da laguna, que são comuns em outros ambientes estuarinos do Atlântico Sul Ocidental. No complexo estuarino-lagunar de Cananéia, por exemplo, Tommasi (1967) menciona a diminuição do número de espécies marinhas em direção ao interior do estuário, porém na área da desembocadura o autor registrou a ocorrência de moluscos dos gêneros *Macoma*, *Tellina* e de equinodermas, destacando-se que estas espécies marinhas não são encontrados na área estuarina da Lagoa dos Patos (Bemvenuti, 1987a).

A composição da macrofauna bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos, como é comum em ambientes estuarino-lagunares, apresenta um maior número de espécies estuarinas e marinhas eurihalinas em relação às límnicas. Em Capitoli *et al.* (1978) encontram-se relacionados os principais componentes da macrofauna bentônica presentes na área estuarial. As três espécies límnicas mencionadas restringem-se: ao limite com a zona pré-límnicia-*Heleobia parchapei*- e, ao interior da zona mixohalina, *Tanais stanfordi* e *Palaemonetes argentinus*, em locais ou períodos de maior influência de água doce.

Capitoli *et al.* (1978) relacionam 15 espécies de invertebrados tipicamente estuarinos. Pela frequência de ocorrência e dominância em planos de águas rasas (Bemvenuti 1983, 1987b, 1992), pradarias de gramíneas (Asmus 1984) e no corpo central da região estuarina (Bemvenuti *et al.* 1992) destacam-se: os poliquetas *Laeonereis acuta*, *Nephtys fluviatilis* e *Heteromastus similis*, o tanaidáceo *Kalliapseudes schubartii* e o pelecípode *Erodona mactroides* todos integrantes da infauna. Enquanto que o gastrópode *Heleobia australis* mostra um amplo predomínio no epistrato e os caranguejos *Chasmagnathus granulata* e *Metasesarma rubripes* ocorrem em densas concentrações nos marismas (Capitoli *et al.* 1978).

Organismos marinhos eurihalinos, integrantes do macrobentos de grande mobilidade, os decápodes *Penaeus paulensis*, *Callinectes sapidus* e *Cyrtograpsus angulatus*, sazonalmente utilizam as enseadas como locais de criação nos meses de verão. Com a diminuição da temperatura no outono, migram para locais de maior profundidade alterando a composição específica da comunidade de águas rasas (Bemvenuti 1987b). O camarão rosa *P. paulensis*, a espécie de maior importância econômica na região, mostra marcadas flutuações anuais de abundância (Castello 1987). A penetração da pós-larva do camarão no estuário, que ocorre desde setembro-outubro até o mês de dezembro, mostra uma correlação negativa com a precipitação pluviométrica na região, a qual determina uma intensificação das vazantes no estreito canal de desembocadura da laguna (Castello & Moller 1977). As condições oceanográficas locais, que influem na penetração larval, dependem das condições climáticas regionais, as quais são influenciadas por fenômenos físicos de escala mais ampla que influem no regime de chuvas nesta região do Atlântico sul ocidental.

## COMPOSIÇÃO ESPECÍFICA, DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DA MACROFAUNA BENTÔNICA NOS PERÍODOS DE INVERNO E VERÃO

Estudos de ampla escala, que contemplaram amostragens sazonais ao longo da região estuarial, foram realizados durante o Projeto Lagoa dos Patos entre 1988 e 1989. Neste estudo foram efetuadas 191 estações de coleta ao longo de 4 cruzeiros sazonais, que cobriram a Lagoa dos Patos e o Rio Guaíba (Fig. 1) (Bemvenuti 1994a, b).

Em cada uma das estações de coleta, foram efetuadas amostras replicadas semi-quantitativas com uma draga de arrasto com 10 x 40cm de boca e malha com 1,5mm de abertura. Os arrastos tiveram 30 segundos de duração, com a embarcação (Lancha Oc. Larus-FURG) navegando a 1,5 nós. Os resultados destas coletas replicadas foram expressos em valores médios de abundância dos organismos. Em todas as estações foi observado o tipo de sedimento encontrado e tomados registros de temperatura e salinidade da água.

A utilização de uma análise de classificação multifatorial com a aplicação do índice de dissimilaridade de Bray-Curtis e o agrupamento pelo método de média não ponderada (UPGMA), agrupou as estações de coleta realizadas na área estuarial da Lagoa dos Patos (Bemvenuti 1994b). De modo que para analisar a abundância e a diversidade da macrofauna bentônica nos dois períodos propostos nos objetivos deste trabalho, foram analisadas somente as estações de coleta efetuadas na área estuarina durante os cruzeiros realizados no inverno e no verão.

### PERÍODO DE INVERNO

No dendrograma da Fig. 2, estão representados quatro agrupamentos reunindo todas as estações efetuadas na Lagoa dos Patos (Bemvenuti 1994b). As estações de coleta realizadas na região estuarial estão classificadas no grupo IV (Fig. 2). O elenco de espécies com seus respectivos valores de abundância nas 23 estações de coleta classificadas neste grupo encontram-se na Tab. I. Neste grupo foram coletadas 10 espécies que mostraram uma abundância média de 2.953 ind. Da mesma forma que o registrado em trabalhos anteriores (Capitoli *et al.* 1978), também neste cruzeiro, a macrofauna bentônica mostrou uma baixa diversidade específica e uma elevada abundância dos organismos dominantes, onde apenas três espécies corresponderam a 93,6% do total de indivíduos. O



gastropode epifaunal estuarino *Heleobia australis* foi a espécie mais abundante representando 81% do total de organismos coletados. Ocorreram também de forma expressiva juvenis do pelecípode *Erodona mactroides* (11,2%) e o tanaidáceo infaunal *Kalliapseudes schubartii* (1,4%).

**Tabela I-** Valores médios de abundância da macrofauna bentônica nas estações correspondentes ao Grupo IV do cruzeiro de inverno

Estações	37	38	39	40	41	42	44	45	46	50	52
<b>Espécies</b>											
<i>Heleobia</i>	1100	7318	229		8357	8		3932		0	12
<i>australis</i>	6			156			928		465		
<i>Erodona</i>		0	0		0	0				0	9
<i>mactroides</i>	41			493			976	139	0		
<i>Kalliapseudes</i>		1	1							42	10
<i>schubartii</i>	314			36	20	2	0	0	0		
<i>Nephtys</i>		25	6							15	29
<i>fluviatilis</i>	80			22	13	3	17	7	3		
<i>Heteromastus</i>		4	2								
<i>similis</i>	0			0	0	0	1	0	3	0	3
<i>Pseudosphaerom</i>		4	3						0		
<i>a mourei</i>	8			0	0	3	0	0		0	0
<i>Tanais</i>			1						0		
<i>stanfordi</i>	0	0		0	3	0	0	1		0	0
<i>Leptocheirus sp</i>			0								
	0	0		0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Synidotea sp</i>			0					0			
	0	0		0	0	0	0		0	0	0
<i>Cordylophora sp</i>			0					0			
	0	0		5	0	0	0		0	0	0

**Tabela I** (continuação)- Valores médios de abundância da macrofauna bentônica nas estações correspondentes ao Grupo IV do cruzeiro de inverno

Estações	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	66
<b>Espécies</b>											
<i>Heleobia</i>				1239						1272	1550
<i>australis</i>	6680	201	978	5155	1	72	40	19	7		
<i>Erodona</i>	0										
<i>mactroides</i>		1	2219	229	13	1	0	0	0	392	3459
<i>Kalliapseudes</i>	8						0		1		
<i>schubartii</i>		0	120	152	102	12		16		194	0
<i>Nephtys</i>	29										
<i>fluviatilis</i>		4	19	38	60	54	13	8	13	30	0
<i>Heteromastus</i>	2		0					0			
<i>similis</i>		0		0	0	2	0		28	6	0
<i>Pseudosphaero</i>	0		0					0			
<i>ma mourei</i>		1		0	0	0	0		0	1	0
<i>Tanais</i>	0		0					0			
<i>stanfordi</i>		0		0	0	0	0		0	0	0
<i>Leptocheirus sp</i>	0		0					0			
		0		0	0	0	0		0	0	0
<i>Synidotea sp</i>	0		0					0			
		0		0	0	0	0		0	0	1
<i>Cordylophora sp</i>	0		0					0			
		0		0	0	0	0		0	0	0

## PERÍODO DE VERÃO

Nas estações localizadas na região estuarial, classificadas nos grupos III e IV no dendrograma da Fig. 3, foram coletadas 20 espécies de macroinvertebrados bentônicos. Este registro, em número de espécies, representa o dobro da diversidade encontrada no cruzeiro de inverno (Bemvenuti 1994b).

No grupo III foram reunidas 7 estações de coleta efetuadas em profundidades elevadas (entre 5 e 6 m) em fundos lamosos localizadas na parte norte da região estuarial. A baixa densidade da macrofauna bentônica neste tipo de habitat (Tab.II), ficou evidenciada, a partir da abundância média de apenas 14 ind./arrasto. Foram registradas 12 spp., entre as quais, predominaram o tanaidáceo *Kalliapseudes schubartii* (33,7%) e os poliquetas *Nephtys fluviatilis* (27,5%) e *Heteromastus similis* (24,8%).

**Tabela II-** Valores médios de abundância da macrofauna bentônica nas estações correspondentes ao Grupo III do cruzeiro de verão

Estações	24	25	26	27	29	32	38
<b><u>Heleobia</u></b>	0	0	0	0	0	0	1
<b><u>Australis</u></b>							
<b><u>Erodona</u></b>	1	0	0	0	0	0	0
<b><u>mactroides</u></b>							
<b><u>Kalliapseudes</u></b>	0	11	1	4	13	7	1
<b><u>Schubartii</u></b>							
<b><u>Nephtys</u></b>	7	2	4	1	3	8	2
<b><u>Fluviatilis</u></b>							
<b><u>Heteromastus</u></b>	1	0	1	0	0	8	14
<b><u>Similis</u></b>							
<b><u>Neanthes</u></b>	0	0	0	0	0	0	1
<b><u>Succinea</u></b>							
<b><u>Onuphis sp.</u></b>	0	0	0	0	0	0	1
<b><u>Macra</u></b>	0	0	0	3	0	0	0
<b><u>Isabelleana</u></b>							
<b><u>Costoanachis</u></b>	0	0	0	1	0	0	0
<b><u>Sertulariarum</u></b>							
<b><u>Balanus</u></b>	0	0	0	0	1	0	0
<b><u>Improvisus</u></b>							
<b><u>Phoxocephalopsis</u></b>	0	0	0	0	0	0	0
<b><u>Zimmeri</u></b>							
<b><u>Lucifer sp</u></b>	0	0	0	0	0	0	1

As estações classificadas como Grupo IV no dendrograma (Fig. 3), localizaram-se mais ao sul entre a Ilha da Sarangonha e a desembocadura. Nestas estações foram coletadas 17 espécies com uma abundância média de 12.668 ind. por arrasto (Bemvenuti 1994b). Este sensível aumento na diversidade e abundância dos macroinvertebrados bentônicos, originou-se das coletas efetuadas nas estações 33 a 37 e 41 (Tab. III). Nestas estações, efetuadas em fundos areno-lodosos em profundidades entre 2 e 4m, além do aumento no número de espécies destacou-se a expressiva ocorrência do gastrópode *Heleobia australis*. A conjugação de dois fatores favoráveis para o incremento quali-quantitativo da assembléia pode ter ocorrido neste caso. Primeiro a presença de fundos arenolodosos, uma vez que este tipo de substrato mostra-se favorável para a maioria dos integrantes da macrofauna bentônica na região (Capitoli *et al.* 1978, Bemvenuti *et al.* 1992). O segundo fator relaciona-se com a sazonalidade pois no verão é comum o aumento quali-quantitativo do macrozoobentos, em função da maior intensidade da reprodução no período e do ingresso de organismos marinhos na área de influência do canal de acesso (Bemvenuti 1987a, Bemvenuti *et al.* 1992, Bemvenuti 1994a, b))

As estações 37 e 40, que mostraram uma baixa similaridade com as demais estações no grupo IV (Fig. 3), correspondem a coletas efetuadas na desembocadura da laguna em fundos arenosos com biodetritos, que se caracterizaram pela baixa abundância da macrofauna (Tab. III)

**Tabela III** - Valores médios de abundância da macrofauna bentônica nas estações correspondentes ao Grupo IV do cruzeiro de verão.

Estações	33	34	35	36	37	40	41
<b>Espécies</b>							
<i><u>Heleobia</u></i>	17222	12563	18648	23142	17	70	13991
<i><u>Australis</u></i>							
<i><u>Erodona</u></i>	0	242	4	0	0	0	5
<i><u>Mactroides</u></i>							
<i><u>Tagelus</u></i>	0	15	0	0	0	0	0
<i><u>Plebeius</u></i>							

Estações	33	34	35	36	37	40	41
<b>Espécies</b>							
<u><i>Kalliapseudes</i></u>	7	2222	21	3	0	4	255
<u><i>Schubartii</i></u>							
<u><i>Nephtys</i></u>	13	4	29	22	1	3	13
<u><i>Fluviatilis</i></u>							
<u><i>Heteromastus</i></u>	1	0	4	9	1	2	0
<u><i>Similis</i></u>							
<u><i>Neanthes</i></u>	0	0	0	1	0	0	0
<u><i>Succinea</i></u>							
<u><i>Glycinde</i></u>	0	0	0	1	0	0	0
<u><i>Multidens</i></u>							
<u><i>Costoanachis</i></u>	0	0	0	0	0	1	0
<u><i>Sertulariarum</i></u>							
<u><i>Bathyporeiapus</i></u>	0	0	1	1	1	0	1
<u><i>Bisetosus</i></u>							
<u><i>Phoxocephalopsis</i></u>	0	0	0	19	3	1	0
<u><i>Zimmeri</i></u>							
<u><i>Diastylis</i></u>	0	0	6	36	2	0	0
<u><i>Sympterigiae</i></u>							
<u><i>Pseudosphaeroma</i></u>	0	0	0	1	0	0	0
<u><i>mourei</i></u>							
<u><i>Synidotea</i></u>	0	0	0	19	3	1	0
<u><i>Marplatensis</i></u>							
<u><i>Emerita</i></u>	0	0	0	0	1	0	0
<u><i>Brasiliensis</i></u>							
<u><i>Leptochella</i></u>	0	0	0	1	1	0	0
<u><i>Serratorbita</i></u>							
<u><i>Lucifer sp</i></u>	1	0	1	0	0	0	1

## MACROFAUNA BENTÔNICA EM DUAS ÁREAS NA ZONA DE INFLUÊNCIA DO CANAL DE ACESSO AO PORTO DE RIO GRANDE, NOS PERÍODOS DE INVERNO E VERÃO.

Num período de dois anos, entre 1986/87, foram efetuadas amostragens sazonais em dois pontos fixos do estuário: o primeiro nas imediações da Ponta dos Pescadores próximo a desembocadura; e o segundo, em frente a Ponta do Retiro próximo a cidade de São José do Norte. Foram efetuadas amostragens quantitativas com um pegador de fundo com 20x20 cm de abertura e semi-quantitativas com uma draga de arrasto de 10x40cm de boca, nas isóbatas de 3 e 6m de profundidade (Bemvenuti *et al.* 1992).

Durante os dois anos de coleta foram registradas 21 espécies de invertebrados bentônicos na Ponta do Retiro e 30 espécies na Ponta dos Pescadores, na desembocadura da laguna. Em relação a composição específica constatou-se o predomínio de poliquetas com 13 spp e de crustáceos peracáridos (10spp), entre os quais, ocorreram isópodes (4spp), anfípodes (2spp), tanaidáceos (2spp) e cumáceos (1spp). Entre os grupos com menor representatividade foram identificadas 3spp de moluscos, 3spp de crustáceos decápodes e apenas uma espécie de turbellario e uma de nemertineo (Bemvenuti *et al.* 1992)

Nas amostragens com pegador de fundo (quantitativas) efetuadas na Ponta do Retiro foram coletadas 11 espécies nos meses de verão e 9spp durante o inverno, que resultaram num total de 14spp num período de dois anos. A macrofauna bentônica mostrou uma elevada abundância nesse local, onde os organismos quantificados atingiram uma média de 33.522 ind./m<sup>2</sup>, sendo mais de 99% deste valor correspondente a apenas três espécies: o gastrópode *Heleobia australis* (96%) o tanaidáceo *Kalliapseudes schubartii* (2,9%) e o poliqueta *Nephtys fluviatilis* (0,4%) (Bemvenuti *et al.* 1992).

As amostragens com draga de arrasto (semi-quantitativas) na Ponta do Retiro registraram a coleta de 13 spp nos meses de verão e apenas 7spp durante o inverno, com um total de 13spp durante o período de estudo. A abundância média dos macroinvertebrados atingiu 32.590 ind., dos quais 99,5% corresponderam as coletas de *Heleobia australis*. Nos meses de verão foram também abundantes o tanaidáceo *Kalliapseudes schubartii* e o pelecípode *Erodona mactroides*.

As amostragens na Ponta do Retiro revelaram uma baixa riqueza específica e uma elevada abundância da macrofauna bentônica, que foi amplamente dominada por organismos de origem estuarina. Tanto o número de espécies como de indivíduos foram

maiores nas amostragens efetuadas nos meses de verão. Pela abundância e frequência destacaram-se os poliquetas *Nephtys fluviatilis* e *Heteromastus similis*, o tanaidáceo *Kalliapseudes schubartii* e o pelecípode *Erodona mactroides*, todos integrantes da infauna. A única espécie pertencente a epifauna foi o gastrópode *Heleobia australis*. Espécies marinhas, especialmente, poliquetas e crustáceos peracáridos (anfípodes, isópodes e cumáceos), que poderiam acompanhar a penetração de águas de maior salinidade, frequentes durante os meses de verão (Kantin, 1983), foram quali-quantitativamente pouco expressivos (Bemvenuti *et al.* 1992).

A assembléia de macroinvertebrados bentônicos da Ponta do Retiro caracterizou-se pelo reduzido número de espécies e pela dominância e abundância de organismos r-estrategistas, como por exemplo, *Heleobia australis* (Bemvenuti *et al.* 1992) e *Kalliapseudes schubartii* (Bemvenuti 1987b). Estas espécies mostraram flutuações sazonais e/ou interanuais, no qual o epistrato pode apresentar eventualmente nichos não completamente preenchidos. Características que indicam uma comunidade submetida a um elevado estresse ambiental.

As coletas efetuadas na Ponta dos Pescadores, com pegador de fundo, registraram a ocorrência de 16spp no verão e 8spp nos meses de inverno totalizando 17spp de macroinvertebrados bentônicos no período de dois anos. A macrofauna bentônica atingiu uma densidade média de apenas 1.016 ind./m<sup>2</sup>, onde *H. australis* representou 83,7% dos organismos coletados. Os poliquetas *Nephtys fluviatilis*, *Heteromastus similis* e *Hemipodus olivieri* foram as espécies mais frequentes. As amostragens revelaram a baixa densidade e a ocorrência esporádica do macrobentos na área.

As amostragens com draga de arrasto revelaram a ocorrência de 24 espécies no verão e 14spp no inverno totalizando 26spp com uma abundância média de 1.266 ind. na desembocadura da laguna. *Heleobia australis* representou 95,94% do total de organismos, sendo os demais numericamente pouco representativos (Bemvenuti *et al.* 1992). Em relação a composição específica, os grupos com o maior número de espécies foram: poliquetas (13 spp), destacando-se *Sigambra grubii*, *Onuphis setosa*, *Magelona riojai*, *Hemipodus olivieri*; e os crustáceos peracáridos (9 spp), salientando-se os isópodes *Synidotea marplatensis* e *Pseudosphaeroma mourei*, o cumáceo *Dyastilis sympterigiae*, e os anfípodes *Bathyporeiapus bisetosus* e *Mellita mangrovi*.



Na Ponta dos Pescadores a assembléia de macroinvertebrados bentônicos mostra-se pobremente estruturada, apresentando um escasso número de componentes da infauna e a ocorrência esporádica de organismos de pequeno porte, que habitam o epistrato ou a camada superficial do sedimento. A desembocadura, como habitat, apresenta-se como um ambiente submetido a intensas perturbações físicas de baixa previsibilidade, que determinam condições ainda mais estressantes para a comunidade bentônica do que o encontrado na Ponta do Retiro.

A coleta de um maior número de espécies na zona de desembocadura (Ponta dos Pescadores), refletiu a ocorrência esporádica de componentes marinhos durante períodos de maior salinização nos meses de verão (Bemvenuti *et al.* 1992). Estes organismos de pequeno porte e bastante superficiais, provavelmente de forma bastante passiva, devem acompanhar a penetração da água marinha que se intensifica com ventos do quadrante sul e períodos de baixa pluviosidade.

A ação do vento, a precipitação pluvial e o longo e estreito canal na desembocadura da laguna determinam uma intensa hidrodinâmica e marcadas flutuações de salinidade (Martins *et al.* 1989). Estas condições promovem a instabilização do substrato e, na maior parte do ano, não propiciam a formação de uma região polihalina nem o gradiente de salinidade comumente encontrados em outros ambientes estuarino-lagunares (Bemvenuti *et al.* 1992).

Em estuários "verdadeiros" os organismos encontram-se sob um nível de estresse que condiciona a ocorrência de relativamente poucas espécies que podem ser muito abundantes (McLusky 1981, Day *et al.* 1989). Condições ainda mais rigorosas ocorrem numa laguna costeira com as características da Lagoa dos Patos, onde o elevado estresse na região da desembocadura reflete-se numa baixa diversidade da macrofauna bentônica (Bemvenuti *et al.* 1992).

## ASSOCIAÇÕES DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NOS DISTINTOS HABITATS ESTUARINOS.

### 1. MARISMAS.

Na região estuarial no nível inferior do supralitoral e ao longo do mesolitoral, que estão sob influência das marés e/ou inundações, ocorrem densas concentrações de gramíneas halófitas emersas. Este tipo de ambiente, conhecido como marisma, tem como principal elemento estruturador a presença de gramíneas halófitas do gen. *Spartina* (Capitoli *et al.* 1978). A espécie *S. densiflora* ocupa os níveis mais elevados da praia com menor grau de umidade, enquanto que no intermareal desenvolve-se *S. alterniflora* (Capitoli *et al.* 1978). A presença de canais de maré ou córregos d'água, a declividade ou elevações do solo influem no grau de umidade do substrato, que por sua vez, influencia na distribuição das gramíneas. Estas não mostram uma clara distribuição transversal ao longo da costa, apresentando-se, geralmente, dispostas em forma de manchas no substrato. Além de espécies de *Spartina*, são também comuns nestes ambientes a presença de *Salicornia gaudichaudiana* e de espécies do gen. *Scirpus*, e localizando-se mais para o interior das margens desenvolvem-se extensas áreas dominadas por espécies do gen. *Juncus* (Bemvenuti 1987a).

Em relação aos componentes faunísticos (Fig. 4), na parte alta dos marismas observa-se o predomínio de insetos, sendo encontrados também um grupo de isópodes terrestres, os Oniscoideos, e o anfípode estuarino *Orchestia platensis*. Esta espécie é comumente encontrada em locais sombrios, geralmente escondida sob algum tipo de substrato. Capitoli *et al.* (1977) registraram densidades de até 3.023 ind./m<sup>2</sup> de *Orchestia platensis* abrigados entre a base dos caules de *Spartina alterniflora*.

O caranguejo *Chasmagnathus granulata* é a principal espécie da macrofauna bentônica nos marismas da região. Este caranguejo onívoro, *i.e.*, com um amplo espectro alimentar, em densas concentrações, habita tocas escavadas entre os caules e raízes das halófitas do gen. *Spartina*.

Nas bordas das pequenas barrancas na linha de maré entre as fissuras formadas na base dos caules de *Spartina* spp., o caranguejo *Metasesarma rubripes* pode ser encontrado coexistindo com *Chasmagnathus granulata*. Essa espécie, também onívora, de menor tamanho que *C. granulata*, não constrói tocas vivendo entre as fissuras e

cavidades do substrato, sendo inclusive ocasionalmente encontrado nas tocas construídas por *Chasmagnathus*. *Metasesarma rubripes* é mais ágil e rápido que *C. granulata*, fato que aliado ao seu menor tamanho (cerca de 1/3 em exemplares adultos) possibilita maiores facilidades de deslocamento entre as bases de caules, raízes e o labirinto de tocas que aí se localiza (Capitoli *et al.* 1977).

Nos marismas situados próximos a desembocadura, na quarta secção da barra, ocasionalmente, podem ser encontrados exemplares do caranguejo *Uca* sp (Bemvenuti 1987a). Esta espécie é comumente encontrada em ambientes de marisma nas regiões sudeste sul do Brasil, Uruguai e norte da Argentina (Boschi 1964).

## 2. PLANOS DE ÁGUAS RASAS

### 2.1. O HABITAT FÍSICO

Na região estuarial da Lagoa dos Patos, pela proximidade de um ponto anfidrômico, as marés astronômicas são de baixa amplitude (em torno de 50cm). Este fato origina uma zona intermareal irregularmente inundada, que encontra-se sob uma forte influência das condições meteorológicas, especialmente, pelas variações no nível da laguna provocadas pelas enchentes e vazantes. Esta maré meteorológica é basicamente controlada pela força e direção dos ventos e pela pluviosidade na bacia de drenagem da Lagoa dos Patos (Kantin, 1983).

A zona intermareal, geralmente, apresenta poucos metros de extensão na região. Essa área situa-se na parte superior de um extenso plano de águas rasas, que estende-se até aproximadamente 1.5 m de profundidade nas enseadas estuarinas da Lagoa dos Patos.

Nestes planos podem ocorrer tanto áreas desprovidos de vegetação macrófita, bem como, a presença de pradarias da gramínea *Ruppia maritima*, a qual encontram-se aderidas algas filamentosas dominadas por *Enteromorpha* spp. A macrofauna bentônica em fundos de pradarias de *Ruppia maritima*, será abordada na secção seguinte.

Nas enseadas estuarinas os planos de águas rasas podem apresentar algas filamentosas (*Enteromorpha* spp., *Polisiphonia subtilissima* e *Rhizoclonium* sp.) aderidas a conchas de bivalvos, objetos submersos ou simplesmente assentadas sobre o

fundo em locais de reduzida hidrodinâmica. Diatomáceas bentônicas são comuns no epistrato, constituindo-se muitas vezes no principal produtor primário nesses ambientes.

## 2.2 MACROFAUNA BENTÔNICA DE GRANDE MOBILIDADE

Os crustáceos decápodes são os integrantes do epibenthos móvel que ocorrem nos planos de águas rasas da área em estudo. Neste grupo predominam os caranguejos *Chasmagnathus granulata*, *Metasesarma rubripes*, *Cyrtograpsus angulatus*, *Rhitropanopeus harrissi* o siri *Callinectes sapidus* e os camarões *Penaeus paulensis* e *Palaemonetes argentinus* (Capitoli *et al.* 1978, Bemvenuti 1987b).

Durante o dia é muito difícil observar qualquer um destes organismos nos planos. Neste período, espécimens como *C. granulata* localizam-se nos marismas, numa zona acima dos planos, entre os caules de *Spartina* ou ocupando suas tocas no substrato. Os caranguejos *C. angulatus* e *R. harrissi*, este último de hábitos essencialmente crípticos, abrigam-se em distintos tipos de estruturas no epistrato. Enquanto que as espécies de maior mobilidade, *C. sapidus* e *P. paulensis*, permanecem superficialmente enterradas no sedimento ou, assim como ocorre com *P. argentinus*, escondidas em fundos de macrófitas enraizadas (Garcia *et al. no prelo*).

Experimentos de campo desenvolvidos por Summerson & Peterson (1984) na costa leste dos USA mostraram que o siri *C. sapidus* e camarões do gen. *Penaeus* utilizam os planos durante a noite como área de alimentação, a partir da migração dos seus locais de refúgio em pradarias de gramíneas. Bemvenuti (1983, 1987b) e Asmus (1984), observaram que este fenômeno deve ocorrer com *P. paulensis* e *C. sapidus* na região. Estudos mais recentes, envolvendo a captura destas espécies numa pradaria de *Ruppia maritima* e numa área não vegetada adjacente (Garcia *et al. no prelo*), confirmam estas observações.

Os juvenis de crustáceos decápodes, entre o final da primavera e o início do outono, utilizam as águas rasas das enseadas como zona de criação. Neste período estas espécies, juntamente com juvenis de peixes das famílias Sciaenidae, Bothidae, Jenynsiidae e Atherinidae, exercem uma severa predação sobre a comunidade bentônica nos planos e mantém a macrofauna bentônica abaixo da capacidade de suporte do sistema (Bemvenuti 1987b). Ao final do outono, realizando uma migração sazonal característica de decápodes de regiões temperadas (Reise 1985), *Penaeus paulensis*, *C.*

*sapidus* e *C. angulatus* abandonam as águas rasas do estuário em busca de locais com maior profundidade.

### 2.3. EPIFAUNA SEDENTÁRIA

Nos planos de águas rasas da área estuarina da Lagoa dos Patos espécimens de crustáceos peracáridos e um gastrópode Hydrobiidae, constituem-se nos principais integrantes da epifauna sedentária. Entre estes organismos de pequena mobilidade que vivem sobre o substrato, o gastrópode *Heleobia australis* é a espécie dominante. Este gastrópode apresenta uma ampla distribuição batimétrica em fundos arenolodosos de ambientes mixohalinos, ocorrendo desde o limite inferior do intermareal até áreas de canal (Fig. 4). Esta espécie, que apresenta uma elevada resistência a dessecação (Bemvenuti 1992), pode ser encontrada em altas densidades (até 60.000 ind./m<sup>2</sup>) nos planos rasos (Bemvenuti *et al.* 1978). Apesar do pequeno tamanho (máximo 5mm) devido a sua abundância esta espécie atinge uma biomassa elevada na região. Capitoli & Bemvenuti (1978), por exemplo, registraram 246 g./m<sup>2</sup> correspondente a uma densidade de 45.616 ind/m<sup>2</sup> na enseada Saco da Mangueira.

*Heleobia australis* ocorre em agrupamentos de dimensões variáveis que caracterizam-se pelas marcadas flutuações espaço-temporais na densidade (Bemvenuti *et al.* 1978, 1992, Lana 1986). Neste padrão, influem a severa predação a que estão submetidos os gastrópodes Hydrobiidae (Reise 1985), a preferência por sedimentos arenolodosos e a provável migração da espécie quando a salinidade aproxima-se de zero (Chomenko & Schaffer 1984, Bemvenuti *et al.* 1992). O deslocamento de *H. australis* sob condições desfavoráveis é facilitado pela relativa mobilidade no epistrato e, principalmente, pela capacidade de dispersão utilizando a tensão superficial da água.

Durante amostragens efetuadas em planos de águas rasas (Bemvenuti *et al.* 1978) verificou-se que *Heleobia australis* mostra um sensível aumento na densidade quando coletada associada com algas filamentosas. A maior complexidade extrutural do habitat pela presença da vegetação, além do abrigo que fornece à epifauna sedentária (Orth *et al.* 1984, Bemvenuti 1987b), proporciona também uma maior disponibilidade alimentar para *H. australis* que raspa o film superficial do epistrato. A abundância e a frequência desta espécie na dieta de peixes e crustáceos decápodes capturados nas enseadas estuarinas (Asmus 1984, Bemvenuti 1990, Capitoli & Ortega 1993, Kapusta *et*

al. 1996), indicam que este gastrópode representa um item fundamental nas interações tróficas na região estuarial.

Crustáceos peracáridos epifaunais, que vivem sobre o substrato, ocorrem desde o limite inferior do intermareal, estendendo sua distribuição pelos planos rasos (Fig. 4). Neste grupo predominam o tanaidáceo *Tanais stanfordi*, os anfípodes *Melita mangrovi*, *Ampithoe ramondi*, *Leptocheirus sp.* e os isópodes *Dies fluminensis* e *Munna peterseni*. Organismos pequenos e lentos como a maioria dos peracáridos que vivem no epistrato, constituem um grupo de organismos reconhecidamente sensíveis à predação (Virnstein *et al.* 1984, Reise 1985, Bemvenuti 1987b). De modo que é comum os peracáridos epifaunais apresentarem baixas densidades quando permanecem expostos no epistrato, condição bastante frequente na maior parte dos ambientes rasos não vegetados. Para a epifauna sedentária o aumento na complexidade estrutural do habitat, pela presença de gramíneas submersas (Orth *et al.* 1984, Summerson & Peterson 1984) ou de macroalgas (Bemvenuti 1987b), representa uma maior garantia de sobrevivência em planos de águas rasas.

Durante um experimento de campo num plano na zona estuarina da Lagoa dos Patos (Bemvenuti 1987b), foi registrada uma densidade média mensal de 13.725 ind./m<sup>2</sup> para a macrofauna bentônica entre os meses de abril e agosto, deste valor 13% (1.822 ind./m<sup>2</sup>) corresponderam aos peracáridos epifaunais, representados por quatro espécies de anfípodes, duas espécies de isópodes e uma espécie de tanaidáceo. Enquanto que entre os meses de setembro e abril, de uma média mensal de 12.235 ind./m<sup>2</sup> quantificados para a macrobentos, somente 0,5% (66 ind./m<sup>2</sup>) corresponderam aos peracáridos.

No período de maior abundância destes crustáceos, durante os meses de outono e inverno, coincidiram a redução quali-quantitativa dos predadores na área com uma maior abundância de algas filamentosas, especialmente *Enteromorpha spp.* Nesta oportunidade, as amostras com maior biomassa de algas apresentavam as maiores densidades de peracáridos. Enquanto que nos meses de verão, com o incremento da predação sobre a macrofauna e o desaparecimento das manchas de macroalgas, os peracáridos ocorreram em baixas densidades no plano de águas rasas. Neste período estas espécies foram abundantes somente no interior de gaiolas que excluíram os macropredadores, dominados por espécies de peixes e decápodes (Bemvenuti, 1987b). A ocorrência de fêmeas ovadas e do recrutamento de isópodes, anfípodes e de um

tanaidáceo epifaunal foram registradas durante todo o ano no plano. A coincidência da renovação dos estoques populacionais com a redução quali-quantitativa dos predadores e a maior quantidade de macroalgas, exercem um efeito sinérgico que reflete-se no incremento da abundância dos peracáridos epifaunais nos planos rasos da região.

#### 2.4. INFAUNA

Os invertebrados infaunais, pelo tipo de vida no interior de fundos não consolidados, são os organismos melhor adaptados para viver em habitats sob rigorosas características físicas, como é o caso dos planos de águas rasas. Poliquetas, pelecípodes e crustáceos peracáridos pela frequência de ocorrência e abundância constituem os grupos característicos nestes ambientes (Reise 1985).

O poliqueta *Laeonereis acuta*, espécie comumente encontrada em estuários na Argentina, Uruguai e no sul e sudeste do Brasil (Orensanz & Gianuca 1974), é um organismo típico dos planos rasos na região estuarial da Lagoa dos Patos (Bemvenuti 1987a). Este poliqueta comedor de depósito distribui-se desde o intermarel até cerca de 1m de profundidade (Fig. 4), alcançando densidades (5127 ind./m<sup>2</sup>) e biomassa (28,26 g/m<sup>2</sup>) expressivas nestes ambientes (Bemvenuti 1992).

Espécies com as características de *L. acuta*, que possuem cavadores profundos e juvenis na camada superficial do substrato, sofrem uma forte pressão dos predadores durante as fases iniciais de vida (Holland *et al.* 1980, Bemvenuti 1992). Os adultos deste poliqueta, através da profundidade de escavação no interior do substrato (cerca de 20cm), adquirem um eficiente refúgio contra a predação. Manipulações experimentais de campo mostraram a ocorrência de densos recrutamentos do poliqueta e uma elevada mortalidade dos juvenis no epistrato, fase da vida em que a densidade populacional é controlada pela ação dos predadores sobre os indivíduos recém assentados (Bemvenuti 1992).

Estratégias da espécie relacionadas com padrões espaço-temporais nos planos de águas rasas podem representar, entretanto, mecanismos pelos quais *L. acuta* consegue minimizar a exposição dos recrutamentos aos predadores, garantindo assim um maior número de adultos. Incluem-se neste caso, o registro de densos assentamentos na parte superior de planos intermareais (Bemvenuti *et al.* 1978, Capitoli *et al.* 1978), onde a pequena lâmina d'água representa uma zona de refúgio, ao limitar o acesso de

peixes e decápodes infralitorais. Do mesmo modo que a ocorrência de densos recrutamentos durante o inverno (Asmus 1984), período em que vários predadores abandonam os locais rasos nas enseadas (Bemvenuti 1987b), devem também reduzir a mortalidade dos exemplares recém assentados.

O tanaidáceo *Kalliapseudes schubartii* é outra espécie abundante nos planos rasos da região (Fig. 4). Este tanaidáceo habita fundos arenolodosos onde escava tubos em forma de U, que atingem até 15cm de profundidade no interior do substrato. Experimentos desenvolvidos numa enseada estuarina (Bemvenuti 1987b, 1992) registraram *K. schubartii* como a espécie dominante, em áreas sob intensa predação. A frequência com que a espécie integra a dieta de peixes e decápodes (Araújo 1984, Asmus 1984, Bemvenuti 1990, Figueiredo 1996) e os sucessivos aumentos de densidade do tanaidáceo sob períodos mensais de exclusão, indicam que *K. schubartii* encontra-se sob um forte impacto dos predadores nos planos rasos da região (Bemvenuti 1987b). A manutenção de densidades elevadas nestas condições, além de um refúgio para minimizar a predação, exige também uma eficiente renovação dos estoques populacionais. Neste aspecto o tanaidáceo mostra um comportamento do tipo r-estrategista, no qual uma intensa atividade reprodutiva e a proteção à desova no marsúpio refletem-se em expressivos recrutamentos (Bemvenuti 1987b). Este fato, aliado ao refúgio proporcionado pelo habitat subsuperficial, reflete-se na manutenção da elevada densidade com que a espécie é encontrada nas enseadas estuarinas (Bemvenuti 1983, 1987b, 1992, Asmus 1984).

O pelecípode cavador superficial *Erodona mactroides* pode ocorrer em abundância nos planos de águas rasas nas enseadas estuarinas após densos recrutamentos nos meses de verão. Capitoli & Bemvenuti (1978) registraram densidades de 20.300 ind/m<sup>2</sup> e biomassa de 216 g./m<sup>2</sup> para a espécie na enseada estuarina Saco da Mangueira. No início do outono, entretanto, período em que ocorre a maior floculação e consequente deposição de sedimentos finos na porção sul da área estuarina (Calliari 1980), registram-se densas mortalidades de *E. mactroides* nas enseadas (Bemvenuti *et al.* 1978). Este fenômeno, associado a imprevisibilidade do sucesso dos recrutamentos do pelecípode na porção sul da laguna, refletem-se na baixa persistência temporal registrada para a espécie nesta região (Bemvenuti 1987a).

O pelecípode cavador profundo *Tagelus plebeius* distribui-se em forma de manchas na parte inferior dos planos rasos, mostrando preferência por sedimentos



com maior concentração de silte e argila (Capítoli *et al.* 1978). A profundidade de escavação desta espécie, que ultrapassa os 50cm de profundidade, dificulta estimativas confiáveis da densidade da espécie na região.

Os poliquetas *Nephtys fluviatilis* e *Heteromastus similis*, de ampla distribuição batimétrica na região estuarial (Fig. 4), ocorrem em abundância em águas rasas (Bemvenuti 1987a, b). A espécie carnívora detritívora *N. fluviatilis* atinge densidades médias em torno de 1000 ind./m<sup>2</sup>, enquanto que o comedor de depósito sub-superficial, *H. similis*, é mais abundante com valores médios ao redor de 5000 ind./m<sup>2</sup>. A frequência destas espécies nos conteúdos alimentares de peixes e decápodes na área estuarial confirmam a importância trófica destas duas espécies de poliquetas (Bemvenuti 1996c).

A densidade da infauna é menor em planos rasos com elevada hidrodinâmica, localizados em áreas mais expostas ao longo do corpo central da região estuarina. Nestes ambientes onde predominam fundos arenosos compactados é frequente a ocorrência do isópode *Pseudosphaeroma mourei* (Capitoli *et al.* 1978).

A ausência de uma densa cobertura de macrófitas e a ocorrência esporádica da epifauna, com o predomínio de organismos cavadores, causam uma falsa impressão de pobreza faunística nos planos rasos. Este fato não faz justiça a estes locais de alta dinâmica e intensa transferência trófica, onde os macroinvertebrados bentônicos atuam como um importante elo entre o detrito depositado e espécies de peixes e crustáceos, situados nos níveis tróficos superiores do sistema (Bemvenuti 1996c).

## 2.5. OS EFEITOS DA PREDUÇÃO NOS PLANOS DE ÁGUAS RASAS

Manipulações experimentais de campo num plano de águas rasas numa enseada estuarina da Lagoa dos Patos revelaram que o impacto de peixes e crustáceos decápodes mantém as densidades da macrofauna abaixo da capacidade de suporte do sistema (Bemvenuti 1983, 1987b). Este resultado indica que a obtenção de densidades mais elevadas de espécies da infauna e da epifauna sedentária não estariam sendo limitadas por falta de espaço ou de alimento, mas sim, estariam sendo controladas pelo efeito da predação de peixes, siris, camarões e caranguejos, entre outros predadores.

Estas evidências foram obtidas a partir dos significativos aumentos na densidade da infauna e da epifauna sedentária no interior de cercos de exclusão, que impediam o acesso de predadores de grande porte como peixes e crustáceos decápodes (Bemvenuti, 1987b). Outra evidência é a frequência com que a macrofauna bentônica de pequeno tamanho e pouca mobilidade integra a dieta de peixes e decápodes na região estuarial da Lagoa dos Patos (Araújo 1984, Asmus 1984, Bemvenuti 1990, Bemvenuti 1996c, Kapusta *et al.* 1996).

Entretanto foi durante os meses de verão e início de outono, períodos de maior abundância quali-quantitativa dos macropredadores nas enseadas (Bemvenuti 1987b), que a infauna tem ocorrido com densidades mais elevadas em planos de águas rasas (Bemvenuti 1983, 1987a), numa pradaria de *Ruppia maritima* (Asmus 1984) e no infralitoral estuarino (Bemvenuti 1987a, Bemvenuti *et al.* 1992). Neste sentido deve ser considerado que a ocorrência de uma espécie com um elevado número de indivíduos, em fundos moles e baixa profundidade, está associada a estratégias de escape à predação, entre as quais, a capacidade de enterramento da infauna (Virnstein, 1979). A eficácia deste refúgio, além do posicionamento no interior do substrato, relaciona-se com o tamanho e a mobilidade da infauna. A manutenção de elevadas densidades da infauna nas enseadas da região, além de mecanismos de escape à predação, depende também de estratégias reprodutivas para uma eficiente renovação dos estoques populacionais (Bemvenuti 1996a).

Exemplos de como distintas formas de utilização do habitat e de estratégias reprodutivas, refletem-se na manutenção das populações bentônicas nas enseadas estuarinas encontram-se entre os peracáridos epifaunais. Este grupo constituído de isópodes, anfípodes, tanaidáceos, são espécies reconhecidamente sensíveis à predação (Virnstein *et al.* 1984, Bemvenuti 1987b, 1992) e, pelo seu grau de exposição, oferecem um referencial da intensidade da predação em determinadas condições ou épocas do ano (Bemvenuti, 1987b). Verificou-se que as maiores densidades de peracáridos nas enseadas da região ocorreram em situações que incluíram a presença de refúgios naturais ou artificiais, relativos à densas concentrações de algas filamentosas ou a proteção no interior de artefatos de exclusão (Bemvenuti, 1987b).

O maior número de crustáceos no ambiente natural ocorreu nos meses de outono e inverno, refletindo a redução quali-quantitativa dos predadores nas enseadas e a proteção, habitat e alimento proporcionados pela maior abundância de macroalgas no período.

Experimentos de campo revelaram que um nível trófico intermediário entre os predadores epifaunais e a infauna não predadora, representa a melhor forma de expressar as interações tróficas na comunidade de fundos moles na região (Bemvenuti 1992, 1994). Neste nível intermediário, verificou-se que o poliqueta carnívoro-detrítivo *Nephtys fluviatilis* e caranguejos de pequeno porte regularam a abundância e a diversidade da infauna não predadora e da epifauna sedentária através da predação e/ou bioturbação, em estratos bem definidos no substrato (Bemvenuti 1994, 1996a). Ficou bem caracterizado o papel trófico dos caranguejos de pequeno porte e da infauna predadora, como importantes elos entre os predadores de topo e o zoobentos consumidor primário em sistemas estuarino-lagunares (Bemvenuti, 1996c).

## 2.6. A RECOLONIZAÇÃO DO SUBSTRATO

Em Bemvenuti (1992, 1996a) foi acompanhada a recolonização de porções de substrato artificialmente defaunados com 0,049 m<sup>2</sup> e 4 m<sup>2</sup> de superfície, durante períodos de 19 e 42 dias num plano de águas rasas em fundos moles estuarinos. Constatou-se a recolonização dos locais defaunados nos primeiros 19 dias do experimento através da migração lateral dos exemplares adultos de *Nephtys fluviatilis* e de densos assentamentos larvais de exemplares do poliqueta *Laeonereis acuta*. Na segunda etapa do experimento a comparação das densidades do conjunto da macrofauna nos locais defaunados mostrou-se similar a de áreas controles não perturbadas, o que evidenciou uma efetiva recolonização do substrato pelo macrozoobentos.

Na ocupação dos locais com 0,049 m<sup>2</sup> participaram a infauna residente através da migração lateral e o recrutamento de larvas planctônicas. A resiliência da área com 4 m<sup>2</sup> dependeu basicamente do assentamento das larvas de *Laeonereis*, que desde a primeira etapa já haviam recolonizado esse tratamento.

A partir das condições encontradas no experimento (Bemvenuti 1992, 1996a), após uma defaunação natural ou artificial, a ocupação do substrato provavelmente iniciaria pela via larval através do recrutamento de *Laeonereis acuta*. Pela migração lateral, através dos exemplares de maior porte, *Nephtys fluviatilis* invadiria as bordas da área defaunada.

Numa segunda etapa, dependendo das condições do habitat, impacto dos predadores sobre os pioneiros e do incremento da atividade reprodutiva, através do

recrutamento *Heteromastus similis* e, até mesmo *N. fluviatilis*, poderiam ocupar os espaços disponíveis. A partir do controle da densidade dos adultos de *Nephtys* pelos macropredadores, *Heteromastus* poderia invadir as bordas da área defaunada através da migração lateral dos exemplares de maior porte. Pelas limitações para ocupar os locais defaunados, *Kalliapseudes schubartii*, os exemplares de maior porte de *Laeonereis* ou os peracáridos epifaunais, dificilmente participariam das primeiras etapas de recolonização do substrato nas enseadas estuarinas da laguna (Bemvenuti 1992, 1996a).

Os estudos experimentais envolvendo o acompanhamento de áreas natural ou artificialmente defaunadas, atestam a abrangência e o grau de complexidade dos fatores bióticos e abióticos que influem na resiliência do meio bentônico (Bemvenuti 1992, 1996a). O experimento efetuado na região não foge às estas características, tendo sido detectados vários fatores que podem estar regulando a recolonização do substrato.

Foi observado ainda, que os condicionantes do processo de resiliência pela macrofauna não limitaram-se ao nível específico, mas atuaram sobre as distintas categorias de tamanho dos organismos. Fato que concorda com as características dinâmicas do "nicho" de uma espécie, que modifica-se conforme o desenvolvimento do indivíduo (Giller, 1984). De modo que além do caráter meramente específico, experimentos que envolvam o estudo da recolonização do substrato, devem priorizar os aspectos dinâmicos enfatizando as respostas das distintas categorias de tamanho da macrofauna bentônica (Bemvenuti 1996a).

### 3. PRADARIAS DE GRAMÍNEAS SUBMERSAS

*Ruppia maritima* é a espermatófita submersa mais abundante na região estuarial, desenvolvendo-se nas enseadas onde forma pradarias durante os meses mais quentes do ano. Esta gramínea, mencionada por Capitoli *et al.* (1978) como um importante componente do infralitoral raso na região (Fig. 4), teve sua autoecologia estudada por Cafruni (1983) e a distribuição e abundância por Mazo (1994).

Em relação aos estudos sobre a macrofauna bentônica em fundos de *R. maritima*, Asmus (1984) realizou durante dois anos o acompanhamento mensal dos macroinvertebrados no interior de uma pradaria de *R. maritima* localizada próximo a Ilha das Pombas, no Saco do Arraial. Neste mesmo local, Geraldi (em preparação) está

efetuando um experimento de campo para comparar a macrofauna bentônica no interior da pradaria com a de áreas artificialmente desbastadas e a encontrada num fundo sem vegetação adjacente. Simultaneamente, neste mesmo local, Garcia *et al.* (no prelo) compararam a distribuição e abundância de crustáceos decápodes na área vegetada por *R. maritima* com a de um plano raso adjacente, desprovido de macrófitas enraizadas.

Estes estudos revelam que a composição faunística e também o número de espécies de macroinvertebrados encontrados na pradaria de *R. maritima* são similares aos encontrados em planos de águas rasas. De modo que neste capítulo, serão utilizados como referência as descrições dos componentes da macrofauna bentônica de grande mobilidade, da epifauna sedentária e da infauna, apresentados no item IV.2, referentes aos planos de águas rasas.

A respeito da semelhança entre a composição específica da fauna na pradaria com a dos planos de águas rasas, Asmus (1984) menciona que uma biomassa elevada da gramínea não constitui fator indispensável para as espécies da assembléia de invertebrados bentônicos, mas sim, estabeleceria condições favoráveis para uma maior abundância dos organismos nas pradarias. Observa-se que a flutuação espaço-temporal na ocorrência de *Ruppia maritima* na região, que determina uma baixa previsibilidade de ocorrência de pradarias, não oferece vantagens para organismos estritamente dependentes da presença da gramínea, mas sim para aquelas espécies capazes de ocupar o novo nicho disponível com o desenvolvimento da vegetação.

Em relação a abundância dos macroinvertebrados, em Asmus (1984) e Geraldi (em preparação) observa-se que a maioria das espécies da infauna, que minimizam o impacto de diversos predadores pela capacidade de enterramento no sedimento (Bemvenuti 1987b), mostram densidades similares entre os fundos vegetados e não vegetados. Não é incomum, entretanto, a ocorrência de alterações nos padrões de dominância dos organismos em função da presença da pradaria (Geraldi, em preparação).

Encontra-se uma situação distinta entre os organismos epifaunais, tanto para espécies sedentárias de pequeno porte, dominadas por anfípodes e isópodes, como para os crustáceos decápodes que possuem maior tamanho e mobilidade elevada. Trabalhos efetuados por Bemvenuti (1983, 1987a, b) e Asmus (1984) mencionam que os juvenis do camarão *Penaeus paulensis*, do siri *Callinectes sapidus* e de espécies de caranguejos são encontrados nas enseadas estuarinas em maior abundância entre a vegetação macrófita (Asmus 1984, Bemvenuti 1987b). Para estes organismos que vivem sobre o sedimento a

presença da pradaria proporciona um aumento da oferta de alimento, da disponibilidade e diversidade de habitat e de proteção contra a predação de peixes, decápodes e aves. Estudos realizados em vários estuários tem mostrado que as pradarias de gramíneas submersas são considerados importantes locais de criação de peixes e invertebrados nestes ambientes, também pela proteção que oferecem às formas juvenis ao restringir o acesso e atividade de predadores de grande mobilidade (Asmus 1984, Orth *et al.* 1984, Summerson & Peterson 1984).

A análise dos distintos trabalhos envolvendo os macroinvertebrados bentônicos em pradarias de *Ruppia maritima* na região (Asmus 1984, Geraldi 1997, Garcia *et al.* no prelo), indicam que a gramínea e suas algas associadas, especialmente *Enteromorpha* spp., influenciam na estruturação das assembléias de invertebrados e peixes, proporcionando: (a) uma maior disponibilidade e diversidade de habitat para organismos zoobentônicos epifaunais, especialmente anfípodes, isópodes, tanidáceos e juvenis de decápodes; b) uma importante área de alimentação para o zoobentos epifaunal, principalmente através da oferta direta de alimento pelas microalgas epífitas que se encontram sobre as folhas da gramínea e/ou entre as algas filamentosas associadas; c) uma maior proteção para os macroinvertebrados bentônicos, incluindo-se os juvenis de decápodes (caranguejos, siris e camarões) através do complexo de talos, folhas e raízes que limitam o acesso de predadores de grande porte; d) uma importante oferta alimentar indireta através da formação de detritos, que pela exportação, irá enriquecer áreas adjacentes no estuário ou até mesmo na plataforma.

#### 4. INFRALITORAL

Nas enseadas estuarinas, dominadas por planos de águas rasas, dificilmente ocorrem profundidades maiores do que 2m. De forma que a maior extensão da região infralitoral, entre a isóbata de 2m e a borda dos canais (entre 5 e 6 m de profundidade), encontra-se na parte central do corpo estuarino.

Nesta região, considerada como infralitoral estuarino (Bemvenuti *et al.* 1978), as condições ambientais são fortemente influenciadas pela salinidade, que pode permanecer por vários meses com registros próximos a zero ou apresentar marcadas flutuações de baixa previsibilidade (Baumgarten & Niencheski 1990, Bemvenuti *et al.* 1992). Este fato condiciona uma comunidade estruturada a partir de um reduzido

número de espécies, cujos dominantes ocorrem em altas densidades e mostram marcadas flutuações espaço-temporais. Verifica-se também, que a ocupação de amplos nichos tróficos-espaciais pela macrofauna bentônica reflete-se numa baixa diversidade de organismos em cada um dos níveis tróficos da trama trófica estuarina (Bemvenuti 1996c).

O estresse ambiental como o principal estruturador da comunidade bentônica infralitoral (Bemvenuti *et al.* 1992, Rosa-Filho 1997), condiciona uma série de padrões para a macrofauna na região. Entre os quais, a migração sob condições adversas, o êxito da proteção à desova, a ocorrência de densas mortalidades e a falta de substrato para a epibiose em fundos moles.

O gastrópode estuarino *Heleobia australis*, por exemplo, caracteriza-se pela ampla distribuição vertical em fundos arenolodosos (Fig. 4) e pelas marcadas flutuações espaço-temporais na abundância. Esta espécie parece bem adaptada para habitar regiões sob influência marinha e pode migrar caso não encontre uma determinada quantidade de sais para sua osmorregulação (Chomenko & Schafer 1984). Drásticas flutuações na densidade de *H. australis* no infralitoral estuarino, foram atribuídas à reações de escape durante períodos com salinidade próximo de zero (Bemvenuti *et al.* 1992).

A capacidade de migrar sob condições desfavoráveis permite à esta espécie ocupar áreas periodicamente submetidas a perturbações físicas, nas quais pode beneficiar-se da redução do número de competidores. Nestas condições, *H. australis* possui a sua disposição um amplo nicho trófico e espacial no epistrato, o que certamente contribui para a ampla distribuição e as elevadas densidades que a espécie atinge no infralitoral da região (Bemvenuti *et al.* 1992).

Este gastrópode é a espécie mais abundante da macrofauna infralitoral, alcançando densidades que ultrapassam 40.000 ind./m<sup>2</sup> (Bemvenuti *et al.* 1978). Em valores médios as ocorrências mais expressivas de *H. australis* encontram-se na enseada Saco do Arraial (27.332 ind./m<sup>2</sup>) e no corpo central do estuário em frente a Ponta do Retiro (12.927 ind./m<sup>2</sup>). Na região da desembocadura a espécie ocorre em baixas densidades (1.546 ind./m<sup>2</sup>), acontecendo o mesmo na porção superior da região estuarial (605 ind./m<sup>2</sup>) próximo ao limite com a zona pré-límnica da Lagoa dos Patos (Bemvenuti *et al.* 1978).

Outro importante integrante da fauna infralitoral, o tanaidáceo *Kalliapseudes schubartii*, apresenta uma distribuição tipicamente estuarina, alcançando

densidades médias próximas a 1000 ind/m<sup>2</sup> na parte central da região estuarial (Bemvenuti *et al.* 1978). Esta espécie ocorre desde o limite inferior do intermareal até a borda dos canais (Fig.4), mostrando preferência por fundos arenolodosos com teores elevados de silte e argila (Capitoli *et al.* 1978). Este tanaidáceo cavador caracteriza-se por picos sazonais de densidade durante os meses de verão, que refletem uma intensa atividade reprodutiva aliada a uma eficiente proteção à desova no marsúpio (Bemvenuti 1996b). A manutenção dos ovos e dos recrutamentos no interior do substrato representa uma forma de minimizar o impacto dos fatores físicos e biológicos, que atuam com maior intensidade na camada superficial do sedimento (Woodin, 1981).

Nos planos rasos das enseadas estuarinas da Lagoa dos Patos verificou-se, por exemplo, que a predação constitui-se num importante estruturador da comunidade bentônica durante os meses de verão. Sob estas condições ambientais *K. schubartii* ocorre com densidades superiores a 10.000 ind./m<sup>2</sup>, constituindo-se numa das espécies dominantes na comunidade de fundos moles (Bemvenuti 1996b). Este fato atesta que a proteção proporcionada pela manutenção dos distintos estágios de vida no interior do substrato combinada com uma eficiente renovação dos estoques populacionais, representam uma estratégia exitosa sob situações em que ocorre uma elevada intensidade da predação (Bemvenuti 1987b, 1996b).

A maior biomassa entre o zoobentos sublitoral é encontrada entre os exemplares do pelecípode *Erodona mactroides*, que atingem valores médios de 281 g/m<sup>2</sup> na parte norte da zona estuarina. Nesta área, onde estão bem representadas todas as classes de tamanho, o pelecípode atinge até 30mm de comprimento e uma densidade média de 461 ind/m<sup>2</sup> (Bemvenuti *et al.* 1978).

Nas enseadas localizadas na parte sul do estuário, onde ocorrem as maiores densidades de *E. mactroides* (média de 3.722 ind/m<sup>2</sup>), a biomassa atinge somente 105 g/m<sup>2</sup> em função do menor tamanho dos exemplares. Nesses locais, a espécie mostra uma expressiva mortalidade e os exemplares dificilmente ultrapassam 13mm de comprimento, tamanho correspondente a 1 ano de vida (Bemvenuti *et al.* 1978). Esta mortalidade pode estar relacionada com o entupimento do aparato filtrador do pelecípode, em decorrência da intensa flocculação do material em suspensão que ocorre na região estuarial (Bemvenuti 1996b). Os períodos de maior mortalidade, registrados no final do verão, coincidem com os de maior deposição de sedimentos finos na porção sul do estuário (Calliari, 1980). A este respeito, Levinton (1995) observa que



o entupimento do aparelho filtrador do pelecípode estuarino *Rangia cuneata*, pela deposição de sedimentos finos, provoca densas mortalidades da espécie.

O cirripédio *Balanus improvisus* é outra espécie comum em fundos moles sublitorais, onde depende da presença de *E. mactroides* como substrato. O pelecípode, cavador superficial, ao deixar exposta a parte superior de suas valvas permite a fixação de *B. improvisus*. O cirripédio mostra uma elevada concentração larval no plancton (Montu, 1980) e assenta densamente sobre objetos submersos nas enseadas e na desembocadura da parte sul do estuário. Nesta área, entretanto, *B. improvisus* ocorre em baixas densidades em fundos moles (entre 2 e 30 ind/m<sup>2</sup>), uma vez que nestes locais *E. mactroides* não atinge tamanho suficiente para suportar a epibiose. Na região entre a Ilha da Sarangonha e o limite com a zona pré-limnica da Lagoa dos Patos (Fig. 1), coincidem as maiores densidades do cirripédio (719 ind/m<sup>2</sup>) com a maior biomassa de *E. mactroides*, correspondendo a maior disponibilidade de substrato para fixação. O registro de até 20 exemplares de *B. improvisus* sobre uma *Erodona*, em locais com baixa densidade do pelecípode, evidencia a limitação do espaço para a fixação no infralitoral estuarino (Bemvenuti *et al.* 1978).

As espécies de poliquetas infralitorais, amplamente dominadas por *Nephtys fluviatilis* e *Heteromastus similis*, mostram densidades bastante homogêneas (entre 200 e 244 ind/m<sup>2</sup>) ao longo do corpo central estuarino. As densidades médias mais expressivas (977 ind/m<sup>2</sup>) foram registradas nas enseadas (Bemvenuti *et al.* 1978). Nestes ambientes, em planos rasos, encontram-se as condições mais favoráveis para os poliquetas na região, onde comedores de depósito como *H. similis* e *Laeonereis acuta*, por exemplo, frequentemente, mostram densidades superiores a 5.000 ind./m<sup>2</sup> (Bemvenuti 1996a).

## 5.CANAIS

Na região dos canais naturais ou artificiais, entre 5 m e 18m de profundidade, verifica-se um nítido empobrecimento quali-quantitativo da comunidade bentônica. No interior da zona estuarina, em fundos lamosos, a macrofauna restringe-se a organismos que podem consumir material depositado como o gastrópode *Heleobia australis* e os poliquetas *Nephtys fluviatilis* e *Heteromastus similis*. O gastrópode pode

ser muito abundante, atingindo densidades que ultrapassam 40.000 ind./m<sup>2</sup> (Capitoli et al. 1978).

Nos fundos arenosos-biodetríticos do canal de desembocadura, a comunidade bentônica encontra-se pobremente estruturada apresentando um reduzido número de espécies que ocorre em baixas densidades e uma baixa persistência temporal. Durante períodos de maior penetração de água marinha aumenta o número de espécies pela presença de poliquetas e de peracáridos (anfípodes, isópodes e cumáceos) de pequeno porte. Estas populações apresentam, entretanto, tamanho reduzido, baixas densidades e ocorrência esporádica (Bemvenuti *et al.* 1992).

A ausência de condições polihalinas durante a maior parte do ano e a falta de um gradiente de salinidade na porção sul do estuário, limitam o número de componentes marinhos da macrofauna bentônica. No canal de desembocadura as condições ambientais são ainda mais rigorosas pela menor previsibilidade das flutuações de salinidade e pela elevada instabilidade do substrato, as quais determinam condições desfavoráveis para a manutenção das associações bentônicas no local (Capitoli *et al.* 1978, Bemvenuti *et al.* 1992).

## COMPARAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM DISTINTOS AMBIENTES ESTUARINOS DO RIO GRANDE DO SUL

Foi efetuada a comparação de distintas unidades de habitats nas regiões estuárias da Lagoa dos Patos, Lagoa de Tramandaí e nas barras da Lagoa do Peixe, Arroio Chuí e Rio Mampituba (Rosa-Filho & Bemvenuti 1996, Rosa-Filho 1997). Com este objetivo foram amostrados um total de 20 unidades de habitat, com 144 amostras biológicas e 40 de sedimento, cujas características gerais encontram-se descritas nas tabelas IV, V e VI.

Tabela IV - Descrição geral das amostras coletadas (Extraído de Rosa-Filho 1997).

Estuário	Código das unidades <sup>1</sup>	Data	N. amostras	Profundidade e	Amostrador	Vegetação Macrófita <sup>2</sup>
Mampitub	Torres	23/03/9	8	60 cm	Tubo	Ausente
Tramanda	Trbarra	21/03/9	4	3.5 m	Van-Veen	Ausente
Tramanda	Terminal	21/03/9	8	40 cm	Tubo	Ausente
Tramanda	Canal	21/03/9	4	3,5 m	Van-Veen	Ausente
Tramanda	Hotel	21/03/9	8	50 cm	Tubo	Ausente
Tramanda	Trvegetada	21/03/9	8	40 cm	Tubo	Ruppia
Tramanda	Trnvegetada	21/03/9	8	40 cm	Tubo	Ausente
Tramanda	Pontal	21/03/9	8	40 cm	Tubo	Ausente
L. Patos	Pxvegetada	22/03/9	8	40 cm	Tubo	Enteromorph
L. Patos	Pxnvegetada	22/03/9	8	40 cm	Tubo	Ausente
L. Patos	Pxbarra	22/03/9	8	1 m	Tubo	Ausente
L. Patos	Prainha	28/03/9	8	40 cm	Tubo	Ausente
L. Patos	Arroio	28/03/9	8	50 cm	Tubo	Ausente
L. Patos	Graxa	30/03/9	4	3,5-4,0 m	Van-Veen	Ausente
L. Patos	Cocuruto	30/03/9	4	3,5-4,0 m	Van-Veen	Ausente
L. Patos	Pavegetada	03/04/9	8	40 cm	Tubo	Ruppia
L. Patos	Panvegetada	03/04/9	8	40 cm	Tubo	Ausente
L. Patos	Marambaia	03/04/9	8	40 cm	Tubo	Ausente
A. Chui	Chbarra	30/03/9	8	50 cm	Tubo	Ausente
A. Chui	Ponte	30/03/9	8	60 cm	Tubo	Ausente

<sup>1</sup> Nomes pelos quais as unidades serão identificadas no texto e nos gráficos

<sup>2</sup> *Ruppia* = *Ruppia maritima* *Enteromor* = *Enteromorpha* sp.

Tabela V - Características gerais das amostras biológicas e de sedimentos (Extraído de Rosa-Filho 1997).

<b>Unidades</b> <sup>1</sup>	<b>(PHI)</b> <sup>2</sup>	<b>Classificação</b> <sup>3</sup>	<b>% MO</b> <sup>4</sup>	<b>% Finos</b>	<b>Densidade</b> <b>média</b>	<b>Número</b> <b>de</b>
<b>Torres</b>	2,424	Areia fina	1,295	0,012	42,25	5
<b>Trbarra</b>	2,397	Areia fina	0,195	0,021	598,50	4
<b>Terminal</b>	2,319	Areia fina	0,205	0,008	28,125	5
<b>Canal</b>	2,988	Areia fina	0,925	2,113	1070,50	3
<b>Hotel</b>	2,558	Areia fina	1,105	2,099	693,62	7
<b>Trvegetada</b>	2,963	Areia fina	0,905	12,115	2543,25	8
<b>Trnvegetad</b>	2,977	Areia fina	0,214	7,700	2345,13	5
<b>Pontal</b>	2,232	Areia fina	0,091	1,992	2126,75	4
<b>Pxvegetada</b>	2,680	Areia fina	0,270	7,356	34711,25	6
<b>Pxnvegetad</b>	2,653	Areia fina	0,104	4,133	2368,00	7
<b>Pxbarra</b>	2,254	Areia fina	0,301	1,487	725,38	5
<b>Prainha</b>	3,041	Areia fina	0,100	0,077	37,00	5
<b>Arroio</b>	2,471	Areia fina	0,600	0,139	537,00	7
<b>Graxa</b>	2,867	Areia fina	0,990	12,585	28063,50	16
<b>Cocuruto</b>	2,888	Areia fina	1,005	12,324	18049,25	15
<b>Pavegetada</b>	2,806	Areia fina	0,905	14,850	26175,25	13
<b>Panvegetad</b>	2,859	Areia fina	1,000	8,680	2015,88	9
<b>Marambai</b>	2,483	Areia fina	0,600	4,580	1166,50	11
<b>Chbarra</b>	2,496	Areia fina	0,215	0,125	644,38	7
<b>Ponte</b>	2,410	Areia fina	0,100	3,268	1676,00	7

<sup>1</sup> Unidades definidas na tabela 1.; <sup>2</sup> Diâmetro médio dos grão na escala de Wentworth (1922); <sup>3</sup> Segundo Folk & Ward (1957); <sup>4</sup> Porcentagem de Matéria Orgânica; <sup>5</sup> Somatório das frações silte + argila

Tabela VI - Densidade média (ind.m<sup>-2</sup>) da macrofauna nos estuários (Extraído de Rosa-Filho 1997).

COMPOSIÇÃO	ESTUÁRIOS <sup>1</sup>				
	RMA	TRA	LPX	LPA	ACH
<u><i>Callinectes danae</i></u>	0	0	0	5	0
<u><i>Cyrtograpsus angulatus</i></u>	0	0	0	1	0
<u><i>Rhithropanopeus</i></u>	0	0	0	4	0
	0	6	0	1380	0
<u><i>Bathyporeiapus sp.</i></u>	0	0	0	2	0
<u><i>Synidotea marplatensis</i></u>	0	0	0	3	0
<u><i>Dies fluminensis</i></u>	0	0	0	10	0
<u><i>Munna peterseni</i></u>	0	0	0	1213	0
<u><i>Kupellonura spp.</i></u>	0	0	0	9	0
<u><i>Pseudosphaeroma</i></u>	2	1	1	47	48
<u><i>Kalliapseudes</i></u>	0	0	0	2984	0
<u><i>Tanais stanfordi</i></u>	0	1	0	14	0
<u><i>Diastylis sp.</i></u>	0	0	0	19	0
<u><i>Chironomidae</i></u>	11	5	0	0	0
<u><i>Erodona mactroides</i></u>	0	1	0	64	0
<u><i>Tagelus plebeius</i></u>	0	1	12	2	2
<u><i>Heleobia australis</i></u>	0	330	11550	275	937
<u><i>Laeonereis acuta</i></u>	4	163	953	1566	58
<u><i>Lumbrineris sp.</i></u>	0	0	0	1	0
<u><i>Nephtys fluviatilis</i></u>	16	302	1	154	9
<u><i>Heteromastus similis</i></u>	11	737	227	1045	107
<u><i>Sigambra grubii</i></u>	0	1	0	1	0
<u><i>Spio gaucha</i></u>	0	40	4	0	0
<u><i>Hemipodus olivieri</i></u>	0	0	0	1	0
<u><i>Nemertinea indet.</i></u>	2	1	1	3	1
<u><i>Densidade</i></u>	42	1429	12602	8941	1160

<sup>1</sup> RMA=Rio Mampituba; TRA=Complexo Lagunar-estuarino Tramandaí-Armazém; LPX=Lagoa do Peixe, LPA=Lagoa dos Patos; ACH=Arroio Chuí.

## V.1. COMPARAÇÃO ENTRE REGIÕES ESTUÁRIAS

Rosa-Filho (1997) efetuou a comparação entre os estuários através de uma análise de agrupamento incluindo as distintas unidades de habitat de cada um dos ambientes. Para a realização da análise, foram incluídas somente as espécies que participaram com mais de 4% na abundância total das espécies. Com este procedimento foram utilizadas somente seis espécies, que representaram 98% do total dos organismos quantificados. Foram as seguintes a espécies incluídas na análise, em ordem decrescente de participação: *Heleobia australis* (40%), *Kalliapseudes schubartii* (18%), *Heteromastus similis* (14%), *Laeonereis acuta* (11%), *Mellita mangrovi* (8%) e *Munna peterseni* (7%).

O dendograma resultante da análise de agrupamentos revelou a formação de quatro grupos em um nível de 60% de similaridade, ficando a unidade Prainha, da Lagoa dos Patos, não agrupada (Fig. 5).

### Grupo 1

Das sete unidades de habitat da Lagoa dos Patos, com exceção da Prainha, seis foram reunidas neste grupo. Estas estações mostraram sedimentos dominados por areia fina, com proporções de silte e argila entre 0,14 e 14,85% (média de 8,86%), e de matéria orgânica entre 0,60 e 1,01% (média de 0,76 %). A quantidade de sedimentos finos foram ligeiramente superiores à encontrada nos outros grupos, no entanto, a análise de variância realizada só mostrou diferença estatística significativa com o grupo quatro. Por sua vez, o teor de matéria orgânica foi diferente significativamente do grupo dois.

Um total de 21 espécies foram identificadas neste grupo, tendo sido consideradas 16 como características do mesmo (Rosa-Filho 1997): os poliquetas infaunais *Heteromastus similis*, *Laeonereis acuta* (comedor de depósito), *Nephtys fluviatilis* (carnívoro, detritívoro) e *Sigambra grubii* (carnívoro); os crustáceos epifaunais *Cyrtograpsus angulatus*, *Callinectes danae*, *Kupellonura* spp., *Rhithropanopeus harrisi*, *Mellita mangrovi* (omnívoro), *Synidotea marplatensis* (comedor de depósito), *Dies fluminensis*, *Munna peterseni*, *Tanais stanfordi* (raspador), e infaunais *Diastylis* sp., *Kalliapseudes schubartii* (suspensívoro-detritívoro) e

*Pseudosphaeroma mourei* (comedor de depósito); e o molusco infaunal suspensívoro *Erodona mactroides*.

Observa-se que 68% das espécies identificadas em todos os estuários foram características deste grupo, com 40% delas exclusivas. Dentro destes *taxa* exclusivos, estiveram os peracáridos (anfípodes, isópodes, tanaidáceos) e os decápodes (sirís, caranguejos e camarões), os quais estiveram praticamente restritos à área vegetada. Rosa-Filho (1997) observa ainda que dos dez *taxa* epifaunais identificados, oito foram exclusivos deste grupo, e particularmente da unidade vegetada, dentro da Lagoa dos Patos.

A densidade média da macrofauna bentônica no grupo 1 foi de 12.665 ind.m<sup>-2</sup>, sendo a mais alta entre os grupos. As unidades localizadas no infralitoral na Praia da Graxo (28.063 ind.m<sup>-2</sup>) e Cocuruto 26.175 ind.m<sup>-2</sup>, ambas com 4m de profundidade, e o fundo de *Ruppia maritima* com 18.049 ind.m<sup>-2</sup> no Saco do Arrail, apresentaram as maiores densidades. Tais valores foram influenciados, principalmente, pela abundância do tanaidáceo *Kalliapseudes schübartii* no infralitoral e *Mellita mangrovi*, *Munna peterseni* e *Laeonereis acuta*, no fundo de macrófitas.

## Grupo 2

Segundo Rosa-filho (1997) este grupo reuniu unidades do estuário do complexo lagunar Tramandaí-Armazém, Lagoa do Peixe e Arroio Chuí (Fig. 5). Os sedimentos foram classificados como areia fina (média 2,50 PHI), com proporções de finos variando entre 0,025 e 12,25% (média 3,85%) e de matéria orgânica de 0,09 a 0,90% (média 0,29%). Demonstrando a grande heterogeneidade das características sedimentares do grupo.

Um total de dez espécies foram identificadas neste grupo, sendo características os moluscos *Heleobia australis* (epifaunal-raspador), os poliquetas *Lumbrineris* sp. (infaunal-raspador), o Diptera Chironomidae (infaunal-omnívoro), o bivalve *Tagelus plebeius* (infaunal-suspensívoro) e um Nemertinea não identificado (Rosa-Filho 1997). Este autor observou ainda que nenhuma espécie de crustáceo apresentou abundância suficiente para ser considerada típica desse grupo.

A densidade média da macrofauna atingiu 7.071 ind.m<sup>2</sup>, tendo sido influenciada pela abundância de *Heleobia australis* na unidade vegetada da Lagoa do Peixe, que correspondeu a 99% dos 34.711 ind.m<sup>-2</sup> quantificados nesse local

dominado por algas filamentosas do gen. *Enteromorpha*. *Heleobia australis* apresentou a densidade mais elevada para uma única espécie entre todas as unidades e estuários em estudo (Rosa-Filho 1997).

### **Grupo 3**

Foi formado por unidades de habitat do Complexo Lagunar Tramandaí-Armazém e Lagoa do Peixe, sendo a maioria localizada próximo a desembocadura dos dois estuários (Rosa-Filho 1997)

Os sedimentos do grupo foram compostos por areia fina, com uma média de 4,30 % da fração fina (silte-argila) e 0,54 % de matéria orgânica.

Foram identificadas 11 espécies, sendo considerada típica do grupo somente o poliqueta *Spio gaucha*. A macrofauna apresentou uma densidade média 1414 ind.m<sup>-2</sup>, destacando-se a contribuição uniforme de todas as unidades componentes que apresentaram valores aproximados de densidade (Rosa-Filho 1997).

### **Grupo 4**

Reuniu as unidades Terminal (Tramandaí) e Torres (Rio Mampituba). O tipo de sedimento predominante foi areia fina (diâmetro média de 2,37 PHI), cujos teores de finos foram os mais baixas dentre todas as unidades, variando entre 0,005% e 0,024% (média de 0,01%) e proporções de matéria orgânica entre 0,2% e 1,3% (média de 0,72 %).

Apenas três espécies foram identificadas neste grupo, nenhuma delas apresentando abundância relativa suficiente (maior que 50%), para ser considerada característica do mesmo (Rosa-Filho 1997). Juntamente com esta baixa riqueza específica, este grupo apresentou também a menor densidade média da macrofauna bentônica (35 ind.m<sup>-2</sup>) entre os quatro grupos classificados (Fig. 5).

A comparação de índices de diversidade, através de Números de Hill (Rosa-Filho 1997), entre as unidades de habitat indicaram que, com exceção da barra, as unidades da Lagoa dos Patos foram as mais diversas em todos os casos. Este resultado mostrou que a região estuarial da Lagoa dos Patos possui uma diversidade mais alta que os demais, o que corrobora a análise de agrupamentos feita para todas as unidades, quando esta formou um grupo exclusivo de ambientes desta lagoa.



## **ESTADO ATUAL E AS PERSPECTIVAS DE CONTRIBUIÇÃO DA ECOLOGIA BENTÔNICA PARA A CARACTERIZAÇÃO, MONITORAMENTO E GERENCIAMENTO DE AMBIENTES COSTEIROS.**

### **ESTADO ATUAL DO CONHECIMENTO**

Os estudos sobre organismos bentônicos com enfoque ecológico, onde os primeiros trabalhos visavam a descrição da distribuição vertical das espécies em costões rochosos, tiveram início no século XIX. Na famosa expedição do HMS Challenger entre 1872-1875, que é considerada o início da oceanografia como ciência, foram efetuadas, inclusive, coletas de invertebrados bentônicos a mais de 5000m de profundidade (Thorson 1972). Mas foram os estudos conduzidos pelo Dinamarques J. Petersen no Mar do Norte, entre 1910 e 1918, que realmente colocaram o estudo do bentos como uma importante área da ecologia e oceanografia, ao correlacionar a distribuição e abundância do macrozoobentos e de seus consumidores, principalmente, peixes, equinodermas e crustáceos decápodes de importância econômica (Thorson 1972). A partir destes estudos pioneiros a ecologia bentônica teve um grande desenvolvimento na Europa e, desde a segunda metade do século, também nos Estados Unidos.

Com o crescimento da industrialização e consequente impacto antrópico sobre o meio ambiente, particularmente na zona costeira, após a segunda guerra mundial, aumentou a preocupação da comunidade científica com a contaminação ambiental em diversos países do hemisfério norte (Pérès 1980). A busca de técnicas e métodos para o estudo da contaminação ambiental incluiu a utilização de determinadas espécies de invertebrados bentônicos numa primeira etapa e, posteriormente, a análise das assembléias ou comunidades bentônicas (Pearson & Rosenberg, 1978).

Dois fatores contribuíram de forma decisiva para a utilização da fauna bentônica em estudos de caracterização, monitoramento e avaliação ambiental. O primeiro, relaciona-se com a pouca mobilidade e o estilo de vida dos organismos junto ao fundo, local de acúmulo de contaminantes. O segundo fator, decorre da existência de um número significativo de estudos de longo prazo em determinadas áreas costeiras, nas quais foram efetuadas amostragens cobrindo vários períodos anuais (Kennish 1990).

Dentre os diversos estudos desenvolvidos no hemisfério norte, pela sua abrangência e aplicabilidade, destacam-se os conduzidos por Pearson & Rosenberg (1978)

que avaliaram o impacto de excesso de contaminação orgânica sobre assembléias de macroinvertebrados bentônicos. Neste trabalho, os autores discutem o emprego de determinadas espécies como indicadoras de locais contaminados, concluindo que para estudos dessa natureza é preferível a utilização de alterações na estrutura das assembléias como os indicadores mais adequados. Estas alterações decorrem de modificações nas variáveis bióticas que caracterizam a estrutura de assembléias ou comunidades naturais. Entre essas variáveis destacam-se: a densidade dos organismos, a diversidade, composição específica, dominância, biomassa, distribuição espaço-temporal, estrutura trófica e o tamanho das espécies componentes.

Em relação aos estudos conduzidos no Brasil, Lana (1994) revisou os trabalhos envolvendo a bentologia e a contaminação ambiental na costa sudeste-sul. Avaliando o panorama encontrado nesta região como um todo, o autor observa que “o atual conhecimento do bentos regional é mais do que insatisfatório, sendo inadequado para o desenvolvimento de atividades de monitoramento, uma vez que praticamente inexitem informações confiáveis e consistentes sobre a densidade, biomassa e variabilidade temporal do macro meio e microbentos”. Lana (1994) destaca ainda a ausência de dados sobre a variabilidade espaço-temporal da macrofauna bentônica sob condições naturais, ressaltando que este conhecimento é fundamental para a utilização de organismos e/ou assembléias de invertebrados em estudos sobre contaminação ambiental.

Em relação a macrofauna bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos, parte do conhecimento obtido durante os últimos vinte anos foram sumarizados nos capítulos anteriores. Estes resultados trazem uma importante contribuição sobre a variabilidade espaço-temporal dos organismos, a estrutura das assembléias nos distintos habitats estuarinos e a comparação, ainda que preliminar, com outros estuários do Rio Grande do Sul.

As referências sobre a composição específica, diversidade e abundância do macrobentos estuarino, no capítulo I, indicam um número de espécies bastante reduzido (entre 30 e 40spp) que apresenta flutuações sazonais bem pronunciadas, influenciadas pela penetração de espécies marinhas durante situações de menor pluviosidade. A estes períodos de maior diversidade, que geralmente ocorrem no verão, contrapõem-se condições de maior influência de água doce nos meses de inverno onde a diversidade cai em torno de 50% e a composição específica restringe-se a infauna residente.

Referências históricas efetuadas por Ihering (1885) na região já mencionavam a baixa diversidade faunística na área estuarina da Lagoa dos Patos. Os resultados publicados por este naturalista no final do século passado, ainda que não tenham sido originados de estudos sistemáticos, representam informações de grande valor sobre a situação faunística-ambiental da região.

Os estudos efetuados ao longo de vinte anos de estudos sobre a macrofauna bentônica na área estuarina da Lagoa dos Patos não trazem indícios de que a diversidade da macrofauna bentônica tenha diminuído no período. Esta observação refere-se ao ambiente como um todo, entretanto, amostragens específicas sobre determinadas áreas onde existem indícios de contaminação ambiental, como o Saco da Mangueira por exemplo (Baumgarten *et al.* 1995), poderão mostrar resultados distintos.

A comparação entre as características estruturais das assembléias de macroinvertebrados bentônicos nos distintos ambientes estuarinos do Rio Grande do Sul mostrou um claro agrupamento entre as unidades de hábitat da Lagoa dos Patos. Este resultado mostrou que as assembléias na Lagoa dos Patos encontram-se estruturadas com um maior número de características particulares (tais como guildas exclusivas, espécies exclusivas, um maior número de espécies e densidades mais elevadas), revelando ser este o estuário mais diverso e com maior abundância de organismos dentre os estudados (Rosa-Filho 1997). Estes resultados foram influenciados pela maior ocorrência na Lagoa dos Patos de pequenos crustáceos (anfípodes, isópodes, tanaidáceos e juvenis de caranguejos e camarões) que integram guildas de organismos epifaunais raspadores ou onívoros que ocorreram associados a fundos vegetados na enseadas estuarinas, onde obtém hábitat, alimento e proteção.

Um grande número de fatores têm sido citados como controladores da distribuição espacial e temporal da abundância e da diversidade dos organismos bentônicos em estuários (Wolff 1983, Kennish 1990). Neste contexto Rosa-Filho (1997) discute a influência de diversos fatores bióticos e abióticos que estariam influenciando as assembléias de macroinvertebrados bentônicos nos estuários do Rio Grande do Sul. Este autor classifica estes efeitos em três níveis: 1) os de efeito global como as características biogeográficas, o clima (precipitação, temperatura e ventos, com suas variações sazonais e inter-anuais); 2) os que atuam ao nível de cada um dos estuários como a gênese, a geomorfologia e a salinidade; 3) e na escala de unidades de hábitat a

hidrodinâmica, as características do sedimento, a presença de vegetação macrófita, a competição e a predação.

Discutindo o efeito destes fatores, Rosa-Filho (1997) observa que as diferenças observadas na estrutura das comunidades bentônicas de fundos moles nos estuários do Rio Grande do Sul, tiveram uma forte influência das características individuais de cada um dos estuários. Foi constatado, por exemplo, que a composição específica e a diversidade refletem em muito, as características biogeográficas e geomorfológicas de estuários localizados numa região temperada, mas que apresentam diferenças marcantes em termos de área total, volume, profundidades máxima e mínima e diversidade de habitats disponíveis para colonização. Enquanto que a densidade, mostrou-se mais diretamente relacionada com fatores atuando em menor escala, como as características do substrato, a presença de vegetação submersa e as interações biológicas.

A maior densidade da macrofauna bentônica da Lagoa dos Patos pode estar relacionada também a um processo de eutrofização da zona estuarina. Desde os estudos conduzidos por Pearson & Rosenberg (1978) é reconhecido que nos pontos de despejo de esgotos domésticos ou industriais que provoquem um forte enriquecimento orgânico do local, os teores de oxigênio são muito baixos e a macrofauna muito escassa. Próximo a estes locais podem desenvolver-se, entretanto, organismos oportunistas que toleram baixos teores de O<sub>2</sub> mas exigem níveis elevados de matéria orgânica. Afastando-se deste local em direção a uma zona menos contaminada, Pearson & Rosenberg (1978) referem-se a uma zona eutrofizada, na qual a abundância e a biomassa da macrofauna bentônica são mais elevadas do que em locais considerados livres de contaminação.

A maior abundância da macrofauna bentônica na enseada Saco do Arraial e no infralitoral da Praia do Graxo e do Cocuruto podem estar refletindo uma situação de eutrofização, que pode ter causas naturais ou pode estar sendo estimulada pela ação antrópica. Neste sentido, é considerado preocupante a elevada quantidade de fertilizantes que são perdidas para o estuário, fato presenciado durante operações de desgarga destes produtos no Superporto.

Outra fonte de eutrofização no corpo central do estuário pode estar relacionada com a contribuição das águas do Saco da Mangueira, ambiente que encontra-se nitidamente afetado pelo aporte de esgotos (Almeida *et al.* 1993) e pelas

indústrias de fertilizantes (Baumgarten *et al.* 1995). Outra provável fonte de eutrofização do infralitoral da Praia do Graxo e do Cocuruto é o local denominado Croa do Boi onde são lançados esgotos “in natura” (Almeida *et al.* 1993)

A estrutura de comunidades bentônicas, segundo Levinton (1995), podem ser afetadas de três maneiras pelos efeitos antropogênicos: 1) através da destruição do habitat: como por exemplo, o aterro de marismas, a ocupação de planos de águas rasas, a erosão ou assoreamento de áreas costeiras, a dragagem de canais; 2) pela fragmentação do habitat: quando um habitat é fragmentado em parcelas, como pode ocorrer com os marismas, ou fundos de gramíneas. A fragmentação em habitats menores cria novas “bordas” que poderão modificar a estrutura da comunidade ao atrair novos colonizadores; 3) através da degradação do habitat, que é talvez a mais comum das formas de desestruturação de comunidades. O aporte de nutrientes ao aumentar o fitoplankton altera as estreitas associações de macroalgas ou gramíneas submersas (Levinton 1995). Também substâncias tóxicas ou um excessivo aporte de matéria orgânica, ao reduzir os teores de O<sub>2</sub>, tendem a eliminar determinadas espécies e simplificar a composição específica das comunidades.

As atividades humanas nos estuários podem determinar efeitos agudos, os quais são identificados pelas marcadas alterações que causam nas espécies, assembléias ou no hábitat. Entretanto, os experimentos de recolonização referidos no item IV.2.6. deste trabalho, mostraram que algumas das espécies dominantes na assembléia de invertebrados bentônicos apresentam uma alta capacidade de recolonização de substratos defaunados. Este fato determina cautela na interpretação de eventuais impactos antropogênicos sobre o sistema, pois efeitos agudos sobre o ambiente podem estar sendo mascarados pela rápida capacidade de retorno dos organismos à condições anteriores à perturbação. Observa-se que a recolonização ocorreu através de recrutamentos registrados durante o verão, período no qual é mais intensa a atividade reprodutiva da macrofauna na região (Bemvenuti 1987b, 1992). Em outras estações do ano as assembléias de macroinvertebrados poderão não responder com tanta eficácia a eventos que provoquem a defaunação do substrato.

Um outro tipo de efeito de ação mais sutil, mas não menos nociva, enquadra-se no que se considera como efeitos crônicos. Neste sentido a conhecida resistência do macrobentos estuarino à perturbações ambientais (Boesch 1977, Frontier 1978), também pode mascarar o efeito de agentes contaminantes sobre as comunidades

bentônicas. Neste caso uma determinada atividade deletéria, muitas vezes de magnitude relativamente pequena e de difícil percepção, pelo seu efeito contínuo, vai causando uma lenta deterioração da qualidade ambiental até um ponto de difícil recuperação para as comunidades naturais. Neste sentido, atividades de monitoramento são imprescindíveis para um contínuo controle da qualidade ambiental de uma região como as características da área estuarial da Lagoa dos Patos, onde se desenvolvem uma série de atividades humanas. Na secção seguinte serão propostas uma série de procedimentos que auxiliarão no monitoramento da qualidade ambiental da área em estudo.

## 2.PERSPECTIVAS DOS ESTUDOS DE ECOLOGIA BENTÔNICA

Os estudos sobre ecologia bentônica efetuados na área estuarina da Lagoa dos Patos fornecem informações consistentes sobre a abundância, diversidade e a variabilidade espaço-temporal das associações de macroinvertebrados. Estes conhecimentos são considerados fundamentais para a utilização de organismos e/ou assembléias de invertebrados em estudos sobre contaminação ambiental (Lana 1994). Os estudos conduzidos na região fornecem uma importante “base line” sobre a ecologia bentônica no ambiente estuarino, mas não foram programados para resolver problemas específicos voltados ao monitoramento da qualidade ambiental. Neste sentido propõe-se uma série de procedimentos que poderiam direcionar futuros estudos no sentido de contribuir de forma mais direta para o monitoramento e gerenciamento ambiental na região:

1) A utilização de experimentos de campo tem se mostrado uma importante ferramenta para estudos ecológicos de ambientes aquáticos costeiros (Reise 1985). Nestes estudos, a partir de manipulações experimentais provocadas pelo pesquisador é possível avaliar como espécies ou uma comunidade respondem a estas perturbações. Este tipo de estudo tem sido utilizado na área estuarina da Lagoa dos Patos para avaliar o impacto de peixes e decápodes predadores sobre a comunidade bentônica (Bemvenuti 1987), as interações entre os organismos no interior do sedimento e a recolonização do substrato após uma defaunação artificial (Bemvenuti 1992, 1996a). O uso de experimentos como a simulação de derrames de óleo foram sugeridos por Lana (1994) para utilização na costa sudeste sul brasileira.

Para o monitoramento na área estuarina da Lagoa dos Patos, ao contrário de efetuar manipulações experimentais, propõe-se a realização de experimentos de campo utilizando tratamentos naturais. De modo que ao invés de efetuar manipulações artificiais, seria efetuado o acompanhamento sazonal da meio e macrofauna bentônica ao longo de gradientes espaciais, a partir de pontos de descarga de contaminantes (esgotos domésticos e industriais) em áreas potencialmente impactadas, como o Saco da Mangueira, a Coroa do Boi e a margem do Saco do Arraial em contato com a cidade de Rio Grande. As amostragens deveriam abranger um gradiente desde o ponto de descarga dos contaminantes até áreas consideradas não alteradas, que seriam utilizadas como controle do experimento. Este tipo de experimento deve ser desenvolvido com outras áreas da oceanografia, particularmente a hidroquímica.

2) Os resultados dos distintos trabalhos analisados e discutidos nos capítulos I, II e III demonstram que as comunidades bentônicas nos planos de águas rasas, fundos de macrófitas submersas, no infralitoral e nos canais encontram-se interligadas num processo contínuo de dependência e retroalimentação. Em Bemvenuti (1996b) encontram-se uma série de considerações sobre o papel que desempenham estes habitats na área estuarina da Lagoa dos Patos. Nas enseadas estuarinas os marismas e as pradarias de macrófitas mostram uma intensa produção e exportação de material detritico, e atuam como locais de proteção e criação de peixes e invertebrados de importância ecológica e econômica, que utilizam o estuário como área de criação. Enquanto que nos planos de águas rasas, a ausência de uma densa cobertura de macrófitas e a ocorrência esporádica da epifauna, com o predomínio de organismos cavadores, causam uma falsa impressão de pobreza faunística. Fato que não faz justiça a estes locais de elevada produção secundária, onde ocorre uma intensa transferência trófica entre a infauna e os predadores de grande mobilidade (Bemvenuti 1987b). Nas enseadas a macrofauna bentônica, particularmente os comedores de depósito, tem um importante papel atuando como o principal elo entre o detrito depositado e os níveis tróficos superiores do sistema (Bemvenuti 1996c).

Os fundos sublitorais entre 2 e 6m de profundidade são dominados pelo zoobentos suspensívoro e comedor de depósito, que beneficia-se em grande parte do detrito alóctono produzido nas enseadas. A ausência da cobertura de macrófitas ao reduzir a proteção ao zoobentos e facilitar o acesso de predadores, permite que os fundos não vegetados funcionem como uma importante área de alimentação para peixes

e crustáceos decápodes no ambiente estuarino. Também a maior profundidade no sublitoral proporciona um refúgio aos decápodes, que migram para estes fundos durante os meses mais frios do ano (Bemvenuti 1996b, c).

Os canais, apesar de inóspitos para a maioria da infauna, constituem-se na principal rota migratória para a maioria das espécies estuarinas e, pela maior profundidade da coluna d'água, mostram-se de grande importância para as formas pelágicas. Estudos interdisciplinares são ainda necessários para o conhecimento integrado destes habitats, cuja preservação e utilização racional são fundamentais para manter o estuário como área de criação e produção de recursos naturais (Bemvenuti 1996b).

Neste sentido propõe-se o monitoramento da meio e macrofauna bem como das distintas unidades de habitat, através de estudos multidisciplinares que façam um acompanhamento da qualidade ambiental com especial atenção para atividades humanas que possam alterar, fragmentar ou degradar as comunidades ali estabelecidas ou o meio físico. Estes estudos devem ser efetuados, simultaneamente, em outros ambientes estuarinos do Rio Grande do Sul a fim de comparar áreas submetidas a distintas pressões antropogênicas.

3) Além das proposições relacionadas com as comunidades ou assembléias de organismos devem ser estabelecidos procedimentos para o monitoramento ambiental através da utilização de espécies indicadoras. A este respeito Pearson & Rosenberg (1978) observam que determinados grupos como anfípodes seriam mais sensíveis a contaminação por excesso de matéria orgânica, enquanto que pelecípodes teriam uma tolerância intermediária e espécies de poliquetas e oligoquetas teriam maior resistência à contaminação. Certas espécies de nematodos, por exemplo, podem apresentar populações com grande tolerância a altas concentrações de metais pesados (Cádmio), enquanto que exemplares da mesma espécie, provenientes de locais não contaminados pelo metal, não sobreviviam ao serem introduzidos nas áreas habitadas pela populações adaptadas à contaminação (Levinton 1995).

Propõe-se a eleição de espécies abundantes em locais potencialmente contaminados por despejos de esgotos domésticos e industriais, tais como os poliquetas *Laonereis acuta* e *Heteromastus similis*, para a realização de testes de tolerância a distintos níveis de toxidez em laboratório. As respostas destas espécies deveriam ser



comparadas a de outros invertebrados como anfípodes, isópodes, tanaidáceos, que mostram menor ocorrência em áreas com menor concentração de O<sub>2</sub> dissolvido.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

-Os estudos sobre ecologia bentônica na área estuarina da Lagoa dos Patos fornecem informações consistentes sobre a abundância, diversidade e a variabilidade espaço-temporal das associações de macroinvertebrados. Estes conhecimentos são fundamentais para a utilização de organismos e/ou assembléias de invertebrados em estudos sobre contaminação ambiental.

-A assembléia de macroinvertebrados bentônicos na região estuarial da Lagoa dos Patos apresenta um reduzido número de espécies (entre 30 e 40 spp) e densidades elevadas. Estes resultados, de um modo geral, concordam com o registrado para vários ambientes estuarinos de regiões temperadas.

-Estudos efetuados durante os últimos 20 anos não mostram a diminuição da diversidade específica na região estuarial. Esta avaliação, entretanto, não pode ser considerada para áreas potencialmente impactadas como o Saco da Mangueira ou a Coroa do Boi.

-A comparação das características estruturais das assembléias de macroinvertebrados bentônicos nas regiões estuariais da Lagoa dos Patos, complexo lagunar Tramandaí-Armazém e nas barras da Lagoa do Peixe, Arroio Chuí e Rio Mampituba, realizada no período do verão, revelou uma maior diversidade, um maior número de espécies exclusivas e abundância mais elevada de macroinvertebrados na Lagoa dos Patos.

-O maior número de espécies exclusivas e abundância da macrofauna na área estuarina da Lagoa dos Patos refletiram a ocorrência de pequenos crustáceos (anfípodes, isópodes, tanaidáceos e juvenis de caranguejos e camarões), que integram guildas de organismos epifaunais raspadores ou onívoros, que ocorreram associados a fundos vegetados nas enseadas estuarinas onde obtém hábitat, alimento e proteção.

-As comunidades bentônicas nos planos de águas rasas, fundos de macrófitas submersas, no infralitoral e nos canais encontram-se interligadas num processo contínuo de dependência e retroalimentação, sendo a preservação e a utilização racional destes

hábitats, fundamentais para manter o estuário como área de criação e produção de recursos naturais.

-Algumas das espécies dominantes na assembléia de invertebrados bentônicos mostraram uma alta capacidade de recolonização após perturbações que provocaram a defaunação do substrato. Este fato determina cautela na interpretação de eventuais impactos antropogênicos sobre o sistema, pois efeitos agudos sobre o ambiente podem estar sendo mascarados pela rápida capacidade de retorno dos organismos à condições anteriores à perturbação.

-A resistência que os macroinvertebrados estuarinos apresentam à perturbações ambientais pode mascarar o efeito de agentes contaminantes sobre as comunidades bentônicas. Neste sentido um processo de contaminação crônica que esteja provocando uma lenta degradação pode estar em andamento, sem que o mesmo possa ser detectado, até um nível crítico de deterioração da qualidade ambiental.

-Para o monitoramento na área estuarina da Lagoa dos Patos, propõe-se a realização de experimentos de campo utilizando tratamentos naturais. Propõe-se o acompanhamento sazonal da meio e macrofauna bentônica ao longo de gradientes espaciais a partir de pontos de descarga de contaminantes (esgotos domésticos e industriais) em áreas potencialmente impactadas como o Saco da Mangueira, a Coroa do Boi e parte do Saco do Arraial. As amostragens neste gradiente espacial deveriam abranger desde o ponto de descarga dos contaminantes até áreas consideradas não alteradas, que seriam utilizadas como controle do experimento.

-Propõe-se o monitoramento da meio e macrofauna nas distintas unidades de hábitat: planos de águas rasas, fundos de macrófitas submersas, no infralitoral e nos canais, através de estudos multidisciplinares que façam um acompanhamento da qualidade ambiental com especial atenção às atividades humanas que possam alterar, fragmentar ou degradar as comunidades ali estabelecidas ou o meio físico.

-Propõe-se a eleição de espécies que ocorrem em abundância em locais potencialmente contaminados por despejos de esgotos domésticos e industriais, para a realização de testes

de tolerância de distintos níveis de contaminantes em laboratório. Para efeitos comparativos, deveriam ser submetidas ao mesmo tipo de teste, espécies de invertebrados que mostrassem menor ocorrência nestas áreas contaminadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M.T.A.; BAUMGARTEN, M.G.Z. & RODRIGUES, R.M.S. 1993. Identificação das possíveis fontes de contaminação da águas que margeiam a cidade de Rio Grande, RS. Documentos Técnicos de Oceanografia, 06, 36p.
- ARAUJO, F.J. 1984. Hábitos alimentares de três espécies de bagres marinhos (Ariidae) no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil (RS),Brasil. Atlântica, Rio Grande, 7: 47-63.
- ASMUS, M.L. 1984. Estrutura da comunidade associada a *Ruppia maritima* no esturio da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Tese de Mestrado em Oceanografia Biológica, Universidade de Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil, 154p.
- BAUMGARTEN, M.G.Z. & NIENCHESKI, L.F. 1990. Avaliação da capacidade bioindicadora de *Balanus improvisus* para os metais chumbo, cobre e manganês presentes no estuário da Lagoa dos Patos (RS- Brasil). Atlântica, Rio Grande, 12 (2), 5-19.
- BAUMGARTEN, M.G.Z.; NIENCHESKI, L.F. & KUROSHIMA, K.N. 1995. Qualidade das águas estuarinas que margeiam o município de Rio Grande (RS, Brasil): nutrientes e detergentes dissolvidos. Atlântica, Rio Grande, 17, 19-36.
- BEMVENUTI, C.E. 1983. Efeito da predação sobre as características estruturais de uma comunidade macrozoobentônica numa enseada estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Tese de Mestrado em Oceanografia Biológica, Universidade de Rio Grande, 120p.
- BEMVENUTI, C.E. 1987a. 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, 1: 428-459.

- BEMVENUTI, C.E. 1987b. Predation effects on a benthic community in estuarine soft sediments. *Atlântica*, Rio Grande, **9** (1): 5-32.
- BEMVENUTI, C.E. 1992. Interações biológicas da macrofauna bentônica numa enseada estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Tese de Doutorado em Oceanografia Biológica, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, SP, Brasil, 206p.
- BEMVENUTI, CE. 1994a. Fundos sublitorais estuarinos. In: *Oceanografia Biológica Bentos*, Vol. VI, Diagnóstico Ambiental Oceânico e Costeiro das Regiões Sul e Sudeste do Brasil, Convênio PETROBRÁS-FUNDESPA. Coordenador: Dr. Ioshimine Ikeda, pp 115-127.
- BEMVENUTI, CE. 1994b. Lagoas Costeiras In: *Oceanografia Biológica Bentos*, Vol. VI, Diagnóstico Ambiental Oceânico e Costeiro das Regiões Sul e Sudeste do Brasil, Convênio PETROBRÁS-FUNDESPA. Coordenador: Dr. Ioshimine Ikeda, pp 147-164.
- BEMVENUTI, CE. 1994c. O poliqueta *Nephtys fluviatilis* Monro, 1937, como predador da infauna na comunidade de fundos moles. *Atlântica*, Rio Grande Vol. 16, pp. 87-98.
- BEMVENUTI, CE 1995. A influência da seleção do habitat e do refúgio na distribuição e abundância do poliqueta *Neanthes succinea* (Frey & Leuckart, 1847). *IHERINGIA Ser. Zool.*, Porto Alegre, n<sup>o</sup>.79, pp. 121-127.
- BEMVENUTI, C.E. 1996a. Benthic invertebrates, Chapter 4.10. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J., ed. *Subtropical convergence marine ecosystem. The coast and the sea in the warm temperate southwestern atlantic*. Springer Verlag, Heidelberg, New York, p. (in press)
- BEMVENUTI, C.E. 1996b. Unvegetated intertidal flats and subtidal bottoms, Chapter 5.4. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J., ed. *Subtropical convergence marine ecosystem. The coast and the sea in the warm temperate southwestern atlantic*. Springer Verlag, Heidelberg, New York, p. (in press).

- BEMVENUTI, C.E. 1996c. Trophic structure, Chapter 5.2. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J., ed. Subtropical convergence marine ecosystem. The coast and the sea in the warm temperate southwestern atlantic. Springer Verlag, Heidelberg, New York, p. (in press)
- BEMVENUTI, C.E.; CAPITOLI, R.R. & GIANUCA, N.M. 1978. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos. II. Distribuição quantitativa do macrobentos infralitoral. Atlântica, Rio Grande, **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, Rio Grande, **14**: 5-28.
- BEMVENUTI, M.A. 1990. Hábitos alimentares de peixes-rei (Atherinidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Atlântica, Rio Grande, **3**: 23-32.
- BOSCHI, E.H. 1964. Los crustáceos decápodes Brachiura del litoral bonaerense (Argentina). Bol. Inst. Biol. Mar., Mar del Plata **6**: 1-76.
- CAFRUNI, A.M.S. 1983. Autoecologia de *Ruppia maritima* L no estuário da Lagoa dos Patos. Tese de Mestrado, Fundação Universidade de Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil, 64p.
- CALLIARI, L.J. 1980. aspectos sedimentológicos e ambientais na região estuarial da Lagoa dos Patos. Tese de Mestrado em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 190p.
- CAPITOLI, R.R.; BEMVENUTI, C.E. & GIANUCA, N.M. 1977. Ocorrência e observações bio-ecológicas do caranguejo *Metasesarma rubripes*. Atlântica, Rio Grande, **2**(1): 50-62.

- CAPITOLI, 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*, Rio Grande, **3**: 5-22.
- CAPITOLI, R.R. & ORTEGA, E.L. 1993. Contribuição ao conhecimento do espectro trófico de *Cyrtograpsus angulatus*, Dana, nas enseadas vegetadas de águas rasas da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Nauplius*, Rio Grande, 1: 81-87.
- CASTELLO, J.P. & MÖLLER Jr, O.O. 1978. On the relationship between rainfall and shrimp production in the estuary of the Patos Lagoon (Rio Grande do Sul, Brazil). *Atlântica* 3: 1-92.
- CHOMENKO, L.A. & SCHAFER, A. 1984. Interpretação biogeográfica da distribuição do gênero *Littoridina* (Hydrobiidae) nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Amazoniana* 9 (1): 127-146.
- CLOSS, D. 1965. New observations on the ecological subdivision of the Patos Lagoon in southern Brazil. *Bol. I.C.N.* 25. 35p
- DAY Jr., J.W.; HALL, C.A.S.; KEMP, W.M. & YNZ-ARANCIBIA, A. 1989. *Estuarine Ecology*. John Wiley & Sons, New York, 558 p.
- GARCIA, A.M.; VIEIRA, J.P.; BEMVENUTI, C.E. & R.M. GERALDI (no prelo). Abundância e diversidade da assembléia de crustáceos decápodos dentro e fora de uma pradaria de *Ruppia maritima* L., no estuário da Lagoa dos Patos (RS-Brasil). *Nauplius*, Rio Grande (V.4)
- GILLER, P.S. 1984. *Community structure and the niche*. Chapman and Hall, London, 176pp.
- HOLLAND, A.F.; MOUNTFORD, N.K.; HIEGEL, M.H.; KAUMEYER, K.R. & MIHURSKY, J.A. 1980. Influence of predation on infaunal abundance in Upper Chesapeake Bay, USA. *Mar. Biol.* **57**: 221-235.



- IHERING, H.V. 1885. Die Lagoa dos Patos. Geographische Blatter. Deutsche, 2 VIII: 164-203.
- KANTIN, R. 1983. Hydrologie et qualité des eaux de la region sud de la Lagune dos Patos (Brasil) et de la plataforma continental adjacente. These de Doctorat d'Etat et Sciences, Université de Bordeaux I, France, 185p.
- KENNISH, M.J. 1990. Ecology of estuaries. Vol. II, Biological Aspects. CRC Press, Florida, 391p.
- LANA, P.C. 1994. Organismos bênticos e atividades de monitoramento. In: Oceanografia Biológica Bentos, Vol. VI, Diagnóstico Ambiental Oceânico e Costeiro das Regiões Sul e Sudeste do Brasil, Convênio PETROBRÁS-FUNDESPA. Coordenador: Dr. Ioshimine Ikeda, pp 10-21.
- LEVINTON, J.S. 1995. Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology. Oxford Univ. Press, Inc., New York, 420p.
- MARTINS, IR.; VILWOCK, JA.; MARTINS, LR. & BEMVENUTI, CE. 1989. The Lagoa dos Patos Estuarine Ecosystem (RS, Brasil). Pesquisas, Porto Alegre, 22: 5-44.
- MAZO, A.M.M. 1994. Distribuição de biomassa da fanerógama submersa *Ruppia maritima* L no estuário da Lagoa dos Patos. Tese de Mestrado, Fundação Universidade de Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil, 110p.
- McLUSKY, D.S. 1981. The Estuarine Ecosystem. John Wiley and Sons, New York, 150p.
- MONTU, M.A. 1980. Zooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos. Estrutura e variações temporais e espaciais da comunidade. Atlântica, Rio Grande, 4: 53-72.
- ORENSANZ, J.M. & GIANUCA, N.M. 1974. Contribuição ao conhecimento dos anêlidos poliquetas do Rio Grande do Sul, Brasil. Com. Mus. Ciên. da PUCRGS, (4): 1-37.

- ORTH, R.J.; HECK Jr, K.L. & MONTFRANS, J.V. 1984. Faunal communities in seagrass beds: a review of the influence of plant structure and prey characteristics on predatory-prey relationships. *Estuaries*, 7 (4A): 339-350.
- PEARSON, T.H. & ROSENBERG, R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. H. Barnes ed., *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 16, 229-311.
- PÉRÈS, J.M. 1980. La polución de las aguas marinas. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, 247p.
- REISE, K. 1985. Tidal flat ecology. An experimental approach to species interactions. Springer-Verlag Berlin, Germany, 191p.
- ROSA-FILHO, 1997. Caracterização e comparação das comunidades bentônicas de fundos moles de estuários do Rio Grande do Sul, RS, Brasil. Tese de Mestrado em Oceanografia Biológica, Universidade de Rio Grande, 101p.
- SUMMERSON, H.C. & C.H. PETERSON. 1984. Role of predation in organizing benthic communities of a temperate-zone seagrass bed. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 15: 63-77.
- THORSON, G. 1972. La vida en el mar. Ed. Guadarrama, Madrid, 256p.
- TOMMASI, L.R. 1967. Observações preliminares sobre a fauna bêntica de sedimentos moles da Baía de Santos e regiões vizinhas. *Bol. Inst. Oceanogr. São Paulo*, 16: 43-57.
- UNESCO. 1980. Monitoring biological variables related to marine pollution. Reports on studies, 12, 22p.
- VIRNSTEIN, R.W. 1979. Predation on estuarine infauna: patterns of component species. *Estuaries* 2: 69-86.

- VIRSTEIN, R.W.; NELSON, W.G.; LEWIS III, F.G. & HOWARD, R.K. 1984. Latitudinal patterns in seagrass epifauna: do patterns exist, and can they be explained? *Estuaries* **7** (4A): 310-330.
- WOLFF, W.J. 1983. Estuarine benthos. **In**: KETCHUM, B.H. (Ed.). *Ecosystems of the world. Estuaries and enclosed seas*. New York. Elsevier. p. 151-182.
- WOODIN, S.A. 1981. Disturbance and community structure in a shallow water sand flat. *Ecology* **62**: 1052-1066.

## **FIGURAS**

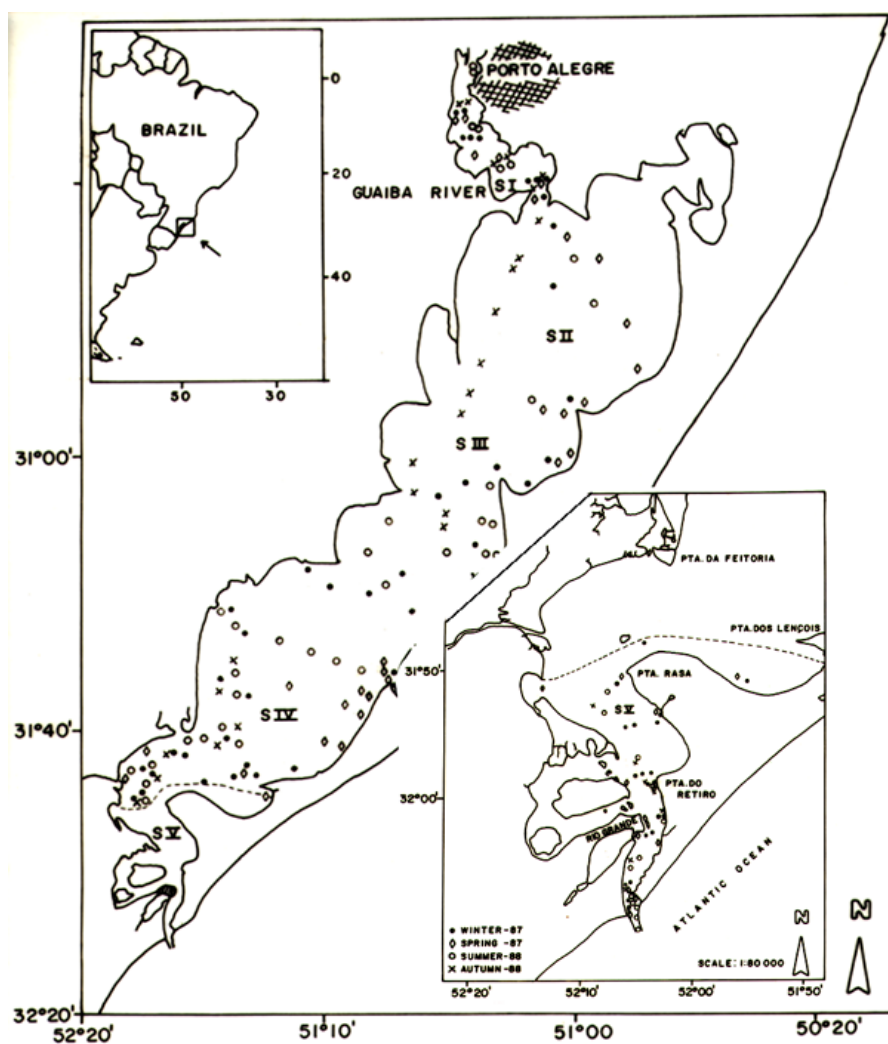


Figura 1. Mapaa da Lagoa dos Patos com destaque para a região estuarial, incluindo os grupos de estações reunidas a partir da análise de classificação (UPGMA - Bray Curtis).

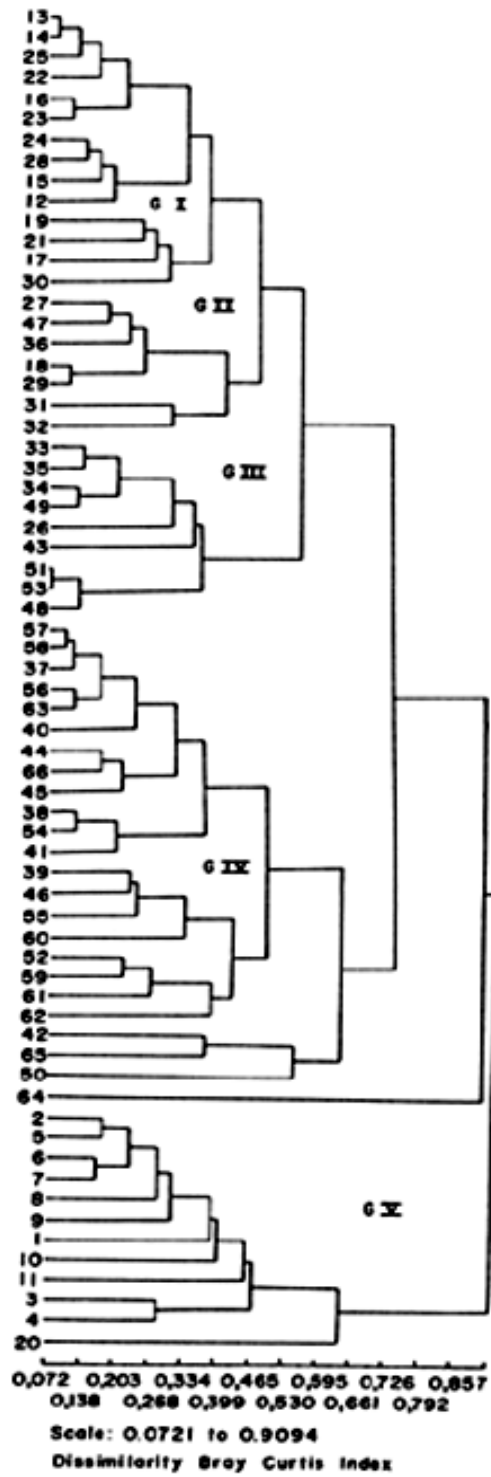


Figura 2. Dendrograma com a classificação das estações realizadas durante um cruzeiro de inverno na Lagoa dos Patos.

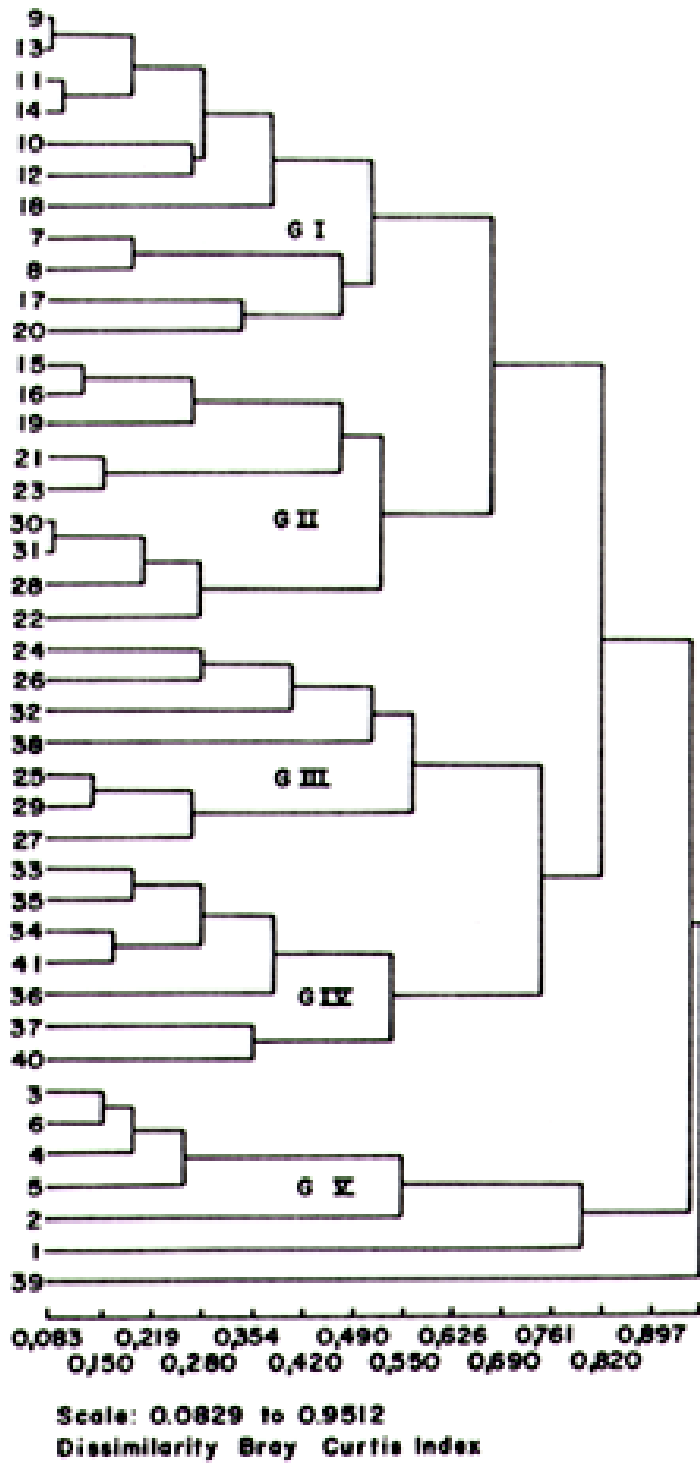


Figura 3. Dendrograma com a classificação das estações realizadas durante um cruzeiro de verão na Lagoa dos Patos.

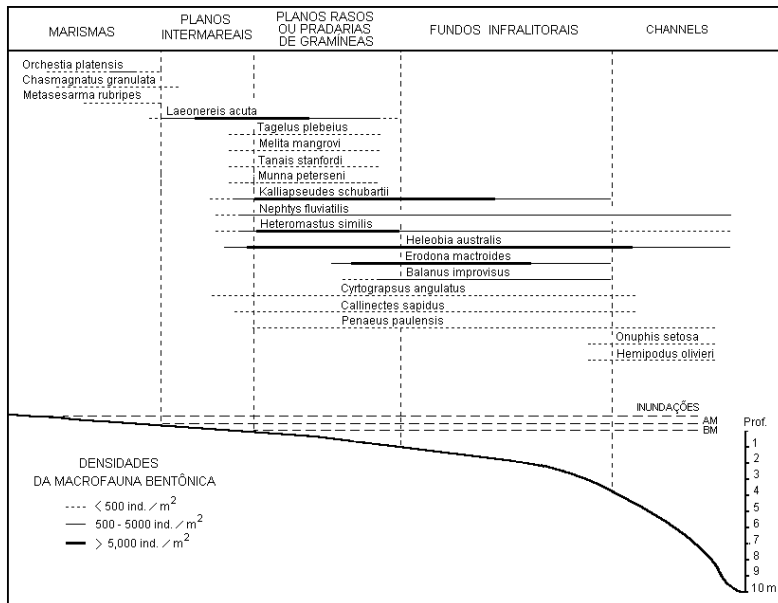


Figura 4. Representação da distribuição vertical da macrofauna bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos (Modificado a partir de Capítoli et al. 1978)



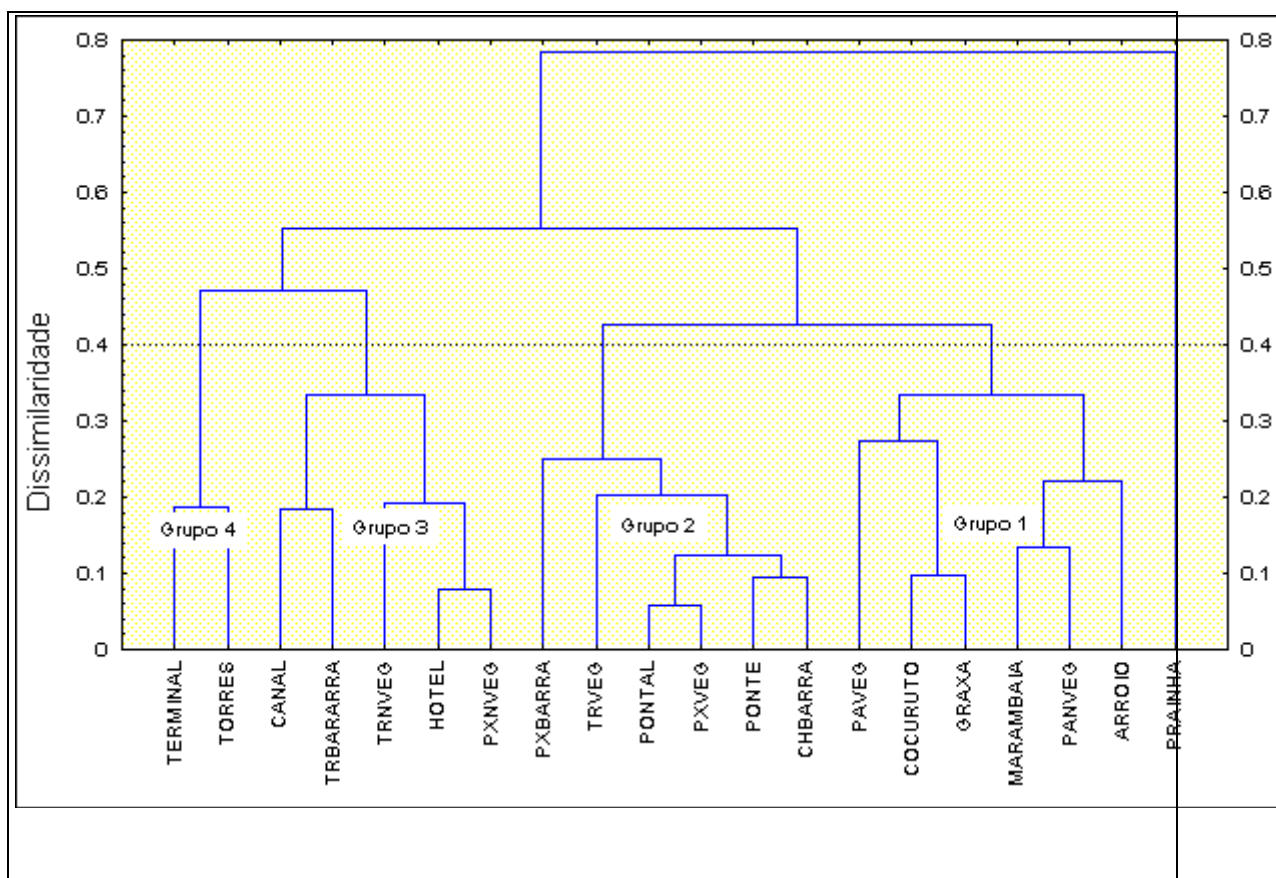


Figura 5. Resultado da análise de agrupamento utilizando a distância de Bray-Curtis, pelo método UPGMA, com as unidades de habitat de todos os estuários (Extraído de Rosa-Filho 1997).

### 4.2.2.3 PEIXES

(Responsáveis: Dr. João P. Vieira e MSc. Luiz E. D. Pereira )

#### MATERIAL E MÉTODOS

##### Área de estudo:

A área de estudo compreende as regiões de canal (>4 metros de profundidade) das águas do estuário da Lagoa dos Patos que circundam a cidade de Rio Grande, RS. Estas regiões correspondem as áreas B e C descritas em Chao et al. (1985).

##### Origem dos dados:

a) Dados históricos (Janeiro de 1979 a Dezembro de 1984) coletados e descritos em Chao et al. (1985). Em função de lacunas nas capturas das áreas B e C os dados foram agrupados por estação do ano (verão=dez., jan., fev.; outono= mar., abr., mai.; inverno=jun., jul., ago.; primavera=set., out., nov.).

b) Dados atuais (outono-1994 - 17 e 18/05/94; primavera-1994 - 21 e 22/10/94; verão-95 - 17 e 18/01/95 e outono-95 - 24 e 25/04/95) coletados e descritos em Figueiredo (1996)

##### Métodos de coleta:

Arrasto de fundo através de uma rede de porta de 12 metros de abertura máxima (boca), com malha de 13 mm e forro na região do saco de 5 mm a bordo da Lancha Larus. Os arrastos tiveram 5 minutos de duração. Como forma de padronização foram utilizados apenas arrastos realizados no período diurno.

##### Análise dos dados:

Ao nível de comunidade de peixes, o primeiro passo no estudo de impacto ou alterações ambientais é testar, formalmente, a "**hipótese nula**" de que **não existem diferenças** entre amostras no período atual (teoricamente impactado) e um controle (dados pretéritos; teoricamente não impactado). Este teste requer a comprovação de dois fatos distintos:

Fato 1) deve haver diferenças entre as amostras; caso contrário, aceita-se a hipótese nula.

Fato 2) o padrão de diferença entre amostras deve estar correlacionado com a intensidade do impacto estudado, e não com algum outro fator ambiental que possa acarretar diferenças entre as amostras.

Rejeitar a hipótese nula, isto é, demonstrar que existem diferenças entre os dados anteriores e o presente (**fato 1**), e atribuir estas diferenças a uma fonte de impacto (**fato 2**) deve ser um processo rigoroso e detalhado. Optou-se por estudar 3 variáveis diagnósticas da estrutura da assembléia de peixes do estuário da Lagoa dos Patos:

1) Diversidade nos seus dois componentes (Riqueza de Espécies (S) e Equitatividade (E), onde  $E=1-\text{Dominância}$ ).

2) Presença/ausência de espécies (expresso pela frequência de ocorrência das espécies nas amostras e sua associação com a abundância relativa (expressa em percentual).

3) Variações na abundância numérica das espécies mais abundantes (expresso pelo CPUE=captura em número por unidade de esforço)

#### Resultados e discussão

##### Diversidade:

O conceito de diversidade biológica é composto de dois componentes: (1) o número total de espécies, i.e., a “riqueza de espécies” (S) e (2) sua “equitatividade”, ou seja, como a abundância está distribuída entre as espécies.

Uma descrição mais completa da diversidade de uma assembléia é possível se, ao invés de um único índice, forem interpretadas medidas independentes de riqueza de espécies e equitatividade. Neste caso, uma forma gráfica mais conveniente de representação é possível, onde cada assembléia estudada pode ser representada por um simples ponto no plano equitatividade-riqueza (Vieira, 1996).

Observa-se na figura 2a que o número de amostras por estação do ano dos dados históricos variou de 5 a 35 amostras. Observa-se, também, nesta figura que o número de espécies coletadas é positiva e diretamente proporcional ao número de amostras. Observa-se na figura 2b que o número de indivíduos coletados também é função do número de amostras, e Consequentemente o número de espécies coletadas é função do número de indivíduos coletados (Fig. 2c). O parâmetro “numero de indivíduos coletados” é impossível de ser controlado, pois depende da variação natural da abundância das espécies. Portanto, para comparar a riqueza de espécies (S), independentemente do número de indivíduos amostrados (N), foi aplicada a técnica de

rarefação proposta por SANDERS (1968) e modificada por HURLBERT (1971) e SIMBERLOFF (1972). Neste caso é calculado o número esperado de espécies ( $E[S]$ ) para um número hipotético de indivíduos  $N^h < N - \max(n_i)$ ; onde  $N$ =número de indivíduos da menor assembléia, e  $\max(n_i)$ =número de indivíduos da espécie mais abundante nesta mesma assembléia (VIEIRA, 1996). Este procedimento está disponível em programas para microcomputador em LUDWIG e REYNOLDS (1988) e KREBS (1989).

Por muitas décadas os economistas observaram que a maioria das assembléias contém poucas espécies dominantes e muitas espécies que são relativamente incomuns. Para comparar a equitatividade, independentemente do número de espécies coletadas ( $S$ ), foi aplicado a técnica de curvas de Lorenz (TAILLIE, 1979; LAMBSHEAD *et al.*, 1983; VIEIRA E MUSICK, 1993), onde  $S$  foi reescalado como percentagem do número total de espécies na assembléia. Com base nas distribuições individuais das curvas de Lorenz por estação do ano pode-se calcular um “índice de equitatividade ajustada” (EA25%) que corresponderia ao inverso do somatório da contribuição percentual de 25% das espécies mais abundantes (VIEIRA, 1996).

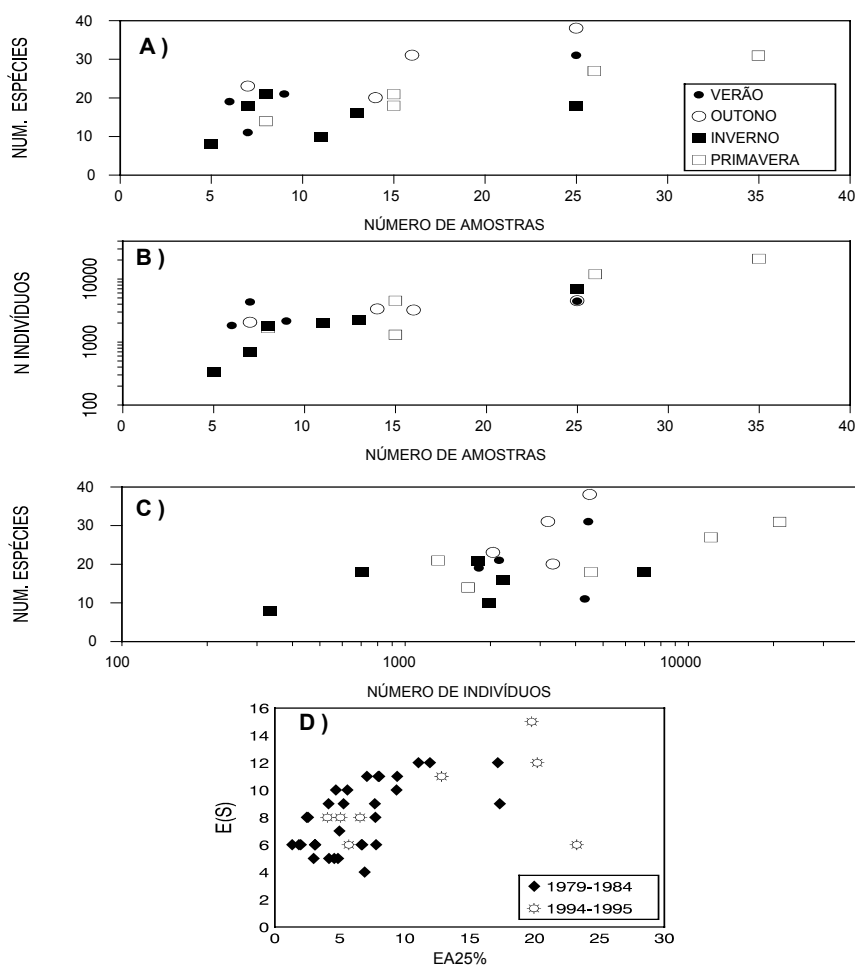


Figura 2. -Variação sazonal do (a) número de espécies em função do número de amostras; (b) do número de indivíduos em função do número de amostras e (c) número de espécies em função do número de indivíduos; (d) comparação entre o número esperado de espécies (E[s]) e a equitatividade ajustada a 25% (EA25%) para o período 1979-84 e 1994-1995.

Os pares de valores de equitatividade (EA25%-abcissa) e riqueza (E[S]-ordenada) para os dados históricos (1979-1984) foram plotados e comparados com os dados atuais (1994-1995; Fig. 2d). Os valores de EA25% e E[S] para o período 1994-1995 estão dentro da variação esperada. O ponto não conforme com a distribuição apresenta valores de E[S] acima dos valores mínimos esperados e o maior valor de EA25%, caracterizando, portanto, uma assembléia um pouco mais diversa, em termos de equitatividade.

Com base nos dados da figura 2d aceita-se a Hipótese Nula de que **não existem diferenças** na diversidade de espécies de peixes do estuário da Lagoa dos Patos entre as amostras dos dados históricos (1979-1984) e o período atual (1994-1995).

#### PRESENÇA/AUSÊNCIA DE ESPÉCIES:

Para o estudo comparativo da presença e ausência de espécies ao longo dos períodos estudados os valores anuais de frequência de ocorrência (FO%) e contribuição numérica percentual (PN%) das espécies foram plotados na figura 3a. Observa-se, nesta figura, que dentro de cada ano as espécies podem ser agrupadas em 8 grupos com distintos valores de FO% e PN%. Estes valores variam desde o GRUPO I, que comporta espécies muito abundantes (mais de 10% da captura total anual) e muito frequentes (mais de 75% de frequência de ocorrência nas amostras daquele ano), até o GRUPO VIII, representado por espécies infrequentes (FO<25%) e pouco abundantes (PN<1%).

A tabela 1 lista as espécies coletadas e resume as informações da figura 3a. Observa-se pela figura 3a e tabela 1 que a maioria das espécies pertencem aos GRUPO VIII ou VII, isto é, são pouco abundantes e infrequentes ao longo do ano, porém ocorrem sistematicamente em diversos anos amostrados. Este fato é lugar comum em estuários (Vieira e Musick, 1993, 1994).

A presença ou ausência destas espécies ocasionais esta diretamente relacionada com as variações dos parâmetros ambientais (temperatura e salinidade; Fig. 4), e uma aparente rarefação destas no período atual (1994-1995) pode ser atribuída à diferenças no esforço amostral, haja visto que foram amostrados apenas 2 dias em cada estação do ano (vide material e métodos).

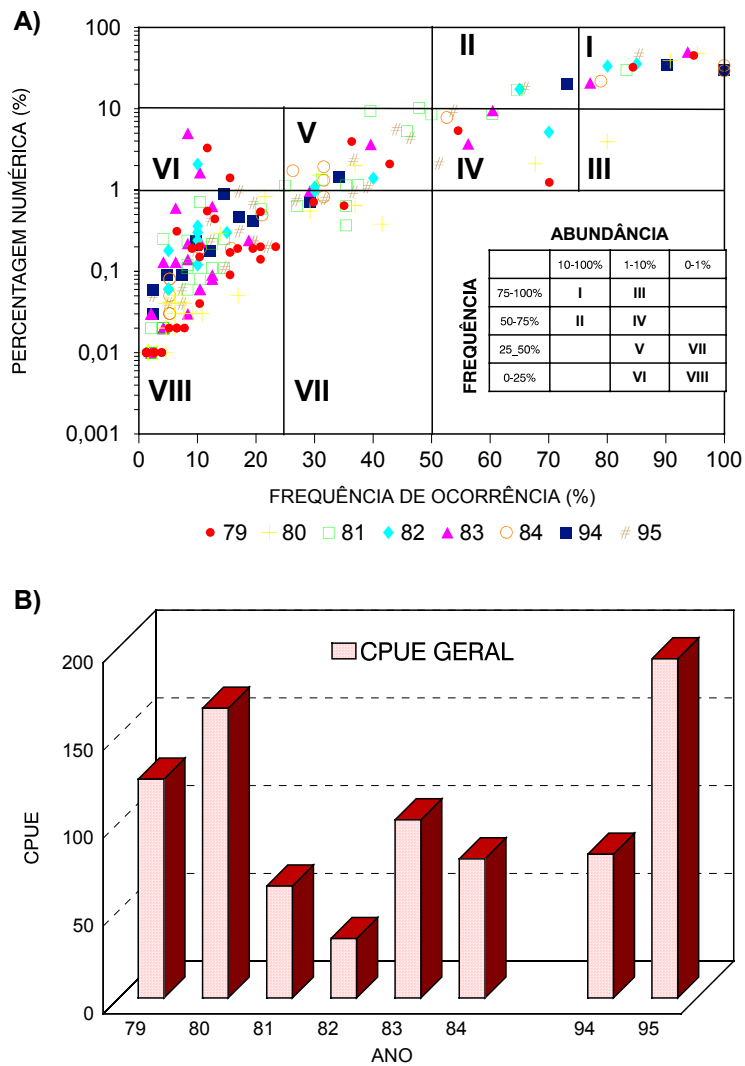


Figura 3 - (a) Relação entre a frequência de ocorrência (%) e abundância numérica (%) das espécies coletadas nos anos de 1979 a 1984 e 1994 e 1995. (b) Captura Numérica por Unidade de Esforço (CPUE) do total de peixes capturados nos anos de 1979 a 1984 e 1994 e 1995.

As demais espécies pertencem aos grupos de espécies mais abundantes (I a VI). Em geral os representantes destes grupos são abundantes e ocorrem sistematicamente em todos os anos amostrados, apresentando apenas variações, entre os anos, em sua frequência de ocorrência.

Com base nos dados da figura 3a e tabela 1 aceita-se a Hipótese Nula de que **não existem diferenças** no padrão de presença/ausência de espécies de peixes do estuário da Lagoa dos Patos entre as amostras dos dados históricos (1979-1984) e o período atual (1994-1995).

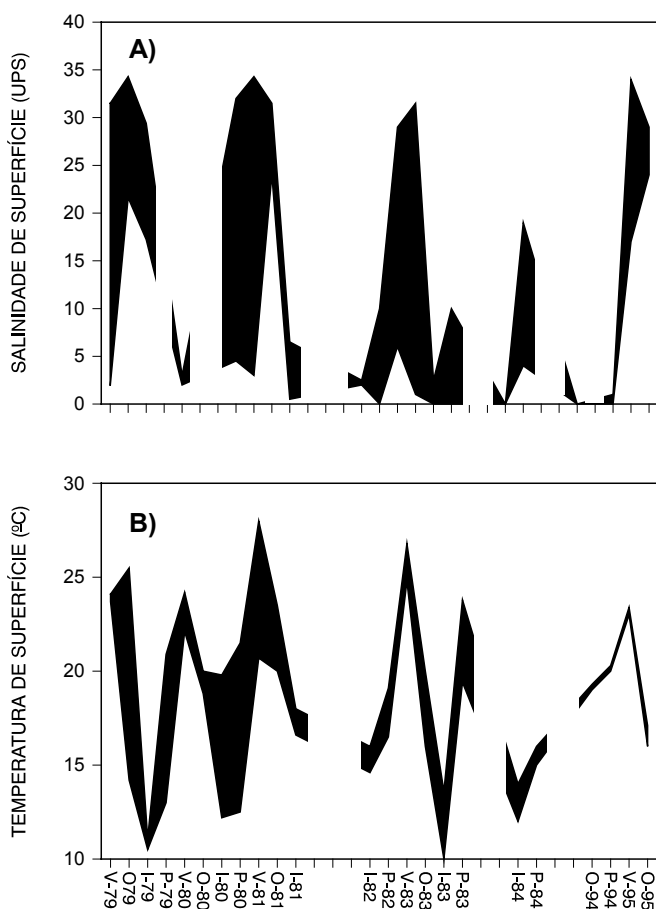


Figura 4 - Valores máximos e mínimos da salinidade (a) e temperatura (b) por estação do ano no período estudado.



Tabela - Lista de espécies (Per. Numérica e Frequência de Ocorrência) capturadas no período de estudo.

<b>Espécies</b>	<b>1979</b>	<b>1980</b>	<b>1981</b>	<b>1982</b>	<b>1983</b>	<b>1984</b>			<b>1996</b>
<b>Micropogonias furnieri</b>	I	I	I	I	I	I			I
<b>Netuma barba</b>	I	I	IV	I	I	I			I
<b>Genidens genidens</b>	VIII	VII	VIII	VIII	IV	I			II
<b>Lycengraulis grossidens</b>	VII	V	V	IV	IV				V
<b>Paralonchurus brasiliensis</b>	IV	VII	V	VIII	VIII	VII			IV
<b>Menticirrhus americanus</b>	IV	III	VII	II	VIII				VIII
<b>Macrodon ancylodon</b>	V	VIII	II	VIII	VIII	VIII			V
<b>Achirus garmani</b>	VIII	VII	VIII	VIII	IV				III
<b>Cynoscion guatucupa</b>	V	V	V	VIII	VIII	V			VIII
<b>Parapimelodus nigribarbis</b>	VIII			VIII	V	IV			VIII
<b>Netuma planifrons</b>	VI	IV	V	V	VII	V			VIII
<b>Peprilus paru</b>	VIII	VIII			VIII				
<b>Porichthys porosissimus</b>	VIII	VIII	V		VIII	VIII			V
<b>Umbrina canosai</b>	VIII		VI		VI				VII
<b>Anchoa marinii</b>	VII	VIII	V	VI	VIII	VIII			VIII
<b>Paralichthys orbignyana</b>	VIII	VIII	VIII	VIII	VI				VIII
<b>Prionotus punctatus</b>	VIII	VIII	VIII		VIII				IV
<b>Pimelodus clarias</b>					VIII	V			VII
<b>Syngnathus folletti</b>	VIII	VIII	VII	VII	VIII	VIII			VIII
<b>Urophycis brasiliensis</b>	VIII	VII	VIII		VIII	VIII			VIII
<b>Trichiurus lepturus</b>	VIII	VIII	VII		VIII				VII
<b>Ctenosciaena gracilicirrus</b>	VI		VIII						
<b>Symphurus jenynsi</b>	VIII	VIII	VIII	V					
<b>Lagocephalus laevigatus</b>	VIII		VIII		VIII				VIII
<b>Citharichthys spilopterus</b>									V
<b>Selene setapinnis</b>	VIII		VIII						VIII
<b>Trachinotus marginatus</b>	VIII		VIII		VIII				VIII
<b>Engraulis anchoita</b>	VIII		VIII						VIII

<b>Espécies</b>	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<b>Mugil platanus</b>	VIII		VIII	VIII	VIII												VIII	
<b>Pogonias cromis</b>	VIII	VIII			VIII													
<b>Ramnogaster arcuata</b>	VIII	VIII	VIII		VIII	VIII											VIII	
<b>Pomatomus saltatrix</b>	VIII	VIII	VIII								VIII						VIII	
<b>Odontesthes argentinensis</b>		VIII	VIII		VIII	VIII											VIII	
<b>Trachurus lathami</b>																		VIII
<b>Chloroscombrus chrysurus</b>	VIII		VIII															
<b>Stellifer rastrifer</b>			VIII															VIII
<b>Atherinela brasiliensis</b>					VIII	VIII											VIII	
<b>Platanichthys platana</b>						VIII	VIII										VIII	
<b>Prionotus aliprionis</b>	VIII					VIII												
<b>Menticirrhus littoralis</b>		VIII	VIII														VIII	VIII
<b>Selene vomer</b>	VIII		VIII			VIII												
<b>Parona signata</b>						VIII												
<b>Pimelodella laticeps</b>											VIII							
<b>Sympterygia acuta</b>	VIII	VIII	VIII															
<b>Mugil gaimardianus</b>																		VIII
<b>Oligosarcus robustus</b>					VIII													
<b>Loricariichthys anus</b>																	VIII	
<b>Balistes capriscus</b>																		VIII
<b>Percophis brasiliensis</b>	VIII																	
<b>Ophichthus gomesii</b>		VIII	VIII															
<b>Gobionellus schufeldti</b>		VIII	VIII															
<b>Mustelus schmitti</b>		VIII	VIII															
<b>Hoplias malabaricus</b>																	VIII	
<b>Brevoortia pectinata</b>	VIII	VIII																
<b>Sympterygia bonapartei</b>	VIII																	
<b>Oligosarcus jenynsii</b>										VIII								
<b>Stromateus maculatus</b>	VIII		VIII															
<b>Hyleurochilus fissicornis</b>	VIII																	

<b>Espécies</b>	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1995	1996
<b>Caranx latus</b>					VIII			
<b>Sphyaena guachancho</b>			VIII					
<b>Pelona harroweri</b>	VIII							
		<b>ABUNDÂNCIA</b>						
		10-100%	1-10%	0-1%				
	75-100%	I	III					
<b>FREQUÊNCIA</b>	50-75%	II	IV					
	25-50%		V	VII				
	0-25%		VI	VIII				

## VARIAÇÕES NA ABUNDÂNCIA NUMÉRICA DAS ESPÉCIES DOMINANTES:

O trabalho de Chao et al. (1986) demonstra que existe uma forte correlação entre os dados de captura da pesca artesanal na Lagoa dos Patos e os peixes coletados experimentalmente pelo projeto BELAP (dados históricos 1979-1984). Este fato indica que a informação obtida pelos arrastos de fundo experimentais (dados históricos e atuais) no estuário da Lagoa dos Patos pode ser usada para prever processos de recrutamento e variações de abundância dos recursos pesqueiros da região (Chao et al. 1986).

A figura 3b mostra a variação anual da abundância total de peixes capturados experimentalmente na região. Observa-se que existem períodos de maior e menor abundância, embora exista uma tendência de recuperação da abundância total no ano de 1995. Quando os dados da abundância total (Fig. 3b) são relacionados com os dados de temperatura e salinidade (Fig.4), observa-se que muito desta variação anual pode ser explicado pelas variáveis ambientais

Os GRUPOS I ou II (Fig. 3a; Tabela 1), englobam as cinco espécies mais abundantes nas capturas experimentais (>10% da captura total anual - a corvina *Micropogonias furnieri*, os bagres *Netuma barba* e *N. planifrons* a pescadinha *Macrodon ancylodon* e o papa-terra *Menticirrhus americanus*). Coincidentemente estas espécies representam mais de 50% da captura total da pesca artesanal do estuário da Lagoa dos Patos (Fig. 1).

Os dados de desembarque de pesca carecem de padronização de esforço, isto é, um declínio na captura não necessariamente reflete uma diminuição na abundância da espécie, mas pode, também estar relacionado com um menor esforço de pesca. No entanto um padrão sistemático de queda na produção, como o observado para o bagre (Fig. 1b), é um alerta que não pode ser ignorado.

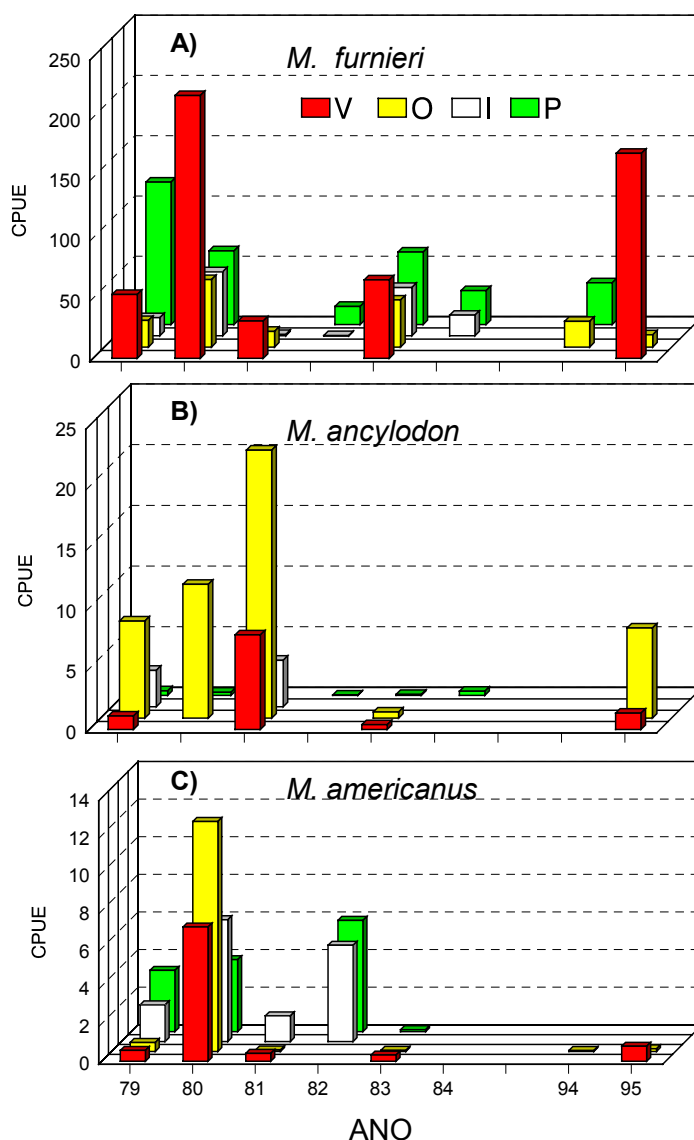


Figura 5 - Variação sazonal e inter-anual da abundância (expressa em CPUE) de: (a) Corvina (*Micropogonias furnieri*); (b) Pescadinha (*Macrodon ancylodon*) e do Papa-terra (*Menticirrhus americanus*).

Os estoques regionais da corvina (*M. furnieri*) tem sido explorados intensamente pela pesca artesanal e industrial por muitos anos, o que resultou numa drástica redução da densidade de juvenis em águas costeiras entre 1980 e 1990 (Ruffino e Castello, 1992; Haimovici et al., 1997). Este padrão de redução na abundância também pode ser observado na figura 5a.. Segundo Haimovici et al., (1997) embora exista uma aparente estabilidade nas capturas totais da corvina (artesanal e industrial somadas, Fig. 1a) sua captura por unidade de esforço vem declinando e apresentando evidências de sobrepesca.

Adiciona-se a isto o fato de os juvenis de corvina serem intensamente pescados (e rejeitados) pela pesca do camarão-rosa no estuário da Lagoa dos Patos (Vieira et al., 1996), onde se estima que 4,2 milhões de indivíduos juvenis são capturados por safra de camarão.

Outras duas espécies de importância comercial, abundantes e freqüentes no estuário da Lagoa dos Patos são, a pescada (*M. ancylo don*) e o papa-terra (*M. americanus*) (Tabela 1). Seus desembarques vem diminuindo, embora apresentem uma ligeira recuperação nos últimos anos (Haimovici et al., 1997). Este mesmo padrão pode ser observado na figura 5b e c, onde percebe-se um acentuado declínio nos anos de 1982, 83 e 84 e o reaparecimento nos anos 1994-95.

Os estoques dos bagres (*Netuma barba* e *N. planifrons*) foram intensamente pescados pela pesca artesanal do estuário da Lagoa dos Patos durante a década de 70 e colapsaram nos anos 80 (Fig. 1). A recuperação destes estoques deve ser difícil, principalmente pela sua alta vulnerabilidade aos métodos de pesca, lento crescimento e maturação tardia (Reis et al., 1994). Adiciona-se a isto o fato de o bagre ser a segunda espécie em importância nos rejeitos da pesca do camarão-rosa no estuário, onde se estima que 2,7 milhões de indivíduos juvenis são capturados por safra (Vieira et al., 1996). Na figura 6 observa-se que os juvenis de bagres gênero *Netuma* apresentaram um acentuado declínio nas capturas experimentais desde o início dos anos 80 até o presente. Observa-se, também, que um terceiro bagre (*G. genidens*) apresenta um comportamento inverso, tendo suas abundâncias anuais marcadamente expandidas desde os anos 82-83 para o presente. Este fato notadamente caracteriza um impacto ambiental, representado por uma substituição ecológica de espécies semelhantes. Segundo Araújo (1984.) as três espécies de bagre que ocorrem no estuário da Lagoa dos Patos são ecologicamente muito próximas, embora *G. genidens* tenha seu comprimento total inferior ao tamanho de captura dos aparelhos de pesca geralmente empregados.

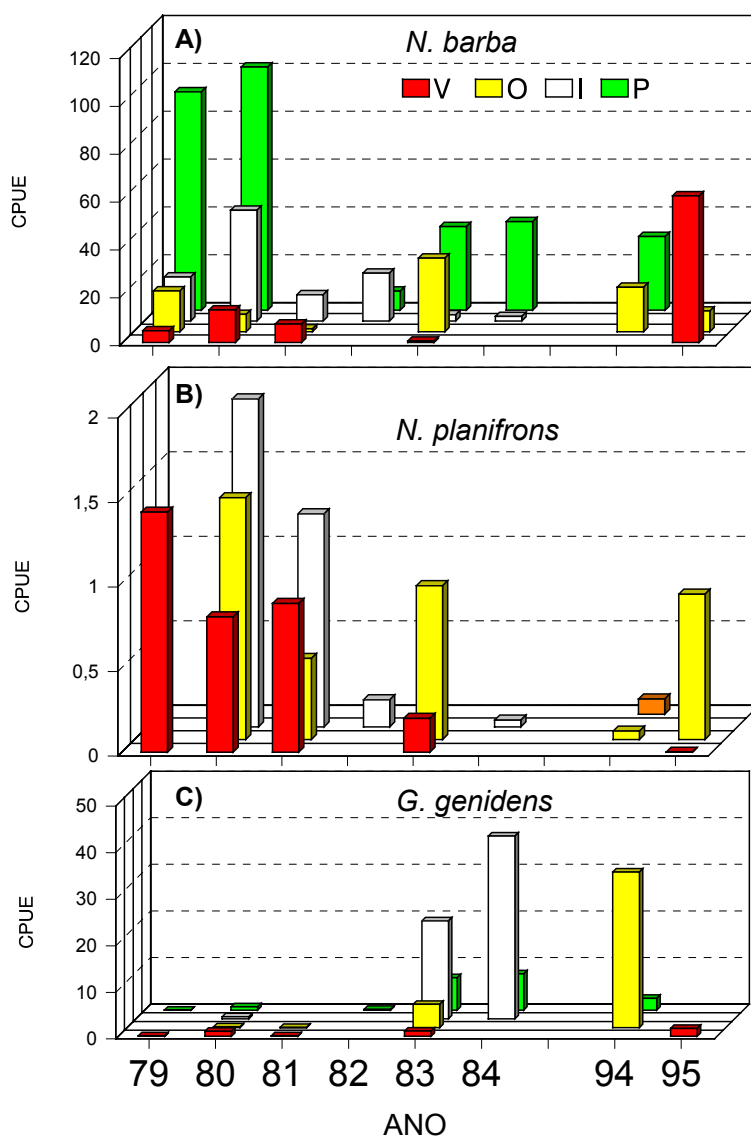


Figura 6 - Variação sazonal e inter-anual da abundância (expressa em CPUE) dos bagres (a) *Netuma barba*; (b) *Netuma planifrons* e *Genidens genidens*.

Com base nos dados analisados acima rejeita-se a Hipótese Nula de que **não existem diferenças** no padrão de abundância numérica das espécies mais abundantes no estuário da Lagoa dos Patos entre as amostras dos dados históricos (1979-1984) e o período atual (1994-1995).

Conforme exposto na metodologia, rejeitar a hipótese nula é demonstrar que existem diferenças entre dados do passado e o presente. No entanto, atribuir estas diferenças a uma fonte de impacto passa a ser um processo detalhado e cauteloso.

Os baixos rendimentos da pesca artesanal atualmente observados são atribuídos a diversas causas, onde fatores ligados a pesca, como a alta proporção de juvenis nas

capturas e a pesca de adultos, durante o período reprodutivo, desempenham papel importante (Reis, 1992; Vieira et al. 1996). Além disto, as novas tecnologias de conservação e transporte de pescado, e a introdução de aparelhos de pesca mais sofisticados, seguros, e eficientes, que permitem pescarias mais longas e produtivas, também contribuem para a depleção dos estoques pesqueiros artesanais (Haimovici et al., 1997).

A abundância das espécies comercialmente exploradas pela pesca artesanal nos estuário exibem, tradicionalmente, grandes flutuações. No entanto um padrão sistemático de queda na produção, como o observado para o bagre (Fig. 1b) e a miraguaia, e uma queda na captura por unidade de esforço dos estoques de corvina e pescadinha (Haimovici et al., 1997), é um alerta que não pode ser ignorado.

Historicamente, os ecólogos e biólogos pesqueiros, além de estudar o efeito da pescaria sobre os estoques, relacionam estas variações de abundância à variáveis ambientais, como temperatura, salinidade e qualidade da água (leia-se aqui efeitos antropogênicos de degradação ambiental). (Livinston, 1975) Estes parâmetros podem diretamente influenciar as taxas de mortalidade dos adultos e pré-recrutas, inibir diretamente a reprodução, ou indiretamente exercer influência através da variação na abundância de alimento ou predadores.

Não existe na literatura, nem é de domínio público, nenhuma evidência que as atividades antropogênicas (de cunho industrial e relacionadas com a cidade de Rio Grande), tenham causado um impacto perceptível no ambiente estuarial da Lagoa dos Patos a partir do final da década de 70. Portanto o efeito direto da poluição sobre os estoques pesqueiros não pode ser confirmado. No entanto, sabe-se que o processo de bioacumulação de metais pesados, pesticidas e outros produtos químicos, através da cadeia trófica, pode gradativamente reduzir, ou até inibir, a reprodução ou a viabilidade dos ovos e larvas dos peixes. Conseqüentemente, este é um ponto que deve ser investigado em maior detalhe.

Não existem fortes evidências de que o efeito de bioacumulação esteja afetando as populações de peixes de importância econômica, que sabidamente utilizam o estuário em apenas uma parte do seu ciclo de vida, porque:

- 1) A diversidade de espécies manteve-se constante, ao longo dos anos, no estuário (Fig. 2d);



2) espécies menos abundantes mantiveram-se constantes ao longo dos anos (tabela 1)

3) observa-se um aumento na importância relativa de espécies tradicionalmente não abundantes e sem importância econômica para a pesca, como o pequeno linguado *Achirus garmani* e o bagre *G. genidens*. (Tabela 1). Estes peixes são estuarino-residentes (Vieira e Castello, 1997), alimentam-se de organismos do bentos, e conseqüentemente, pelo tempo de residência no estuário e tipo de alimentação, seriam potencialmente mais afetados por uma suposta “bioacumulação”.

4) a pesca da tainha (*Mugil platanus*), que embora seja extremamente variável ano a ano, em média mantém-se constante ao longo das últimas 4 décadas (Fig. 1). Os adultos e juvenis de tainha vivem em águas rasas e alimentam-se de matéria orgânica e algas epífitas associadas ao sedimento (Vieira, 1991). Este fato bio-ecológico colocaria esta espécie como uma das potencialmente mais afetadas pela poluição. No entanto, a abundância dos juvenis desta espécie, que ocorrem predominantemente nas zonas rasas dos estuários (Vieira e Castello, 1997) manteve-se estável no período estudado (Vieira, 1991 e Marques, 1994).

Ao contrário do bagre *N. barba*, da corvina e de outras espécies de importância comercial, os juvenis de tainha, por preferirem águas bastante rasas, são pouco afetados pela pesca do camarão no estuário (Vieira et al., 1996). Além disto, a pesca da tainha, no estuário da Lagoa dos Patos, está intimamente ligada a variações de salinidade e temperatura da água (Vieira e Scalabrin, 1991). Em anos que a salinidade de verão/outono é baixa a tainha não forma densos cardumes antes de migrar para o mar (abril-maio), e portanto, fica menos disponível à pesca artesanal estuarina. Desta forma, graças a um fenômeno natural, este recurso mantém-se estável ao longo dos anos, e está parcialmente protegido de uma exploração pesqueira abusiva, tanto pela pesca no período reprodutivo como pela captura acidental de juvenis em outras atividades pesqueiras.

Com base na análise dos dados não existem evidências de que outra atividade antropogênica, além da pesca (sobresca, pesca no período de reprodução e captura indiscriminada de juvenis) seja a principal responsável pelo acentuado declínio dos estoques pesqueiros que utilizam a Lagoa dos Patos como zona de reprodução, alimentação e crescimento.

Muito embora as propostas de redução do esforço pesqueiro e controle e diminuição dos descartes (Haimovici e Palácios, 1991; Haimovici et al., 1989; IBAMA, 1993, 1995; Vieira et al., 1996), tenha criado uma base legal de dados adequada, nem o esforço pesqueiro, nem o descartes de juvenis de pequeno tamanho tem diminuído (Haimovici et al., 1997).

As leis que regulamentam a pesca no estuário da Lagoa dos Patos existem. Os fundamentos biológicos que embasam estas leis são cientificamente corretos. Portanto resta apenas cumprir a lei através de uma fiscalização correta, rígida e indiscriminada.

## Bibliografia:

- Araujo, F.G. 1984. Habitats alimentares de tres bagres marinhos (Ariidae) no estuario da lagoa dos patos (RS), Brasil. *Atlantica*, V.7, p.47-63
- 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
- Chao, L.N., L.E. Pereira, J.P. Vieira, M.A. Bemvenuti and L.P.R. Cunha. 1982. Relacao Preliminar dos Peixes Estuarinos e Marinhos da Lagoa dos Patos e Regiao Costeira Adjacente, Rio Grande do Sul, Brasil. *Atlantica* V.5:67-75
- Chao, N.L., J.P. Vieira and L.R.R. Barbieri. 1986. Lagoa dos Patos as a Nursery Ground for Shore Fishes off Southern Brazil. p. 144-150
- Figueiredo, G. M. de, 1996. Cronologia, consumo e dieta alimentar de juvenis e sub-adultos da corvina, *Micropogonias furnieri* (Sciaenidae) no estuário da Lagoa dos Patos, (RS). Dissertação de Mestrado \_ Fundação Universidade do Rio Grande. 88p.
- Haimovic, M., Pereira, S.D. e Vieira, P.C. 1989. La pesca demersal en el sur de Brasil en el período 1975-1985. *Frente Maritimo* 5:151-163.
- Haimovici M., J.P. Castello, e C.M. Vooren 1997. Fisheries in U.Seelinger et al. Subtropical Convergence Environments. Springer-Verlag.
- Hurlbert, S.H. The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, v. 52, p. 67-77, 1971.
- IBAMA 1993. Relatório da III Reunião do Grupo Permanente de Estudos sobre Peixes Demersais (GPE), Itají, 1-5 de abril de 1991. Série Estudos de Pesca, Coleção Meio Ambiente IBAMA 93p. Brasília.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row, New York, USA. 653p.
- Lambshead, P.J.D., Platt, H.M., Shaw, K.M. 1983. The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. *Journal of Natural History*, v. 17, p. 859-874.
- Livingston, R.J. 1975. Impact of kraft pulp-mill effluents on estuarine and coastal fishes in apalachee bay, Florida, USA. *Marine Biology*, V.32, p.19-48
- Ludwig, J.A., Reynolds, J.F. 1988. *Statistical ecology*, John Wiley and Sons, 337p.

- Marques, W. M. 1994 - Estrutura da comunidade de peixes em zonas protegidas do estuário da Lagoa dos Patos (RS - Brasil). Monografia de conclusão de curso - Oceanografia FURG
- Reis, E. G., Vieira, P.C. e Duarte V.S. 1994. Pesca artesanal de teleósteos no estuário da Lagoa dos Patos e costa do Rio Grande do Sul. *Atlântica* V16:69-86.
- Reis, E.G. 1992. An assesment of the exploitation of the white croacker *Micropogonias furnieri* (Pisces, Scianidae) by the artisanal and industrial fisheries in coastal waters of southern Brazil. PhD. Thesis. University of East Anglia, Norwich, U.K. 219 p.
- Reis, E.G. 1993. Classificação da atividades pesqueiras na costa do Rio Grande do Sul e qualidade das estatísticas de desembarque. *Atlântica*, Rio Grande, 15:107-114.
- Ruffino M.L. e J.P. Castello. 1992. Alterações na ictiofauna acompanhante da pesca do camarão-barba-ruça (*Artemesia longinaris*) nas imediações da barra de Rio Grande, Rio Grande do Sul - Brasil. *NERITICA* 7(1): 43 - 55.
- Sanders, H.L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. The American Naturalist,
- Simberloff, D. 1972. Properties of rarefaction diversity measurements. Amer. nat., v. 106, p. 414-15.
- Stephens, Jr.S.J. Hose J.E. e love M.S. 1988. Fish assemblages as indicarors of environmental change in nearshore environments. Chp. 5:91-105pp. *in* Marine Organisms as indicators (Ed. Soule D.F. e Kleooel G.S.)
- Taillie, C. 1979. Species equitability: a comparative approach. Ecological Diversity in Theory Practice, p. 51-62. v. 102, n. 925, p. 243-282
- Vieira, J. P. 1991. Juvenile Mulletts (Pisces: Mugilidae) in the Estuary of Lagoa dos Patos, RS. Brazil. *COPEIA* (1981, No. 2;409-418).
- Vieira, J. P. e Musick, J. A. 1994. Fish faunal composition in warm-temperate and tropical estuaries of Wester Atlantic. *Atlântica*, Rio Grande V.16(1):31-53
- Vieira, J. P., e C. Scalabrin 1991. Migração reprodutiva da “Tainha” (*Mugil platanus* Günter, 1880) no litoral do Brasil.. *Atlântica* V.13(1):131-141, Rio Grande, Brasil.

- Vieira, J.P, Vasconcellos, M. C., Silva, R. E., Fischer, L. G. 1996. A rejeição da pesca do camarão-rosa (*Penaeus paulensis*) no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande V.18(1).
- Vieira, J.P. 1996. Técnicas alternativas para o estudo de diversidade de espécies: peixes de água doce como um estudo de caso. ANAIS do VII Seminário Regional de Ecologia - Universidade de São Carlos, SP - Brasil.
- Vieira, J.P. e Castello, J.P. 1997. Chapter 4.13 FISH FAUNA. In Seelinger, U.; Odebrecht, C. & Castello., ed. Título provisório - Ecology of Subtropical Convergence Regions: The coast and sea in the warm-temperate southwester Atlantic, Springer-Verlag, Heidelberg, New York.
- Vieira, J.P., Musick, J.A. Latitudinal patterns in diversity of fishes in warm-temperate and tropical estuarine waters of the western atlantic. *Atlântica*, Rio Grande, v. 15, p. 115-133.

#### 4.2.2.4 VEGETAÇÃO

(Responsável: Dr. César S. B. Costa )

Este relatório encontra-se dividido em 3 grandes seções: Avaliação ecológica, Avaliação de Impacto e Conclusões e Sugestões Administrativas.

A avaliação ecológica das comunidades vegetais do estuário da Lagoa dos Patos foi efetuada através de mapeamento e quantificação de estruturas de paisagem sobre fotografias aéreas, seguidos por saídas de campo para validação " in situ" das informações (marismas), bem como pela análise de dados e mapas pré-existentes (marismas e pradarias submersas). Através da avaliação ecológica foi possível caracterizar o estado atual destes sistemas, e ordenar as diferentes áreas recobertas por vegetação quanto a índices de importância relativa para o estuário da Lagoa dos Patos.

A avaliação de impacto foi baseada na estimativa dos efeitos adversos de diferentes fatores antropogênicos e naturais sobre a cobertura vegetal dominante. Estes efeitos adversos foram divididos em duas classes básicas, ou seja, os efeitos que causam modificações na cobertura vegetal (estruturais) e os efeitos que causam estresse ou alterações no crescimento das plantas (funcionais). A presença e abundância visual de plantas indicadoras também foram utilizadas como recurso para avaliação de impacto das marismas. A avaliação de impacto resultou em matrizes de intensidade de impacto ao longo do estuário, que indicaram a carga dos efeitos sobre os ambientes vegetados.

Na seção final de Conclusão e Sugestões Administrativas, a importância diagnosticada de cada unidade vegetacional foi confrontada com a carga de impacto. Várias sugestões foram efetuadas e a situação ambiental atual é discutida em relação a setorização do Porto de Rio Grande, bem como em relação as futuras formas de utilização da margem e do fundo do estuário.

## 2. Avaliação Ecológica

### 2.1. Metodologia

#### 2.1.1. Marismas

O último levantamento aéreo vertical disponível realizado sobre o estuário da Lagoa dos Patos ocorreu em 1975. Este levantamento foi efetuado pelo DAER (Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem) e as fotografias encontram-se disponíveis na Agência da Lagoa Mirim (Universidade Federal de Pelotas - UFPEL). As fotos aéreas em preto-e-branco (em escala 1:20.000) utilizadas neste estudo compreendem a região do estuário entre o Saco do Silveira/Ponta Rasa e a Barra do Rio Grande (31°50' à 32°09' S; 52°00' à 52°16'W). Um total de 48 fotos do levantamento aéreo DAER 1975 foram digitalizadas através de Scanner de mesa HP ScanJet IICx utilizando o programa Desckscan II. O banco de imagens formado foi armazenado em fitas magnéticas tipo "Tape Backup" Colorado 250 MB.

O processamento das imagens (fotografias) foi efetuado através do programa MapMaker for Windows V 1,0 (Dudley 1996), rodando em computadores 486-DX 100 MHz e Pentium 90 MHz. A partir da interpretação sistemática das fotos DAER 1975 e a comparação com fotos aéreas oblíquas coloridas de baixa altitude (1994-1996) das margens do estuário da Lagoa dos Patos (Fonte: João Paulo - Photos e Retratos Ltda), bem como verificações de campo a pé ou em pequenos barcos, foram elaborados mapas coloridos com a identificação e delimitação de todas as áreas recobertas por marismas, bem como corpos d'água (pequenos lagos e canais / arroios de maré) e alterações antropogênicas associadas (aterros, estradas, construções, áreas agrícolas e de pecuária) (Figura 1). A escala das fotos utilizadas e a densidade de pontos por polegada (100) das imagens digitalizadas possibilitaram uma resolução de estruturas com até 10 X 10 m.

Após digitalização e foto-interpretação do levantamento aerofotogramétrico do DAER 1975, as áreas intermareais recobertas por marismas no estuário da Lagoa dos Patos foram divididas em 25 unidades espacialmente distintas, sendo que para cada unidade foram obtidos os seguintes dados a partir da análise das imagens no GIS MapMaker for Windows V 1.0:

- 1 - Área da marisma
- 2 - Área de habitats de recursos pesqueiros (corpos d'água)
- 3 - Área de alterações antrópicas
- 4 - Comprimento de margem (linha de intercâmbio com o estuário)
- 5 - Índice de abundância de habitats aquáticos ((item 2 , item 1)\*100)
- 6 - Índice integridade estrutural ((1-(item 3 , item 1))\*100)
- 7 - Índice de Potencial de trocas (item 4 , item 1)

Adicionalmente, os itens (1)(5)(6) e (7) citados acima foram utilizados como critérios de qualidade ambiental (sensu Clark 1977) para confecção de um índice de Importância Relativa das marismas para o Estuário. Para cada uma das 25 marismas caracterizadas, este índice foi obtido pela soma dos valores padronizados de cada critério de qualidade ambiental e mais uma constante. A padronização visando eliminar o problema das diferentes escalas de valores absolutos de cada critério, foi efetuada pela diminuição dos valores individuais pela médias seguida pela divisão do resultados pelos desvios padrões das médias. A constante somada aos valores padronizados foi igual a 5.60, e representa o módulo do menor valor da soma dos critérios padronizados entre as 25 marismas (que foi igual a -4.60) mais 1. Este procedimento gerou uma escala de importância (sem unidades) de 1.0 a 9.7.

Para cada uma das 25 unidades, foram obtidos os dados de composição da cobertura vegetal dominante. Para 15 das 25 unidades de marisma também foram obtidos dados de declividade da margem, granulometria e teor de matéria orgânica do sedimento. Estes dados somados a utilização do conceito de "plantas indicadoras", possibilitaram a caracterização da dinâmica atual de sedimentos sobre as marismas do estuário da Lagoa dos Patos (áreas estáveis-deposicionais ou erosivas)(Tabela 1).



### 2.1.2. Pradarias Submersas

Apesar de ocorrer a permanência de pradarias de plantas submersas por mais de um ano em alguns locais do estuário da Lagoa dos Patos, as pradarias são geralmente estruturas espaciais efêmeras, características da primavera-verão. Ruppia maritima planta dominante das pradarias submersas, todos os anos na primavera, cresce a partir de sementes produzidas em anos anteriores, e frequentemente suas plantas morrem após florescerem e frutificarem no final do verão (Cafruni 1983, Mazo 1994, Silva 1995). Outras plantas submersas, tais como Zannichellia palustris, Potamogeton striatus, Ceratophyllum demersum e Myriophyllum brasiliense podem ocorrer associadas as pradarias de Ruppia maritima, principalmente em áreas de menores salinidades do estuário (Cafruni 1983, Mazo 1994, Maisonave et al. 1995).

Devido a esta peculiaridade, a análise da distribuição espacial da cobertura das pradarias submersas deve considerar o componente de variação interanual. Mapas de distribuição espacial das pradarias submersas obtidos entre 1991 e 1993 por Mazo (1994) foram digitalizados e processados através do programa MapMaker for Windows V 1.0. A ocorrência de Ruppia maritima foi caracterizada dentro de uma grade de 1 X 1 Km do estuário. A sobreposição dos mapas obtidos em diferentes anos possibilitou a caracterização de áreas de recorrência de pradarias.

As enseadas rasas, denominadas sacos, são as principais áreas de ocorrência de pradarias submersas, e apresentam-se espacialmente separadas por canais naturais e artificiais. Estas unidades naturais têm sido utilizadas no desenvolvimento de vários estudos comparativos (Cafruni 1983, Koch & Seeliger 1988, Mazo 1994), de forma a caracterizar os efeitos das diferenças ambientais ao longo do estuário sobre a formação e desenvolvimento das pradarias. Desta forma as pradarias submersas do estuário foram subdivididas em 4 unidades, respectivamente, Saco da Mangueira, Saco do Arraial, Saco do Mendanha e Saco do Silveira. Para cada unidade espacial foram obtidos os seguintes dados (fonte: Mazo 1994):

- 1 - Área da pradaria (quando do máximo desenvolvimento);
- 2 - Disponibilidade de habitats de recursos pesqueiros (estimada pela quantidade total de material vegetal vivo durante o máximo desenvolvimento anual da pradaria; folhas, hastes, rizomas e raízes);
- 3 - Variabilidade espacial da cobertura vegetal (coeficiente de variação da biomassa);

4 - Índice integridade estrutural (1/(item 3));

5 - Índice de persistência “P” (ou resiliência) da pradaria, foi estimado pelo módulo da diferença da área de pradaria no saco em dois diferentes anos, dividido pela área média neste período:

$$P = 1 / (|(Área_{1991/92} - Área_{1992/93})| / Área Média_{1991/93})$$

Adicionalmente, os itens (1)(2)(4) e (5) citados acima foram utilizados como critérios de qualidade ambiental (sensu Clark 1977) para confecção de um índice de Importância Relativa das pradarias para o estuário. O cálculo da importância relativa das diferentes pradarias foi efetuado da mesma forma que para as marismas (item 2.1.1).

A caracterização ambiental (fatores físico-químicos) destes sacos foi efetuada em vários trabalhos de pesquisadores da FURG (entre outros Calliari 1980, Cafruni 1983, Coutinho & Seeliger 1984, Koch & Seeliger 1988, Costa & Seeliger 1989, Almeida et al. 1993, Mazo 1994, Baumgarten et al. 1995, Silva 1995).

## 2.2. Resultados e Discussão

### 2.2.1. Marismas

A fotointerpretação do levantamento aereofotogramétrico DAER 1975, possibilitou o mapeamento e quantificação das áreas de marisma do estuário da Lagoa os Patos com um alto grau de precisão. A localização no campo de estruturas diagnosticadas nas fotos foi relativamente fácil e raramente conflitante. Cerca de 70 Km<sup>2</sup> (1 Km<sup>2</sup> = 100 ha) de marismas foram quantificados e subdivididos em 25 unidades geograficamente distintas, quanto a descontinuidade física e da cobertura vegetal dominante (Tabela 2, Figura 2). Esta individualização de marismas não é conflitante, e sim complementar, a classificação ecológica das marismas realizada por Costa (1997a) com base da abundância relativa das espécies vegetais.

As áreas individuais das marismas variam de 0,9 a 39,8 Km<sup>2</sup>, existindo uma maior concentração de marismas na margem leste do estuário (95%), devido as regiões rasas entorno da Ilha dos Marinheiros constituírem um ambiente mais favorável (menor hidrodinâmica) para deposição da grande quantidade de sedimentos em suspensão nas águas estuarinas.

As marismas representam importantes habitats para organismos aquáticos, e cerca de 2,3 Km<sup>2</sup> de canais e piscinas de maré podem ser utilizados como áreas de alimentação, abrigo, reprodução e crescimento de animais estuarinos e costeiros (Costa 1997b), incluindo espécies de interesse comercial (Tabela 3). Os habitats aquáticos podem representar até cerca de 20% da área individual das marismas (por exemplo, Ponta do Pescador e Bocas).

As marismas podem trocar com o estuário da Lagoa dos Patos matéria orgânica dissolvida e particulada (fragmentos de diferentes tamanhos), bem como nutrientes e/ou poluentes, através de 207 Km<sup>2</sup> de margens. A análise da relação do comprimento da margem com a área total das marismas demonstrou que, marismas estreitas (forma de franja) próximos terraços lacunares mais antigos e altos, como as ao sul do Saco da Mangueira, e em volta da cidade de Rio Grande, podem apresentar grande potencialidade de efetuar trocas com o estuário. Contrariamente, grandes marismas (e.g. Torotama) e as várias pequenas ilhas do estuário possuem menores índices de troca (em Km/Km<sup>2</sup>) com o estuário. Estudos recentes de Gaona et al. (1996) e Costa (1997b, 1997c), realizados em marismas com índices baixo (Ponte Preta-Lagoa Verde; 3,7 Km/Km<sup>2</sup>) e médio (Bocas; 10,6 Km/Km<sup>2</sup>) de troca, sugerem que a maior parte da quantidade de matéria vegetal produzida pelas marismas seria reciclada internamente, através da decomposição e/ou do consumo por animais "in situ". No entanto, marismas com grandes áreas possuem uma grande importância para o estuário em termos de habitat, imobilização de sedimento e de poluentes associados a estes.

É possível identificar várias estruturas antropogênicas inclusas nas áreas de marisma, e elas podem representar até 14,9% da superfície (exemplo, Lagoinha, raiz dos Molhes Oeste) e até 1,2 Km<sup>2</sup> de área reclamada da marisma (Ponte Preta-Lagoa Verde). Nos dois exemplos citados acima, as alterações estruturais foram ocasionadas por aterros para construção de estradas. Entretanto, grande densidades de pequenos aterros, construídos para propiciar acesso a Lagoa para agricultores e pescadores, juntamente com canais de drenagem associados a estes, também caracterizam importantes impactos estruturais que comprometem a integridade e que certamente afetam as funções destes ecossistemas. Estes pequenos aterros, somados, representam de 3,0 a 10,4% (0,01 a 1,10 Km<sup>2</sup>) das áreas das marismas da Ponta dos Pescadores, Machadinho, Quinta, norte e sul da Ilha dos Marinheiros.

Conforme os critérios de qualidade ambiental adotados, o Índice de Importância Relativa para o Estuário caracterizou como as 3 marismas mais importantes em ordem decrescente, respectivamente, a Ilha da Torotama (9,7), o segundo pontal de São José do Norte (8,8) e as marismas das Bocas (8,7). Enquanto a área total determinou a Importância das marismas da Ilha da Torotama (que representam 56% do total do estuário), a grande proporção de habitats aquáticos foi a melhor qualidade das duas outras marismas. As marismas da Lagoinha (1,0), e as localizadas ao norte (3,0) e ao sul (3,3) da Ilha dos Marinheiros foram as piores colocadas, devido principalmente aos baixos valores de integridade da estrutura espacial. Os grandes comprimentos de margem e os altos índices de potenciais de trocas das marismas de franjas em torno da cidade de Rio Grande caracterizam a importância (índice variou de 6,7 a 7,8) da preservação destes ambientes praticamente urbanos.

A análise da granulometria e do teor de matéria orgânica do sedimento superficial, perfis topográficos e da cobertura vegetal das marismas possibilitou caracterizar diferentes tipos de margens quanto a hidrodinâmica e origem do sedimento depositado, bem como a distribuição espacial de margens erosivas ou deposicionais.

As marismas próximas a raiz dos Molhes Leste possuem uma identidade única em nosso estuário, sendo formadas a partir de sedimento marinho (areia fina, 0,250-0,125 mm) bem selecionado, depositado nas vizinhanças da Coroa de Dona Mariana (Figura 3). Os demais marismas do estuário demonstram sedimentos com granulometria média que varia de areia fina a areia muito fina (0,125-0,062 mm), mas no entanto moderada - ou pobremente selecionado (Figura 3), característicos do ambiente lagunar (Martin 1965). As marismas das pequenas ilhas do estuário estão sujeitas a um ambiente sedimentar menos dinâmico do que as das margens, como pode ser confirmado pela menor granulometria e pior selecionamento do sedimento das primeiras. Maiores e menores teores de matéria orgânica são encontrados, respectivamente, em margens deposicionais e erosivas. Utilizando o critério de que margens erosivas são, além das já possuindo diques de contenção e enrocamento, as mais inclinadas e de que nelas plantas pioneiras típicas de marismas em formação (*Spartina alterniflora* "macega mol" e *Scirpus maritimus* "tiririca") são pouco abundantes, foi confeccionado um mapa da dinâmica atual das margens das

marismas (Figura 4). Estes resultados caracterizam as áreas de alta hidrodinâmica do Canal de Acesso e do Canal de São José do Norte, bem como áreas onde estão acontecendo perdas de marismas como na Ponta dos Pescadores, Saco da Mangueira, sul e leste da Ilha dos Marinheiros e pequenas ilhas circundantes, bem como no sudoeste do Saco do Arraial, leste da Ilha da Torotama e no Saco do Silveira. Áreas de estabilidade e de formação de marismas também podem ser observadas em todo estuário, sendo marcadamente alta a taxa de acresção de marismas (confirmada por análise de fotos aéreas batidas nos últimos 50 anos) no pontal ao sul da Ponta dos Pescadores, lado leste da Ilha da Pólvora e o lado oeste da Ilha da Base.

### 2.2.2. Pradarias Submersas

Os cerca de 100 Km<sup>2</sup> das áreas rasas, entre 0,3 e 1,5 m de profundidade, do estuário da Lagoa dos Patos são ocupadas todos os anos por pradarias de plantas submersas (Tabela 4). Cerca de metade da superfície recoberta por pradarias encontra-se no Saco do Arraial, ao norte de Rio Grande e ao redor da Ilha dos Marinheiros (Figura 5). Menores extensões, entre 16,8 e 24,4 Km<sup>2</sup>, também são observadas nos sacos da Mangueira, Silveira e Mendanha. Pradarias mais densas, e consequentemente que oferecem maiores quantidades de habitats para organismos aquáticos, são observadas em sacos que apresentam salinidades médias anuais menores do que 10‰ (Mendanha e Silveira com, respectivamente, 37,7 e 43,1 g m<sup>-2</sup> de material vegetal)(Mazo 1994). No entanto, o Saco do Arraial e da Mangueira demonstram pradarias mais homogêneas (menos fragmentadas). Em termos de persistência (reocorrência de pradarias entre diferentes anos), o Saco da Mangueira demonstra o mais baixo valor, devido a grande variabilidade interanual da superfície vegetada (127,8%). Utilizando os atributos de extensão, complexidade, integridade e persistência podemos caracterizar as áreas do Sacos do Silveira (alta complexidade e persistência) e do Arraial (grande extensão, boas integridade e persistência) como as pradarias mais importantes para o estuário (índice de importância entre 9,1 e 10,0). Contrariamente, as pradarias do Sacos da Mangueira (pequena extensão, complexidade e persistência) e do Mendanha (baixa integridade e pequena persistência) contribuem menos para o estuário (importância entre 1,0 e 2,1).

Várias espécies de animais, inclusive algumas de interesse comercial, tais como, o camarão rosa, o siri azul, corvina e a tainha, beneficiam-se da presença e complexidade estrutural das pradarias submersas (Tabela 3), que oferece uma maior abundância de itens alimentares. A média anual de captura das pescas artesanais em Rio Grande (1975-94) foi de 21.500 toneladas, e de forma geral, apenas as quatro espécies que beneficiam-se das pradarias submersas citadas acima, representam 65% destas capturas. As áreas recobertas com pradarias apresentam uma maior disponibilidade alimentar do que as áreas sem vegetação, bem como pradarias mais densas e não fragmentadas oferecem abrigo contra predadores.

### 3.0. Avaliação de Impacto

#### 3.1. Metodologia

##### 3.1.1. Marismas

Análise Visual de Impacto nada mais é do que o subproduto da combinação de várias técnicas básicas desenvolvidas para identificação e descrição da paisagem visual, técnicas estas tradicionalmente utilizadas em programas de planejamento e administração costeira (Zube 1977, Van der Maarel 1979, IEA 1995). Dois pontos são importantes para objetividade, replicabilidade e redução de vícios na avaliação visual: (1) a escolha dos aspectos que podem ser identificados, avaliados e descritos esteticamente; (2) a confecção de uma escala de impacto. Entre outubro e dezembro de 1996, em sessenta (60) pontos ao longo das margens do estuário da Lagoa dos Patos, os impactos estruturais e funcionais foram discriminados sobre as marismas (Seção 1.0), conforme a Tabela 5. A identificação dos impactos foi confirmada ou não após a varredura detalhada de pelo menos 10.000 m<sup>2</sup> (100 X 100 m) de cada ponto das marismas observadas. Na determinação da escala de impacto além do tamanho da área afetada, do contraste com a paisagem natural, da destruição de aspectos naturais e dos aspectos estéticos específicos de cada impacto (e.g. presença de cinzas em áreas queimadas, ou de fezes e pegadas em áreas pastadas), o reconhecimento de plantas indicadoras (sensíveis a trocas ou características de determinadas situações ambientais) e a observação de suas abundâncias foram utilizados como ferramenta (“fitômetro”) de avaliação (Tabela 1). Semelhante metodologia vem sendo utilizada por vários outros pesquisadores (Clark 1977, Dijkema 1983, Civco et al. 1986, Novo 1988, Izco & Sanchez 1994, IEA 1995).

Para cada local visitado foi conferido um valor quali-quantitativo que variou de 0 a 2, e que indicou o grau específico de cada impacto:

0 = ausente;

1 = presente, incidência perceptível porém de pequena magnitude;

2 = presente e muito intenso, grave alteração e importante por sua magnitude ou extensão.

Cada local avaliado foi georeferenciado com o auxílio de um GPS GARMIN 45. Este procedimento possibilitou, através do somatório dos valores conferidos a cada impacto, a obtenção de índices de impactos estruturais e funcionais sobre cada ponto

observado das marismas. Estes valores são visualizados espacialmente, através de código de cores conforme a intensidade do impacto (diagramas de carga de impacto) sobre as áreas vegetadas.

Adicionalmente, os valores dos impactos (estruturais e funcionais) foram utilizados como atributos (variáveis) em uma Análise de Componente Principal (Pielou 1984) das marismas, que visou testar as hipóteses multicolinearidade (interrelacionamento) entre diferentes impactos, e de que a intensidade de alguns impactos era um processo espacialmente relacionado.

### **3.1.2. Pradarias submersas**

Devido as características de dificuldade de visualização (águas turvas do estuário), variabilidade espacial (dentro do estuário) e temporal (entre diferentes anos) da distribuição das pradarias submersas do estuário da Lagoa dos Patos (veja item 2.1.2), bem como a frequente não ocorrência de pradarias durante o inverno e início da primavera, este tipo de vegetação não constitui uma estrutura ideal para análise de impactos antropogênicos. Além disto, Ruppia maritima (a planta dominante) demonstrou, em estudos de campo (Cafruni 1983, Koch & Seeliger 1988, Costa & Seeliger 1989, Mazo 1994, Silva 1995) e em laboratório (Knak 1986), ser capaz de tolerar uma grande amplitude de condições de luz, temperatura, salinidade e tipo de sedimento. Conseqüentemente, Ruppia maritima também não pode ser considerada uma “espécie indicadora” de condições ambientais.

Entretanto, Ruppia maritima possui limites fisiológicos para a sua tolerância, e por exemplo, quando ocorrem grandes aumentos da turbidez da água ou da deposição de sedimento sobre áreas vegetadas, uma pradaria pode desaparecer. Mais do que a distribuição, a extensão total, densidade, homogeneidade e persistência em uma dada área com cobertura vegetal podem indicar a “saúde” desta parte do estuário (veja item 2.1.2).

A avaliação de impacto sobre as pradarias submersas do estuário da Lagoa dos Patos foi efetuada através da caracterização espacial da carga de diferentes impactos sobre as áreas frequentemente vegetadas, e comparação dos valores destas cargas com os limites de tolerância das pradarias a estes impactos, retirados da literatura existente. Dados de dragagens e despejos de dragado (fonte: SUPRG-Seção de Dragagens 1996) e o esforço de pesca em zonas rasas (Vieira et al. 1996) foram



utilizados para caracterização de impactos. A quantidade de pontos de despejo de poluentes domésticos e industriais em cada saco foi estimada por Almeida et al. (1993) e Baumgarten et al. (1995), bem como a quantidade de pontos de despejo de resíduos agrícolas foi estimada em fotografias do levantamento aéreo DAER 1975 (metodologia veja item 2.1.1). Como na avaliação de impactos sobre as marismas, estes foram sub-divididos em impactos estruturais (que afetam a integridade da cobertura vegetal; ação da atividade de pesca sobre as pradarias) e funcionais (que alteram o crescimento das plantas; dragagens e deposição de dragado, eutroficação e despejo de substâncias tóxicas).

## **3.2. Resultados e Discussão**

### **3.2.1. Marismas**

A Avaliação Visual de Impacto das marismas apesar de ter resultado da observação de 60 pontos ao longo das margens do estuário, é apresentada através da comparação das 25 unidades de marismas geograficamente distintas na região. No caso de marismas com grandes extensões, para cada um dos 13 diferentes tipos de impactos estruturais e funcionais avaliados, foram utilizados os maiores valores detectados em todos os pontos observados de cada marisma. Por exemplo, os valores finais na matriz de intensidade de impacto das Ilhas da Torotama e do Machadinho foram, respectivamente, obtidos dos maiores valores detectados em 3 e 7 pontos observados. Variações de intensidade de impactos dentro das marismas são discutidas no texto.

#### **3.2.1.1. Impactos Estruturais**

Os impactos estruturais mais frequentes e mais intensos sobre a vegetação das marismas do estuário da Lagoa dos Patos foram a pastagem por gado e cavalos, a drenagem por pequenos canais antropogênicos e a obstrução do fluxo hídrico pela construção de aterros para diferentes fins.

A pastagem extensiva indiscriminada é facilitada pela suavidade do relevo e pelo fato de que a maior parte da superfície das marismas do estuário da Lagoa dos Patos ser apenas ocasional - ou raramente alagada (5 a 30% do tempo; Costa 1997a). Poucas são as áreas intermareais que possuem os seus limites superiores delimitados

por cercas que possam impedir o acesso livre do gado e de cavalos. As marismas localizadas entre o primeiro pontal arenoso na raiz dos Molhes Leste (São José do Norte) até a Ponta dos Pescadores, Lagoinha (raiz dos Molhes Oeste), Ponte Preta-Lagoa Verde, vilas ao sul do Saco do Arraial, Ilha da Torotama (Saco do Boto) e Saco do Silveira já tiveram a cobertura vegetal seriamente comprometida, pela constante remoção de biomassa e pisoteio (Figura 6). Cumpre destacar que as duas primeiras áreas citadas (nas raízes dos Molhes Oeste e Leste) são de responsabilidade do Porto (zonas do Superporto e de São José do Norte), e que o comprometimento da cobertura vegetal nestas áreas, principalmente na margem erosiva dos Molhes Leste, acarreta na redução da capacidade das marismas trappear sedimento em suspensão e de atuarem como barreiras auto-mantíveis contra a erosão costeira (Day et al. 1989).

As presenças de aterros e canais de drenagem demonstram-se associadas (índice de Correlação de Pearson =  $r = 0,89$ ), e juntas as intensidades destes impactos significativamente ( $P < 0,001$ ) explicam 29% da variação espacial de todos os impactos quantificados entre as marismas do estuário (Análise de Componente Principal). Isto significa que a intensidade de aterros e canais de drenagem é espacialmente distinta, por exemplo, estes impactos não ocorrem em pequenas ilhas do estuário. A existência de correlações positivas e significativas ( $P < 0,05$ ) da intensidade do impacto de biocidas (inseticidas e herbicidas) com as intensidades de aterros ( $r = 0,54$ ) e de canalização ( $r = 0,52$ ) indica a associação das atividades destes dois últimos impactos com atividades agrícolas próximas a margem da Lagoa. Pequenos aterros e canais de drenagem associados, perpendiculares a margem da Lagoa, recortam as marismas e foram construídos para permitir o escoamento de produtos agrícolas pela Lagoa, bem como o acesso dos pescadores artesanais para suas embarcações (Figura 1). Grandes intensidades de aterros e canalização sobre as marismas são observadas nas localidades rurais da Ilha do Machadinho, Ilha dos Marinheiros e Povo Novo, bem como nas áreas sub-urbana de Rio Grande ao sul do Saco do Arraial (veja Seção 2.2.1). Pelo menos em quatro localidades, Ilha do Machadinho (Lagoa da Quinta), Ponte Preta-Lagoa Verde, Lagoinha e Proximidades do Fárol de São José do Norte ocorreram aterros e canalização sobre áreas de marismas durante a construção de estradas de rodagem (Figura 6).

As queimadas, fortemente associadas as margens do estuário e praticamente ausentes nas pequenas ilhas (a intensidade das queimadas foi identificada como outro Componente Principal que explica 17% da variação espacial dos impactos), estão relacionadas a duas causas principais. Correlações positivas significativas ( $P < 0,05$ ) entre a intensidade do impacto de queimadas com a intensidade de poeira e fuligem ( $r = 0,52$ ) e com a ocorrência de poda da vegetação da marisma ( $r = 0,48$ ) sugerem que estas são frequentemente ocasionadas (provavelmente de forma acidental) pelo descarte de restos de cigarros ou fósforos ainda acesos de carros traficando próximo as marismas (o tráfego de veículos é a principal causa de deposição de poeira/fuligem sobre a vegetação). Adicionalmente, com excessão das pequenas ilhas, as áreas mais frequentes de poda ocorrem próximas as vias de acesso a marismas (estradas de terra ou asfaltadas). As queimadas afetam as marismas mais elevadas, em relação ao nível médio da Lagoa, dominadas por Juncus effusus e pela grama Spartina densiflora ("macega"). O fogo causa altas taxas de mortalidade de invertebrados e aves em nidificação. Uma grande quantidade de detrito vegetal, geralmente armazenada nestes ambientes, é rapidamente mineralizada durante uma queimada. Este fator associado com a remoção da densa cobertura das plantas dominantes (1,0 a 1,8 m de altura) possibilita que várias plantas presentes, mas menos frequentes na marisma, tenham oportunidade de desenvolverem-se de forma exuberante. São espécies oportunistas exploradoras de áreas queimadas de marismas o legume Vigna luteola e as compostas Senecio Tweedi (Margarida do Banhado) e Aster squamatus (Figura 6). A grama dominante Spartina densiflora é capaz de rebrotar rapidamente após as queimadas, recuperando a cobertura original e novamente restringindo as espécies oportunistas a pequenas manchas na paisagem em cerca de 1 ano a 1 ano e meio.

Podas de Scirpus maritimus ("Tiririca"), Spartina alterniflora ("Macega Mol) e S. densiflora ("Macega") são tradicionalmente utilizadas por agricultores como adubação verde e no controle da umidade do solo para plântulas de verduras. Hastes de Macega e de Juncus (Juncus effusus) são utilizadas para confecção de telhados de pequenos depósitos e estábulos. Esta atividade representa uma perturbação em pequena escala (2-20 m<sup>2</sup>), mas que pode ser bem frequente em algumas marismas. Áreas podadas constituem clareiras, que como em áreas queimadas, são exploradas efemeramente por plantas oportunistas, tais como, a Margarida do Banhado

(*Senecio tweedi*) e por *Salicornia gaudichaudiana*. Ao contrário, das queimadas, na área podada a vegetação cresce mais lentamente do que em áreas não podadas (C.S.B.Costa não publicado; provavelmente devido uma redução nos sais nutrientes no ambiente, visto que parte destes ficam contidos na folhagem removida). Eventualmente a cobertura vegetal original é recuperada após 1 a 2 anos.

Nos últimos 150 anos a área do estuário inferior (área de ação direta do SUPRG, entre a Ilha dos Marinheiros e a Barra) decresceu aproximadamente 11% (Seeliger & Costa 1997), o que enfatiza o caráter deposicional deste ambiente. Parte destas perdas foi relacionada a processos mediados pelo Homem, como por exemplo, a expansão do Porto de Rio Grande entre 1909-1914 (8.776.000 m<sup>3</sup> de material dragado aterrou planos de lama subtidais e intermareais, fundos de plantas submersas e marismas)(Calliari 1980). Durante o presente trabalho, a ocorrência de erosão foi observada em várias marismas do estuário, marcadamente, na Ponta do Pescador, raiz do Molhe Leste (Lagoinha), Povo Novo e Ilha da Torotama (na Ponta dos Mosquitos)(Figura 4). Áreas atualmente com enrocamento entre o Cocuruto e São José do Norte, e entre a 4ª Seção da Barra e a Ponte dos Franceses (Superporto) apresentam intensa atividade erosiva que impossibilita a formação de marismas. A ocorrência da maioria destas margens erosivas já havia sido descrita por Calliari (1980), Long & Paim (1987) e Seeliger & Costa (1997), e associada aos padrões de circulação hídrica através do Canal de Acesso e suas periferias. No entanto, a detecção de erosão da marisma da Ponta dos Pescadores (Figura 6) pode indicar uma alteração do padrão de deposição de sedimento sobre a Coroa de D. Mariana, visto que tanto Calliari (1980) como Long & Paim (1987) caracterizaram anteriormente esta área como de acreção. A origem desta alteração do padrão deposicional pode estar relacionada com o rápido desenvolvimento nas últimas décadas de um segundo pontal, logo ao sul da Ponta dos Pescadores, que foi recentemente também enrocado (observação pessoal de fotografias aéreas de diferentes anos). Tal alteração pode também estar relacionada a presença dos enrocamentos anteriormente estabelecidos, ou a grande quantidade de dragado depositado sobre a Coroa de D. Mariana. Novos estudos são necessários para quantificar a dinâmica sedimentar em áreas rasas do estuário.

### 3.2.1.2. Impactos Funcionais

Os dois principais impactos funcionais mais frequentemente detectados sobre as marismas da Lagoa dos Patos e a deposição de lixo antropogênico e a eutrofização. A intensidade destes dois processos demonstraram uma alta correlação positiva e significativa ( $r = 0,78$ ,  $P < 0,01$ ), sugerindo uma mesma origem para os dois. A grande maioria do lixo antropogênico encontrado sobre as marismas é manufaturado (garrafas, plásticos, madeiras, etc.), ocorrendo uma redução da concentração do lixo depositado nas ilhas e margens do estuário a medida que se afasta da cidade de Rio Grande.

A deposição natural de lixo sobre as marismas ocorre geralmente no nível médio da água da Lagoa ou poucos centímetros acima deste (Figura 6), e independente da proximidade da cidade de Rio Grande, uma quantidade marcadamente maior de lixo pode ser observada sobre marismas expostas aos ventos predominantes do quadrante NE-N. Lixo hospitalar (seringas, âmpolas, luvas, etc.) é frequentemente encontrado nas marismas da Ilha da Pólvora e da Ilha do Cavalo sugerindo sua procedência como sendo da Santa Casa ou do Hospital de Ensino da FURG. Uma grande quantidade de material industrializado originado das atividades pesqueira (latas de óleo de motor, redes, bóias, etc.) e do Porto (peletes de polietileno, pedaços de compensado naval, etc.) depositam-se sobre as marismas, no entanto, não foram em nenhum dos locais observados particularmente abundantes em relação a outros tipos de lixo industrializado depositado. De qualquer maneira, se este lixo atribuído a pesca e ao Porto não fosse jogado (ou perdido) na Lagoa, a quantidade total de lixo depositada sobre as marismas cairia significativamente. Apesar deste lixo industrializado aumentar a oferta de habitats para invertebrados (formigas, aranhas, besouros, caranguejos, etc.), eles desvalorizam a aparência estética das marismas, e conseqüentemente a apreciação destes ambientes pela população.

Associado ao lixo industrializado é também depositado muito material orgânico (grãos de soja, resto de verduras, frutas, peixes, crustáceos e outros animais mortos). Com excessão dos grãos de soja, é muito difícil de discriminar entre o lixo orgânico originado nos barcos e navios em atividade no Porto, do lixo gerado pela população residente nas margens do estuário. Entretanto, grandes quantidades de pescado podem ser frequentemente depositadas na marisma na raiz dos Molhes

Oeste (Lagoinha), onde foi também observado lixo dragado pela prefeitura dos canaletes da cidade de Rio Grande. A decomposição deste material orgânico libera sais nutrientes para as plantas das marismas, sendo que a zona de deposição de lixo de uma marisma apresenta uma flora caracterizada por plantas nitrófilas ("que gostam de nitrogênio"). São especialmente abundantes em marismas que recebem grande quantidade de lixo o Chenopodium album, Rumex paraguayensis ("língua de vaca"), Apium graveolens ("salsão") e a Ipomoea cairica (Costa 1997a).

As plantas respondem com um maior crescimento quando expostas a uma maior quantidade de nutrientes. Desta maneira a eutrofização de marismas pode ser evidenciada pelo maior tamanho da copa das plantas, bem como pela acumulação de matéria orgânica (gerada pelas próprias plantas) e de subprodutos (gás sulfídrico e gás metano) da decomposição anaeróbica da matéria orgânica no sedimento encharcado. Marismas nitidamente eutrofizadas foram encontradas próximas a península de Rio Grande, particularmente no Saco da Mangueira e vilas na margem sul do Saco do Arraial, bem como na Lagoinha. Este padrão espacial é muito semelhante ao descrito por Baumgarten et al. (1995), para áreas enriquecidas de nutrientes entorno da cidade do Rio Grande, inclusive estes pesquisadores caracterizaram que o Saco da Mangueira apresenta concentrações médias e máximas de fosfatos três vezes maiores do que nas demais áreas estudadas do estuário, bem como a origem industrial dos fosfatos (proximidade de pontos de despejo de esgotos de fábricas de fertilizantes).

A ocorrência localizada de biocidas (de origem agrícola) e da deposição de poeira e fuligem, já foram parcialmente discutidas na seção anterior. A ausência de dados publicados sobre a forma e quantidades de pulverizações de biocidas, bem como de qualquer informações sobre concentrações destes compostos no tecido das plantas ou no sedimento das marismas, impossibilita qualquer maior interpretação deste impacto. No entanto, grandes cargas de biocidas são utilizadas nas vastas terras agrícolas que circundam o sistema Patos-Mirim, e podem estar também chegando no estuário. O impacto dos biocidas sobre a fauna de marismas só agora começa ser avaliado, no entanto, caranguejos de marismas demonstraram em experimentos controlados serem altamente susceptíveis às concentrações de biocidas já existentes no estuário (Monserrat & Bianchini 1995).

A presença de poeira/fuligem sobre a superfície foliar reduz a taxa fotossintética e a capacidade de trocas gasosas entre os tecidos das plantas e a atmosfera, bem como pode prejudicar o processo de reprodutivo (polinização). Áreas de marisma próximas a estradas vicinais de terra têm suas funções ecológicas comprometidas, bem como seu aspecto estético. Como discutido anteriormente, a principal causa detectada de deposição de poeira/fuligem foi o tráfego de veículos em estradas de terra. Anteriormente, uma grande quantidade de resíduo sólido das fábricas de fertilizantes (Figura 6) localizadas no Porto Novo e no Superporto constituía uma importante fonte de impacto sobre as marismas do Saco da Mangueira e mesmo ao sul de São José do Norte (observação pessoal e de fotos aéreas). Devido a gradual desativação das empresas de fertilizante em Rio Grande nos últimos 5 anos, estas praticamente deixaram de ser fontes emissoras de poluentes atmosféricos sólidos. Entretanto, no caso de reativação desta atividade econômica, os impactos potenciais da emissão de resíduos sólidos nas marismas citadas poderia voltar a existir devido ao padrão dos ventos dominantes na região.

Perdas crônicas de óleo cru e derivados de petróleo ocorrem ao longo de toda orla portuária, mas em especial no Pier Petrolero. As marismas frequentemente agem como uma armadilha do óleo, cuja afinidade depende da composição de espécies vegetais e da fenologia (mais ou menos detrito vegetal acumulado) destas (Baker 1979). Hidrocarbonetos de pequenas moléculas são mais tóxicos para as plantas de marisma do que os grandes, e os aromáticos são mais tóxicos do que os alcanos. A deposição de um filme de óleo sobre as folhas dificulta as trocas gasosas e diminui a absorção da luz pela planta. Efeitos de longo prazo estão associados com a penetração do óleo dentro do sedimento da marisma. Pequenas manchas de óleo cru e nata de combustíveis são frequentemente observadas nas marismas da Lagoinha, Saco da Mangueira e proximidades da Ilha da Pólvora.

Através da soma dos índices individuais de impacto foi possível caracterizar mapas de carga de impactos estruturais e funcionais sobre as marismas do estuário da Lagoa dos Patos. As áreas mais comprometidas estruturalmente (integridade da cobertura vegetal; Figura 7) estão localizadas na margem oeste do estuário nas localidades da Ilha da Torotama, Povo Novo, Ilha do Machadinho e Ponte Preta-Lagoa Verde (todas devido a pastagem, aterros e drenagens). Níveis já preocupantes de alteração estrutural podem ser observados nas marismas ao sul de São José do

Norte, margens norte e sul da Ilha dos Marinheiros, proximidades da Ilha da Pólvora e Quinta. Encontram-se ainda em bom estado de conservação as estruturas das marismas de franja localizadas no saco da Mangueira, Saco do Justino e ao norte de São José do Norte (Mendanha, Arvoredo, Ponta Rasa e Sarangoinha), bem como o intrincado sistema das Bocas, no nordeste da Ilha dos Marinheiros.

O mapa de carga de impactos funcionais é mais favorável do que o estrutural, sendo que novamente existe um comprometimento maior da margem leste do estuário do que da margem oeste (Figura 8). Áreas comprometidas, devido principalmente a deposição de lixo e eutrofização, encontram-se ao redor da cidade de Rio Grande, no Saco do Silveira e na Ponta do Pescador. Áreas onde a ocorrência adicional de pulverização de biocidas e a presença de poeira/fuligem interagem para comprometer o funcionamento das marismas podem ser caracterizadas na Ilha da Torotama e Ilha do Machadinho. As demais marismas do estuário, e em particular as do Lado de São José do Norte apresentam poucas evidências de alterações funcionais.

### 3.2.2. Pradarias Submersas

A degradação das pradarias submersas é o resultado de efeitos acumulativos, e que são esperados de aumentar com o crescimento da população humana. Os maiores impactos antropogênicos sobre as pradarias submersas do estuário da Lagoa dos Patos são (1) as atividades de pescarias e navegação em águas rasas, (2) as dragagens e os depósitos de material dragado, e (3) a adição de efluentes orgânicos e inorgânicos.

Uma característica inerente das pradarias submersas do estuário, é a sua renovação anual a partir de sementes liberadas no(s) ano(s) anterior(es) pela planta dominante (*Ruppia maritima*)(Cafruni 1983, Koch & Seeliger 1988). Ao contrário de pradarias submersas perenes de outros estuários (Thayer et al. 1984, Kantrud 1991), alguns impactos, como o fatiamento e o desenraizamento da vegetação pela passagem de barcos com motores com hélices, pode não demonstrar um efeito persistente por alguns anos. Neste sentido a anuidade da pradaria implica em uma maior robustez a impactos pontuais ou mesmo agudos.

Por outro lado, a anuidade da formação das pradarias resulta em períodos críticos para o estabelecimento dos fundos vegetados, durante a época de



estabelecimento das plântulas, no final da primavera-início do verão (as primeiras semanas após a germinação), e durante a formação das sementes no final do verão. A deposição de grandes quantidades de sedimento, alta turbidez (pouca luz) ou agitação do fundo podem acarretar altas mortalidades de plântulas ou inviabilização das sementes, que determinariam a ausência ou redução das pradarias.

### **3.2.2.1. Impactos Estruturais**

Estão atualmente envolvidos em pescarias no estuário da Lagoa dos Patos cerca de 6.000 pescadores artesanais, e a média anual (1975-1994) de suas capturas é de 21.500 ton. Boa parte das capturas são efetuadas em águas rasas e sobre as pradarias submersas. A legislação vigente (Portaria SUDEPE n. 04, 14/01/86) proíbe a utilização de redes de arrasto dentro do estuário, entretanto, a densidade média de aproximadamente 65 redes fixas por Km<sup>2</sup> do tipo “aviãozinho” (ou cerca de 15.000 redes no estuário; Vieira et al. 1996) durante o pico da captura do camarão rosa, nos oferece uma boa idéia da intensidade do impacto destas atividades sobre os fundos vegetados (Figura 9). Mesmo trabalhando com redes fixas, as atividades de verificação das capturas e despesca implicam em pisoteio da vegetação e tráfego de pequenas embarcações motorizadas, que frequentemente perturbam o fundo e arrancam as plantas. Apesar do impacto das pescarias sobre a fauna estuarina associada a espécie alvo da pesca vem sendo estudado (Vieira et al. 1996), não existe nenhuma quantificação das alterações induzidas na cobertura vegetal. Como foi destacado desde o início desta seção, as pradarias anuais como as do estuário da Lagoa dos Patos possuem períodos críticos para seus estabelecimentos, e as plantas recentemente germinadas são particularmente susceptíveis de serem impactadas pela pesca dentro das pradarias (Thayer et al. 1975).

As atividades náuticas de recreação (barcos a vela, ski aquático, wind surf, jet ski, etc.) não constituem atualmente impactos estruturais significativos. No entanto, com a possível melhora do poder aquisitivo da população nos próximos anos, as atividades de recreação podem vir a constituir problemas para a conservação das pradarias.

Conseqüentemente, é necessária a criação de uma legislação restritiva a navegação sobre pradarias submersas, seja ela relacionada com a pesca artesanal ou

com atividades recreativas, para a preservação da funcionalidade e do valor estético destes habitats vitais.

### 3.2.2.2. Impactos Funcionais

As dragagens e os despejos de dragado são provavelmente os mais deletéricos impactos humanos sobre pradarias submersas estuarinas (Thayer et al. 1984). Os impactos de dragagens foram incluídos entre os impactos funcionais por que estas operações raramente se concentram sobre áreas vegetadas, mas sim em canais de navegação a certa distância das pradarias. Conseqüentemente, não existe remoção física da vegetação devido as atividades de dragagem. O principal efeito de, ambas, atividades de dragagem e despejo de dragado é a alteração da turbidez da água (logo sobre a disponibilidade de luz para as plantas), devido a resuspensão do sedimento para a coluna d'água, e a deposição de sedimento sobre a vegetação. Secundariamente, o sedimento remobilizado do fundo pode conter altas concentrações de nutrientes (particularmente amônio e fosfato; Baumgarten et al. 1995) ou substâncias tóxicas (metais pesados, pesticidas, etc.; Calliari et al. 1995).

Nos últimos 15 anos, grandes quantidades de sedimento foram dragadas (24.390.182 m<sup>3</sup>) e despejadas (4.044.671 m<sup>3</sup>) dentro do estuário, sendo que pelo menos 6,3% do dragado deixado no estuário foi depositado em áreas próximas de pradarias nas proximidades da Ilha da Pólvora e do Saco do Mendanha (Figura 5).

Quanto ao efeito da quantidade do depósito do dragado, podemos estimar que pequenos despejos, como os que em média são efetuados próximos da Ilha da Pólvora (média = 13895 m<sup>3</sup>), representam um acréscimo de 1,4 cm ao sedimento do fundo se espalhados ao longo de 1 Km<sup>2</sup>. Grandes despejos, como os efetuados na Coroa de D. Mariana (média = 110.897) representam acréscimos de 11 cm de sedimento ao fundo, quando também espalhados no mesmo 1 Km<sup>2</sup>. Dados experimentais (U.Seeliger não publicados) demonstram que as sementes de *Ruppia maritima* possuem reservas internas capazes de possibilitar um alongamento da plântula após a germinação de cerca de 4 cm. Conseqüentemente, uma espessura de soterramento por sedimento maior do que 4 cm pode induzir a uma não formação de uma pradaria.

Atividades de dragagens e despejos mesmo quando longe das pradarias podem vir a afetar estes ambientes vegetados. Por exemplo, uma grande quantidade de material dragado do Superporto é depositada próxima a Coroa de D. Mariana, mesmo tendo sido

não recomendado o despejo neste local. Estes sedimentos da área do Superporto são constituídos de material fino, cuja alta fração de argilo minerais possuem teores mais elevados de matéria orgânica e elementos traços metálicos (Calliari et al. 1995). O material depositado neste ponto pode ser remobilizado pela ação das correntes, e no caso de enchente, levado à áreas interiores do estuário (INPH 1986, CDTN 1986). Baixos níveis de luz, devido a um aumento na turbidez, acarretam redução da densidade das pradarias de *Ruppia maritima* (Congdon & McComb 1979). Coincidência ou não, uma redução de 28,6% (-37,2 Km<sup>2</sup>) da área total de pradarias do estuário da Lagoa dos Patos, entre os verões de 1991/92 e 1992/93 (Mazo 1994), poderia estar relacionada com um aumento de cerca de 1000% das atividades de dragagem entre 1991 (227.100 ton.) e 1992 (2.503.380 ton.). Estudos detalhados dos efeitos das atividades de dragagem sobre áreas rasas, vegetadas ou não, devem ser futuramente realizados.

O efeito de poluentes orgânicos e inorgânicos no crescimento e sobrevivência de plantas submersas é um dos impactos humanos sobre pradarias menos compreendidos (Thayer et al. 1984, Kantrud 1991). Além disto, os efeitos de impactos catastróficos foram mais estudados do que os de descargas pequenas e crônicas. Apesar de representarem uma pequena fração da carga total de cada navio, grandes quantidades de minério de Cloreto de Potássio, Fosfato de Cálcio e diversos tipos de farelos (para a indústria de fertilizantes) são frequentemente perdidas nas operações de embarque e desembarque nos Terminais de Granéis do Porto Novo, devido ao grande número de navios.

A análise da densidade espacial dos pontos de despejos (Almeida et al. 1993, Baumgarten et al. 1995) demonstra que as pradarias do Saco da Mangueira estão sujeitas a uma maior diversidade de poluentes (domésticos e industriais) e uma maior carga de nutrientes (Figura 8). Já as pradarias do Saco do Arraial estão recebendo grandes quantidades de biocidas de origem agrícola (Figura 8).

As concentrações médias de fosfato no Saco da Mangueira são hoje (2.7 - 3.4 µM) 3 vezes maiores do que o resto do estuário, e características de um ambiente eutrofizado (Baumgarten et al. 1995). Devido ao despejo de esgotos cloacais, a concentração de nitrato e de Amônio no Saco da Mangueira podem alcançar até, respectivamente, 73 e 33 µM (Baumgarten et al. 1995). *Ruppia maritima* pode absorver nutrientes pelas folhas e pelas raízes, crescendo melhor onde as concentrações são maiores ou mesmo em condições eutrofizadas (Kantrud 1991). No entanto, o

enriquecimento de fosfato estimula mais as algas verdes (em particular Enteromorpha flexuosa) e diatomáceas epífitas endêmicas das pradarias e zonas rasas não vegetadas (Coutinho & Seeliger 1984) do que a própria Ruppia maritima (Thayer et al. 1975). As algas crescem e emaranham-se sobre as plantas de Ruppia maritima, causando sombreamento e redução da taxa fotossintética, bem como um aumento da fluutuabilidade da planta, o que facilita seu desenraizamento quando sujeita a ação de ondas ou correntes (Mazo 1994). Adicionalmente, após a morte das algas, a decomposição destas pode acidificar o sedimento e a água intersticial, afastando o pH das condições ideais para absorção de nutrientes pela Ruppia maritima (entre 7,0 - 8,0; Kantrud 1991). O excesso de nutrientes no estuário também tem causado o crescimento massivo de algas azuis, tais como Microcystis aeruginosa, que é tóxica ao Homem e aos animais que habitam as pradarias (Odebrecht et al. 1987).

Além dos 76 pontos de lançamento de efluentes pluviais (39,5%), domésticos (23,7%), mistos (31,6%) e industriais (5,3%) identificados por Almeida et al. (1993) ao redor da cidade de Rio Grande (Figura 8), foi possível através de fotointerpretação (levantamento DAER 1975) também quantificar 205 canais de drenagem pluvial não oficiais. Estes canais transportam efluentes agrícolas, da zona rural dos municípios de Rio Grande e São José do Norte, para os sacos do Arraial (192 pontos), Silveira (12) e Mendanha (1). Pesticidas podem ser extremamente prejudiciais aos animais das pradarias, mas frequentemente não afetam as plantas de nenhuma maneira perceptível (Thayer et al. 1975, 1984).

Adições crônicas de óleo cru e derivados de petróleo podem causar a redução das pradarias (Thayer et al. 1975), conseqüentemente lavagens dos tanques dos navios transportando óleo próximo ao Canal de Acesso devem ser evitadas, e as perdas ocorridas durante as operações de abastecimento e descarregamento, observadas principalmente no Pier Petroleiro, devem ser minimizadas.

## 4.0. Conclusões e Sugestões Administrativas

### 4.1. Análise da gravidade de impacto

#### 4.1.1. Marismas

Gravidade de impacto é aqui definida pela relação multiplicativa entre a importância relativa das marismas para o estuário e a carga de impactos detectadas.

Em termos estruturais, as grandes unidades de marisma da Ilha da Torotama e Ilha do Machadinho, bem como a marisma das Vilas ao sul do Saco do Arraial, com sua extensa margem, demonstraram grande gravidade de impacto devido a altas cargas de pastagem, aterros e drenagens (Figura 10). Alta gravidade de impactos funcionais são também detectados nas marismas da Ilha da Torotama (fogo e poeira/fuligem) e das Vilas (lixo e eutrofização)(Figura 11). Medidas urgentes deveriam ser tomadas para impedir a escala destes impactos.

Todas as unidades de marisma inseridas dentro da área de direta ação do Porto, demonstram níveis alarmantes (médios) de gravidade de impactos estruturais e funcionais. As marismas possuidoras de importantes habitats de recursos pesqueiros, circunvizinhos da Ilha da Pólvora, franja vegetada da Ilha da Base (Terraplano) e entre o Cucuruto e os Molhes Leste, vem sobrendo com podas e aterros (as de Ilhas), ou pastagem extensiva (em São José do Norte). Dentro destas mesmas marismas, com excessão da unidade São José, a deposição de lixo e poeira/fuligem resultante do tráfego de veículos (só em marismas de margem) vem prejudicando o funcionamento destes ecossistemas. Níveis alarmantes de gravidade de impacto funcional também são detectados nas marismas Justino Sul, Machadinho e Quinta devido altas cargas de biocidas que devem estar sendo provavelmente carregados para estes ambientes pela extensa rede de canais de drenagem.

Pequenas gravidades de impactos estruturais e funcionais foram detectadas em marismas bem preservadas e isoladas na Ilha dos Ovos, Ponta Rasa e Sarangoinha. Adicionalmente, demonstraram pequena gravidade de impacto algumas marismas com baixa integridade estrutural (Lagoinha e Ilha Sul), devido a alterações sofridas no passado de suas superfícies, e conseqüentemente de pequena importância relativa para o estuário.

Os altos valores de importância relativa e os valores de carga de impacto, chamam atenção a necessidade de se preservar ou mesmo de recriar as estreitas franjas

de marismas no entorno da cidade de Rio Grande. Na ausência de estações de tratamento do esgoto doméstico, estas passam a ser os principais filtros captadores de nutrientes trazidos no efluente *in natura*, antes destes atingirem o estuário. Ao passarem pela marisma parte dos nutrientes podem ser capturados pelas raízes das plantas e retidos, mesmo que temporariamente, nestes ambientes. A liberação lenta e gradual destes nutrientes ao meio, quando da senescência da planta ou de suas partes, é mais facilmente assimilável pelo sistema estuarino do que quando de sua descarga direta no meio.

#### **4.1.2. Pradarias submersas**

Apesar da avaliação de impacto não ter sido quantitativa, fica claramente evidenciado que a maior carga de impacto funcional sobre as pradarias submersas está concentrada na região mais populosa do estuário, entorno da cidade de Rio Grande. O baixo índice de importância relativa da pradaria do Saco da Mangueira, mais do que indicar uma pequena gravidade de impacto (i.e., o que está sendo prejudicado já está muito alterado mesmo), parece demonstrar as consequências da carga de impacto. Baixa persistência e densidade das pradarias já são reflexos do processo de contaminação e das atividades pesqueiras.

O comprometimento das pradarias do Saco do Arraial representa um processo de grande gravidade para o estuário. Despejos de efluentes domésticos e agrícolas, as atividades da pesca e a deposição de material dragado de pequena granulometria (do Porto Velho) podem prejudicar a produtividade do estuário e ter graves consequências sócio-econômicas. Uma maior quantidade de matéria vegetal dentro de uma pradaria representa mais habitats, mais recursos para os organismos aquáticos. Uma diferença da ordem de 100% entre as médias de produção de biomassa vegetal das pradarias dos sacos próximos a Rio Grande (Arraial e Mangueira; 19,2 e 21,3 g m<sup>-2</sup>) e afastados da cidade (Silveira e Mendanha; 37,7 e 43,1 g m<sup>-2</sup>), atribuída as menores salinidades na parte superior do estuário (Mazo 1994), também poderia ser explicada pelo menor grau de impactação longe da cidade.

## **4.2. Impactos do plano de zoneamento do Porto de Rio Grande sobre as comunidades vegetais estuarinas e alternativas de manejo ambiental**

O plano de zoneamento das áreas do Porto caracteriza as atividades de suas diferentes unidades espaciais e prevê as formas de futura utilização de parte da margem e do fundo do estuário da Lagoa dos Patos. Segue abaixo uma análise da conformidade das atividades das diferentes unidades do Porto com as funções (efeitos) das marismas e das pradarias submersas para o estuário.

### **4.2.1. Porto Velho**

Área marginal composta por diques de contenção ou enrocamentos, apresentando vários pontos de despejo de efluentes domésticos e pluviais. As áreas do Terminal de Carga Geral para Navegação Interior, Terminal de Passageiros e Terminal Pesqueiro são áreas de despejo de grandes quantidades de lixo orgânico e industrializado, bem como pequena contaminação de óleo e gasolina. Todos estes poluentes contaminam as marismas e pradarias nas proximidades da Ilha da Pólvora. O material fino dragado no Porto Velho é depositado nas proximidades das Ilhas do Cavalo e Pólvora, podendo potencialmente estar prejudicando as pradarias do Saco do Arraial.

### **4.2.2. Porto Novo**

Área com diques de contenção, com despejo de efluentes pluviais ricos em nutrientes devido as perdas nas operações de carga e descarga nos Terminais de Granéis e de Fertilizantes. Pequena contaminação de óleo. Devido a alta taxa de assoreamento da Bacia de Evolução do Porto Novo, está ocorrendo uma rápida formação de novas marismas a partir da Ilha do Terrapleno em direção ao Canal do Porto Novo, que devem ser preservadas. A deposição de dragado do Porto Novo nesta localidade e o transplante de vegetação de marisma sobre o dragado pode ser uma solução barata e até mesmo com um impacto ecológico positivo para o estuário.

### **4.2.3. Superporto**

Área com dique de contenção e enrocamentos, bem como com marismas e pradarias submersas na raiz dos Molhes Oeste (“Lagoinha”). Ocorrem pequenas perdas crônicas de óleo cru e derivados de petróleo, fertilizantes e grãos (principalmente Soja).

Contaminação orgânica devido a acumulação de restos de peixes e lixo doméstico (da 4a. Seção da Barra) nas marismas da Lagoinha. Estas marismas também apresentam alta carga de impacto estrutural devido a pastagem por gado e cavalos, podas e incêndios acidentais. Parte da área das marismas foi recentemente cercada, o que vem inibindo a pastagem. A marisma está sofrendo erosão de sua margem voltada para o estuário, devido a pulverização das últimas pedras originalmente posicionadas na raiz dos Molhes Oeste. A reposição das pedras é recomendada para manter a integridade deste ambiente.

#### **4.2.4. São José do Norte**

Área com 211,3 ha (2,1 Km<sup>2</sup>) de marismas, que apresentam característica sedimentar e composição florística única no estuário. Estas marismas possuem 13,6 ha (0,13 Km<sup>2</sup>) de habitats aquáticos e 11,4 Km de margens em contato com o estuário. Dentro desta mesma área podem ser observadas marismas em formação (pontal na raiz dos Molhes Leste), bem como marismas sofrendo erosão (Ponta dos Pescadores). As marismas entre a Ponta dos Pescadores e a Barra apresentam uma grande alteração estrutural devido a sobrepastagem. A colocação de cercas para reduzir a ação do gado e dos cavalos é indispensável para manutenção das funções destas marismas. A exclusão do gado associada com deposição de dragado (com características sedimentares compatíveis) e o transplante de vegetação de marisma devem ser considerados como técnicas de manejo a serem empregadas para preservação da integridade da margem erosiva na raiz dos Molhes Leste, e conseqüentemente a integridade do Canal de Acesso ao Porto de Rio Grande.

A construção de uma Área de Transbordo na frente da Ponta dos Pescadores é preocupante, devido a falta de conhecimento da hidrodinâmica da zona rasa da Coroa de D. Mariana, e de possíveis alterações na mobilidade do sedimento que estas estruturas de transbordo e a continuidade da deposição de dragado do Superporto sobre a Coroa de D. Mariana possam vir a acarretar. Estudos detalhados são necessários para solucionar estas dúvidas.

A área entre o Cocurutu e São José do Norte está em sua maior parte enrocada, e não apresenta marismas ou pradarias submersas devido sua alta hidrodinâmica. Esta área é totalmente compatível com as atividades portuárias.



## 5.0. Literatura Citada

- Almeida, M.T.A., Baumgarten, M.G.Z. & Rodrigues, R.M.S. 1993. Identificação das possíveis fontes de contaminação das águas que margeiam a cidade do Rio Grande - RS. Documentos Técnicos (Rio Grande), 06: 1-30.
- Baker, J.M. 1979. Responses of salt marsh vegetation to oil spills and refinery effluents. In: Ecological processes in coastal environments (Jefferies, R.L. & Davy, A.J. Eds.). Oxford, Blackwell Scientific Publications, 529-542.
- Baumgarten, M.G.Z., Niencheski, L.F.H. & Kuroshima, K.N. 1995. Qualidade das águas estuarinas que margeiam o município do Rio Grande (RS, Brasil): nutrientes e detergentes dissolvidos. . Atlântica (Rio Grande), 17: 17 - 34.
- Bemvenuti, M. de A. 1990. Hábitos alimentares de Peixe-rei (Atherinidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Atlântica (Rio Grande), 12(1): 79-102.
- Cafruni, A.M.S. 1983. Estudo autoecológico de *Ruppia maritima* no estuário da Lagoa dos Patos. Tese de Mestrado. Rio Grande, Universidade do Rio Grande.
- Cafruni, A.; Krieger, J. and Seeliger, U. 1978. Observação sobre *Ruppia maritima* L. no sul do Brasil. Atlântica (Rio Grande), 3:85-90.
- Capitoli, 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 (Rio Grande), 3(1): 5-22.
- Calliari, L.J. 1980. Aspectos sedimentológicos e ambientais da região sul da Lagoa dos Patos. Tese de Mestrado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 183 p.
- Civco, D.L., Kennard, W.C. & Lefor, M.W. 1986. Changes in connecticut salt-marsh vegetation as revealed by historical aerial photographs and computer-assisted cartographics. Environmental Management, 10(2): 229-239.
- Clark, J.R. 1977. Coastal ecosystem management. New York, John Wiley & Sons 928 p.
- Copertino, M. 1995. *Spartina alterniflora* Loisel no Estuário da Lagoa dos Patos, RS: Desempenho Populacional em Pântanos Irregularmente Alagados. Tese de Mestrado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 114 p.

- Costa, C.S.B. 1997a. Tidal marshes and Wetlands. In: Subtropical convergence environments: The coast and sea in the warm-temperate southwestern Atlantic. (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. Eds.). Berlin, Springer-Verlag, 24-26.
- Costa, C.S.B. 1997b. Irregularly flooded marginal marshes. In: Subtropical convergence environments: The coast and sea in the warm-temperate southwestern Atlantic. (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. Eds.). Berlin, Springer-Verlag, 73-77.
- Costa, CSB. 1997c. Production ecology of Scirpus maritimus in southern Brazil. *Ciência e Cultura*.(no prelo).
- Costa, C.S.B. & Davy, A.J. 1992. Coastal saltmarsh communities of Latin America. In: Coastal Plant Communities of Latin America (Seeliger, U. ed.). New York, Academic Press, 179-199.
- Costa, C.S.B. & Seeliger, U. 1989. Vertical distribution and biomass allocation of Ruppia maritima L. in a southern Brazilian estuary. *Aquatic Botany* 33:123-129.
- Coutinho, R. and Seeliger, U. 1984. The horizontal distribution of the benthic algal flora in the Patos Lagoon estuary, Brazil. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 80: 247-257.
- Cunha, S.R. 1994. Modelo ecológico das marismas de *Spartina alterniflora* Loisel (Poaceae) do estuário da Lagoa dos Patos, RS. Tese de Mestrado. Rio Grande, Universidade do Rio Grande, 105 p.
- Day, J.W. et al. 1989. *Estuarine Ecology*. New York, John Wiley & Sons.
- Dijkema, K.S. 1983. Landscape and vegetation. In: *Flora and vegetation of the Wadden Sea islands and coastal áreas* (dijkema, K.S. & Wolff, W.J. Eds.). Stichting Veth tot Steun an Waddenonderzoek, Leiden, 85-116.
- Dudley, E. 1996. *The MapMaker Manual*. Cambridge, Eric Dudley, 60 pp.
- Calliari, L., Baish, P., Hartmann, C. & Tagliani, C. 1995. Parecer técnico sobre as áreas de despejo da dragagem relativa ao edital n. 006-c/94 - DEPREC, conforme solicitação da FEPAM, Of. FEPAM/DECONT 2574/95. Rio Grande, FEPAM/DECON, 14pp.

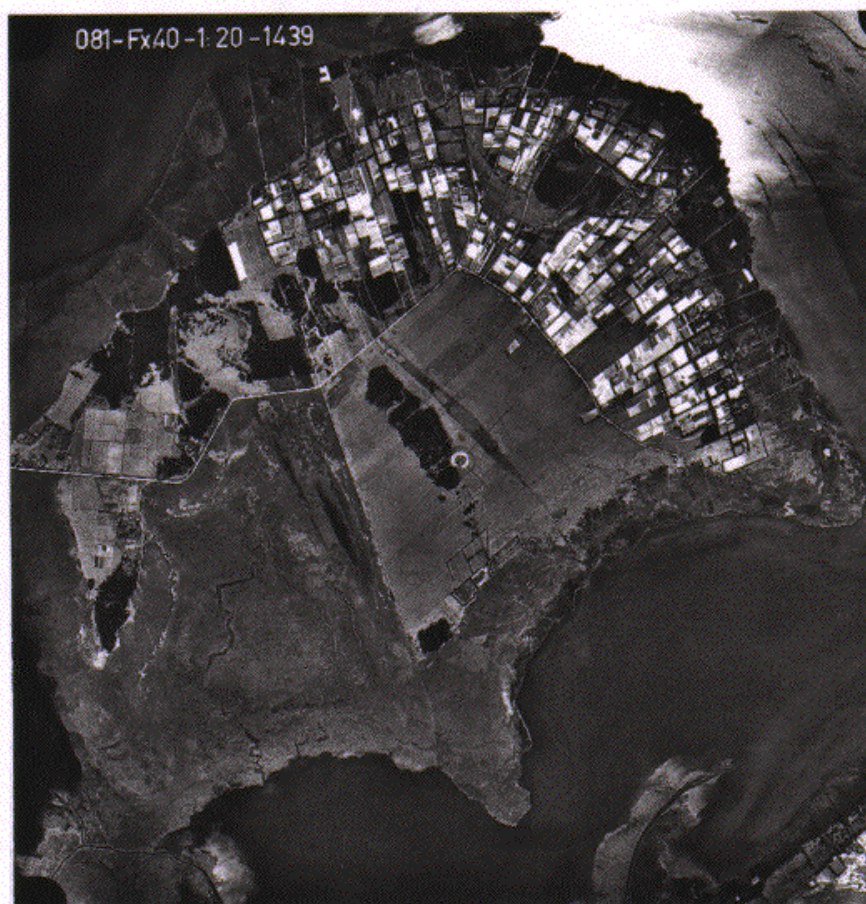
- CDTN. 1986. Estudo hidráulico-sedimentológico para determinação de novas áreas para lançamento de rejeitos de dragagem - Porto de Rio Grande (RS). DERL.CN-013/86. Belo Horizonte, Nucleobrás, 109pp.
- Congdon, R.A. & McComb, A.J. 1979. Productivity of Ruppia: seasonal changes and dependence on light in an australian estuary. *Aquatic Botany*, 6: 121-132.
- Gaona, C.A.P., Peixoto, A.R. & Costa, C.S.B. 1996. Produção primária de uma marisma raramente alagada dominada por Juncus effusus L., no extremo sul do Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, 18:(no prelo).
- IEA - Institute of Environmental Assessment. 1995. Guidelines for landscape and visual impact assessment. Londres, Chapman & Hall, 144 pp.
- INPH. 1986. Plano Nacional de Dragagens - Medições oceanográficas no estuário da Lagoa dos Patos em apoio ao estudo com traçadores radioativos para otimização de áreas de despejos. INPH 75/86. Porto Alegre, Portobrás,.
- Izco, J. & Sanchez, J.M. 1994. Fuentes de impacto ambiental en el medio litoral: aplicación a la Ría de Betanzes (Galicía, España). *Fitosociologia*, 27: 97-106.
- Kantrud, H.A. Wigeongrass (Ruppia maritima L.): a literature review. Washington DC, US Department of the Interior, 58 pp.
- Knak, R.B. 1986. Ecologia experimental de Ruppia maritima L. em condições controladas de cultivo. Tese de Mestrado. Rio Grande, Universidade do Rio Grande, 103pp.
- Koch, E.W. & Seeliger, U. 1988. Germination ecology of two Ruppia maritima L. populations in southern Brazil. *Aquatic Botany*, 31: 321-327.
- Maisonave, L.H.B., Knak, R.B. & Pereira, C.M.P. 1995. Variabilidade morfológica de Zannichellia palustris L. nas lagoas do Rio Grande do Sul, Brasil. *Atlântica* (Rio Grande), 17: 63 - 72.
- Martin, L.R. 1965. Contribuição à sedimentologia da Lagoa dos Patos II - Sacos do Umbú (do Silveira), Arraial e Mangueira. *Escola de Geologia (Notas e Estudos)*, 1: 27-44.
- Mazo, A.M.M. 1994. Distribuição e biomassa da fanerógama submersa Ruppia maritima L. no estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS, Brasil. Tese de Mestrado. Rio Grande, Universidade do Rio Grande, 82 pp.
- Monserrat J. & Bianchini A. 1995. Effects of temperature and salinity on the toxicity of a commercial formulation of methyl parathion to Chasmagnathus granulata

- (Decapoda, Grapsidae). *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 28: 74-78.
- Novo, E.M.L.M. 1988. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. INPE/MCT. S.J. dos Campos, 364 p.
- Odebrecht, C.; Seeliger, U.; Coutinho, R. & Torgan, L. 1987. Florações de Microcystis (cianobactérias) na Lagoa dos Patos, RS. *Publicação da Academia de Ciências do Estado de São Paulo* 54 (II): 280-287.
- Long, T. & Paim, P.S.G. 1987. Modelo de evolução histórica e holocênica do estuário da Lagoa dos Patos, RS. *Anais do 1º Congresso ABEQUA*. Porto Alegre, Associação Brasileira do Quartenário, 227-248.
- Pielou, E.C. 1984. *The interpretation of ecological data*. New York, John Wiley & Sons, 263 pp.
- Seeliger, U. & Costa, C.S.B. 1997. Natural and human impacts. In: *Subtropical convergence environments: The coast and sea in the warm-temperate southwestern Atlantic*. (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. Eds.). Berlin, Springer-Verlag, 197-203.
- Silva, E. T. 1995. Modelo ecológico de fundos vegetados dominados por Ruppia maritima L. (Potamogetonaceae) do estuário da Lagoa dos Patos. Tese de Mestrado. Rio Grande, Universidade do Rio Grande, 210p.
- Silva, C.P., Pereira, C.M.P. & Dorneles, L.P.P. 1993. Espécies de gramíneas e crescimento de Spartina densiflora Brong. em uma marisma da Laguna dos Patos, RS, Brasil. *Caderno de Pesquisa Sér. Bot., Santa Cruz do Sul*, 5 (1):95-108.
- Thayer, G.W., Wolfe, D.A. & Willians, R.B. 1975. The impact of man on seagrass systems. *American Scientist*, 63: 288-296.
- Thayer, G.W., Kenworthy, W.J. & Fonseca, M.S. 1984. The ecology of eelgrass meadows of the Atlantic coast: a community profile. FWS/OBS-84/02. Washington DC, US Fish and Wildlife Service, 147 pp.
- Van der Maarel, E. 1979. Environmental management of coastal dunes in the Netherlands. In: *Ecological Processes in Coastal Environments* (Jefferies, R.L. & Davy, A.J. Ed. ). Oxford, Blackwell Scientific Publications, 543-570.
- Vieira, J.P. & Scalabrin, C. 1991. Migração reprodutiva da "Tainha" Mugil platanus Gunther, 1980) no sul do Brasil. *Atlântica (Rio Grande)*, 13(1): 131-141.

- Vieira, J.P. Vasconcelos, M.C., Silva, R.E. & Fischer, L.C. 1996. A ictiofauna acompanhante da pesca do camarão-rosa (*Peneaus pauliensis*) no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica (Rio Grande)*, 18 (no prelo).
- Vooren, C..M. 1996. Bird Fauna. In: Subtropical convergence environments: The coast and sea in the warm-temperate southwestern Atlantic. (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. Eds.). Berlin, Springer-Verlag, 154-159.
- Zube, E.H. 1977. Aesthetics and perceived values. In: Clark, J.R. Ed. Coastal ecosystem management. New York, John Wiley & Sons, 557-562.

**Figura 1**

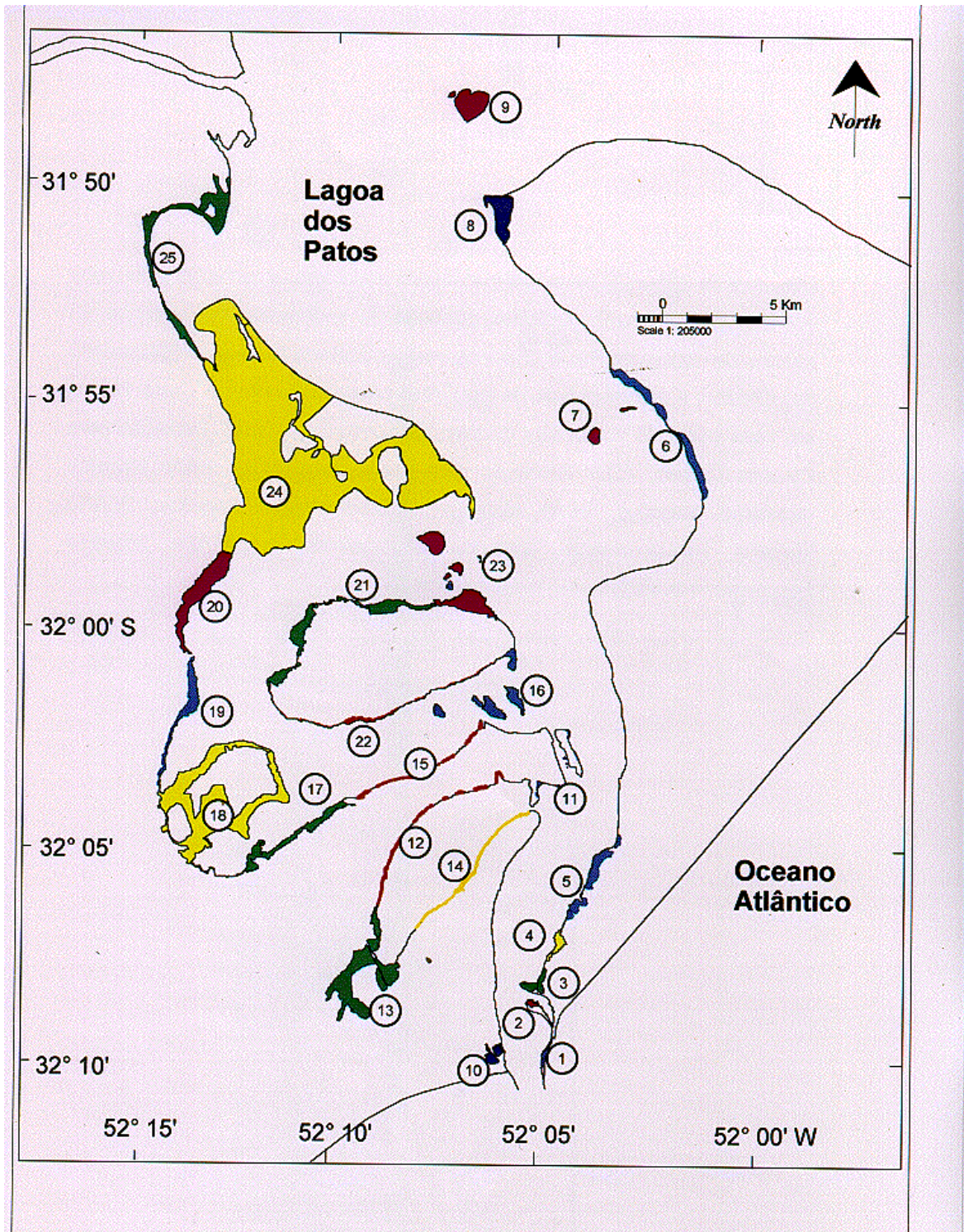
Fotografia do levantamento DAER 1975 e fotointerpretação da região da Ilha do Machado (estuário da Lagoa dos Patos, RS). Foram mapeados as marismas em amarelo, os canais em azul e as estruturas antropogênicas (aterros, casas, etc.) em branco com borda negra.



**Figura 2**

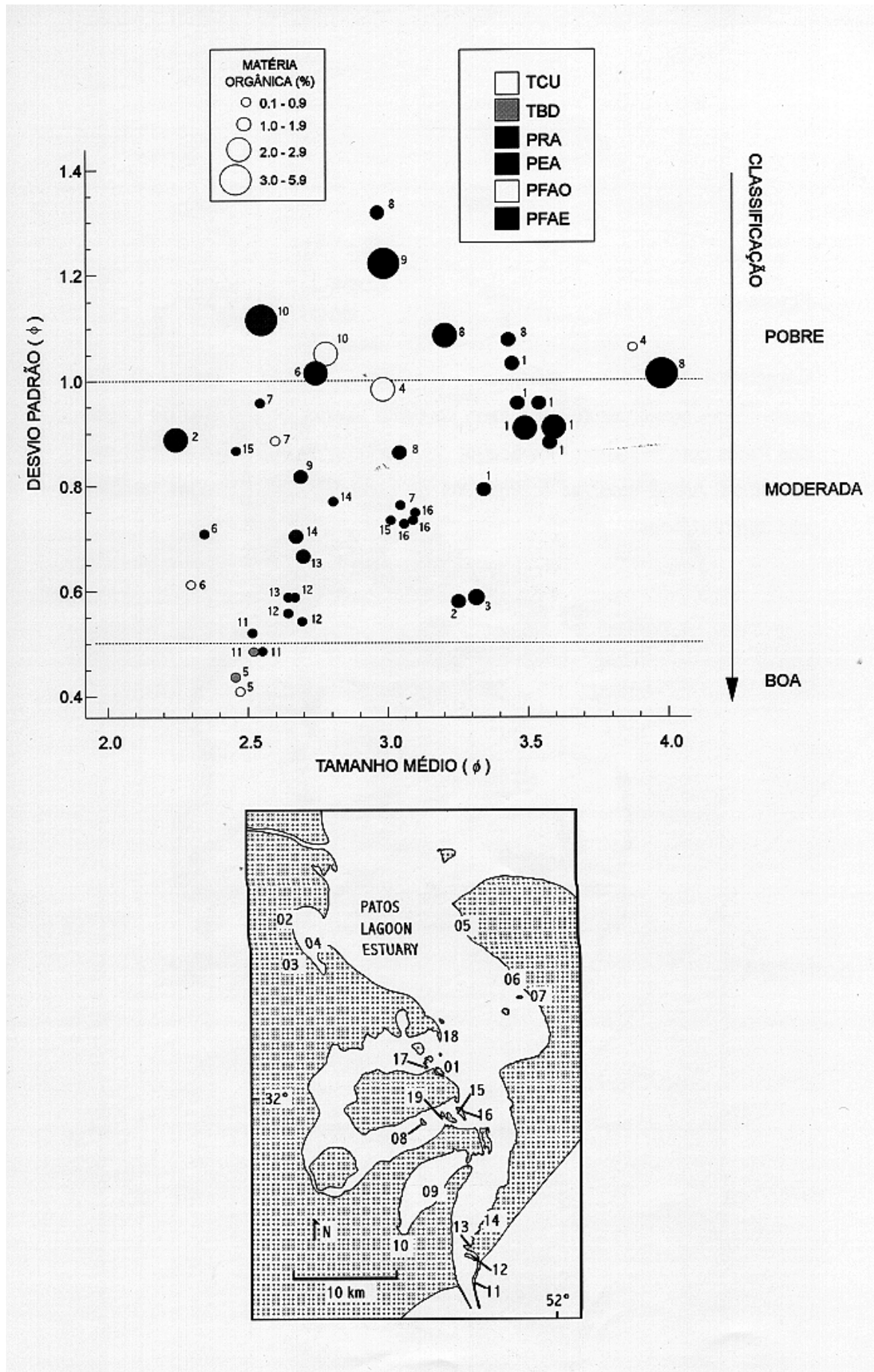
Mapa indicando a distribuição espacial das marismas no Estuário da Lagoa dos Patos. Os números no mapa correspondem a cada uma das 25 marismas caracterizadas na Tabela 2.





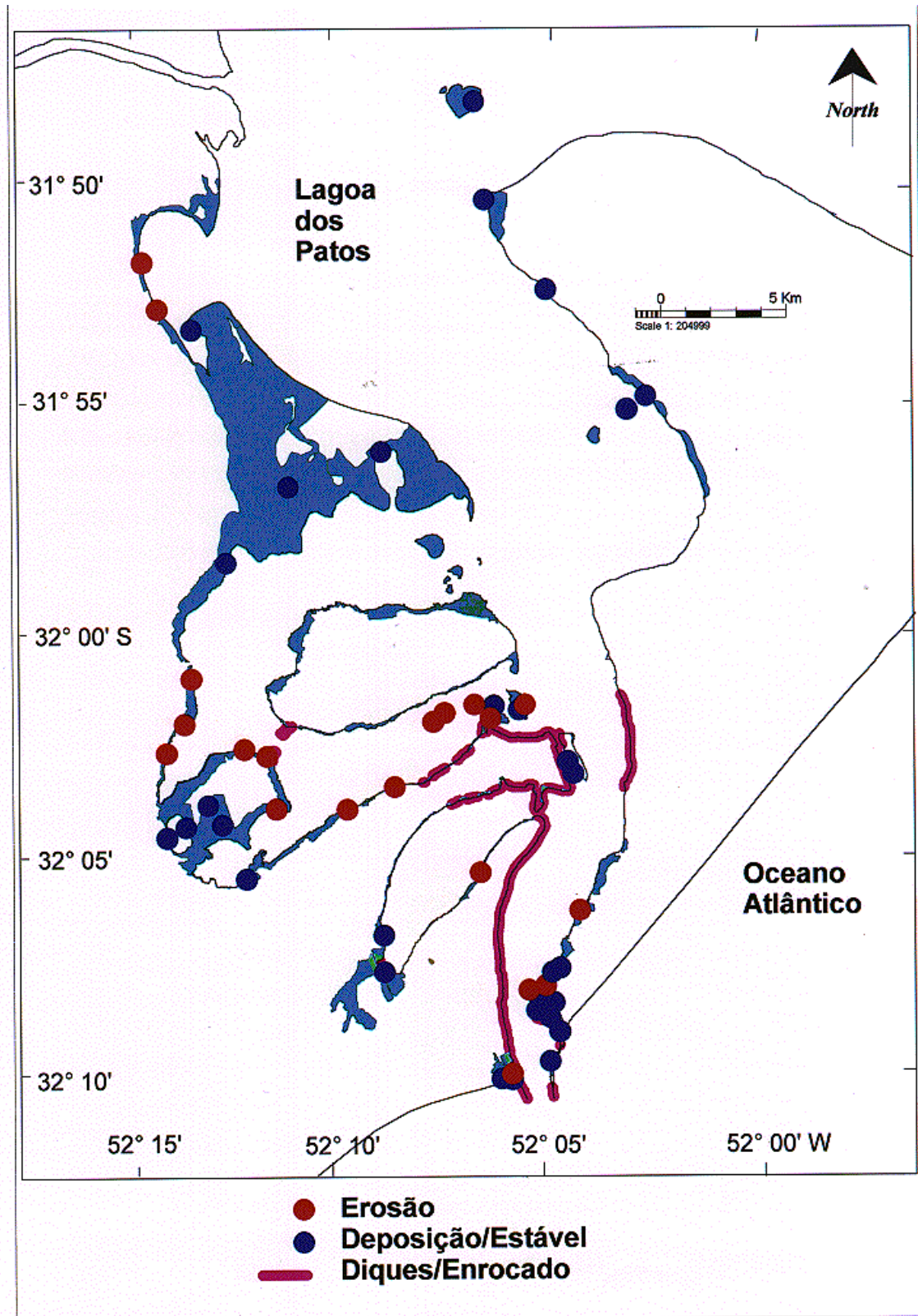
### Figura 3

Diagrama de dispersão da média e do desvio padrão do tamanho de grão (valor =  $-\log_2[\text{valor em mm}]$ ) de várias amostras de sedimentos de marismas do estuário da Lagoa dos Patos. O teor de matéria orgânica do sedimento (tamanho dos círculos) e a comunidade de macrófitas presente (Conforme Costa 1997a) em cada ponto de coleta são também apresentados. TCU= Transição para Campos Úmidos, TBD= Transição para brejos entre dunas, PRA= Marisma raramente alagados, PEA= Marisma esporadicamente alagados; PFAO= Marisma frequentemente alagados oligo-halinos, e PFAE= Marisma frequentemente alagados eu-meso-halinos.



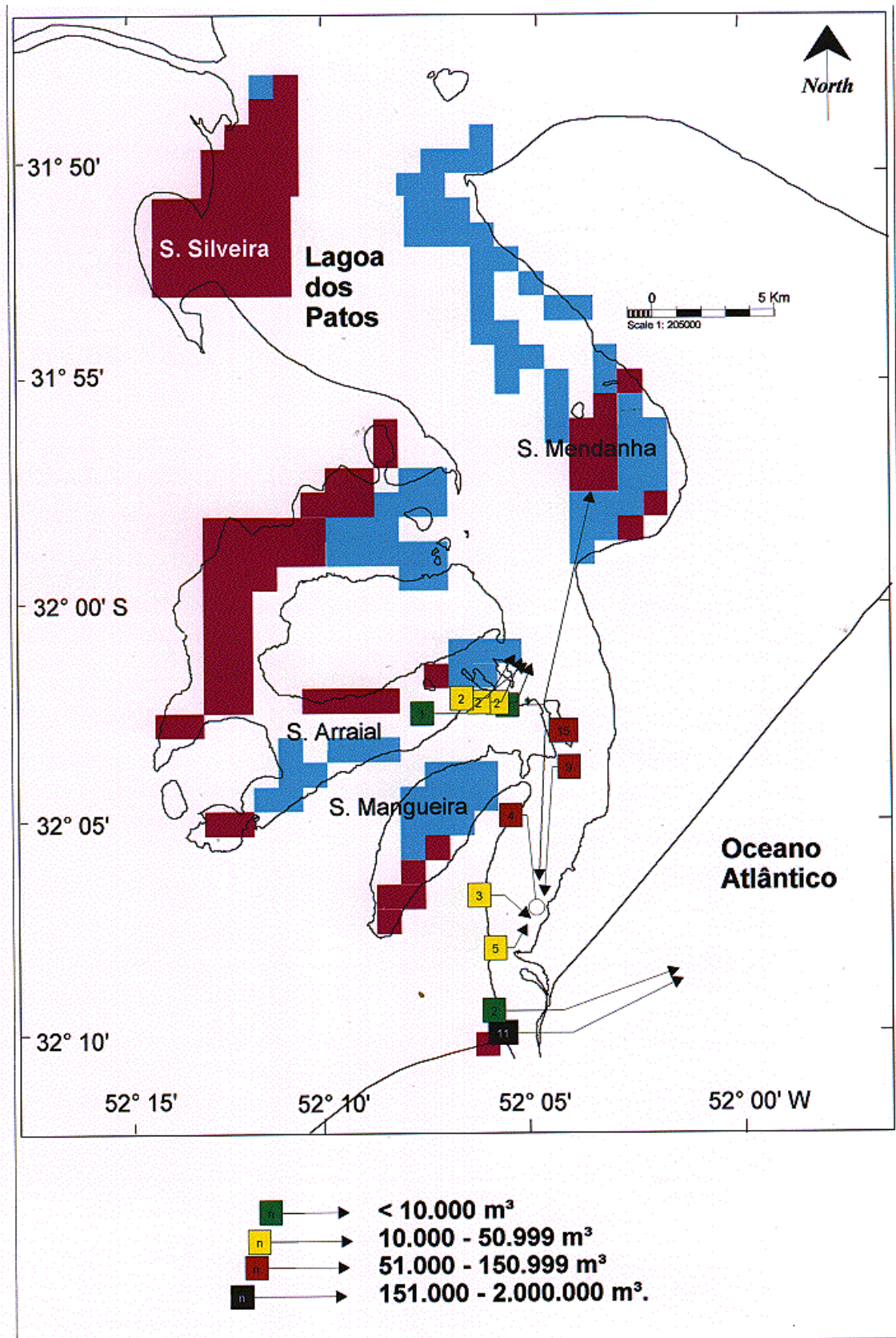
**Figura 4**

Caracterização das margens erosivas (círculo vermelho) e estáveis/deposicionais (círculo azul) da parte inferior do estuário da Lagoa dos Patos com base na(s) espécie(s) dominante(s) da cobertura vegetal das marismas. Áreas erosivas com diques de contenção ou enrocadas também são demonstradas.



**Figura 5**

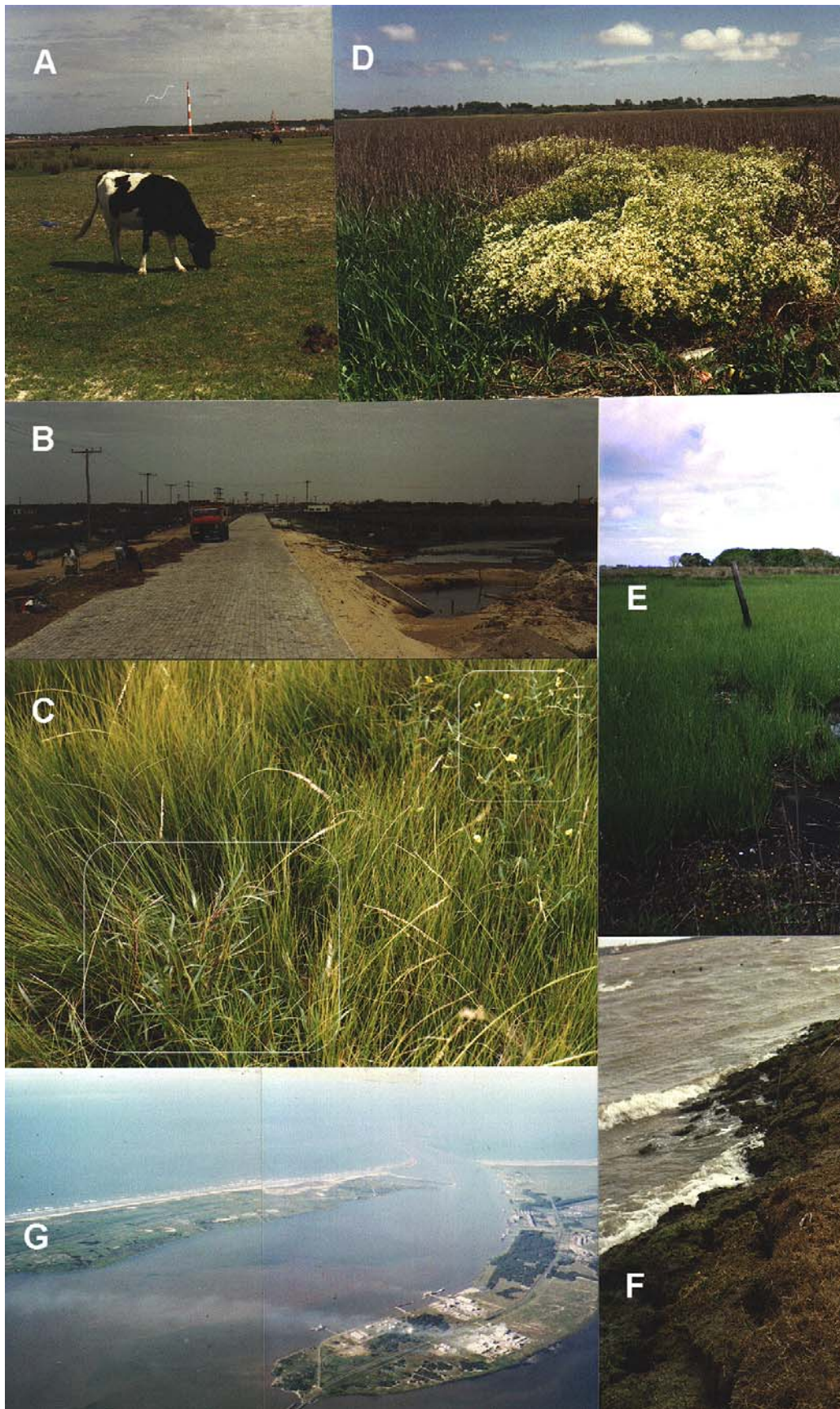
Mapa indicando a distribuição espacial das pradarias de plantas submersas (dominadas pela cobertura de *Ruppia maritima*) no Estuário da Lagoa dos Patos (Fonte: Mazo 1994). A ocorrência das pradarias é apontada para cada 1 X 1 Km da superfície do estuário e áreas de maior reocorrência de pradarias a cada ano são coloridas de púrpura. São também caracterizadas no mapa as áreas do estuário da Lagoa dos Patos que sofreram dragagens entre 1980 e 1996, locais de deposição do dragado, frequência (número dentro dos quadrados) e volume de dragagem (escala de cores).



### Figura 6

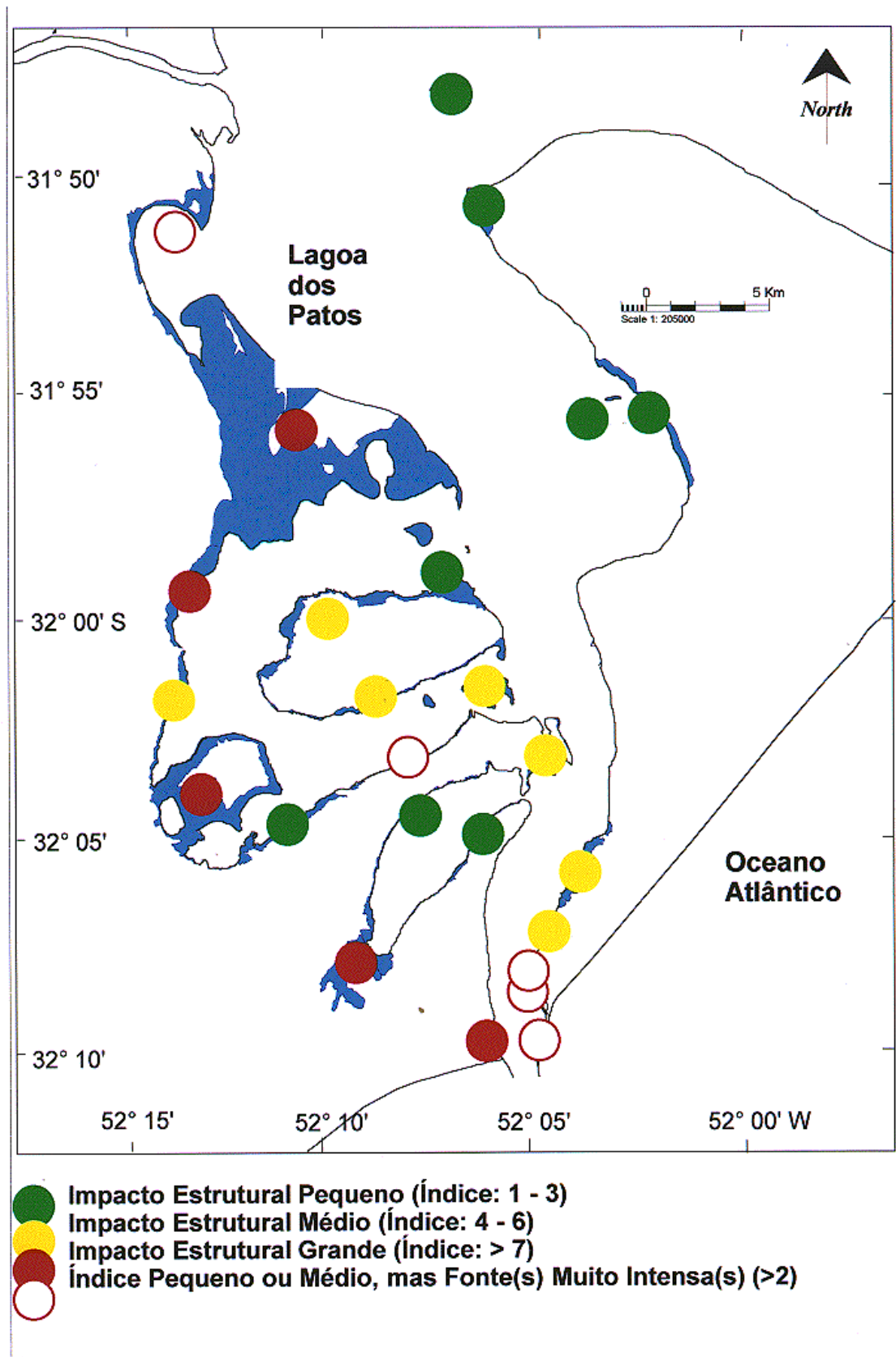
Alguns impactos naturais e humanos observados no estuário da Lagoa dos Patos: (A) pastagem, (B) aterro com drenagem, (C) recolonização de área podada por plantas oportunistas, (D) deposição de lixo, (E) recrescimento de Spartina densiflora pós-fogo, (F) erosão de margem e (G) pluma de resíduos sólidos de fábricas de fertilizante.





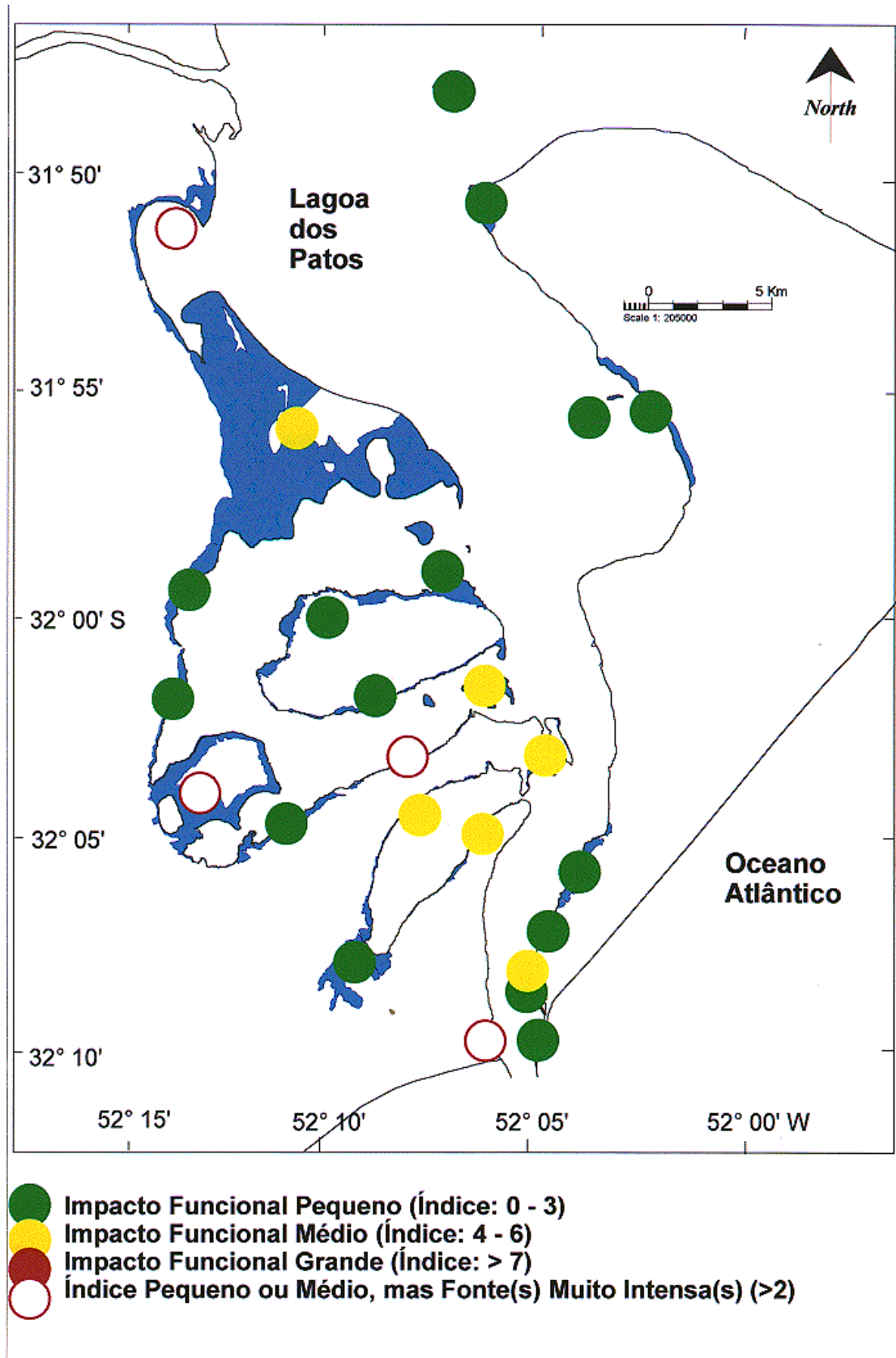
**Figura 7**

Carga de impactos estruturais (que destroem a cobertura vegetal) sobre as 25 unidades de marisma do estuário da Lagoa dos Patos.



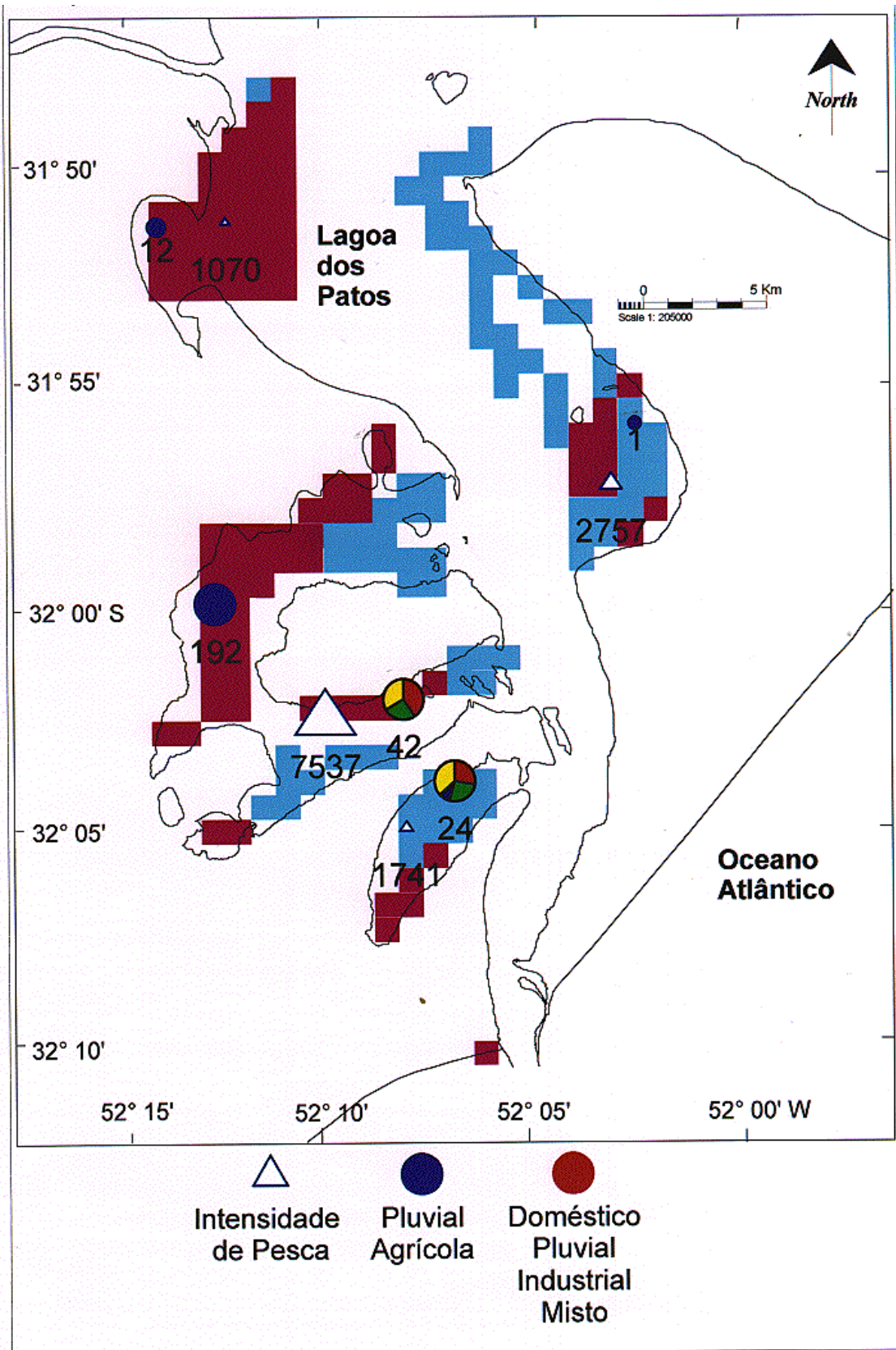
### **Figura 8**

Carga de impactos funcionais (que alteram o crescimento das plantas) sobre as 25 unidades de marisma do estuário da Lagoa dos Patos.



**Figura 9**

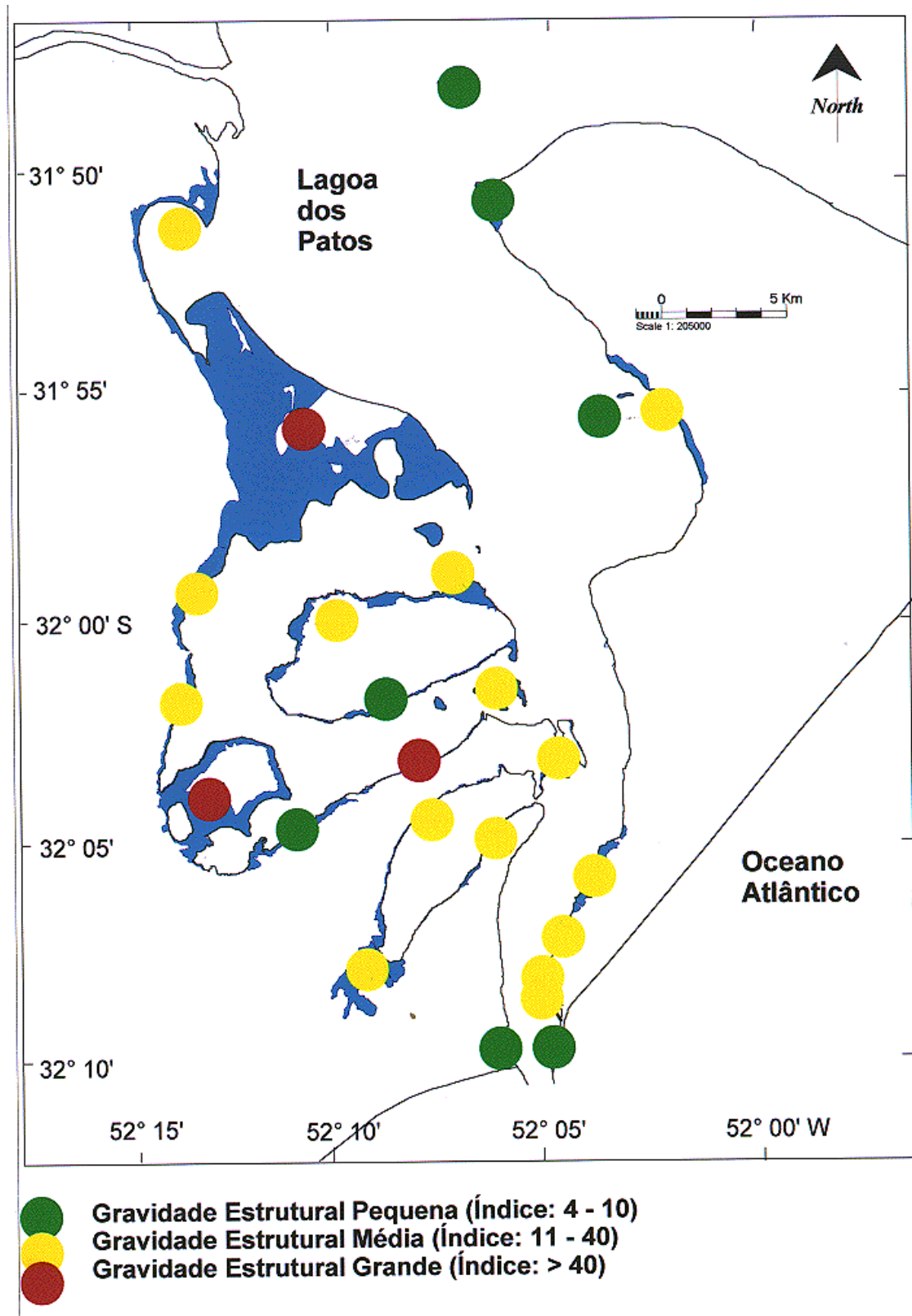
Carga de impactos das atividades de pesca de camarão (triângulos; Vieira et al. 1996) e número de pontos de despejo de efluentes (círculos; Almeida et al. 1993) sobre as pradarias submersas do estuário da Lagoa dos Patos. A ocorrência das pradarias é apontada para cada 1 X 1 Km da superfície do estuário e áreas de maior reocorrência de pradarias a cada ano são coloridas de vermelho.



### **Figura 10**

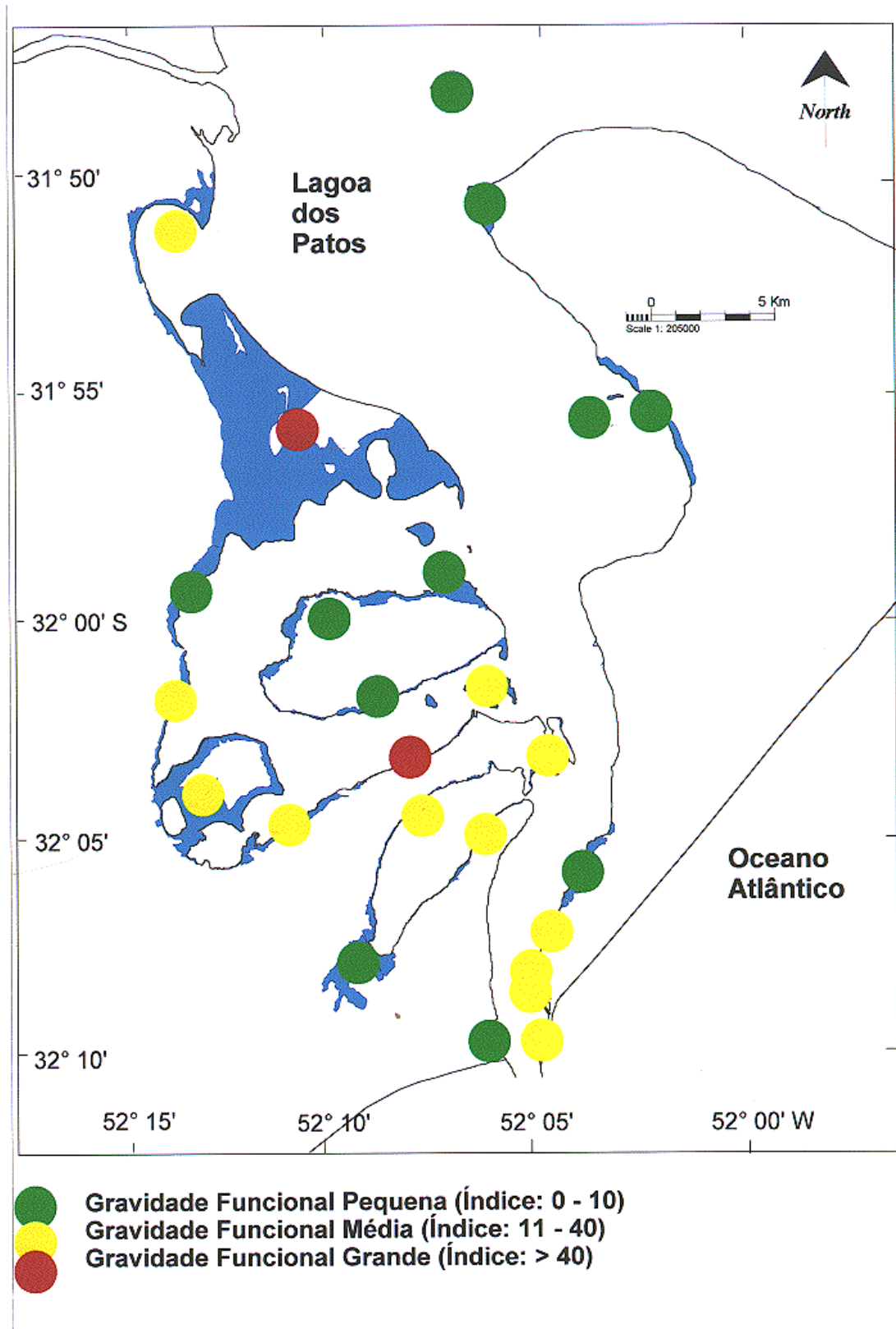
Mapa de gravidade (importância relativa X carga de impacto) de impactos estruturais sobre as 25 unidades de marisma do estuário da Lagoa dos Patos.





### **Figura 11**

Mapa de gravidade (importância relativa X carga de impacto) de impactos funcionais sobre as 25 unidades de marisma do estuário da Lagoa dos Patos.



## 4.2.2.5 GEOLOGIA/GEOMORFOLOGIA

### DRAGAGENS NO PORTO DE RIO GRANDE.

#### ASPECTOS SEDIMENTOLÓGICOS DA REGIÃO ESTUARINA

As características granulométricas dos sedimentos do fundo do estuário (delimitado pela área compreendida entre a barra de Rio Grande e uma linha imaginária unindo extremidade leste da ilha da Feitoria a Ponta dos Lençóis) mostram intrínseca correlação com a profundidade da lâmina d'água.

A Análise granulométrica de 310 amostras (Fig. ) indica que a proporção de sedimentos finos (silte + argila) aumenta em maiores profundidades (Tabela ). O inverso é verificado para a fração areia e cascalho (este último praticamente constituído por fragmentos de conchas (molusco *Erodona mactróides*).

FAIXA DE PROFUNDIDADE	CASCALHO	AREIA	SILTE	ARGILA	NÚMERO DE AMOSTRAS
0 - 1 (m)	2.01	87.78	3.31	6.83	17
1 - 3(m)	3.89	79.97	6.70	9.27	121
3 - 5(m)	3.74	66.85	12.37	16.68	73
5 - 10(m)	1.89	54.43	21.03	22.53	71
> 10 (m)	0.42	53.32	27.36	18.79	19

Tabela I. Distribuição de cascalho, areia, silte e argila pôr faixa de profundidade

Usando-se o diagrama de Shepard (1954) e os valores percentuais das classes granulométricas obtidas através de peneiramento e pipetagem é possível classificar o revestimento do fundo estuarino com base nas percentagens de areia, silte e argila em 6 tipos (Tabela).

TIPO DE FUNDO	LOCAL DE OCORRÊNCIA
<b>Arenoso</b>	Margem lagunar e grandes bancos
<b>Areno-siltica</b>	Regiões adjacentes a margem lagunar e aos grandes bancos
<b>Areno-argilosa</b>	Parte externas dos canais e parte interna das enseadas
<b>Mixto (Areia+silte+argila)</b>	Enseadas (sacos) e partes externas dos canais
<b>Siltico-argiloso</b>	Canais e adjacências
<b>Argilo-siltico</b>	Zonas mais profundas dos canais e regiões mais abrigadas (zonas internas dos sacos)

Tabela . Tipos de fundo encontrados no estuário e regiões de ocorrência

A figura mostra a distribuição dos tipos de fundo no estuário. As porções mais profundas e mais abrigadas do estuário permitem que se estabeleçam condições de baixa energia da coluna d'água sobrejacente durante um período de tempo necessário para depositar lama (silte+argila) representada pelo fundo argilo-siltico.

Com a diminuição da profundidade de maneira progressiva ou abrupta ocorrem zonas que contêm sedimentos com quantidades variáveis de areia, silte e argila, caracterizando os diferentes tipos de fundo. O fundo arenoso, o qual constitui o recobrimento sedimentar predominante, está associado as porções rasas, que constituem a margem lagunar e os grandes bancos, os quais estão sujeitos a ação de vagas de alta esbeltez e período curto as quais impedem a deposição de sedimentos finos (silte e argila). Este tipo de fundo, entretanto, pode ocorrer também em canais onde haja ação de correntes sobre o fundo devido a intensa hidrodinâmica local, como certas zonas do canal entre os molhes, Ponta dos Pescadores e adjacências de São José do Norte.

A figura mostra o tamanho dos grãos componentes dos tipos descritos. Assim, o fundo arenoso predominante na área é composto de grãos de areia de com granulometria compreendida entre os tamanhos de 0.250 e 0.062 mm (2 a 4 phi) os quais correspondem a areia média, fina e muito fina na classificação de Wentworth. Os canais e as porções centrais das enseadas (sacos) apresentam tamanhos variando entre 0.0156 mm e 0.00049 mm (6 a 8 e > 8 phi) correspondendo as classes granulométricas silte médio, silte fino, silte muito-fino, argila grossa, argila média,

argila fina e argila muito fina . Entre estes dois tipos de fundo encontramos tamanhos correspondentes a 0.062 mm e 0.0156 mm (4 a 6 phi) caracterizados pôr silte grosso e médio.

Estudos detalhados efetuados por Martins (1971) na área compreendida entre a parte externa dos molhes e o Porto Novo indicam a existência de cinco agrupamento de amostras regionalmente assim distribuídas: A zona externa aos molhes acha-se atapetada por areias, enquanto que os bancos consistem de silte arenoso. A distribuição arenosa ingressa através do canal, até a altura da 4ª secção da Barra, junto ao molhe Oeste, marginada por silte arenoso, similar ao dos bancos externos. Desde a 4ª secção até a altura do Saco da Mangueira, tanto no canal como adjacências o fundo é constituído por areia siltica. Lateralmente, tem-se a coroa de Dona Mariana caracteristicamente arenosa com ocorrência secundária de lama. Desde o extremo sul da entrada do Saco da Mangueira em direção ao Porto Novo o fundo muda de silte-arenoso para silte-argiloso na Bacia do Porto Novo. Ocorrências esparsas de silte encontram-se situadas nesta mesma altura, entretanto estão no sentido do Cocoruto. Segundo Martins (1971) a transição dos tipos de fundo refletem as características deposicionais de cada área em função das variações associadas com a predominância dos domínios, marinho,transicional e lagunar.

As características de tamanho de grão dos sedimentos que recobrem o fundo do Saco da Mangueira são exclusivamente dependentes da profundidade. Assim em profundidades inferiores a 0.5 m predominam fundos de arenosos. Entre 0.5 e 1.5 metros predominam os fundos mistos e areno-argilosos sendo este ultimo tipo mais interiorizado. Nota-se um leve predomínio de sedimentos mistos (areia+silte+argila) em direção a margem sul do saco.

Exceções a este padrão geral, ocorrem na desembocadura de pequenos arroios que convergem para este Saco como também no seu extremo sul onde este corpo d'água comunica-se com a Lagoa Verde.

Um dos aspectos importantes relativo a distribuição dos sedimentos lamosos na área de influência das atividades portuárias, reside no fato que os mesmos são responsáveis pelo assoreamento da bacia de evolução do Porto Novo, seu canal de acesso e do próprio canal do Norte (Figura 3). Estes são justamente os pontos críticos os quais necessitam dragagens periódicas. A bacia do Porto Novo (artificialmente construída) está sujeita a taxas de assoreamento mensais elevadas. Segundo os engenheiros do DEPREC ( Vassão , Duprat da Silva ) os quais estudaram

tal fenômeno durante 20 anos (entre 1922 e 1944) os assoreamentos médios mensais variam trimestralmente (Tabela III).

<b>JANEIRO A MARÇO</b>	<b>39.000 metros cúbicos</b>
<b>ABRIL A JUNHO</b>	13.000 metros cúbicos
<b>JULHO A SETEMBRO</b>	14.000 metros cúbicos
<b>OUTUBRO A DEZEMBRO</b>	28.000 metros cúbicos

Tabela . Assoreamento médio mensal para a bacia do Porto Novo  
Fonte (DEPREC)

Segundo dados mais detalhados o assoreamento médio anual durante o período estudado situa-se na faixa de 20.000 metros cúbicos mensais. Tal fato merece atenção especial pois os aspectos relativos a prováveis alterações ambientais ocasionadas pela remoção (dragagem) e descarte destes sedimentos lamosos (localização de sítios mais adequados para o despejo) na área de influência do Porto ainda não foram estudados.

## **IMPACTO AMBIENTAL RELACIONADO A DRAGAGENS NO PORTO DE RIO GRANDE.**

As áreas sujeitas a dragagens periódicas localizadas no interior do estuário são as regiões onde se efetuam dragagens de manutenção assim designadas porque objetivam manter a profundidade de controle nos canais de navegação.

Na área de influência direta da Diretoria de Rio Grande (A.S.D.) os locais dragados *nos últimos 15 anos* foram os seguintes: (Fig. 25) Com os locais de dragagem)

- Canal de Acesso ao Porto Novo de Rio Grande (P.N.R.G.)
- Canal de Acesso a Bacia de Evolução do P.N.R.G.
- Bacia de Evolução do P.N.R.G.
- Bacia de Evolução do Porto Velho
- Canal dos Pescadores 5ª secção da Barra
- Terminal de Trigo e Soja
- Terminal Eteno. COPESUL

- Doca da estação hidroviária de São José do Norte
- Doca da Capitania dos Portos
- Molhes da Barra- Ancoradouro
- Doca Hortifrutigrangeiros
- Doca Yatch Club RG.
- Canal de Acesso a Ilha da Pólvora

Tais dragagens foram responsáveis pela remobilização de 24.5 milhões de metros cúbicos de sedimentos com uma média anual de 1.6 milhões de metros cúbicos. Embora a maior parte do material remobilizado apresenta características granulométricas de areia muito fina com silte, grandes quantidades de material fino (argila e silte) também sofrem remobilização. Dados a respeito da pluma de sedimentos finos (quantidade e composição) gerada durante o processo de dragagem inexistem. É de se considerar entretanto, que a mesma pode ultrapassar a quantidade máxima de material em suspensão naturalmente ocorrente no estuário (125 mg/l). Tal fato embora temporário pode causar certo impacto devido ao aumento brusco na turbidez (alterando taxas de produtividade em função da diminuição da fotossíntese pelos produtores no início da cadeia trófica). Também não dispomos de dados sobre a situação hidrodinâmica ocorrente durante as dragagens, principalmente no que diz respeito ao regime de enchentes ou vazantes. No primeiro caso o material componente da pluma poderia se deslocar para montante do ponto de dragagem propiciando a deposição de sedimentos finos em locais mais abrigados (sacos, enseadas), ou mesmo locais mais abertos com função ecológica mais importante.

No segundo caso (vazantes) o material fino em suspensão dragado do canal de acesso a bacia de evolução do Porto N. R.G. , bacia de evolução do P.N.R.G.; bacia de evolução do Porto Velho, Canal dos Pescadores da 5ª secção da barra, Terminal de Trigo e Soja ,Terminal da Copesul, e Doca da estação Hidroviária de S.J.N. . poderia ser transportado e depositado fora do estuário, nas proximidades da Barra de Rio Grande. Já o material em suspensão provindo das dragagens da Doca da Capitania dos Portos, Docas Hortifrutigrangeiros, Doca do Rio Grande Yatch club e canal de acesso a Ilha da Pólvora poderia ser depositado em rota ao longo da Bacia de Evolução do Porto Velho ou mesmo Bacia de Evolução do Porto Novo.

***Do ponto de vista de impacto ambiental atenção especial deve ser destinada aos locais de despejo.***



De acordo com os dados do DEPREC (SUPRG) 83% volume total dragado nos últimos 15 anos provém do canal de acesso ao P.N.R.G. cuja área de despejo situa-se a 4 milhas da praia de mar grosso (São José do Norte) na profundidade de 13 m.. ***Sendo o material predominante arenoso com pouco silte***, o seu despejo permanente no sítio de deposição pode acarretar mudanças batimétricas consideráveis. A formação de um banco por exemplo poder causar mudanças no padrão de refração e empolamento (shoaling) das ondas os quais podem resultar em efeitos danosos para a própria estrutura do molhe leste atualmente em recuperação. Por outro lado, monitoramento do trecho de praia de comprimento aproximado de 3 Km ao norte do molhe leste indicam que um franco processo de erosão está ocorrendo. Tal fato é demonstrado pela presença de caules e raízes vegetais (turfa incipiente) no estirâncio como também pelo acentuado retrocesso das dunas frontais.

Certificando-se que o material dragado do canal de acesso ao P.N.R.G. ***seja predominantemente arenoso***, o despejo em profundidades reduzidas (6 m) e afastadas cerca de 2 milhas da raiz do molhe poderia ser benéfico no sentido de propiciar o engordamento do trecho de praia em erosão e do próprio enraizamento do molhe, o qual é sujeito a um problema crônico de erosão, tendo inclusive rompido diversas vezes nos últimos 20 anos (atualmente está recuperado pelo enrocamento construído pelo consórcio que está recuperando o molhe leste). Parte do material dragado arenoso, poderia também ser utilizado para engordar praias estuarinas atualmente em processo de erosão na margem oeste entre o Terminal de Carnes e a raiz do molhe oeste.

Outra alternativa embora mais trabalhosa, seria a de se promover o “bypassing” dos sedimentos acumulados no canal de acesso ao P.N.R.G. para as praias ao norte do molhe leste.

Na impossibilidade de se despejar o material arenoso com o objetivo de promover o engordamento das praias e da raiz do molhe, recomenda-se que o sítio de despejo seja situado a maiores profundidades e mais afastado do molhe. Tendo em vista o enorme e frequente volume de material dragado, ***recomenda-se estudos relacionados a mudanças batimétricas e sua influência no padrão de incidência das ondas sobre o molhe para que se possa otimizar o local de despejo quanto a operacionalidade e custos envolvidos no transporte.***

Embora o material da dragagem de 1995, 1.900.000 metros cúbicos (predominantemente arenoso com pouco silte) tenha sido espalhado numa área

aproximada de 40 Km<sup>2</sup>, o núcleo do sítio de despejo foi situado a cerca de 3.5 Km do molhe leste, distância esta considerada por nós como muito pequena.

Finalmente, uma parte do material arenoso dragado dos canais de navegação poderia ser estocado na área emersa adjacente, para ser utilizado como uma alternativa importante no suprimento da demanda total de areia para aterro do município, ou mesmo como filler na indústria de fertilizantes (na dependência das características técnicas necessárias), que atualmente está estimada em 60.000 m<sup>3</sup>/ano. Este procedimento evitaria uma série de problemas ambientais decorrentes da exploração deste recurso que se verifica em áreas emersas (Tagliani, 1997).

Embora em menor volume, **os 17% restantes** do total dos sedimentos dragados nos últimos 15 anos são importantes porque seu sítio de despejo é no interior do estuário e pelas suas características granulométricas particulares (essencialmente finos argila+ silte). Deste total, 5,5 % correspondem ao canal de acesso a Bacia de Evolução do Porto Novo;; 7,5 correspondem a própria bacia de evolução do porto novo e os 4% restantes estão distribuídos entre os seguintes locais: Bacia do Porto Velho, Canal dos Pescadores (entre a ponta dos Pescadores e o novo esporão arenoso situado nas proximidades do enraizamento do molhe leste.

*O sítio histórico de despejo (mais de 50 anos) dos sedimentos argilo-silticos (praticamente vasa/lama fluída ou mesmo com certo grau de compactação) dragados da Bacia do Porto Novo e do seu canal de acesso é a Coroa da Dona Mariana*, feição deposicional de morfologia convexa, (praticamente um dos meandros do canal do norte) constituindo um baixio natural de composição essencialmente arenosa. Embora não tenhamos dados a respeito de possíveis alterações morfológicas ocorridas em função do efeito acumulativo do despejo, esta coroa parece manter-se .

As primeiras cartas que trazem esta feição com detalhe datam de 1882. Dados obtidos durante o Projeto Lagoa na década de 80, indicam sua composição essencialmente arenosa (areia muito fina). O aspecto a considerar sobre o lançamento de sedimentos finos (alto conteúdo de silte, argila e componentes orgânicos) neste baixio é o fato de que o mesmo não permanece no local. Segundo dados do antigo Instituto de Pesquisa Radioativas da UFMG (atual CDTN) e do Instituto de Pesquisa Hidráulicas (IPH) da UFRGS, a tendência do material aí despejado é se movimentar rapidamente para fora da área de despejo, ficando sujeito a movimentação das

correntes de enchente e vazante, permanecendo no canal do Norte podendo migrar cerca de 6 Km em 15 dias tanto para sul como para norte.

Assim, o lançamento dos sedimentos finos depositados nesta Coroa são remobilizados, aumentando a turbidez e antecipando futuras dragagens. Adicionalmente, em situação de vazante intensa, os sedimentos finos podem alcançar o sitio de deposição natural da pluma lagunar o qual está localizado nas proximidades do balneário Querência, em profundidades variando entre 6 e 15 metros amplificando assim o fenômeno natural de remobilização e deposição de lama no perfil praial por ocasião de tempestades. Tal fenômeno primeiramente descrito na década de 30 provoca impactos ambientais na zona de praia, dificultando processos fisiológicos da fauna bentônica (especialmente filtradores), prejudicando atividades de lazer e causando prejuízos ao patrimônio público e privado.

Um aspecto importante quando se analisa o plano de zoneamento das áreas do Porto Organizado do Rio Grande, é a área de estudo (prevista para expansão) compreendida entre a raiz do molhe Leste e o Cocuruto, ou seja a Coroa da Dona Mariana.

Sua morfologia atual é fundamental na manutenção da secção transversal do canal do Norte a qual por sua vez desempenha importante papel no regime de enchente e vazantes, que controlam a circulação hidrodinâmica (estuarina) e conseqüentemente os fenômenos de erosão, transporte e deposição de sedimentos.

Segundo Nichols (1978) um canal estuarino adquire sua máxima estabilidade através de um ajuste entre a geometria do fundo e o regime hidrodinâmico. Alterações na secção transversal do canal tais como alargamento do mesmo (dragagem para a abertura de bacias ou atracadouros sobre a coroa de Dona Mariana) pode ter importantes implicações na circulação estuarina. Via de regra, se o fluxo fluvial e as marés são constantes e a secção transversal do estuário for aumentada (alargamento) o estuário( canal) pode mudar de uma circulação tipo, cunha salina (a qual promove o bypassing the sedimentos para o mar) para uma circulação do tipo parcialmente misturada a qual favorece a formação de uma turbidez máxima a qual amplificaria os processos de assoreamento no canal do Norte. Por outro lado um aprofundamento no canal nesta zona pode amplificar o efeito de introdução de água salgada (diminui o efeito da maré, mesmo que reduzida) levando a um aumento na deposição de sedimentos e deslocando a zona de assoreamento para montante (no

caso toda a região do canal que bordeja a coroa da Dona Mariana).em direção a S.J. do Norte.

*Quando se planejam alterações físicas no Porto de Rio Grande em áreas que são sítios históricos ou atuais de assoreamento, devemos considerar a modificação introduzida quando da abertura da Bacia de Evolução do Porto Novo.* Tal bacia sujeita a altas taxas de assoreamento mensal (mínimo de 10.000 metros cúbicos) foi aberta sobre a coroa do Ladino, local de deposição ainda que em menor escala com características semelhantes a coroa de Dona Mariana. *É possível então se prever que o trecho 02 da área prevista para expansão no Plano de Zoneamento do Porto Organizado de Rio Grande, estará sujeito a assoreamentos críticos. Adicionalmente, alterações morfológicas na secção transversal do Canal do Norte ao longo da Coroa de Dona Mariana certamente implicarão em mudanças nas condições hidrodinâmicas atuais as quais mantêm o equilíbrio do mesmo.* Tais mudanças podem resultar em taxas de assoreamento mais elevadas entre o trecho do canal compreendido entre o Terminal de Carnes e o Pontal da Mangueira (COPEL), antecipando assim futuras dragagens. *Do ponto de vista essencialmente técnico tais razões, indicam que a escolha da área 02 de S.José do Norte para expansão portuária não é a mais adequada.*

Desta forma recomendamos estudos mais detalhados, relacionados a hidrodinâmica estuarina, transporte de sedimentos (fundo e suspensão) alterações morfológicas inclusive fazendo uso de modelos reduzidos antes de se fazer tais modificações. Acreditamos que a melhor area para expansão portuária na margem leste do canal é a área 03 (entre o Cocuruto e S.J. do Norte) onde o canal se mantém naturalmente.

Além das dragagens de manutenção teremos as dragagens “novas” as quais tendem a aprofundar ainda mais os canais ou são efetuadas em áreas onde instalam-se novas obras ou terminais portuários, originando verdadeiras “bacias”, das quais se desconhece o volume de material dragado. **É necessário desenvolver um plano estratégico e normas para dragagem e despejo de grandes volumes dragados.** De uma maneira geral o objetivo pode ser melhor definido em termos de metas ou tarefas a serem cumpridas:

**1) Determinar a longo prazo a capacidade do estuário de assimilar o material dragado. Quanto material pode ser colocado e aonde ? Qual o melhor procedimento para selecionar locais de despejo ?**

Enfoque: A capacidade do estuário de assimilar material dragado depende: da relação entre a taxa de entrada e a capacidade volumétrica (espaço físico) para armazená-lo, dos processos físicos atuantes na sua dispersão, de outros usos para o espaço e do potencial poluidor do material ( ocasionar um impacto inaceitável nos recursos bióticos ou risco para a saúde pública)

Um enfoque inicial seria o de determinar quanto material dragado é atualmente produzido e planejado para os próximos 20 a 50 anos para a região estuarina. O volume de material produzido deve incluir planos para a dragagem de novos canais, mais profundos, como também a dragagem de manutenção, novas bacias.

Uma vez estabelecidas as necessidades de dragagem atualizadas, necessita-se fazer um inventário da capacidade volumétrica dos locais de despejo, desde locais históricos (por exemplo no estuário da Lagoa dos Patos, a coroa de Dona Mariana) abandonados ou usados e locais existentes. Este inventário deve incluir locais emersos, submersos e locais restritos (de contenção) e deve levar em consideração a capacidade volumétrica como também a redução do volume ocupado depois da perda d'água e compactação. Em locais submersos deve-se levar em conta a possível erosão por ondas e correntes, especialmente durante tempestades ou possíveis fluxos de lama que possam redistribuir o sedimento ocasionando mesmo sua volta ao local dragado.

Depois de comparar as necessidades da dragagem e a capacidade armazenadora existente deve ficar claro qual a capacidade adicional necessária para acomodar dragagens futuras. Novos locais, ou alternativas melhores serão identificadas considerando os tipos de locais existentes : areas submersas, areas emersas, acresção de pântanos, ilhas artificiais, retenção através de diques etc..

**O material eventualmente contaminado (lama fluída) deve preferencialmente ser colocado em locais confinados (evitar locais submersos expostos a dinâmica de ondas e correntes).** Além de diques de contenção o material dragado pode ser isolado em escavações submersas ou em locais de baixa dinâmica recoberto por sedimentos resistentes a erosão. A efetividade das alternativas técnicas para contenção atrás de diques mesmo em escavações deve ser avaliada sistematicamente fornecendo assim uma base para a capacidade regional de despejo.

Se o material dragado for “limpo” (areia fina e muito fina no caso do estuário do Rio Grande) deve-se procurar aplicações produtivas, tais como criação de pântanos, estocagem para uso como aterro ou alimentação de areas erodidas .

O inventário dos locais de despejo deve abranger aspectos econômicos práticos tais como distância do local de dragagem e custos de transporte.

Quando abordado numa escala regional e sob longos períodos de tempo (20 a 50 anos), este trabalho torna-se complexo e necessita de esforços conjugados de geólogos, engenheiros e técnicos trabalhando junto com gerenciadores costeiros. Capacidade e locais de despejo podem ser avaliados pela superposição de informações e estabelecimento de prioridades através de cartas geradas através de SGI, entre as quais, uso e restrições das áreas emersas e submersas.

Uma tarefa maior consiste em determinar o potencial poluidor do material dragado (risco para a saúde e recursos biológicos). Devido ao fato que sedimentos finos (silte e argila) apresentam um comportamento coesivo, esforços devem ser dirigidos para quantificar o potencial para dispersão física nas áreas de despejo submersas (coroa de Dona Mariana e outros locais)

Exemplos citados por Nichols (1980) indicam que utilizando este enfoque, o Departamento de Recursos Naturais de Maryland (1977) e esforços continuados do Corpo de Engenheiros do Exército Americano obtiveram sucesso.

***2) Caracterizar as propriedades físicas e geoquímicas do material dragado, potencial poluidor e a magnitude da possível contaminação em relação as necessidades de dragagens e despejo atuais e futuras.***

Nem todos os locais possuem capacidade e os pré-requisitos necessários para acomodar todos os tipos de material dragado. Se o material puder ser classificado e separado, a disposição pode ser efetiva e as opções de despejo aumentam. Tais situações acontecem se os materiais são separados de acordo com suas características antes das operações de dragagem e despejo. Tal fato por sua vez depende do equipamento de dragagem e da tecnologia (dragagem seletiva ou fracionamento do material) durante as operações.

Um enfoque consiste em classificar o material dragado segundo padrões estabelecidos (estes devem incluir os principais constituintes químicos inclusive os hidrocarbonetos clorados (PNA's) e outros poluentes potenciais.

O testes nem sempre indicam o grau pelo qual os constituintes podem ser mobilizados durante a dragagem bem como a sua biodisponibilidade. Em alguns casos os sedimentos são naturalmente enriquecidos com constituintes tais como metais

traços, existindo então a necessidade de distinguir concentrações naturais (background regional) e antropogênicas.

Basicamente três tipos de análises são necessárias: elutrição, massa e bioensaios. Os bioensaios são mais importantes para a caracterização do material dragado devido ao impacto dos contaminantes sobre a biota marinha ser um fator limitante para a disposição do material. Alguns materiais dragados podem ser classificados por seu tamanho, seleção, conteúdo orgânico total, conteúdo d'água e densidade. Tais características possibilitam indicar o material dragado para vários usos: alimentação de praias, criação de pantanos, aterros etc... Adicionalmente, a distribuição geográfica das características do material deve ser conhecida tanto em superfície como em subsuperfície (amostragem superficial e testemunhagem).

Facilidades de campo (amostradores) e de laboratório serão necessárias para coletar e analisar um grande número de amostras com relação aos aspectos físicos e químicos.

A tarefa mais importante consiste em organizar o processo de caracterização de maneira a identificar opções de dragagem e despejo usando a informação para decisões de gerenciamento efetivas. Da mesma forma o selecionamento de métodos apropriados de dragagem que permitem separar material que ocorre em camadas finas é tarefa difícil.

### **3) Avaliar o destino a longo prazo do material dragado após o despejo, especialmente com relação aos constituintes químicos que possam causar efeitos subletais em recursos bióticos e na saúde pública como também seu impacto acumulativo no tempo .**

Procedimentos a curto prazo para avaliação de impactos através de bioensaios necessariamente não identificam os efeitos subletais causados por exposição a longo prazo.

Um enfoque seria o de analisar sítios antigos de despejo onde a história de despejo seja bem conhecida, tais como: quantidade histórica de material despejado; frequência de despejo, mudanças de relevo, tipo de fundo, compactação e dispersão. É particularmente importante determinar se o material despejado permanece no local ou é disperso numa área maior (Qual a fração do material que permanece ou é retirado do local ? Quais são as taxas e os mecanismos que levam a uma estabilização a longo

prazo do material dragado ? Quais dos contaminantes são mobilizados e liberados do material dragado ? Quais são os efeitos subletais do material contaminado na biota especialmente os ligados ao comportamento e reprodução ? Qual é a seqüência de recolonização ? Desde que muitos dos processos físicos e químicos em locais submersos expostos ocorrem durante tempestades, atenção especial deve ser dirigida aos possíveis efeitos de tempestades frequentes ao longo dos anos. A maior parte do conhecimento a ser obtido para efeitos a longo prazo certamente virão do conhecimento de impactos causados a curto-prazo os quais serão então utilizados em modelos para extrapolar os efeitos a longo prazo.

Entretanto, é possível detectar mudanças em profundidade através de testemunhos de sedimentos em material dragado colocado em locais antigos e observar as mudanças físicas, químicas e biológicas (microfauna) que ocorreram através de despejos sucessivos. Sucessivos despejos no mesmo local, ou despejos sucessivos em vários locais podem ter um impacto acumulativo, especialmente num subsistema pequeno e fechado. Tal fato indica a necessidade de monitoramento contínuo a longo prazo, análise de constituintes químicos e estudo da microfauna presente nos testemunhos que permitam verificar mudanças nas condições ambientais. Tais informações, combinadas com fontes poluidoras devem ser evidenciadas para proporcionar aos gerenciadores conhecimento *a priori* de áreas que devem ser evitadas, controladas ou liberadas para despejo.

Segundo Nichols (1983) para abordar de forma efetiva mudanças a longo prazo, são necessários pelo menos 5 anos de dados. O problema é complexo e necessitará uma conjugação de esforços de geólogos, químicos e biólogos trabalhando de maneira integrada.

***4) Desenvolver uma estratégia ou um modelo conceitual para avaliar a longo prazo opções de dragagem e despejo e os impactos associados através de informações científicas e técnicas que possam ser úteis em decisões de gerenciamento.***

O objetivo final deste item seria o de desenvolver um modelo. Modelagem é importante porque além de proporcionar a organização dos dados pelos gerenciadores proporciona também meios de identificar os benefícios relativos ou restrições das diferentes estratégias de dragagem e despejo as quais são sem dúvida afetadas por



fatores ambientais e sócio-econômicos complexos. Um modelo conceitual também ajuda a revelar lacunas demonstrando a futura necessidade de obtenção de dados, estimulando assim novos estudos.

Para suprir as informações necessárias para dragagem e despejo, o modelo deve satisfazer critérios previamente selecionados. Deve abordar a interrelação entre fatores importantes incluindo:

- tipo de material dragado
- métodos de dragagem e aspectos econômicos relacionados
- capacidade dos locais de despejo
- conseqüências ambientais
- medidas regulamentadora
- custo das dragagens de manutenção
- impactos sociais
- necessidades de monitoramento
- os benefícios resultantes

## 4.2.2.6 GEOQUÍMICA

(Responsável: Dr. Paulo Baisch)

### INTRODUÇÃO

O presente relatório tem por objetivo descrever os aspectos conclusivos do estudo efetuado pelo Setor de Geoquímica -Laboratório de Oceanografia Geológica- referente ao impacto ambiental gerado, direta ou indiretamente, pelas atividades da SUPRG na região portuária e regiões adjacentes do estuário da Lagoa dos Patos.

O estudo apresentado nesse documento, abordará os aspectos ambientais relacionados com a contaminação por elementos traços metálicos e matéria orgânica, dessa região, através do estudo dos sedimentos de fundo.

A utilização dos sedimentos para estudos de caracterização de impacto ambiental, apresentam algumas vantagens com relação ao meio hídrico circulante. Os sedimentos correspondem a um dos segmentos ambientais mais estáveis em termos físico e químico. Por esta razão, seus parâmetros químicos são ótimos índices do meio ambiente, e são muito freqüentemente indicativos da qualidade média das águas. Por outro lado, em virtude dos processos de sedimentação, os sedimentos são um registro histórico da contaminação passada, além de possibilitar a estimação de índices de referência ou níveis de background geoquímico, particularmente para os elementos metálicos.

Os sedimentos constituem-se na primeira barreira físico-química às substâncias naturais e contaminantes introduzidos nos sistemas aquáticos. A distribuição dos elementos e substâncias contaminantes são controlados por processos físicos (transporte, deposição/ressuspensão, floculação- Bennett, 1987) e químicos (condições de pH, e de oxi-redução, entre outros).

Os sedimentos podem, em conseqüência, apresentar um importante papel na fixação de substâncias atuando, nesse caso, como depósitos de elementos e substâncias contaminantes. Esses compostos podem ser liberados por modificações das condições físico-químicas ambientais, tais como: pH, potencial redox, complexos orgânicos, potencial iônico, atuando, nesse caso, como fontes de contaminantes (Salomons e Forstner, 1984; Forstner, 1987, Salomons et al, 1988).

Os trabalhos de dragagem em portos, rios, canais de navegação, promovem a ressuspensão de sedimentos, podendo acarretar a liberação de contaminantes (Delaune e Smith, 1985; Thomas, 1987), que pode se tornar crítico, dependendo do nível de poluição dos sedimentos de fundo.

Apesar dos sedimentos influenciarem diretamente a qualidade das águas, não existem normas de qualidade dos sedimentos, como aquelas existentes para as águas estabelecidas no CONAMA, 1986. Assim sendo, com vistas a caracterização do impacto ambiental, os valores limites de muitos parâmetros, tais como os metais pesados, devem ser estabelecidos especificamente para a região estuda.

O quadro acima exposto corresponde, em linhas gerais, as características da zona portuária e entornos da região estuarial da Lagoa dos Patos. Nesse local coexistem atividades urbanas, portuárias, industriais, dragagens, atividades pesqueiras, entre muito outras, em um espaço relativamente pequeno e freqüentemente sobrepostas.

O primeiro relatório permitiu a análise sintética dos trabalhos (artigos, relatórios, etc.) sobre os aspectos relacionados com a caracterização geoquímica dos sedimentos estuariais, com vistas a identificar possíveis fontes e agentes modificadores de ordem antrópica.

Através desse primeiro relatório nos foi possível identificar as zonas mais sujeitas a processos de contaminação, assim como as principais fontes de origem antrópica de metais e de componentes orgânicos. Das principais atividades antrópicas, as indústrias de fertilizantes e os efluentes cloacais foram identificadas como as principais fontes metálicas e em contaminantes orgânicos COP, NOP, P-total (Baisch e Niencheski, 1985, Baisch, 1987, Baisch et al, 1988, Calliari, et al, 1995).

Foi também possível relacionar as principais fontes com a forma de associação dos metais pesados e sua potencialidade tóxica a partir de processos de liberação pelos sedimentos Travassos et al, 1993, Baisch, 1987, Baisch et al, 1988). Esses trabalhos mostram que os metais pesados dos sedimentos rasos do estuário estão principalmente ligados aos oxi-hidróxidos, o que define a redução do Eh como o fator mobilizador mais considerável.

O presente relatório tentará estabelecer a situação ambiental atual da região estuarial da lagoa dos Patos com base em estudos dos metais pesados e da matéria orgânica dos sedimentos, efetuados durante o decorrer desse relatório (1996). Esses

resultados permitirão examinar algumas tendências das modificações ambientais, pois se procederá a comparação de certos resultados com dados pretéritos desses parâmetros.

## **METODOLOGIA**

### **Amostragem e Coleta de Dados**

Para serem realizadas as coletas de dados ambientais e amostragem foram realizadas duas saídas com a Lancha Oceanográfica Larus, e duas saídas com o barco Morales da FURG, durante os meses de setembro, outubro e novembro de 1996. As coletas foram dirigidas para serem amostrados os sedimentos representativos dos canais de navegação (> 6 m) e das zonas próximas dos entornos da região portuária e urbana. Essas regiões incluem o Saco do Arraial, Saco da Mangueira e as regiões consideradas mais impactadas como as zonas sob influência dos esgotos cloacais; das indústrias de fertilizantes; da refinaria de petróleo, e das indústrias de pescadao.

Realizou-se também 4 saídas de viatura para efetuar algumas coletas das regiões mais rasas que não permitem o acesso da Lancha.

Os sedimentos foram coletados com o uso de uma draga do tipo Van-Veen, com revestimento de material livre de metais, tomando-se apenas os dois centímetros superficiais. Os valores de pH e Eh foram medidos no momento da coleta, nesse horizonte superficial. Após coletados, os sedimentos foram acondicionados em sacos plásticos e conservados em freezer a bordo. No laboratório iniciou-se imediatamente a preparação das amostras para as análises.

De um total de 64 amostras de sedimentos coletas, foram selecionadas 40 amostras para as análises, levando-se em consideração suas características litogranulométricas, dados ambientais e localização. Das 40 amostras analisadas, 12 correspondem ao perfil N-S (cerca de 70 km) e 28 correspondem as amostras dos entornos marginais das regiões adjacentes a zona portuária e urbana

Os pontos de coleta integrante do perfil N-S lagunar (fig. 1), foram escolhidos nos mesmos locais onde já se dispunham de dados dos parâmetros de estudo, com o objetivo de traçar uma relação entre eles. Esse perfil tem como

objetivo coletar os sedimentos dos canais mais profundos e relativamente fora dos aportes diretos do complexo industrial-urbano da cidade do Rio Grande.

Essa mesma metodologia foi adotada para a amostragem de sedimentos nos entornos da região portuária (fig. 2), entretanto com a inclusão de alguns pontos de coleta considerados estratégicos, para o melhor conhecimento do sistema. Também estão aqui incluídos os sedimentos dos canais de navegação adjacentes a cidade do Rio Grande, como o canal do Porto Velho.

#### **DADOS MEDIDOS "IN SITU":**

- pH (potenciômetro portátil, com eletrodo de vidro, tipo baioneta)
- Eh (potenciômetro portátil, com eletrodo de platina).

#### **ANÁLISES**

Utilizou-se para todas as análises químicas a fração sedimentar fina dos sedimentos (0,062 mm) que foi obtida por peneiragem a úmido em uma peneira de nylon. Esse procedimento tem por objetivo reduzir o “efeito granulométrico” sobre a concentração dos parâmetros analisados.

- Elementos metálicos (Cu, Zn, Cr, Ni, Cd, Pb) e o elementos maiores (Al, Ca) métodos tradicionais de Espectrofotometria de Absorção Atômica em chama e Fotometria de Chama.

- Análise da fração total dos metais (Cu, Zn, Cr, Ni, Cd, Pb): extração química totais através do ataque ácido em bomba de teflon (Loring, 1986)

- Análise da fração dos metais mobilizáveis (Cu, Zn, Cr, Ni, Cd, Pb): através de ataque clorídrico diluído (Agemian & Chau, 1977).

- Carbono Orgânico Particulado (COP): metodologia de Gaudette et al., 1974

- Nitrogenio Orgânico Particulado (NOP): metodologia de Bremner, 1965.

- Fósforo total (P-total): metodologia de Williams et al, 1976, modificado.

- Granulometria dos sedimentos: método tradicional de peneiragem - pipetagem.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Tendo em vista as características do estuário, onde coexistem zonas de baixa profundidade com zonas de canais de grande profundidade, a discussão dos resultados será realizada considerando, quando necessário, esses segmentos ambientais em separado.

Os sedimentos das zonas profundas e as zonas rasas apresentam características lito-granulométricas e geoquímicas específicas. Os fatores reguladores da geoquímica dos sedimentos do estuário da lagoa são fortemente dependentes dos processos físicos atuantes na região.

### **CARACTERÍSTICAS DOS SEDIMENTOS**

#### **GRANULOMETRIA DOS SEDIMENTOS.**

A granulometria dos sedimentos do estuário da Lagoa dos Patos está diretamente relacionada com a profundidade. Os teores das frações mais finas, particularmente a fração argila, são dominantes nos canais de navegação (fig. 3). Nessas zonas a fração fina total (silte+argila) pode ultrapassar 90% do sedimento total. Nas zonas rasas dos entornos estuarinos e sacos os teores de silte e argila reduzem-se fortemente (fig. 3) até atingirem fácies dominadas por areia.

Essa distribuição é o resultado da intensa dinâmica sedimentar, resultante do forte regime de ventos (setores NE-SE), particularmente nas zonas rasas, onde os sedimentos são seguidamente ressuspensos pela ação de ondas. Esse processo impede assim o acúmulo de sedimentos finos nas zonas rasas, favorecendo o enriquecimento de areia.

Esse quadro ambiental tem grande importância, uma vez que, os sedimentos de granulometria mais fina tem a capacidade de reter, física ou quimicamente, contaminantes metálicos ou orgânicos (Forstner e Wittmann, 1979, Salomons e Forstner, 1984, entre outros).

Nas regiões pouco profundas do estuário, a segregação granulométrica imposta pela ação dos ventos favorece o aumento da fração arenosa, pois dificulta,

ou mesmo impede a sedimentação pelítica, atuando como um agente diluidor dos contaminantes.

Esse fenômeno físico é pois um fator controlador muito importante na distribuição dos contaminantes nos sedimentos, e deve ser assunto de novas investigações.

o forte regime hidro-sedimentar (ondas, vagas, etc.) causado pelos ventos, provoca o enriquecimento das fácies arenosas. Ademais, os sedimentos de fundo são constantemente colocados em suspensão o que favorece as trocas

### **VARIAÇÃO DO pH e Eh**

O exame das condições do pH e do potencial redox (Eh) permite inferir tendências de comportamento de muitos contaminantes, como os elementos metálicos.

Os valores encontrados para esses dois parâmetros (fig.4) confirmam as características do ambiente geoquímico do estuário da Lagoa dos Patos.

O pH dos sedimentos apresenta em geral pouca variação, a maior parte dos valores situam-se entre 7,0 a 8,0, destacando o carácter neutro a fracamente alcalino dos sedimentos de fundo. Os valores de pH inferior a 6, correspondem as zonas dos canais de navegação, com maiores teores em matéria orgânica. O ponto de pH entre 2-3 foi medido nas imediações dos despejos dos efluentes das indústrias de fertilizantes no Saco da Mangueira. Esse valor comprova o impacto dos efluentes ácidos (ácido fosfórico) produzidos por essas indústrias no meio ambiente.

No entanto, o impacto a nível dos sedimentos é relativamente reduzido, pois a acidez é neutralizada em um raio de cerca de 50 metros. Essa zona representa uma importante barreira geoquímica aos metais pesados, e que pode explicar os altos teores metálicos encontrados nas proximidades desses emissários.

O aumento do pH leva a uma diminuição dos teores das formas solúveis, com a conseqüente precipitação de compostos metálicos (adsorção, precipitação, co-precipitação, etc).

Contrariamente ao pH, o Eh apresenta uma grande variação (fig.4), particularmente entre as zonas dos canais e as zonas dos entornos (zonas rasas). Os sedimentos dos canais são normalmente pouco a fortemente redutores, enquanto

que as zonas rasas dos entornos (sacos, margens portuárias e lagunares) apresentam-se pouco a muito oxidantes.

Os sedimentos das regiões rasas marginais estão submetidos a uma forte dinâmica hídrica e sedimentar, geradas pela ação do vento (setores NE-SE) que promove a ressuspensão dos sedimentos (foto 4) e a difusão do O<sub>2</sub> mantendo o ambiente oxidante. A textura predominantemente arenosa das zonas rasa facilita a difusão de oxigênio às camadas mais profundas dos sedimentos. Os sedimentos submetidos a tal condicionamento, apresentam altos valores de Eh (oxidados) e podem ser reconhecidos pela sua cor castanha (foto 2).

Entretanto, é necessário destacar que as medidas de Eh/pH foram realizadas na camada superficial do sedimento, e que eles podem apresentar diferentes horizontes geoquímicos. Os sedimentos apresentam uma camada superficial (de espessura variável) freqüentemente oxidada (cor castanha - fotos 1 e 3) e outra mais profunda com características redutoras. Esse camada é identificada por sua cor preta, quando possui alto teor orgânico (foto 1), ou por sua cor cinza (foto 3) quando possui baixo teor orgânico.

Os valores de Eh das zonas baixas (entornos) mais reduzidos (fig. 4), são encontrados nos sedimentos próximos ao emissário cloacal da cidade do Rio Grande (foto 1).

O caracter redutor dos canais, indicam que os metais podem formar sulfetos, os quais são muito insolúveis, podendo assim concentrarem-se nesses sedimentos. Baisch, 1987 e Calliari, 1995 mostram que normalmente os sedimentos dos canais de navegação são enriquecidos em enxofre, que pode ser atribuído a formação e acumulação de sulfetos.

Os metais desses sedimentos podem ser liberados para a coluna d'água, pela oxidação desses compostos, provocada pelos trabalhos de dragagem, produzindo assim eventos de contaminação.

## **MATÉRIA ORGÂNICA DOS SEDIMENTOS**

No primeiro relatório, identificou-se que a distribuição da matéria orgânica dos sedimentos superficiais do estuário da Lagoa dos Patos estava condicionada as



fontes cloacais e industriais do complexo urbano, industrial e portuário da cidade do Rio Grande.

Constatou-se, também, que os locais mais contaminados em compostos orgânicos localizavam-se nas proximidades dos principais emissários cloacais e industriais da cidade, particularmente na área conhecida como Coroa do Boi, a qual recebe a carga de efluentes domésticos sem tratamento da cidade de Rio Grande.

As análises de Carbono Orgânico Particulado (COP), Nitrogênio Orgânico Particular (NOP) e Fósforo total (P-total) realizadas durante esse trabalho confirmam inteiramente as conclusões do relatório anterior. Desta maneira, no presente relatório trataremos de relacionar os dados das análises efetuadas durante esse trabalho, com dados e médias obtidas durante os últimos 10 anos. Esse procedimento tem por objetivo identificar as regiões que estão submetidas a processos modificadores atuais, e traçar a tendência das modificações ambientais no estuário da Lagoa dos Patos.

Para melhor exame dos resultados obtidos, far-se-á necessário a análise em separado dos canais de navegação (perfil N-S), das zonas rasas e entornos da cidade e zona portuária, tendo em vista as grandes diferenças geoquímicas entre esses dos setores do estuário. Por questões de ordem ambiental, os canais do Porto Novo e parte do Canal do Porto Novo são classificados como entornos da cidade.

### **COP E NOP NOS CANAIS DE NAVEGAÇÃO - PERFIL N-S**

A Fig. 5 apresenta os valores de COP e NOP dos sedimentos dos canais de navegação da desembocadura do estuário, até cerca de 70 km em direção a Lagoa dos Patos. Os teores de COP e NOP unidos pela reta, são aqueles produzidos no âmbito desse trabalho (10/96), enquanto que os demais pontos representam dados de cerca de 10 anos nos mesmos pontos.

Constata-se, através dessa figura, que os valores de COP e NOP atuais (10/96), encontram-se dentro da faixa de variação dos pontos representativos dos últimos 10 anos. Conclui-se portanto que os sedimentos dos canais de navegação mais afastados do efeito direto da zona urbana e industrial de Rio Grande, não apresentam um aumento claro de contaminação por COP e NOP.

No entanto, o impacto por matéria orgânica é visível, pois os maiores valores encontram-se junto a zona portuária, em particular no ponto localizado no Porto Novo.

Contrariamente, os sedimentos das zonas mais profundas dos canais de navegação do norte do estuário (Fig. 5), podem ser classificados como pobres em COP e muito pobres em NOP.

Os baixos níveis de contaminação orgânica dos canais de navegação pode ser explicada pelos seguintes fatores:

- assoreamento dos canais por sedimentos minerais provenientes da bacia versante,
- Atividade de dragagem que removem os sedimentos superficiais, os quais são os mais contaminados,
- processos naturais de dispersão/diluição dos contaminantes devido a forte dinâmica hidro-sedimentar.

### **ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DOS TEORES DA MATÉRIA ORGÂNICA NOS SEDIMENTOS.**

Procurou-se no item anterior caracterizar o impacto orgânico dos sedimentos dos canais de navegação, os quais encontram-se fora do efeito direto das principais fontes antrópicas da cidade de Rio Grande. No presente item vão ser examinados os resultados das amostras das regiões adjacentes as zonas portuárias, urbanas e industriais, potencialmente impactadoras do meio ambiente.

Para examinar a evolução dos teores da matéria orgânica serão comparados dados de sedimentos produzidos em 1986, com os produzidos nesse trabalho. Esse estudo será feito particularmente para a zona sul do estuário, que está sendo denominado nesse trabalho como entornos da região portuária e urbana.

Como foi explicado anteriormente as análises de COP, NOP e P-total foram realizadas, na medida do possível nos mesmos pontos rotineiramente estudados pelo Setor de Geoquímica do Laboratório de Oceanografia Geológica.

## **CARBONO ORGÂNICO PARTICULAR**

A comparação entre os teores de COP dos sedimentos coletados em 1986 (fig. 6) com os produzidos nesse trabalho (fig. 9), nos permite constatar que houve um aumento dos teores desse parâmetro em 1996. Os aumentos mais representativos são observados nas seguintes regiões:

- Região do Porto Velho
- nas imediações do emissário cloacal da cidade do Rio Grande
- no Saco da Mangueira, particularmente nas proximidades dos efluentes da Refinaria de Petróleo.
- Na região junto ao terminal de grãos do Superporto.
- Na região próxima ao terminal Petroleiro.

Em geral observa-se um pequeno aumento, porém generalizado, dos teores de COP ao longo de todo o Superporto.

As regiões do fundo dos sacos do Arraial e do Saco da Mangueira apresentam pouca ou nenhuma variação dos teores em COP entre o ano de 1986 (fig. 6) com os desse trabalho (fig. 9).

## **NITROGÊNIO ORGÂNICO PARTICULAR**

Os teores em NOP dos sedimentos analisados em 1986 (fig. 7) em comparação com os valores encontrados por esse trabalho (fig. 10), apresentam a mesma tendência observada para o COP. As regiões sujeitas a um aumento de NOP são praticamente as mesmas, entretanto com um incremento menos importante.

Merece destaque, assim como no caso do COP, o aumento dos teores de NOP encontrados nos sedimentos ao longo da região do Superporto. Esses dados indicam que as indústrias localizadas nessa região (indústrias de soja) e a própria atividade portuária de carga e descarga pode se constituir em uma fonte de matéria orgânica e compostos nitrogenados. Entretanto deve-se destacar que pelo canal do Superporto podem transitar sedimentos contaminados provenientes de fontes do interior do estuário.

Constata-se, também, um aumento dos teores de NOP no interior do saco da Mangueira nas proximidades dos efluentes da indústria de fertilizantes (ponto A2a). Esse dado coloca em evidência os aportes e a contaminação dos sedimentos por compostos nitrogenados oriundos dessa atividade industrial.

### **CONTAMINAÇÃO ORGÂNICA DOS SEDIMENTOS (COP, NOP)**

Os sedimentos analisados foram classificados segundo os teores de COP, NOP (fig 13) (Ballinger e McKee,1971), os quais permitem avaliar os sedimentos como reserva e fonte de contaminantes orgânicos (subst orgânicas e nitrogenadas, e consumo de oxigênio) à coluna d'água e aos organismos. Por outro lado, essas informações permitem relacionar a qualidade dos sedimentos com as principais fontes contaminantes.

Os resultados dessa classificação confirma as observações apresentadas no primeiro relatório:

1- Os sedimentos dos canais de navegação (perfil N-S) são classificados como depósitos sedimentares empobrecidos em matéria orgânica ou de composição predominantemente inorgânica.

2- As regiões de maior contaminação orgânica, estão localizadas adjacentes as principais fontes contaminantes no estuário, entre elas destacam-se:

- Zonas próximas a boca do saco da Mangueira: fonte - emissário cloacal da cidade do Rio Grande, efluentes industriais.
- Região do Porto Velho: fontes - cloacais, industriais e pluviais.
- Região junto ao terminal de grãos do Superporto: fonte atividade portuária
- Interior do Saco da Mangueira, fonte - efluentes cloacais e da Refinaria de Petróleo e indústria de fertilizantes (fundamentalmente compostos nitrogenados).

Os esgotos cloacais aparecem como das fontes mais importantes de contaminantes orgânicos para os sedimentos da região estuarial.

O ponto que apresenta o maior grau de contaminação (tipo IV, alto potencial de liberação de compostos nitrogenados, grande consumo de O<sub>2</sub> para a sua mineralização) (fig. 13) corresponde a amostra (MP) localizada nas proximidades do emissário cloacal da cidade do Rio Grande.

Para tentar estabelecer a evolução dos índices de contaminação, apresenta-se na figura 12, esta mesma classificação, para diferentes setores do estuários (apresentada no primeiro relatório) que foi confeccionada com dados dos anos de 1984 a 1989. Esses resultados quando comparados com os dados produzidos no âmbito desse trabalho -1996- (fig. 13), nos permitem averiguar que os sedimentos dos entornos tendem a apresentar maiores índices de contaminação.

Esse quadro indica que os sedimentos dos setores mais contaminados do estuário (citados acima), encontram-se ainda submetidos a um processo de aumento do índice de contaminação por compostos orgânicos e nitrogenados.

### **FÓSFORO TOTAL (P-TOTAL)**

No relatório anterior foi possível identificar duas zonas de impacto por fósforo na região estuarial, correspondentes, por sua vez as duas principais fontes contaminantes de P-total:

- Os efluentes da Industrias de Fertilizantes (I. Fertiliz.)
- Os efluentes cloacais (E. Cloacal).

Turekian e Wedepohl (1961) estudando médias mundiais em folhelhos padrões atribuem ao P um valor standard referencial de 700 mg/kg (ppm).

Os resultados obtidos pelas análises de P-total apresentados na figura 11, mostram que quase a totalidade dos valores obtidos são superiores aos valores standard, o que indica um processo de contaminação de intensidade variável, em quase todo o estuário.

Podem ser consideradas ainda não contaminadas, apenas as regiões do fundo do Saco do Arraial (fig. 11).

A comparação entre os teores das análises de P-total nesse trabalho (fig. 11), com os dados de 1986 (fig. 8), permite-nos identificar duas regiões submetidas a

um processo de enriquecimento em P-total, e uma terceira que os teores reduziram-se.

A redução dos teores de P-total foi observada no ponto localizado próximo dos efluentes da indústria (Trevo), que despeja seus efluentes diretamente no canal do Superporto. Os teores de 88.500 mg/kg de P-total observados em 1986, reduziram-se para cerca de 8.550 mg/kg.

Essa modificação foi inclusive observada no aspecto visual dos sedimentos. Os sedimentos desta região que apresentavam cor esbranquiçada (indicando o aporte de resíduos dessas indústrias) passaram a apresentar cor castanha.

A redução dos teores de P-total dessa região é atribuída a redução da atividade industrial no setor de fertilizantes.

A região próxima do emissário cloacal da cidade do Rio Grande; e a região no Saco da Mangueira adjacente ao ponto de emissão da indústria de fertilizantes (ponto A2a), foram as que apresentaram os maiores aumentos dos teores em P-total dos sedimentos. Esses dados comprovam, mais uma vez, que as principais fontes contaminantes de P-total no estuário, tem origem nas indústrias de fertilizantes e secundariamente nos esgotos cloacais. Cabe destacar que a qualidade da matéria orgânica dessas duas fontes são muito diferentes. As indústrias de fertilizantes são responsáveis por aportes enriquecidos em Fósforo e pobres em COP, enquanto os aportes cloacais caracterizam-se por teores mais baixos em P-total, e muito mais elevados em COP.

Apesar dessa considerável fonte de P-total, a extensão da contaminação dos sedimentos permanece relativamente restrita. Os teores de P-total (assim como o COP e NOP) dos sedimentos dos canais de navegação adjacentes as indústrias de fertilizantes e ao emissário cloacal apresentam valores consideravelmente mais reduzidos (Baisch, 1987). Esse processo é o resultado da intensa dinâmica dos canais que favorecem o transporte desses efluentes para o meio marinho, e a mistura com partículas sedimentares mais empobrecidas em contaminantes orgânicos provenientes da bacia versante.

Além do ponto de emissão da indústria de fertilizantes (ponto A2a), os sedimentos do saco da mangueira podem ser considerados globalmente contaminados por fósforo. Os valores reduzem-se em direção ao fundo do saco o que corrobora a contaminação de suas regiões mais próximas da cidade de Rio Grande. Os resultados indicam que os efluentes da refinaria de petróleo e dos

esgotos cloacais da margem esquerda desse saco, podem se constituir em fontes menores desse contaminante.

Os teores em nutrientes das águas comprovam que desse saco é muito eutrofizado e afetado pela contaminação orgânica Baumgarten et al, 1995.

Os sedimentos do Porto Novo entre 1986 e 1996 apresentaram um aumento nos teores de P-total, que podem ser atribuídos aos aportes diretos dos efluentes urbano e pluviais, mas principalmente de resíduos orgânicos sólidos de pescados, lixo orgânico e descarga orgânica de barcos. Esses resíduos orgânicos acumulam-se mais facilmente nesse setor devido a sua circulação mais restrita.

## **CÁLCIO**

O estudo do Ca foi incluído nesse trabalho, pois os efluentes das indústrias de fertilizantes produzem grande quantidade desse elemento, possibilitando o seu emprego como indicador do impacto dessas indústrias. A distribuição dos teores em CaO dos sedimentos do estuários em 1986 e 1996 são apresentados respectivamente nas figuras 14 e 15.

A redução dos teores de 36,6 % em CaO (1986) para 7,95 % nos sedimentos próximos da indústria de fertilizantes no Superporto, indica mais uma vez a redução dos efluentes dessa indústria.

O aumento do teor desse parâmetro nas amostras A2 e A2a, reafirmam o impacto das indústrias de fertilizantes no Saco da Mangueira.

Por outro lado, os teores elevados de CaO nos sedimentos próximos ao emissário cloacal da cidade e seu enriquecimento entre 1986 a 1996, sugerem que toda essa região recebe também o efeito dos aportes da indústria de fertilizantes localizada próxima dessa região.

## **ELEMENTOS TRAÇOS METÁLICOS DOS SEDIMENTOS**

No relatório anterior foi possível identificar, com base em dados existentes, as áreas potencialmente mais impactadas por metais pesados e suas principais fontes contaminantes na região estuarial.

O presente relatório procederá o exame dessas primeiras conclusões, através dos dados resultantes das análises produzidas ao longo desse trabalho.

### **Cálculo do Fator de Enriquecimento**

Muitos estudos de avaliação do impacto por metais pesados, fazem uso da comparação de teores brutos (mg/kg), com teores metálicos mundiais de referência (Turekian e Wedepohl, 1961, Bowen, 1979), ou com teores de áreas consideradas não contaminadas (Taylor, 1976; Lacerda et al, 1982).

Esse procedimento foi adotado no primeiro relatório, entretanto apresenta muitas limitações, uma vez que os níveis naturais ou níveis de referência dos metais variam de acordo com as características geoquímicas de cada região.

Para evitar esse problema, foram estimados os níveis de referência metálicos (NR) através do estudo de 5 testemunhos coletados na região estuarial da Lagoa dos Patos (fig. 16). Os valores metálicos normalizados pela alumina obtidos para os 5 testemunhos, e os valores finais do NR dos metais estudados estão apresentados tabela 1.

O fator de enriquecimento (FE) dos metais traços foi calculado utilizando os teores metálicos normalizados pela  $Al_2O_3$  (Me/Al), divididos pelos níveis de referência metálica, os quais foram estabelecidos por essa mesma razão encontrada na região profunda de testemunhos (Walters et al, 1974; Kempt et al, 1976; Patchineelam et al, 1988, Baisch, 1987), segundo a formula descrita abaixo:

$$FE = \frac{[Me_x]_t}{[Al]_t}$$

$[Me_x]_s$  = concentração dos metais nos sedimentos.

$[Al]_s$  = concentração de  $Al_2O_3$  nos sedimentos.

$[Me_x]_t$  = concentração dos metais nos sedimentos da base dos testemunhos.

$[Al]_t$  = concentração de  $Al_2O_3$  nos sedimentos da base dos testemunhos.



O valor FE permite quantificar a contaminação ou impacto por metais pesados, pois o seu valor numérico representa a quantidade de vezes que um determinado metal é mais concentrado do que o seu teor natural.

## **VARIAÇÃO DO FATOR DE ENRIQUECIMENTO METÁLICO NOS CANAIS DE NAVEGAÇÃO - PERFIL N-S**

Assim com o realizado para o COP e o NOP, os pontos de coleta integrantes do perfil N-S lagunar (fig. 1) foram escolhidos nos pontos onde já se dispunham de dados de metais pesados em diferentes épocas. Esse procedimento permitirá estabelecer a evolução do enriquecimento dos contaminantes metálicos nos últimos anos.

Os valores do FE dos metais traços estudados dos sedimentos dos canais de navegação são apresentados nas figuras 17 e 18. Os valores dos FEs produzidos no durante a execução desse trabalho - 10/96 (unidos pela reta), são comparados em com valores de outros perfis (inverno-verão) realizados nos últimos 10 anos.

Constata-se pela análise dessas figuras, que todos os metais apresentam um enriquecimento nos canais das zona portuária (0 - 20 km), o que coloca em evidência um processo de contaminação nessa região. Contudo, excetuando-se o ponto do canal do Porto Novo (18 km), a contaminação metálica nos canais é considerada pequena.

O comportamento do perfil do Cr e do Ni (fig. 18), permite concluir que os aportes antrópicos desses metais são quase exclusivamente ligados ao complexo portuário-urbano-industrial da cidade de Rio Grande. Os valores desses metais (FE=1) nos sedimentos dos canais afastados da zona portuária (norte), podem ser considerados como naturais. Isto leva a concluir, assim como Baisch, 1994, que a bacia versante (Lagoa dos Patos) não representa uma fonte contaminante desses dois metais. Em que pese o enriquecimento um pouco mais pronunciado, o Zn (fig. 17) mostra, em linhas gerais, as mesmas características desses dois metais.

Os perfis do enriquecimento do Cu e do Pb (fig. 17) comprovam os aportes antrópicos na zona portuária. Além disso, esses dois metais apresentam alguns pontos com teores relativamente enriquecidos nos sedimentos dos canais da região norte estuarina. Esses dados sugerem, com indicado por outros autores (Baisch et

al, 1989, Baisch, 1994, , Niencheski, 1994), os aportes contaminantes desses dois metais provenientes do sistema fluvial da Lagoa dos Patos. As fontes alóctones desses metais, podem atuar como um fator adicional na contaminação dos sedimentos da região estuarina.

Verifica-se que os valores dos FE dos metais analisados nesse trabalho (unidos pela reta), não apresentam diferenças consideráveis em comparação com os dados pretéritos. Isso sugere uma certa estabilidade dos níveis de contaminação metálica ao longo dos canais de navegação (região norte estuarina), ao longo dos últimos anos.

Os mesmos fatores citados anteriormente no exame da fração orgânica, podem ser também levantados para explicar o pequeno enriquecimento metálicos nesses canais, tais como:

- Processos de assoreamento dos canais por sedimentos empobrecidos em metais provenientes da bacia versante.
- Atividade de dragagem que removem os sedimentos superficiais (mais contaminados)
- processos naturais de dispersão/diluição dos contaminantes metálicos devido a forte dinâmica hidro-sedimentar.

A dispersão e/ou diluição dos contaminantes pode ser constatada pela redução do FE metálico ao longo do canal do Superporto. Essa região esta submetida a constantes entradas de sedimentos de origem marinha (Paim e Moller Jr, 1986), que apresentam teores mais reduzidos em metais.

Esses fatores físicos são extremamente importantes no controle dos níveis de contaminação nos canais de navegação.

## **DISTRIBUIÇÃO E EVOLUÇÃO DO ENRIQUECIMENTO METÁLICO - ENTORNOS**

Com o objetivo de examinar distribuição e evolução do enriquecimento metálico nos sedimentos nos entornos da região urbana-portuária da cidade de Rio Grande, serão comparados os resultados de Pb, Cu, Zn, Cd, Cr e Ni de 1886 (fig. 19 a 24) com os obtidos nesse trabalho (fig. 25 a 30).

### **CHUMBO**

Os resultados da distribuição do FE do Pb nos sedimentos de 1996 (fig 25) mostram que as zonas que se destacam como as mais contaminadas correspondem ao Porto Novo e região adjacente ao Emissário Cloacal da Cidade. O enriquecimento em Pb dessa duas zonas (máx: 16,4) permitem classifica-las como muito impactadas por esse metal. O Pb é um elemento de considerável potencialidade tóxica a biota e ao homem, pois não é essencial aos processos biológicos.

Esses resultados corroboram outros trabalhos (Baisch, 1987, Baisch, et al 1988), que atribuem aos esgotos cloacais uma das principais fontes contaminantes de Pb ao estuário.

No entanto, o fato de se verificar o forte enriquecimento de Pb no Porto Velho; e que, apesar de menor, também se observa um enriquecimento no Porto Novo, indica que a diferentes atividades portuárias podem se constituir em fontes desse metal.

O Pb é um metal presente em muitos resíduos urbanos (lixo, poeira, etc). Considerando que o Porto Velho é zona mais enriquecida em Pb, e a mais próxima da zona urbanizada, é provável que parte da contaminação dessa região ocorra devido ao carreamento pluvial (chuvas) de fontes urbanas desse metal.

A dinâmica hidro-sedimentar mais reduzida (menor dispersão/diluição) no Porto Velho em relação os demais canais do Porto, deve favorecer o acúmulo desse contaminante metálico.

Pela comparação do enriquecimento do Pb dos sedimentos de 1986 (fig. 19) com os produzidos nesse relatório (fig. 19) constata-se que, de modo geral, houve

um aumento da contaminação desse metal. Chama a atenção que esse aumento é observado nas zonas impactadas, mas também em outras áreas como o Saco da Mangueira e a região norte do Superporto.

Além da atividade da própria atividade do Superporto como uma fonte metálica, deve-se admitir a possibilidade do aporte de material já contaminado por Pb originário da região do emissário cloacal da cidade.

A redução do enriquecimento de Pb observado próximo aos efluentes das indústrias de fertilizantes no Superporto (ponto M2), é atribuída a redução da atividade industrial. Contudo, a produção de Pb contaminante por essa atividade é muito reduzida, como pode ser verificado pelo pequeno enriquecimento desse ponto.

Merece ainda destaque o baixo enriquecimento de Pb nos sedimentos próximos a refinaria de petróleo, o que confirma o reduzido impacto desse metal por seus efluentes.

## **COBRE**

Os resultados do FE do Cu nos sedimentos de 1996 (fig. 26) mostram valores máximos de em torno de 6-7, o que indica um enriquecimento inferior ao do Pb.

A distribuição do enriquecimento nos sedimentos de 1996 (fig. 26) indica que o Porto Velho, a região próxima ao Emissário Cloacal e a região da desembocadura do Saco da Mangueira são as zonas mais contaminadas do estuário.

A região próxima ao Emissário Cloacal aparece como a mais enriquecida por Cu, logo pode ter origem diretamente pelas fontes cloacais. Esse quadro pode também ter origem indireta, devido a grande capacidade de fixação dos metais pela matéria orgânica. O incremento dos teores orgânicos dos sedimentos pode aumentar a contaminação metálica. Esse fato é particularmente importante para o Cu, pois esse metal apresenta uma forte associação geoquímica pela matéria orgânica. A fração metálica retida pode ser proveniente de outros pontos do estuário.

Verifica-se pela comparação do enriquecimento do Cu dos sedimentos de 1986 (fig. 20) com os produzidos em 1996 (fig. 26) que o enriquecimento permaneceu aproximadamente o mesmo, indicando uma estabilidade dos níveis de contaminação por esse elemento.

Assim como o Pb, observa-se uma diminuição do enriquecimento do Cu próximo aos efluentes das indústrias de fertilizantes no Superporto, que é atribuída, como já foi referido anteriormente, a uma redução da atividade industrial nesse local.

## ZINCO

O Zn é um elemento traço metálico freqüentemente utilizado como indicador de contaminação cloacal. O valores máximos de enriquecimento desse metal nos sedimentos de 1996 (fig 27), indica que sua principal fonte no estuário é de origem cloacal, como já sugerido por Baisch, 1987 e Baisch, et al 1988.

O enriquecimento desse metal observado no Porto Velho sugere que essa região pode estar também submetida ao efeito de efluentes cloacais e pluviais.

Em relação ao Pb e Cu, o enriquecimento de Zn mostra que a contaminação por esse metal é mais reduzida do que para aqueles metais.

A comparação do FE do Zn dos sedimentos de 1986 (fig. 21) com os produzidos nesse trabalho (fig. 27), permite constatar que o nível geral de contaminação não sofreu grandes modificações.

Pode no entanto ser observado um aumento do enriquecimento nos sedimentos do Saco da Mangueira, que deve estar relacionado com o despejo de esgotos cloacais, particularmente verificado na sua margem urbanizada (Almeida et al, 1993). Esses resultados estão de acordo com Franciscato, 1994, que também atribui uma origem cloacal ao Zn desse saco.

Essa região sofreu nos últimos anos um grande aumento de núcleos residenciais, que em sua maior parte, não possuem tratamento de seus esgotos cloacais.

Destaca-se a redução (cerca de 3 vezes) do enriquecimento desse metal no ponto (M2) próximo aos efluentes das indústrias de fertilizantes no Superporto.

## CÁDMIO

A distribuição dos valores do enriquecimento de Cd (1996), confirmam de modo claro, a influência das indústrias de fertilizantes no aporte desse metal ao estuário (fig 28). O enriquecimento mais importante (FE=30) é observado nos sedimentos da região próxima dos efluentes dessas indústrias no Superporto.

Contudo, a contaminação por esse metal reduziu-se drasticamente nessa região de 1986 com relação aos dados desse trabalho (pontos M2, TF1). O enriquecimento desse metal baixou cerca de 9 vezes de 1986 (fig. 22) para 1996 (fig. 28) no ponto mais próximo das indústrias de fertilizantes no Superporto (M2).

De modo contrário, verifica-se um aumento do enriquecimento de Cd de 1986 para 1996 no ponto (A2a) nas imediações dos efluentes da indústria de fertilizante no Saco da Mangueira. Apesar de ser um enriquecimento consideravelmente menor, esses dados, marcam um recrudescimento do aporte contaminante de Cd dessa indústria.

A região próxima ao Emissário Cloacal da cidade apresenta também com certo enriquecimento em Cd, podendo-se atribuir a esses esgotos uma certa contribuição desse metal. Parte do aporte contaminante de Cd, pode contudo, ser oriundo da indústria de fertilizantes localizada nas proximidades dessa área.

Mais uma vez deve ser referido a provável capacidade de fixação dos metais pelos sedimentos dessa zona. Observa-se um aumento da contaminação orgânica paralelamente ao aumento do enriquecimento do Cd nos últimos 10 anos (fig. 22 e 28).

As fontes contaminantes de Cd no estuário são evidentes, e representa uma preocupação no que se refere o risco ambiental, tendo em vista a importante capacidade tóxica desse metal aos ciclos biológicos e ao homem. Entretanto, observa-se um importante redução do enriquecimento a partir dos principais pontos de aporte (fig. 22 e 28) . Isso sugere que os processos hidro-sedimentares de diluição/dispersão no estuário, são eficientes para a redução rápida dos teores, com a conseqüente redução dos níveis de contaminação.

## CROMO

A distribuição do FE do Cr nos sedimentos de 1996 (fig 29) mostra que a contaminação pode ser considerada pequena na região estuarial. O enriquecimento do é restrito a determinadas zonas, e quantitativamente pequeno, por consequência a contaminação por Cr não é estimada como importante.

As zonas que se destacam como as mais contaminadas, são as situadas nas adjacências das zonas portuárias, em especial o Porto Velho e no Superporto (ponto M2).

Os teores muito reduzidos (FE em torno de 1) encontrados na maior parte dos Sacos da Mangueira e do Arraial comprovam que essas regiões não apresentam um processo de contaminação por Cr.

Ademais, as características da distribuição do Cr mostram que os esgotos cloacais, e a atividade de refino de petróleo devem ser consideradas como fontes antrópicas muito pequenas desse metal.

Entretanto, como já foi constatado por outros trabalhos (Baisch, 1987, Baisch et al 1988, Travassos, 1993), verifica-se a contaminação de Cr através dos efluentes das indústrias de fertilizantes. O ponto de maior enriquecimento encontra-se nas imediações dos efluentes dessas indústrias no Superporto (Ponto M2).

Acredita-se que o Cr esteja ligado dos resíduos minerais resistentes ao tratamento industrial das rochas fosfáticas utilizadas na fabricação dos fertilizantes.

Assim como o observado com o Cd, a contaminação por Cr reduziu-se nessa região de 1986 (fig. 23) para 1996 (fig. 28). Esse processo é imputado a diminuição da atividade dessas indústrias, o qual foi constatado visualmente e através de diversos parâmetros nesse trabalho (vide texto anterior).

O ponto (A2a) no Saco da Mangueira, próximo dos efluentes da indústria de fertilizantes, apresenta um aumento do enriquecimento de 1986 (fig. 23) para os dados produzidos durante esse trabalho - 1996 (fig. 28). O aumento do enriquecimento nesse ponto comprova a contaminação de Cr pelos efluentes dessa indústria, apesar de ser avaliado como pequeno.

As características apresentadas pelo Cr na região estuarial, não nos permitem relacionar a origem da contaminação dos sedimentos do Porto Velho, às fontes antrópicas até o momento veiculadas. Esse impacto é provavelmente originado dos resíduos metálicos dos restos de embarcações, sucatas metálicas e

resíduos resultantes dos trabalhos de raspagem e manutenção dos navios. A lixiviação do Cr dos equipamentos portuários (quindastes, máquinas, etc) podem ser também arrolados com fontes contaminantes potenciais desta zona portuária. O maior impacto de Cr no Porto Velho seria favorecido pela menor dinâmica hidro-sedimentar em relação aos outros canais.

A comparação do enriquecimento do Cr dos sedimentos de 1986 (fig. 23) com os produzidos nesse trabalho (fig. 29) permite constatar que os níveis de contaminação permaneceram aproximadamente os mesmos.

## NÍQUEL

Os resultados do FE do Ni nos sedimentos de 1996 (fig 30) mostram que a maior parte do estuário apresenta valores próximo dos níveis naturais. Os valores máximos em torno de 3-4, confirmam a pequena contaminação desse metal no estuário. Os canais do Porto Velho ao Superporto destacam-se como as regiões mais enriquecidas por Ni.

A análise da distribuição do Ni no estuário permite concluir que esse metal não apresenta contribuição antrópica através dos esgotos cloacais, dos efluentes das indústrias de fertilizantes e do refino de petróleo.

A distribuição do FE do Ni é muito semelhante a do Cr, e as zonas comuns de enriquecimento relacionam-se aos canais de navegação, especialmente no Porto Velho. Pode-se, portanto, atribuir ao Ni a mesma origem veiculada ao Cr.

A maior parte dos equipamentos portuários, sucatas metálicas e restos de navios são constituídos de ligas de aço, possuindo teores variáveis de Ni e Cr.

Os valores do enriquecimento de Ni de 1986 (fig. 24) em comparação aos observados em 1996 (fig. 30) mostram que a contaminação permaneceu aproximadamente nos mesmos níveis durante esses 10 anos.



## **FONTES DOS METAIS E FASES DE ASSOCIAÇÃO COM OS SEDIMENTOS**

A capacidade tóxica dos elementos pesados não depende apenas de seus níveis de concentração nos sedimentos. O tipo de ligação química desses elementos com os substratos sedimentares representa um dos fatores mais importantes no exame da capacidade tóxica dos elementos metálicos a biota.

Na maior parte dos casos, os sedimentos são o mais importante estoque de metais dos sistemas aquáticos, particularmente em regiões sujeitas a processos de contaminação. Os sedimentos podem atuar como fontes de metais à biota, através da absorção direta pelos organismos bentônicos, ou por processos geoquímicos de liberação dos metais dos sedimentos para a coluna d'água.

O conhecimento da forma de ligação dos metais com os suportes geoquímicos sedimentares ou “repartição geoquímica”, podem fornecer importantes indícios de seu comportamento e de seu potencial tóxico. A fração metálica originada de fontes contaminantes possuem normalmente ligações fracas com os substratos sedimentares. Esses metais também chamados de “lábeis ou mobilizáveis” são aqueles considerados prejudiciais aos ciclos biológicos.

Nesse trabalho foram realizadas análises da fração metálica mobilizável dos metais traços (0,1 N, HCl) em 12 amostras consideradas estratégicas.

As figuras 31 e 32 mostram os teores mobilizáveis e residuais dos metais nos diferentes pontos de estudo.

Os resultados obtidos concordam plenamente com a análise descrita anteriormente nesse documento. Os pontos de maior teor da fração mobilizável são encontrados nas regiões consideradas mais contaminadas. Existe portanto uma relação direta do enriquecimento metálico com o teor da fração mobilizável.

As zonas consideradas mais contaminadas em cada metal, são aquelas que apresentam os maiores teores da fração mobilizável: região do Porto Novo, região adjacente ao Emissário Cloacal da Cidade, região do Saco da Mangueira próxima a desembocadura e região do Superporto próxima aos efluentes das indústrias de fertilizantes.

Destacam-se pelos altos teores da fração mobilizável o Pb, Zn Cd e Cu enquanto que o Cr e Ni apresentam valores muito reduzidos. Esses dados mostram que a contaminação por Cr e Ni é menor do que a contaminação pelos outros

metais. Contudo, a mobilidade é também uma característica química do elemento e do substrato geoquímico ao qual ele está associado.

O Cr é um contaminante metálico com elevada toxicidade, porém apresenta uma baixa mobilidade geoquímica o que pode reduzir sua potencialidade tóxica. O Cr produzido pelas indústrias de fertilizantes apresenta-se fortemente ligado a fase residual (fig. 32, ponto M2), assim apresenta toxicidade mais reduzida do Cr originário dos resíduos metálicos no Porto Velho (fig. 32, ponto 21).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos empreendidos nesse trabalho, permitiram traçar uma série de considerações sobre o impacto por matéria orgânica e por metais pesados nos sedimentos do estuário da Lagoa dos Patos. Nessa parte final destacaremos apenas alguns pontos que consideramos como importantes.

- As regiões globalmente mais contaminadas (matéria orgânica e metais) do estuário são: região do Porto Novo, região adjacente ao Emissário Cloacal da Cidade, região do Saco da Mangueira próxima a desembocadura e região do Superporto próxima aos efluentes das indústrias de fertilizantes.

Apesar dessas regiões serem consideradas contaminadas em metais e compostos orgânicos, observa-se uma importante redução dos teores em direção as zonas adjacentes. Esse quadro indica que os processos de dispersão/diluição, causados pela intensa dinâmica hidro-sedimentar -tanto dos canais quanto das regiões rasas- são eficientes para a redução dos níveis de contaminação.

- A zona mais contaminada por compostos orgânicos é região conhecida como Coroa do Boi adjacente ao Emissário Cloacal da Cidade, indicando que a fonte cloacal é a mais importante via de contaminantes orgânicos no estuário. As indústrias de fertilizantes aparecem a seguir, caracterizando-se principalmente pelo aporte de fósforo e compostos nitrogenados.

- O estuário encontra-se em um processo crescente de contaminação orgânica, atribuído ao aumento da carga de efluentes cloacais e dos efluentes das indústrias de fertilizantes. O Saco da Mangueira é o local que apresentou o maior aumento de sua contaminação por compostos orgânicos nos últimos 10 anos. O aporte cloacal resultante do aumento da urbanização de suas margens é um dos principais fatores responsáveis por esse processo.

- A região do Porto Velho aparece como a mais contaminada entre todas das regiões portuárias (Porto Novo, Superporto). Destaca-se a contaminação por Pb, Zn, Cr, COP e NOP, sendo os efluentes urbanos/pluviais, atividades ligadas aos

terminais pesqueiros, e a atividade portuária em geral (resíduos orgânicos e metálicos) as principais fontes contaminantes nessa região.

Sugere-se que seja realizado um controle mais efetivo dos efluentes do tratamento do pescado e de outros despejos sólidos e líquidos comuns nessa região.

- Excluindo-se o ponto próximo dos efluentes das indústrias de fertilizantes, a região do Superporto apresentou níveis de contaminação considerados pequenos. Esse quadro é atribuído diluição/dispersão dos contaminantes devido a intensa dinâmica hidro-sedimentar desse local.

- A atividade portuária do terminal de grãos representa uma das principais fontes contaminantes em matéria orgânica (C/N) da região do Superporto.

- Considerando-se o estuário de modo global, o Pb foi o metal que apresentou o maior aumento da contaminação. Suas principais fontes estão ligadas aos efluentes cloacais/pluviais e as atividades portuárias.

- Como base os resultados obtidos nesse trabalho, pode-se concluir que as principais fontes contaminantes em termos de metais pesados na região estuarial são causados pelos efluentes cloacais e resíduos orgânicos (principalmente Pb, Zn, Cu) e os efluentes das indústrias de fertilizantes (principalmente Cd, Cr).

O Cr produzido por essas apresenta-se principalmente associado a fase residual, o que diminui sua potencialidade tóxica.

- A redução das atividades das indústrias de fertilizantes determinou uma redução na contaminação de todos os metais estudados, especialmente em Cd. Apesar de ser observado uma diminuição do impacto dessas indústrias na região do Superporto, o Cd continua presente e potencialmente tóxico devido a sua associação com a fase mobilizável.

- A redução, nos últimos anos, da atividade industrial de fertilizantes na região do Superporto, diminuiu os níveis de contaminação, de metais - especialmente de Cd- e de fósforo, na região do Superporto. Entretanto, os níveis mais elevados de contaminação de Cd e fósforo do estuário continuam a ser

observados nessa região. Esse metal apresenta-se potencialmente tóxico devido a sua associação com a fase mobilizável.

- O controle das emissões orgânicas (navios, indústrias de pesca, etc) e o tratamento dos esgotos cloacais no estuário, devem ser melhor fiscalizados e incentivados. Esses efluentes tem fundamental importância, além de se constituírem em fontes orgânicas e metálicas, podem pelo aumento da matéria orgânica, determinar o aumento da retenção metálica e assim incrementar indiretamente os níveis de contaminação dos sedimentos.

- Os aportes de contaminantes via atmosférica -principalmente os particulados de origem industrial- devem ser considerados com importantes na região estuarial, mas não se dispõe de dados conclusivos. O estudo dessas fontes é considerado como muito importante para a caracterização e diagnóstico da geoquímica da região estuarial.

- Tendo em vista a contaminação dos sedimentos de fundo do estuário, os trabalhos de dragagem podem causar liberação de metais, de compostos orgânicos e inorgânicos ao meio hídrico e a biota. O impacto das atividades de dragagem na liberação de contaminantes dos sedimentos deve ser assunto de estudo específico.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GRAFIAALMEIDA, M.T.; BAUMGARTEN, M.G.Z. & RODRIGUES, R.M.S. 1993. Identificação das possíveis fontes de contaminação das águas que margeiam a Cidade do Rio Grande -RS. Documentos Técnicos 06, Editora da FURG, 36p.

BAISCH, P.R. & NIENCHESKI, F. 1985. Metais Pesados nos Sedimentos do Estuário da Lagoa dos Patos. Anais do I Seminário sobre Pesquisa da Lagoa dos Patos. vol I, 9 fig, 15 p.

BAISCH P.R. 1987. Les oligo-éléments métalliques dans les sédiments de la Lagune dos Patos - Brésil. Mémoire DEA Océanologie. Université de Bordeaux I. France. 62 p.

BAISCH, P. 1994. Les oligo-éléments métalliques du Système Fluvio-lagunaire dos Patos (Brésil) - Flux et Devenir. Thèse de Doctorat. Université de Bordeaux I. n° 1136. 345p.

BAISCH, P.; JOUANNEAU, J.M. & ASMUS, H. 1989. Chemical composition of sediments from the Patos Lagoon, Brazil. XIII Intern. Geoch. Explor. Symposium et II Brasil. Geoch. Congress. Rio de Janeiro. vol.1. pp. 11-20.

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.

BALLINGER D.G. & Mc KEE G.D. 1971 Chemical characterization of bottom sediments. Journal of Water Pollution Control Federation. 43, 2. pp. 216-227.

BAUMGARTEN, M.G.Z.; NIENCHESKI, L.F. & KUROSHIMA, K.N. 1995. Qualidade das águas estuarinas que margeiam o município de Rio Grande (RS): Nutrientes e detergentes dissolvidos. Revista Atlântica. Vol. 17: 17-34

BENNETT, J. R. 1987. The physics of sediment transport, resuspension and deposition. *Hydrobiologia*. 149, 5-12.

BOWEN H.J.M. 1979. Environmental geochemistry of the elements. Academic Press. London. New York. Toronto. 333 p.

CALLIARI, L. J.; BAISCH, P.R. & TAGLIANI P. 1995. Áreas de despejo da dragagem relativa ao Edital nº 006-C/94 - DEPREC, Relatório de Impacto Ambiental - FEPAM, Of. FEPAM/Decont. 2574/95. 25 p.

DELAUNE, R. D. & SMITH, C.J. 1985. Release of nutrients and metals following oxidation of freshwater and saline sediments. *Journal of Environmental Quality*. 14 (2), 164-168.

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.

FORSTNER U. & WITTMAN G. 1979. Metal Pollution in the Aquatic Environment. Springer. Berlin Heidelberg New York, 486 p.

FORSTNER U. 1987. Sediment-associated contaminants - an overview of scientific bases for developing remedial options. *Hydrobiologia* 149, 21 -246.

KEMP A. L. W. & THOMAS R.L. 1976. Impact of man's activities on the chemical composition in the sediments of lakes Ontario , Erie and Huron. *Water Air Soil Poll* 5:469-490

LACERDA, L.D.; PFEIFFER, W.C. & FISZMAN, M. 1982. Níveis naturais de metais pesados em sedimentos marinhos da Baía da Ribeira, Angra dos Reis. *Ciência e Cultura*, 34(7): 921-924.

NIENCHESKI, F.; WINDOM, H. & SMITH, R. 1994. Distribution of particulate trace metal in Patos Lagoon estuary (Brasil). *Mar. Poll. Bull.* 28, 96-102.

PAIM, P.S.G. & MOLLER JR. O.O. 1986. Material em suspensão e dissolvido no estuário da Laguna dos Patos, Fase III. Relatório Final. LOG/FURG/DEGEO.

PATCHINEELAM S. R. 1988. Atmospheric Lead Deposition into Guarapina Lagoon, Rio de Janeiro State Brazil. In: Seeliger, U Lacerda, LD e Patchineelam SR (Eds). Metals in Coastal Environments of Latin America. Springer- Verlag. pp 65-76.

SALOMONS W. & FORSTNER U. 1984. Metals in the hydrocycle. Springer-Verlag Berlin, 349 p. ‘

SALOMONS W., KERDIK H., Van PAGEE H., KLOMP R. & SCHREUR A. 1988. Behaviour and Impact Assessment of Heavy Metals in Estuarine and Coastal Zones. In Metals in Coastal Environments of Latin America (Seeliger U, de Lacerda L.D. et Patchineelam S.R. eds). Springer-Verlag, Berlin, pp.157-193

TAYLOR, D. 1976. Distribution of heavy metals in the sediments of an unpolluted estuarine environment. The Sci. Total Environ., 6: 259-264.

THOMAS, R. L. 1987. A protocol for the selection of process oriented remedial options to control the in situ sediment contaminants. Hydrobiologia. 149, 247-258.

TRAVASSOS, M.; BAISCH, P. & LACERDA, L. 1993. Geochemistry distribution of heavy metals of the Patos Lagoon Estuary - Brazil. Heavy Metals in the Environment- Toronto. Vol.1, pp. 185-188.

TUREKIAN K.K. & WEDEPOHL K.H. 1961. Distribution of the elements in some units of the earth's crust. Bull. Geol. Soc. Am., 72, pp.175-192.

WALTERS L.J., WOLERY T. J. & MYSER R. D. 1974. Occurrence of As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Sb, and Zn in Lake Erie sediments. Proc 17th Conf Great Lakes Res 219-234.

WILLIAMS, J. D.; JAQUET, J. M. & THOMAS, R. L. 1976. Forms of phosphorus in the surficial sediments of lake Erie. J. Fish. Res. Bd. Canada. 33, 413-429.



<b>Testemunho</b>	<b>Cd</b>	<b>Pb</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Ni</b>	<b>Cr</b>
C 1	0,33	1,3	1,3	4,4	1,8	3,6
C 2	0,32	1,3	1,2	4,7	2,2	3,9
C 4	0,37	1,3	1,5	5,0	2,1	3,8
C 6	0,35	1,5	1,4	4,1	2,1	4,2
C 9	0,32	1,5	1,7	4,1	2,1	3,4
<b>NR</b>	<b>0,34</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>4,5</b>	<b>2,1</b>	<b>3,8</b>

Tab.1 - Valores de níveis de referência (NR) dos elementos traços metálicos (Me/Al) calculados a partir do estudo de testemunhos na região estuarial.

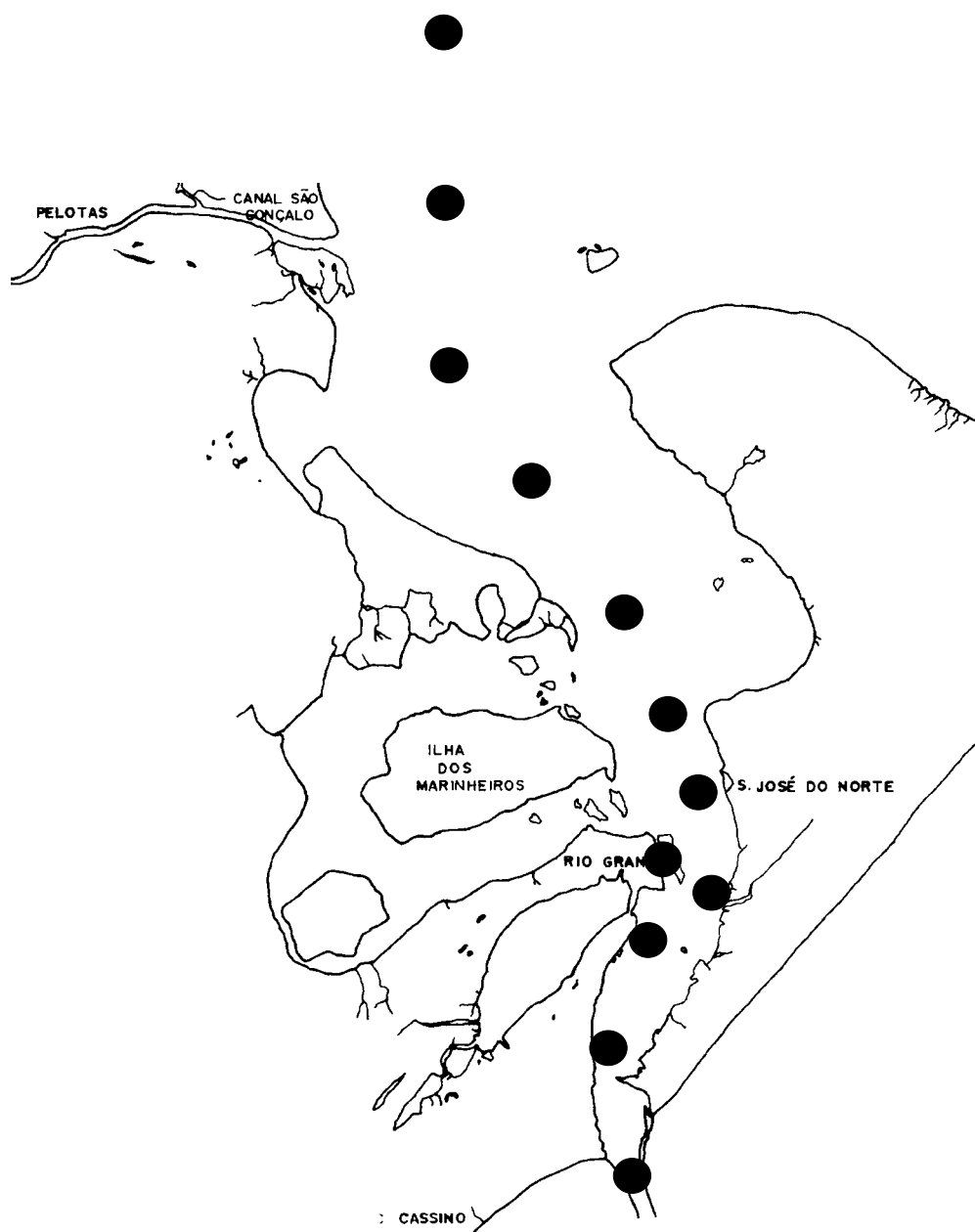


Figura 1- Mapa com a localização dos pontos de coleta de sedimento utilizadas na confecção dos perfis (N - S) na região do Estuário da Lagoa dos Patos

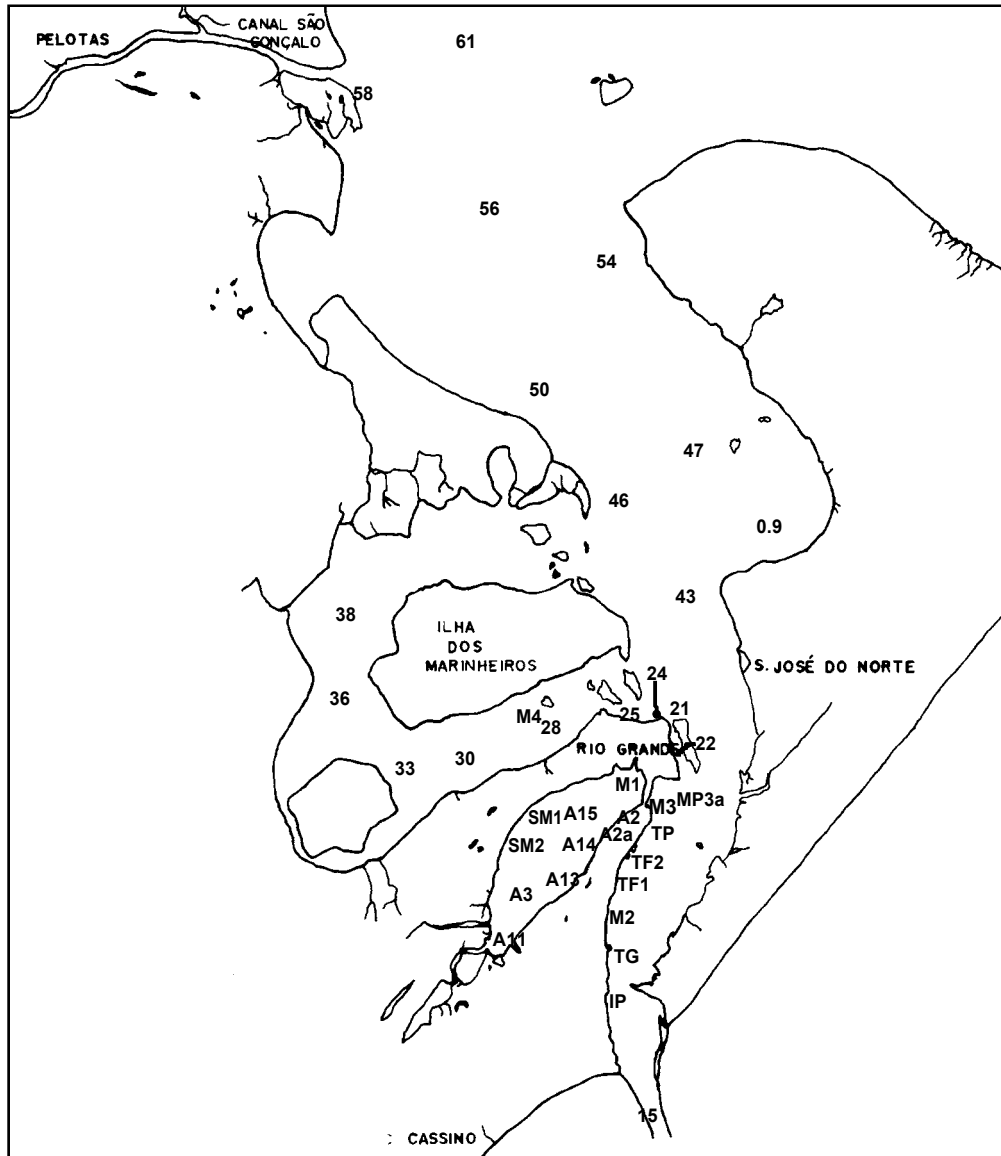


Figura 2 - Mapa de localização dos pontos de coleta dos sedimentos nos entornos (zonas pouco profundas) da região portuária urbana.

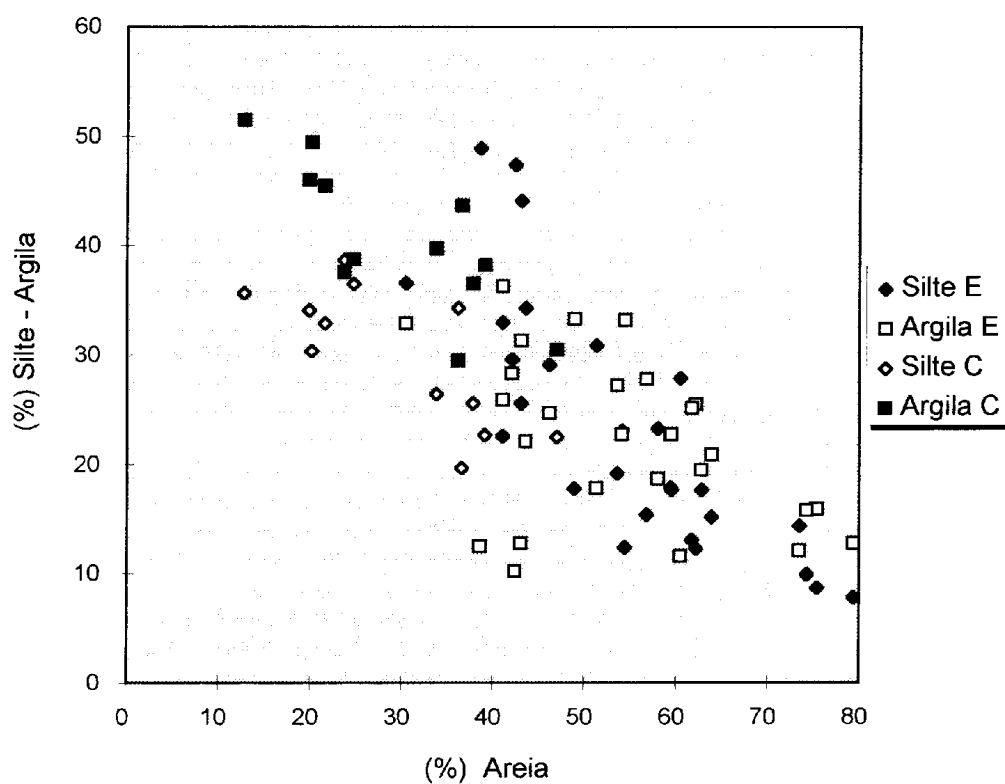


Fig 3 - Teores de areia (> 0,062 mm); Silte (0,062- 0,004 mm); Argila (< 0,004 mm) dos sedimentos de fundo dos canais de navegação e dos entornos da zona portuária e urbana. E= zonas rasas (entornos); C= canais.

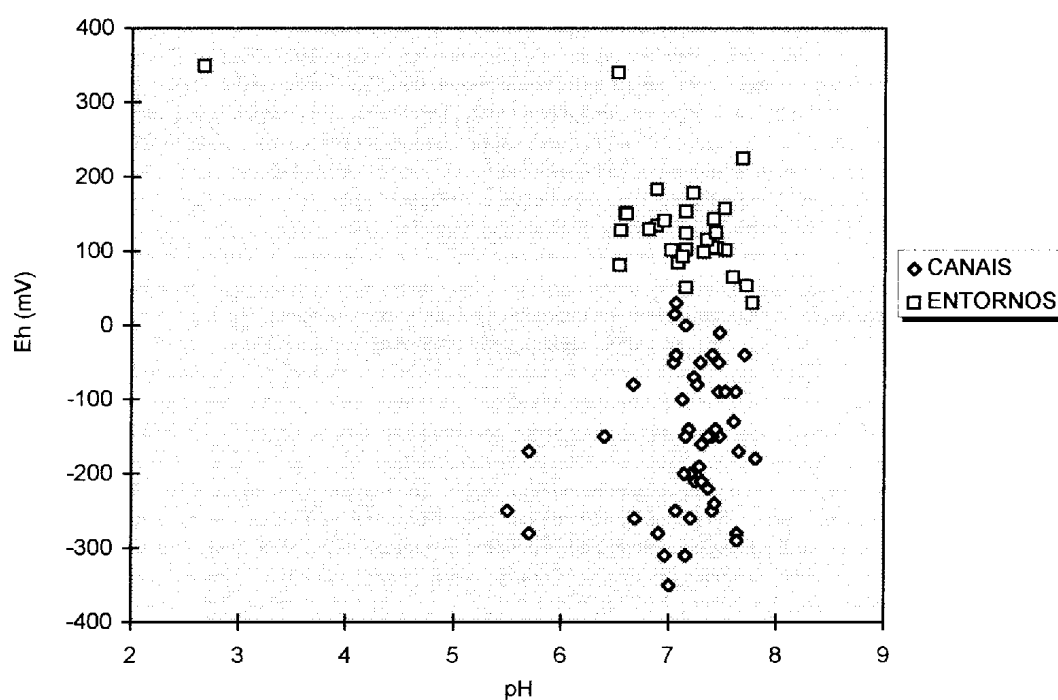


Fig 4 - Valores de pH e Eh (mV) dos sedimentos dos canais e entornos (zonas rasas) da região portuária da região estuarina.

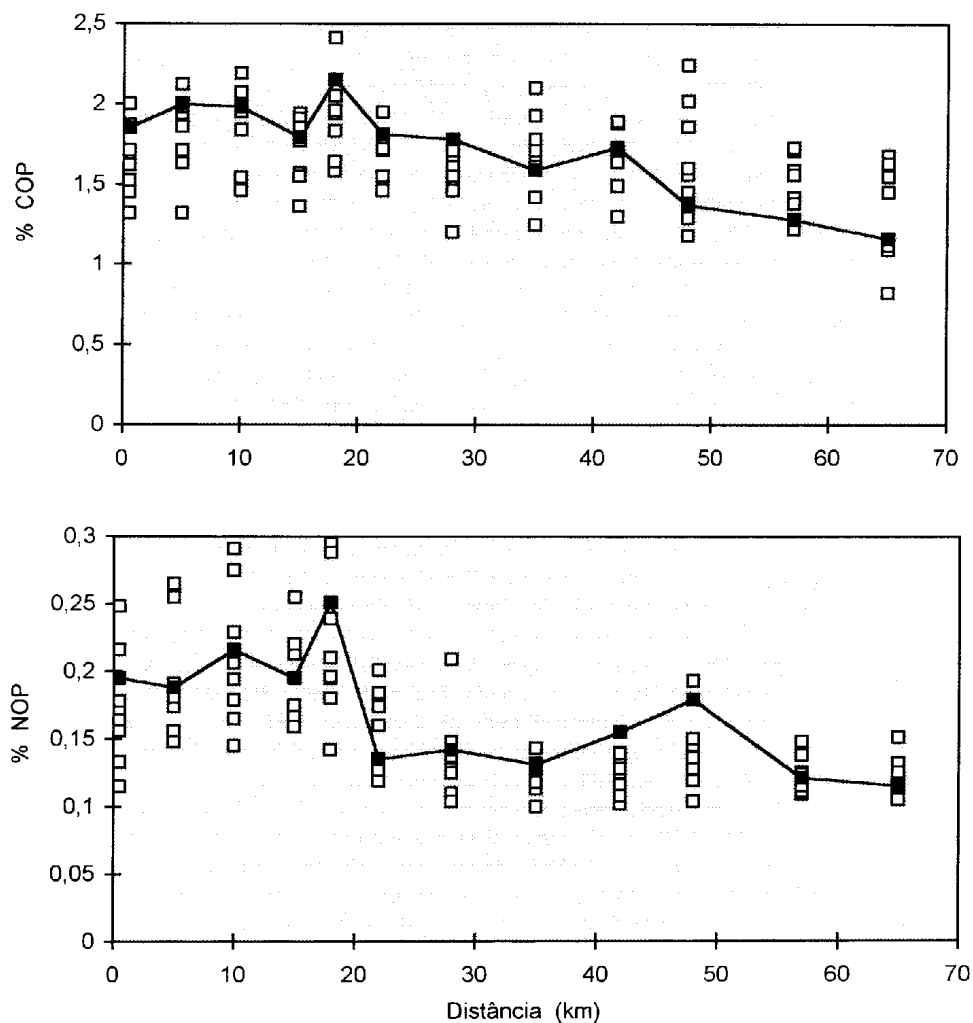


Fig. 5 - Dados de COP e NOP dos sedimentos ao longo do estuário da Lagoa dos Patos (10/96) em comparação com valores pretéritos de perfis de épocas inverno-verão.

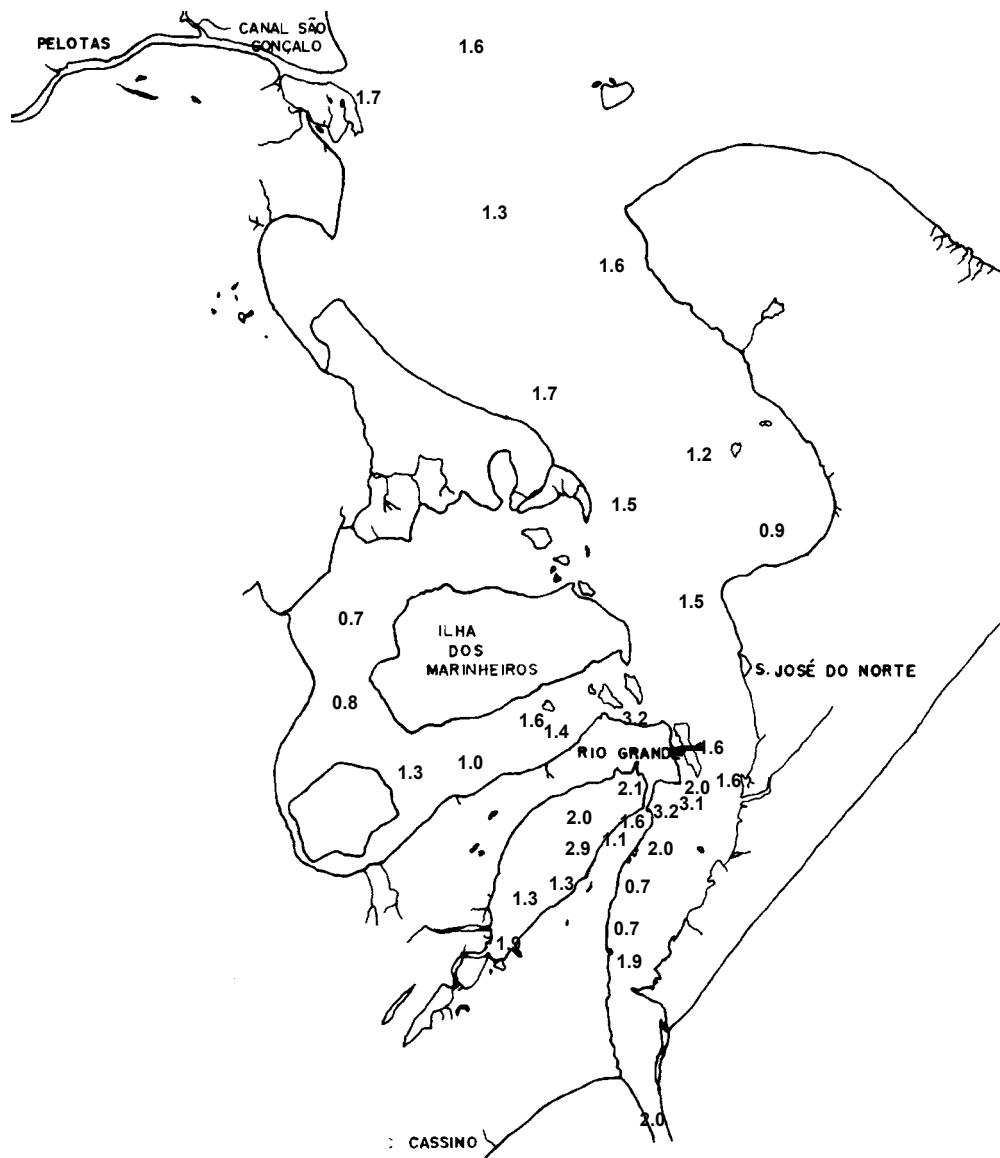


Figura 6 - teores (%) de Carbono Orgânico Particular (COP) nos sedimentos superficiais do Estuário da Lagoa dos Patos 1986.

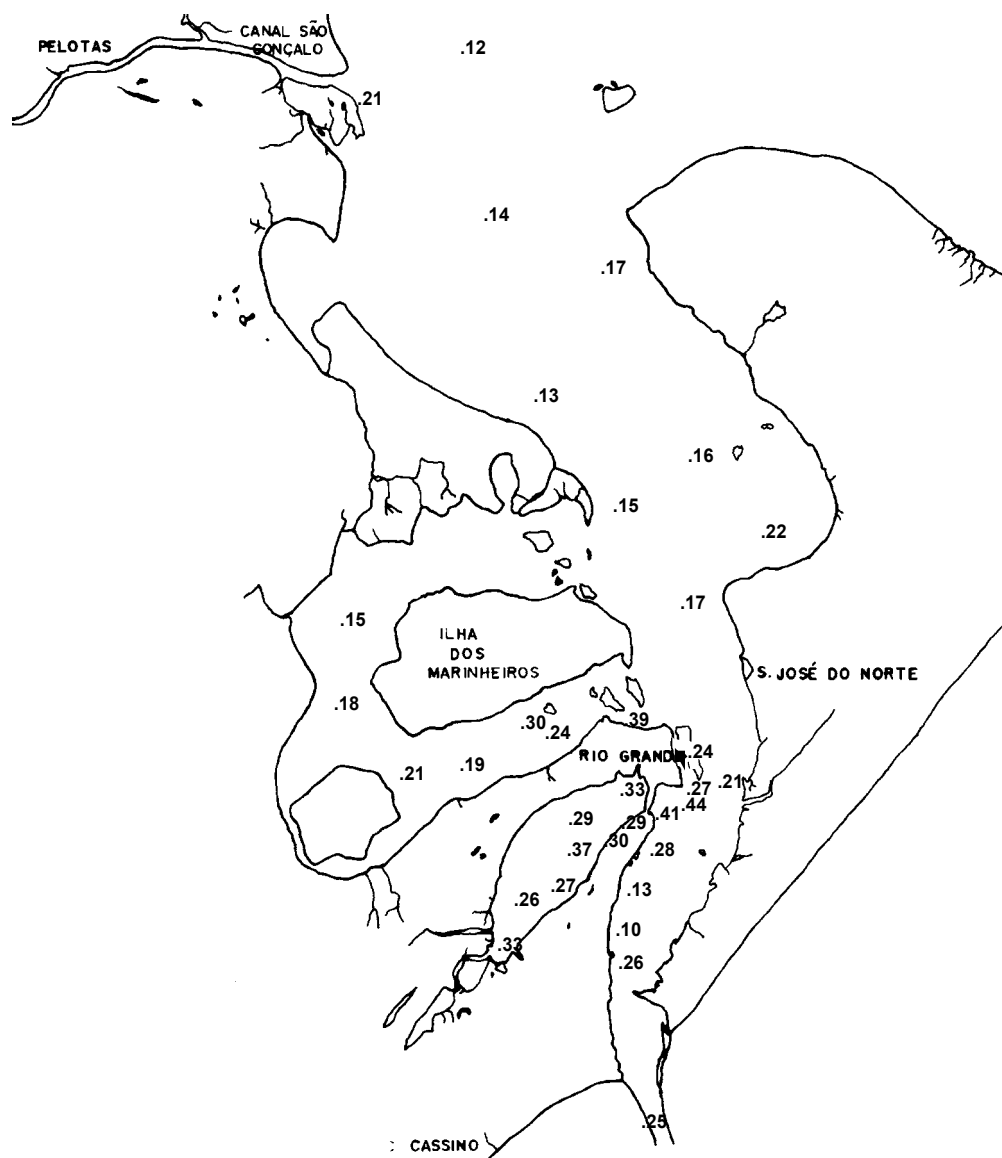


Figura 7 - Teor (%) de Nitrogênio Orgânico Particulado (NOP) nos sedimentos superficiais do Estuário da Lagoa dos Patos (1986).



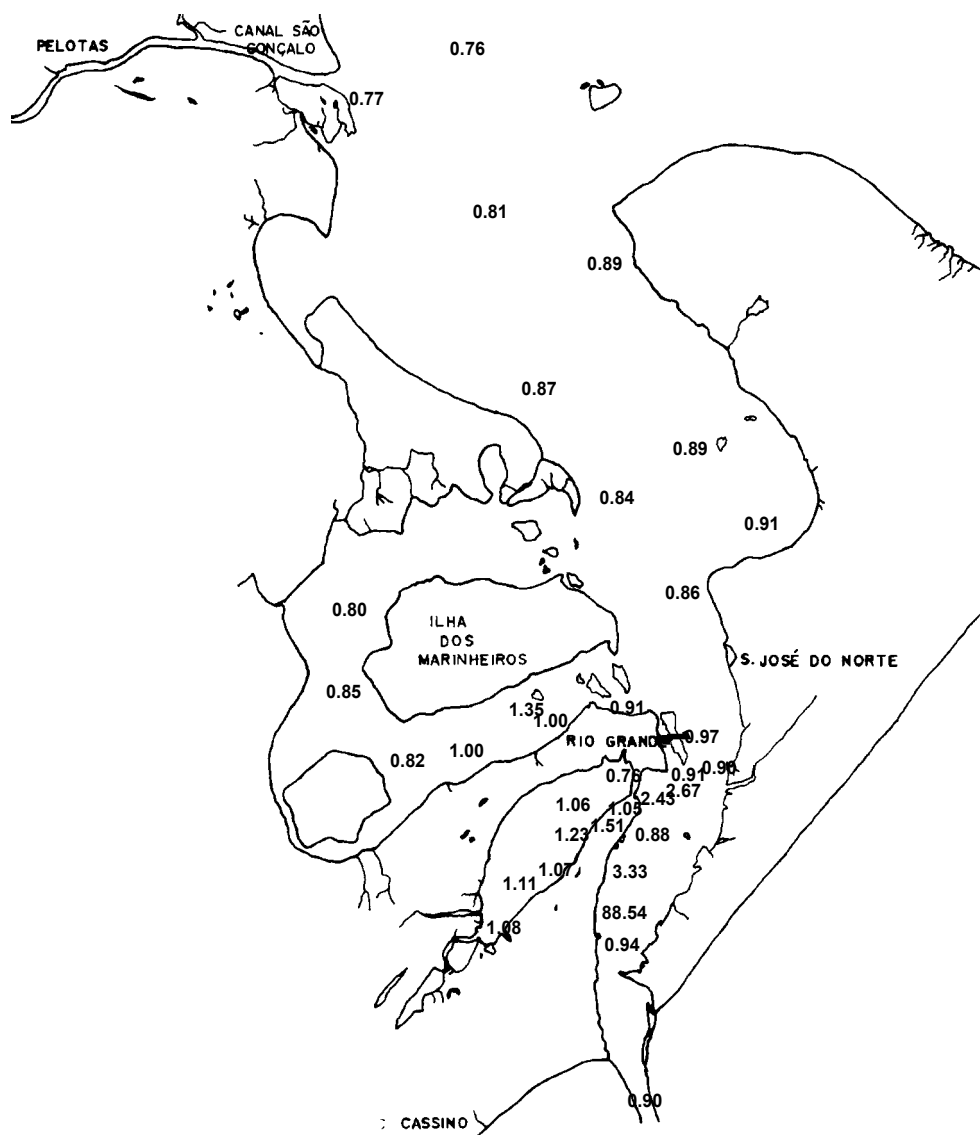


Figura 8 - teores de fósforo (P - Total) dos sedimentos superficiais do Estuário da Lagoa dos Patos (1986). Valores em mg/Kgx10(-3).

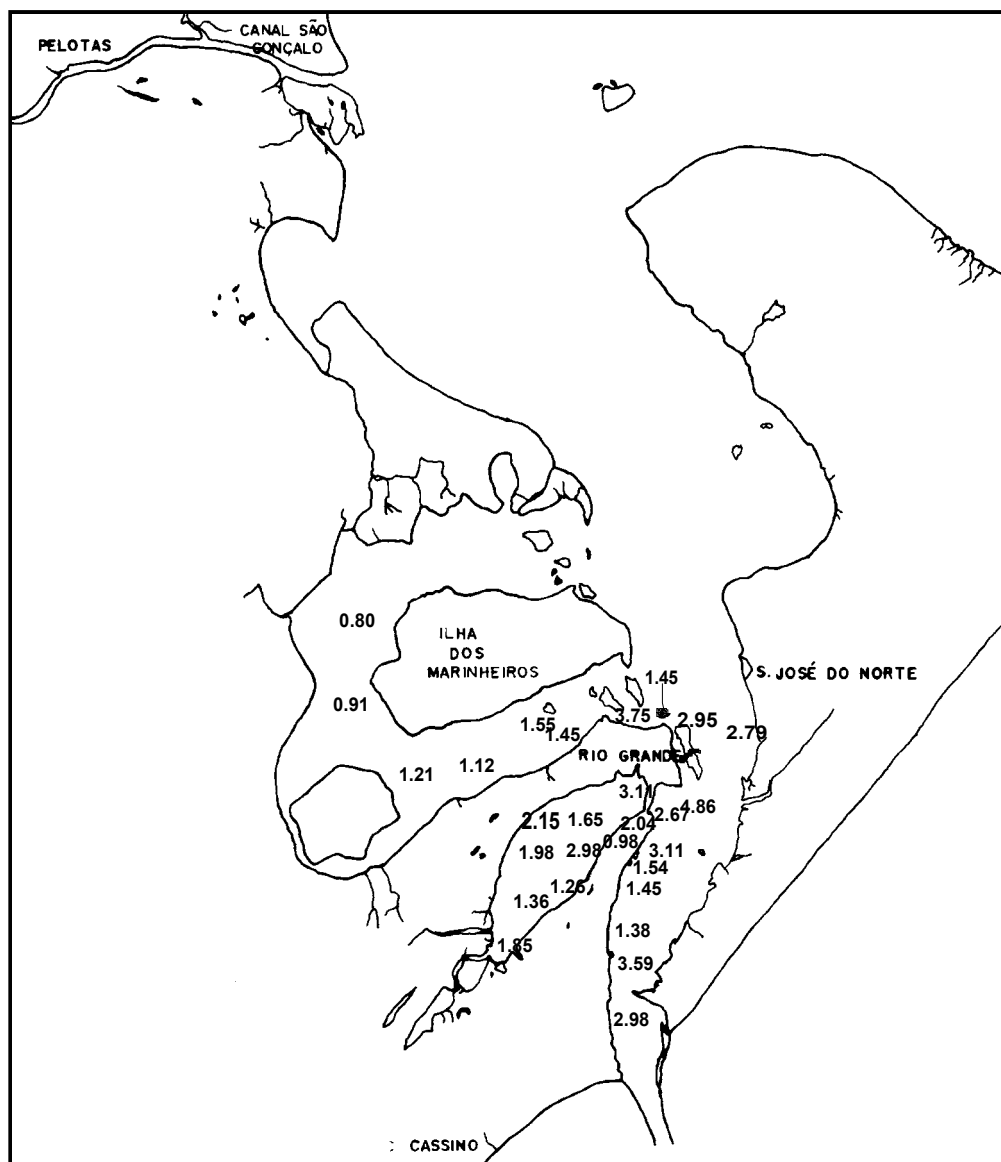


Figura 9 - Teores de COP (%) nos sedimentos superficiais do Estuário da lagoa dos patos (1996).

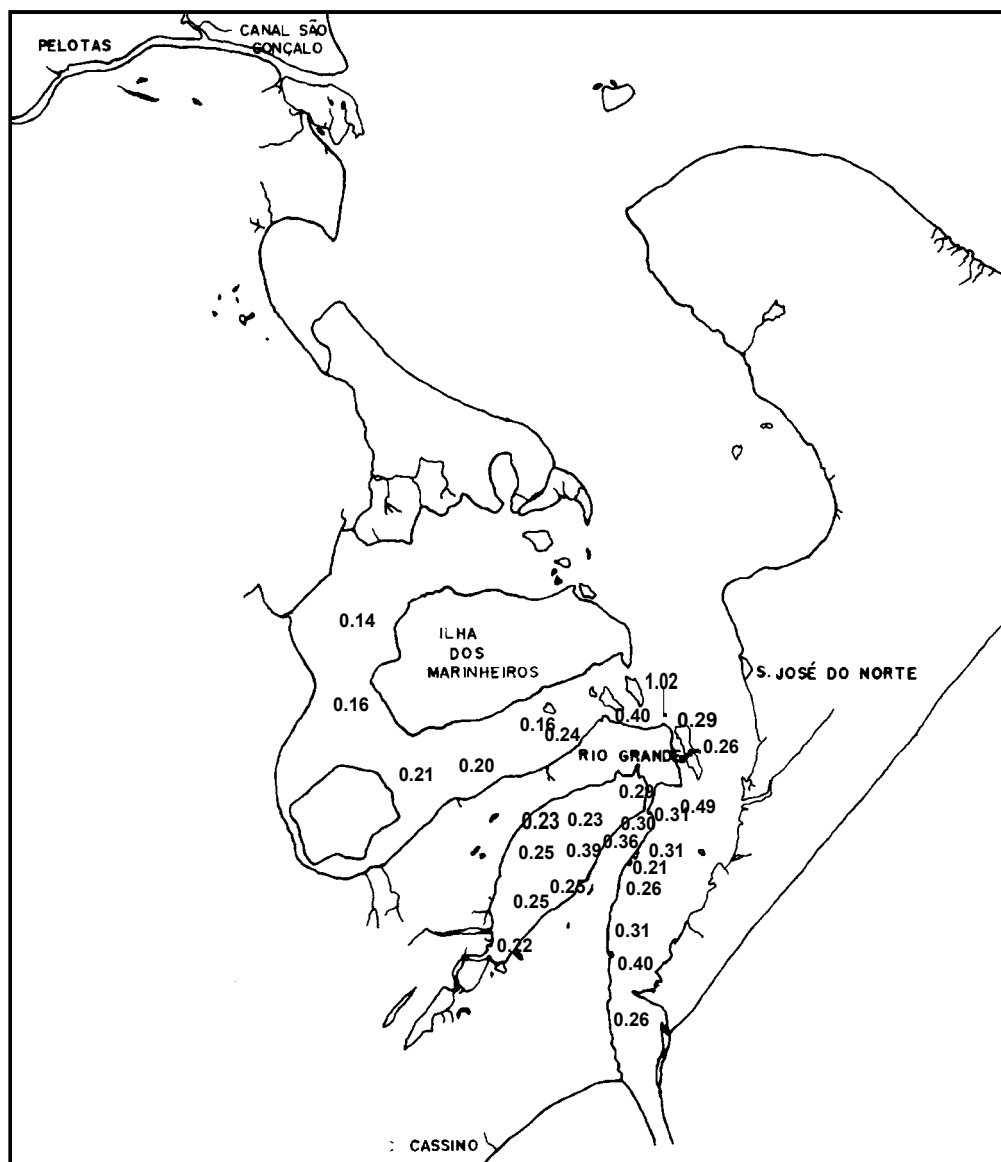


Figura 10 - Teores de NOP (%) nos sedimentos superficiais do Estuário da lagoa dos patos (1996).

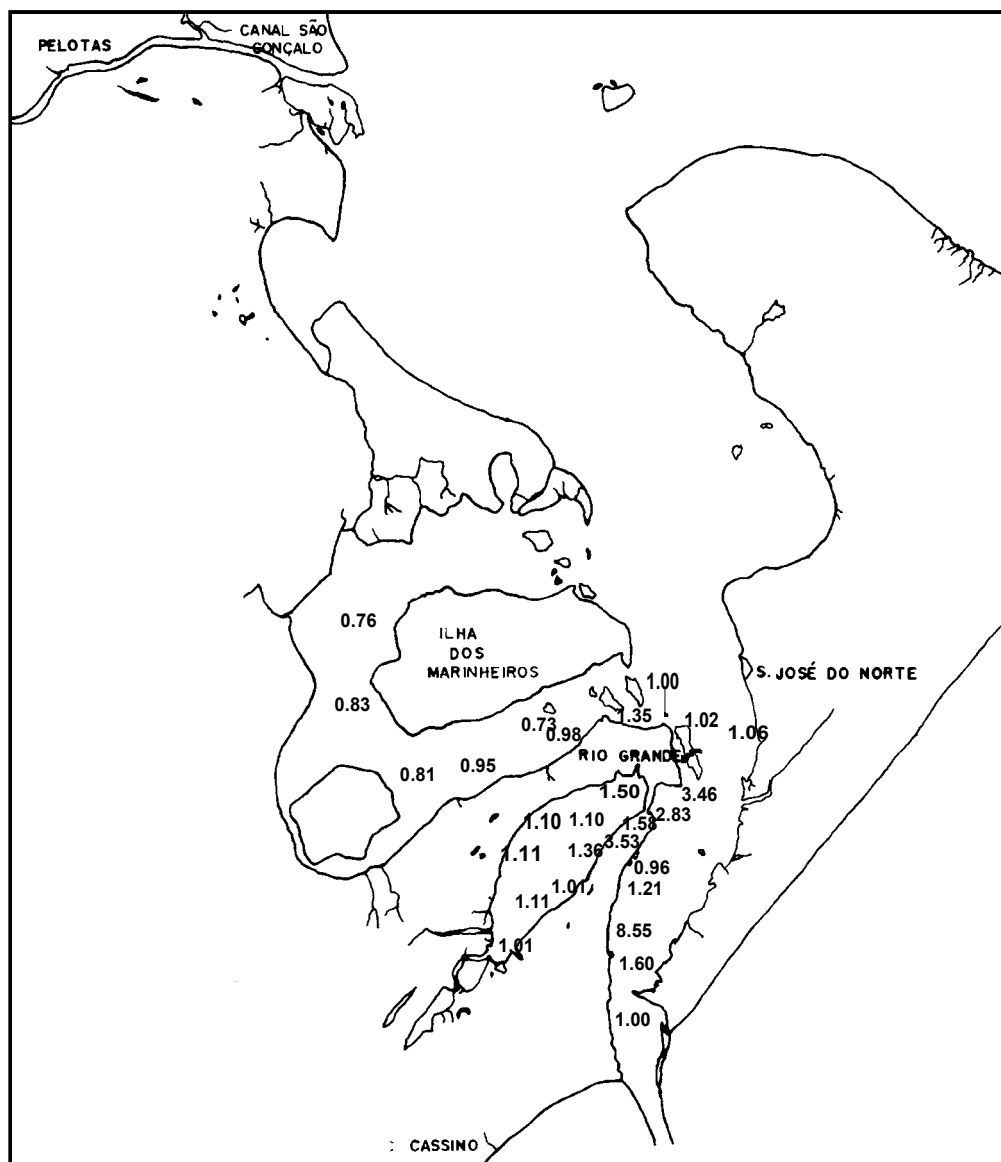


Figura 11 - Teores de Fosforo ( P - Total) dos sedimentos superficiais do Estuário da Lagoa dos Patos (1996). Valores em mg/Kg x 10(-3).

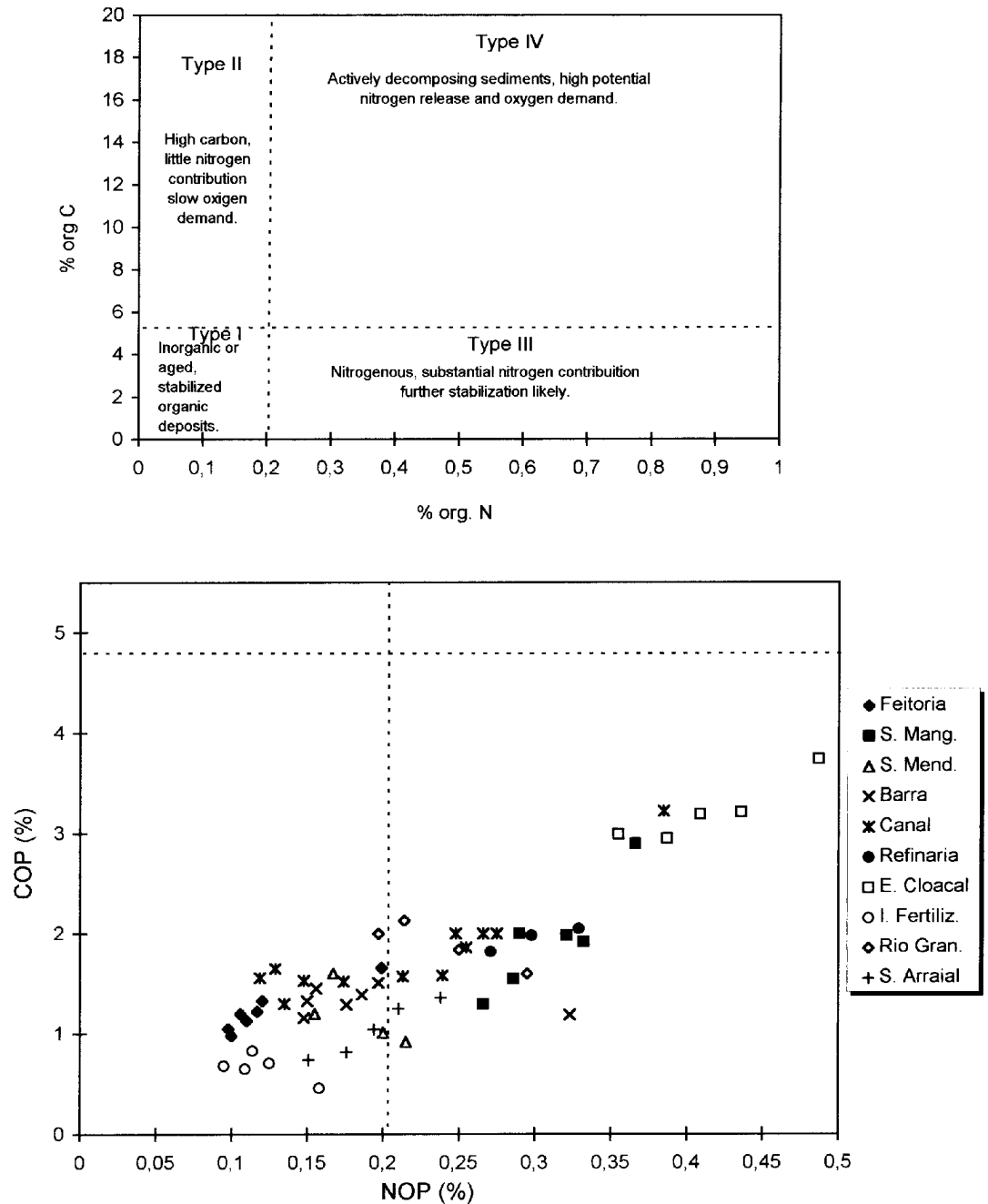


Fig. 12 - Classificação da contaminação orgânica dos sedimentos de diferentes setores do estuário, segundo os teores em Carbono Orgânico Particulado (COP) e de Nitrogênio Orgânico Particulado (NOP) (1984-1989).

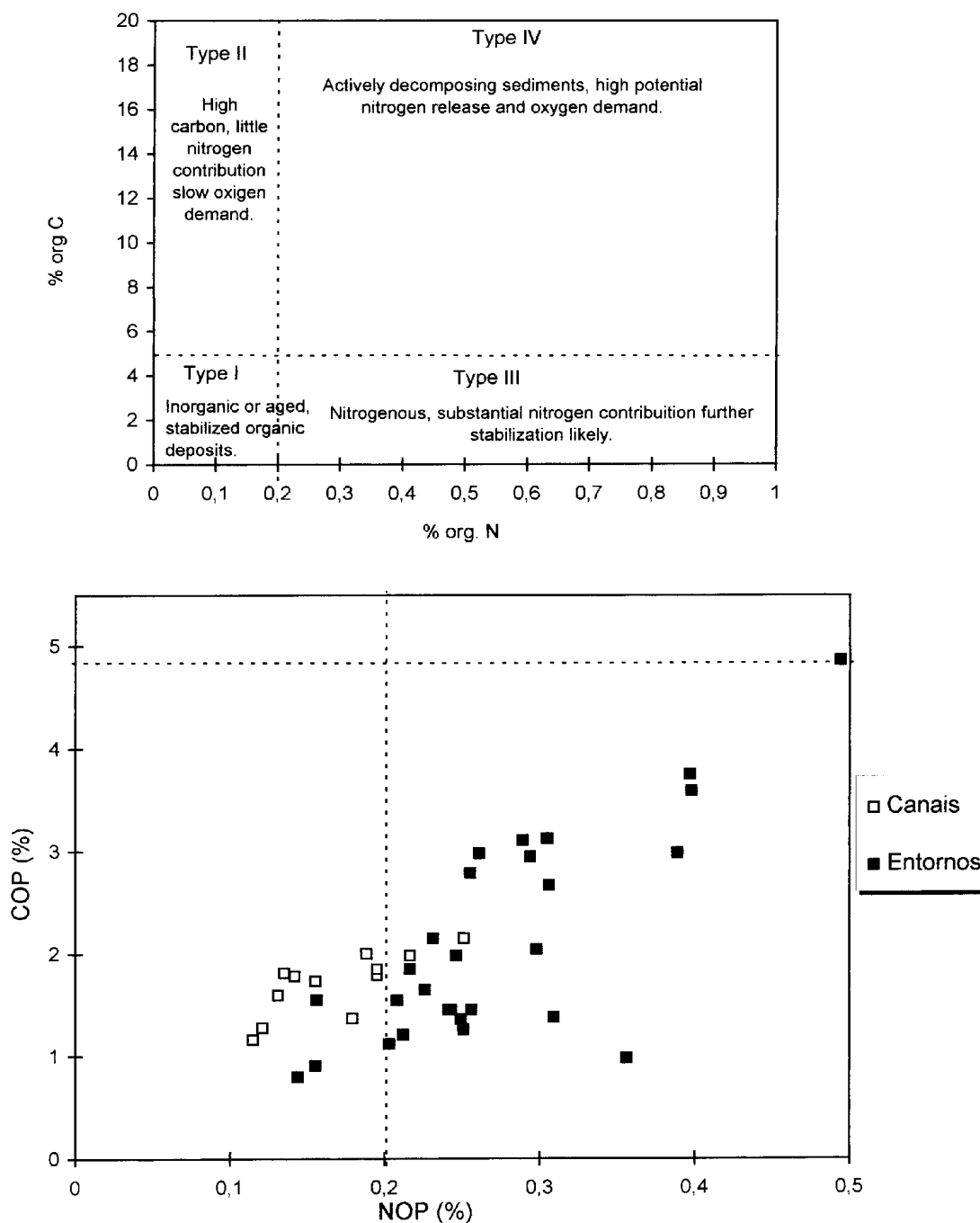


Fig. 13 - Classificação da contaminação orgânica dos sedimentos dos canais e dos entornos da zona portuária e urbana (1996), segundo os teores em Carbono Orgânico Particulado (COP) e de Nitrogênio Orgânico Particulado (NOP).

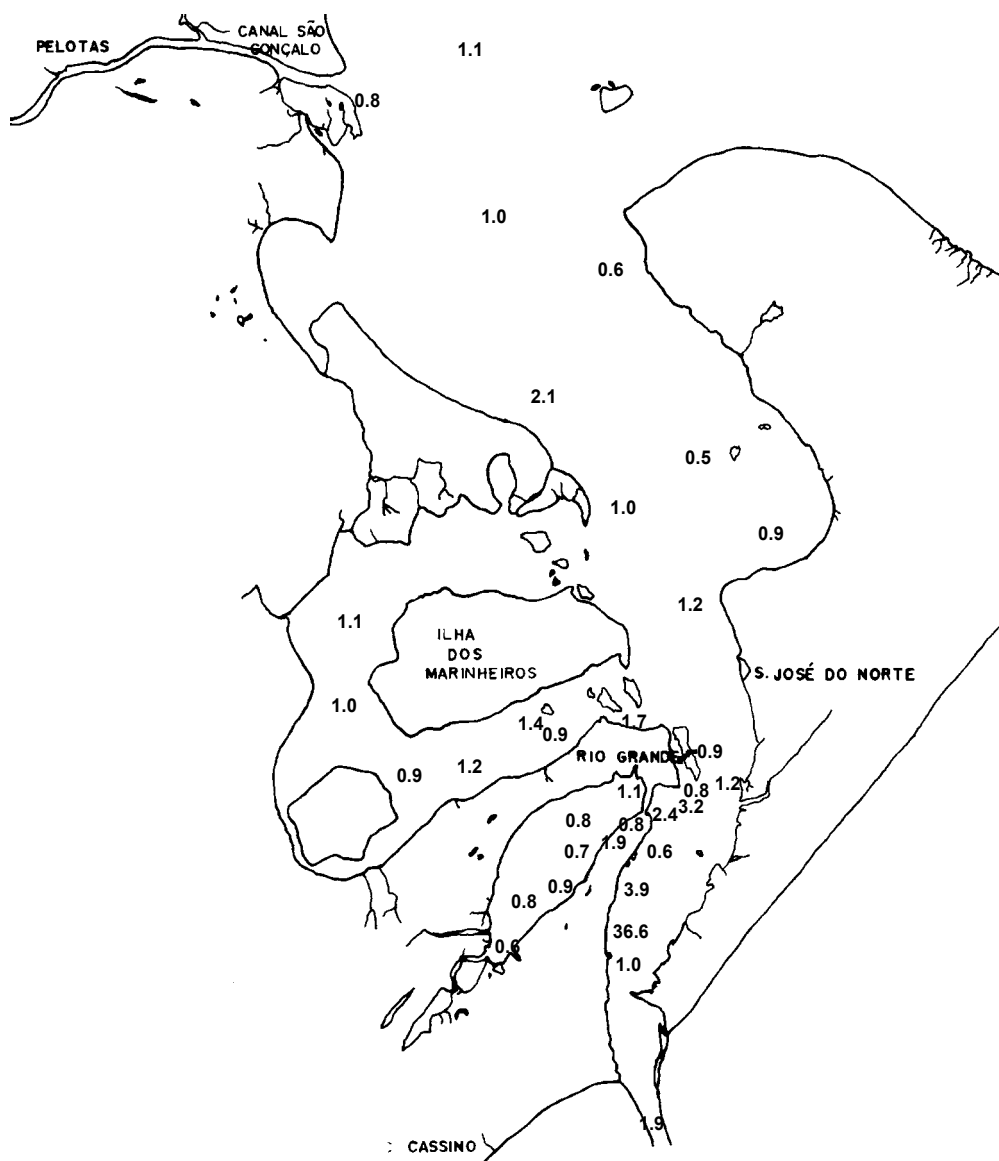


Figura 14 - Teores de CaO (%) nos sedimentos superficiais do Estuário da lagoa dos patos (1986).

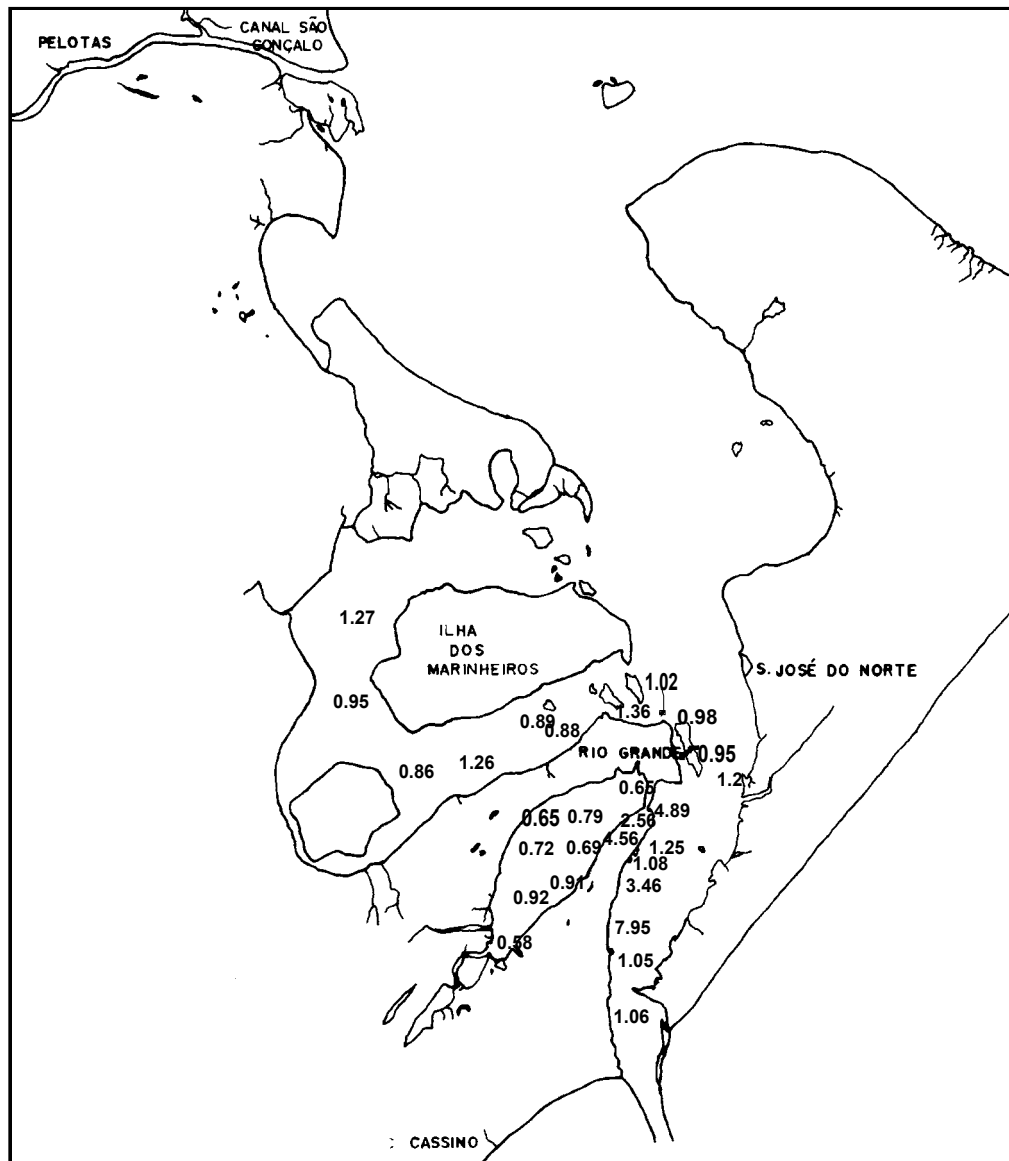


Figura 15 - Teores de CaO (%) nos sedimentos superficiais do Estuário da lagoa dos patos (1996).



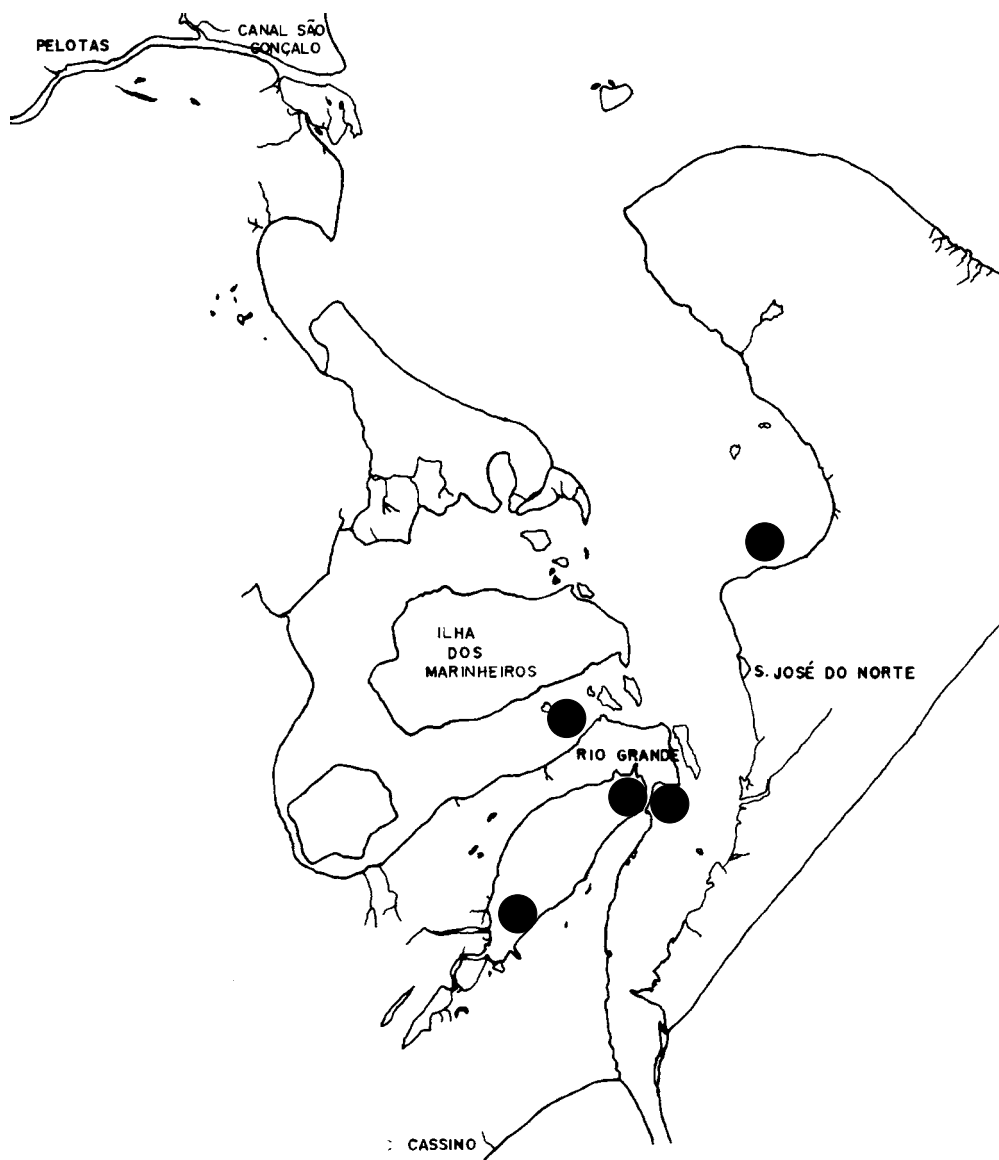


Figura 16 - Localização dos testemunhos estudados

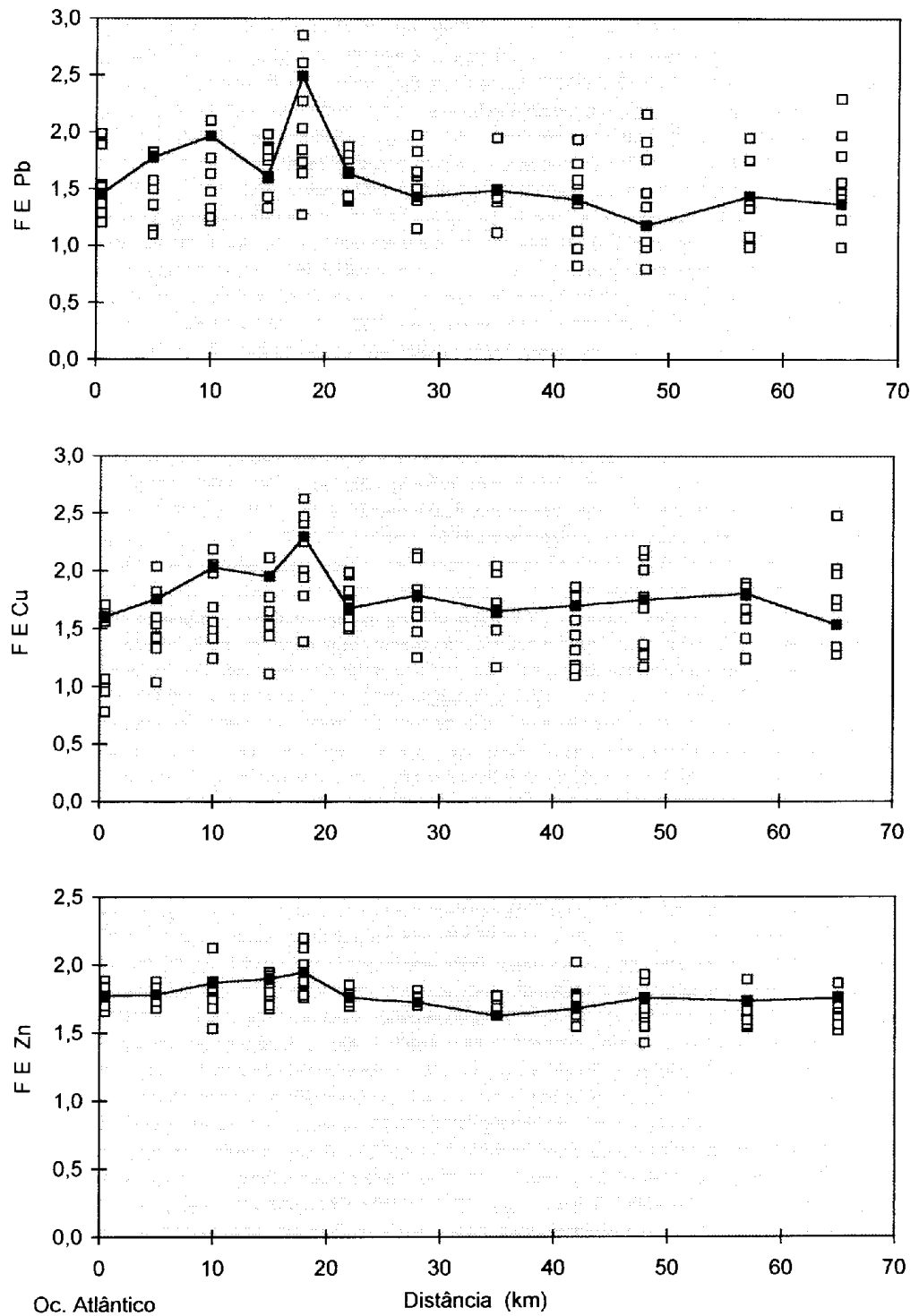


Fig 17 - Fator de enriquecimento metálico (FE) dos sedimentos de fundo ao longo dos canais de navegação (10/96) em comparação a valores de perfis de épocas de inverno-verão.

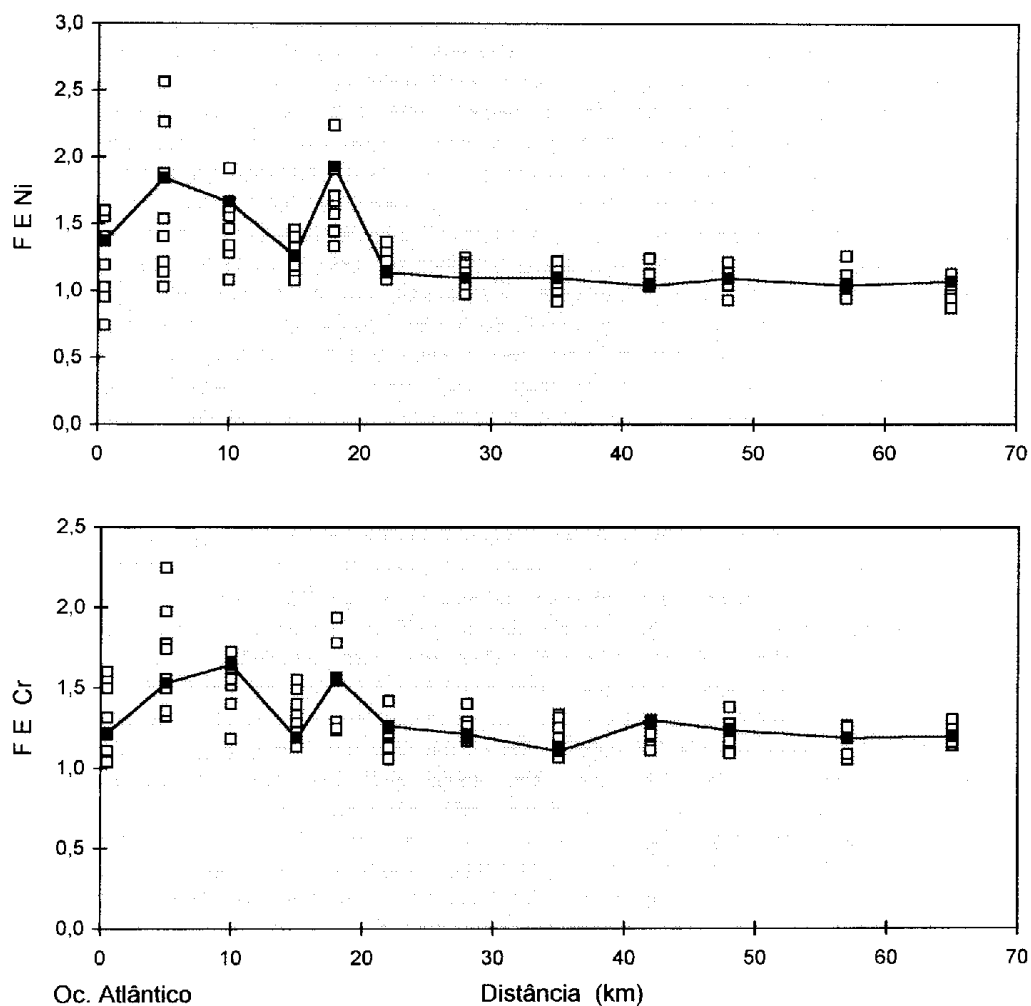


Fig 18 - Fator de enriquecimento metálico (FE) dos sedimentos de fundo ao longo dos canais de navegação (10/96) em comparação a valores de perfis de épocas de inverno-verão.

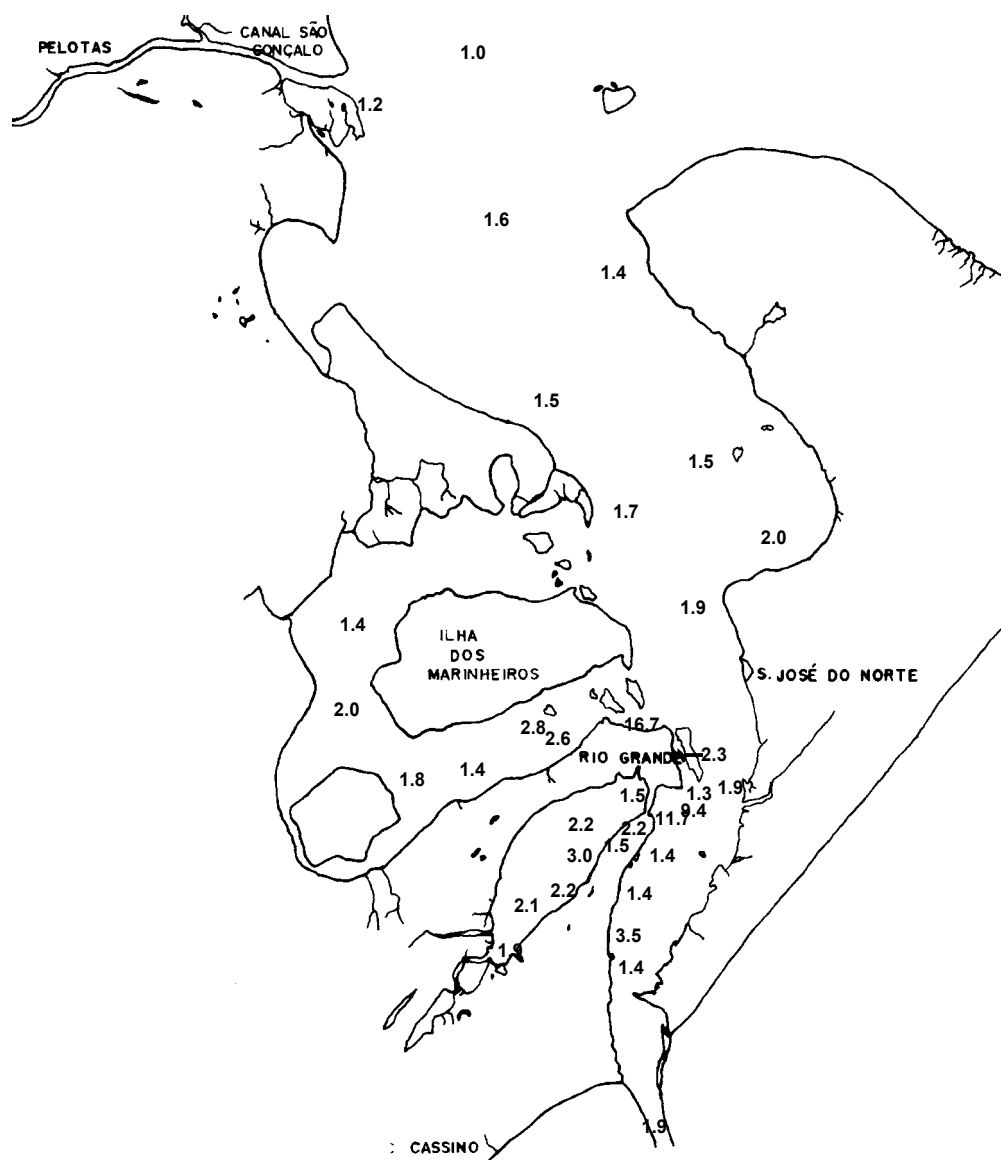


Figura 19 - Fator de enriquecimento (FE) do Pb nos sedimentos superficiais do Estuário da Lagoa dos Patos (1986).

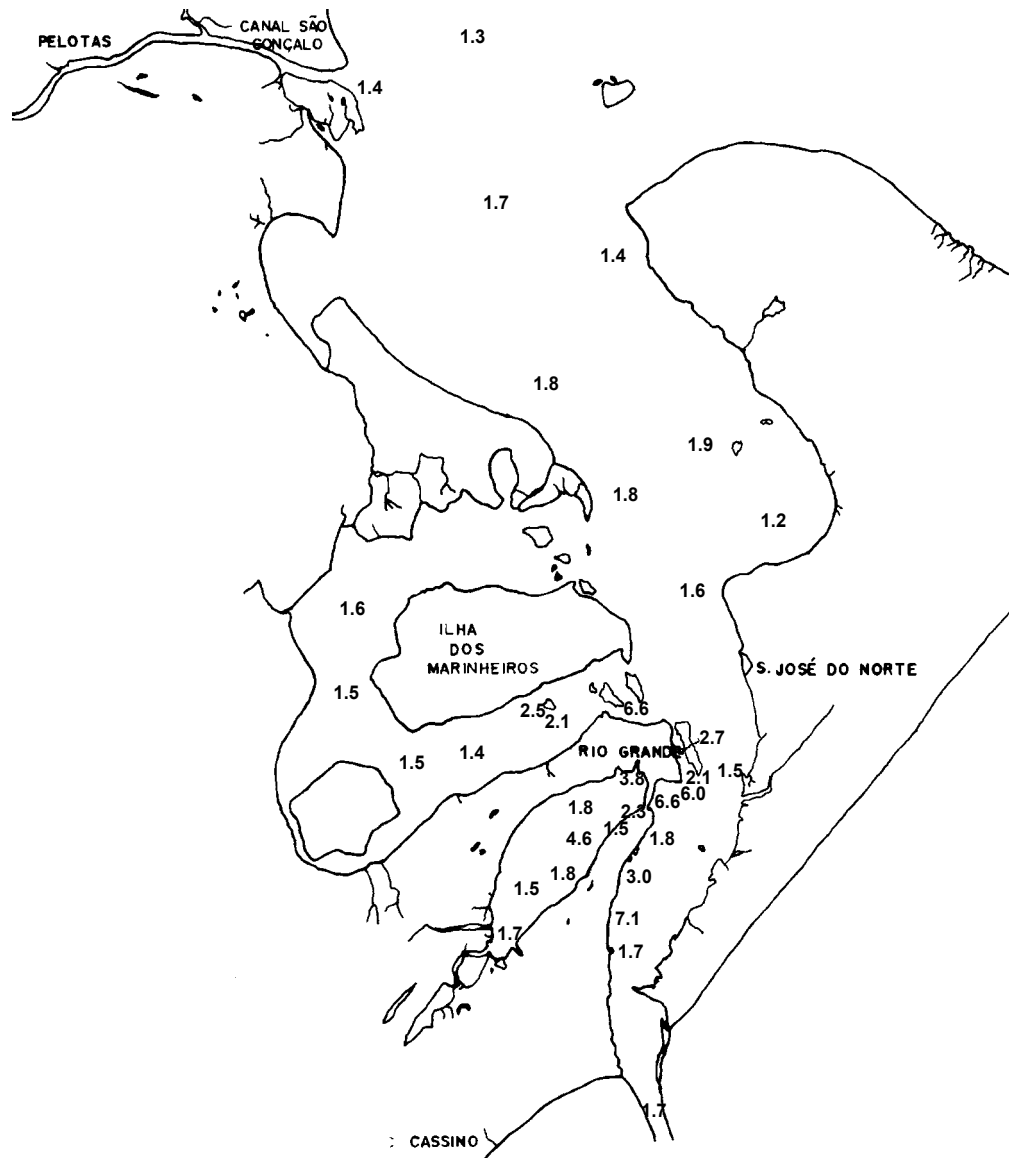


Figura 20 - Fator de enriquecimento (FE) do Cu nos sedimentos superficiais do Estuário da Lagoa dos Patos (1986).

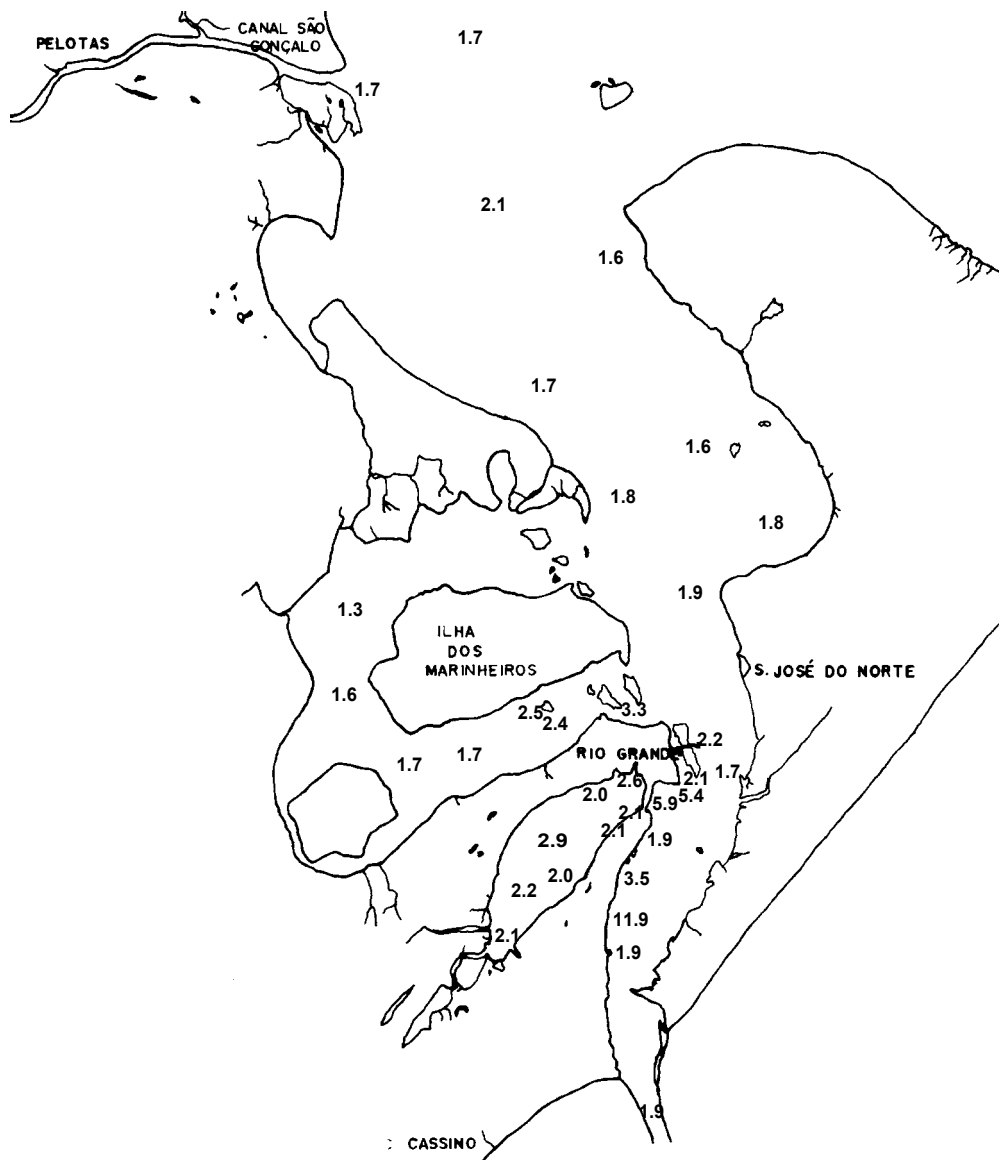


Figura 21 - Fator de enriquecimento (FE) do Zn nos sedimentos superficiais do Estuário da Lagoa dos Patos (1986).

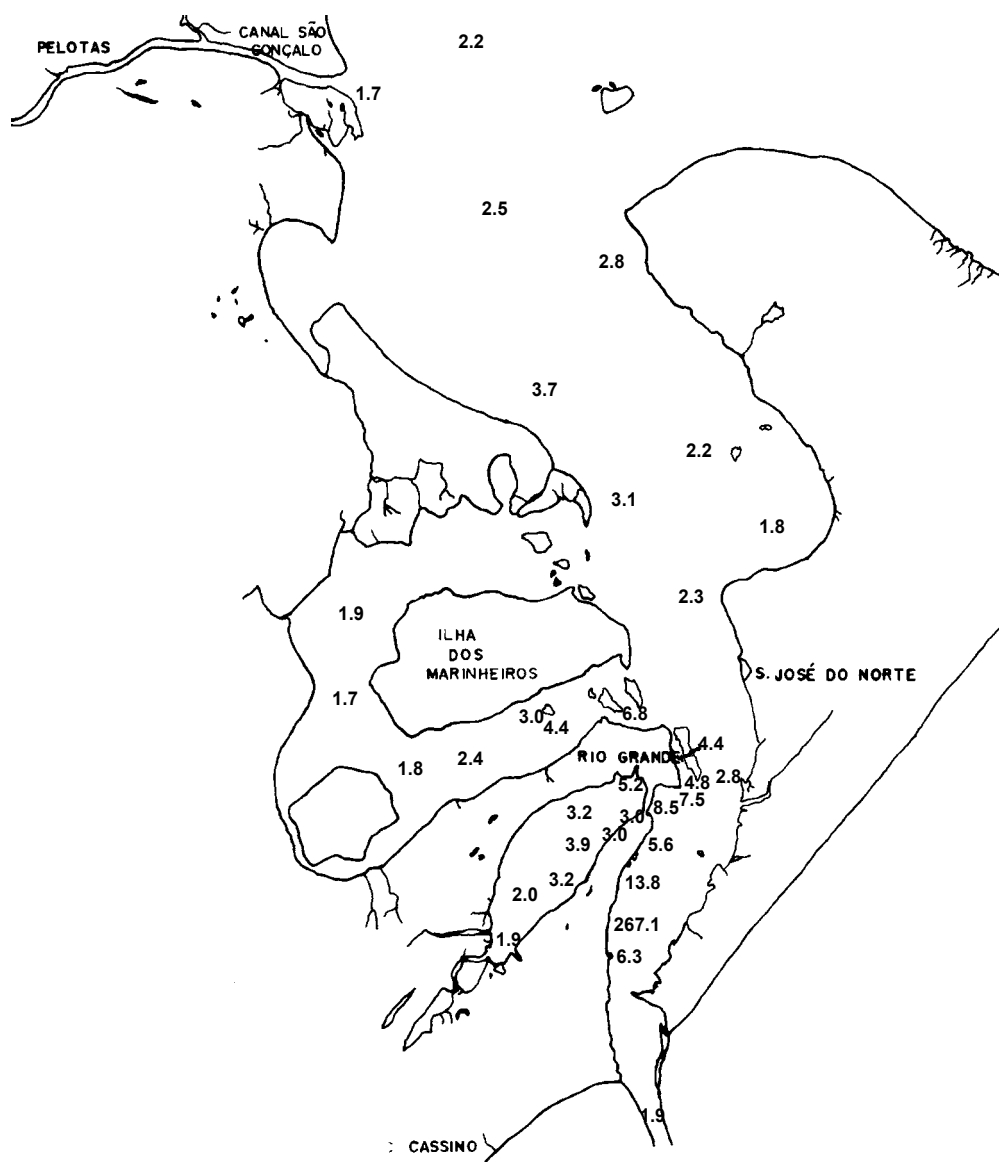


Figura 22 - Fator de enriquecimento (FE) do Cd nos sedimentos superficiais do Estuário da Lagoa dos Patos (1986).





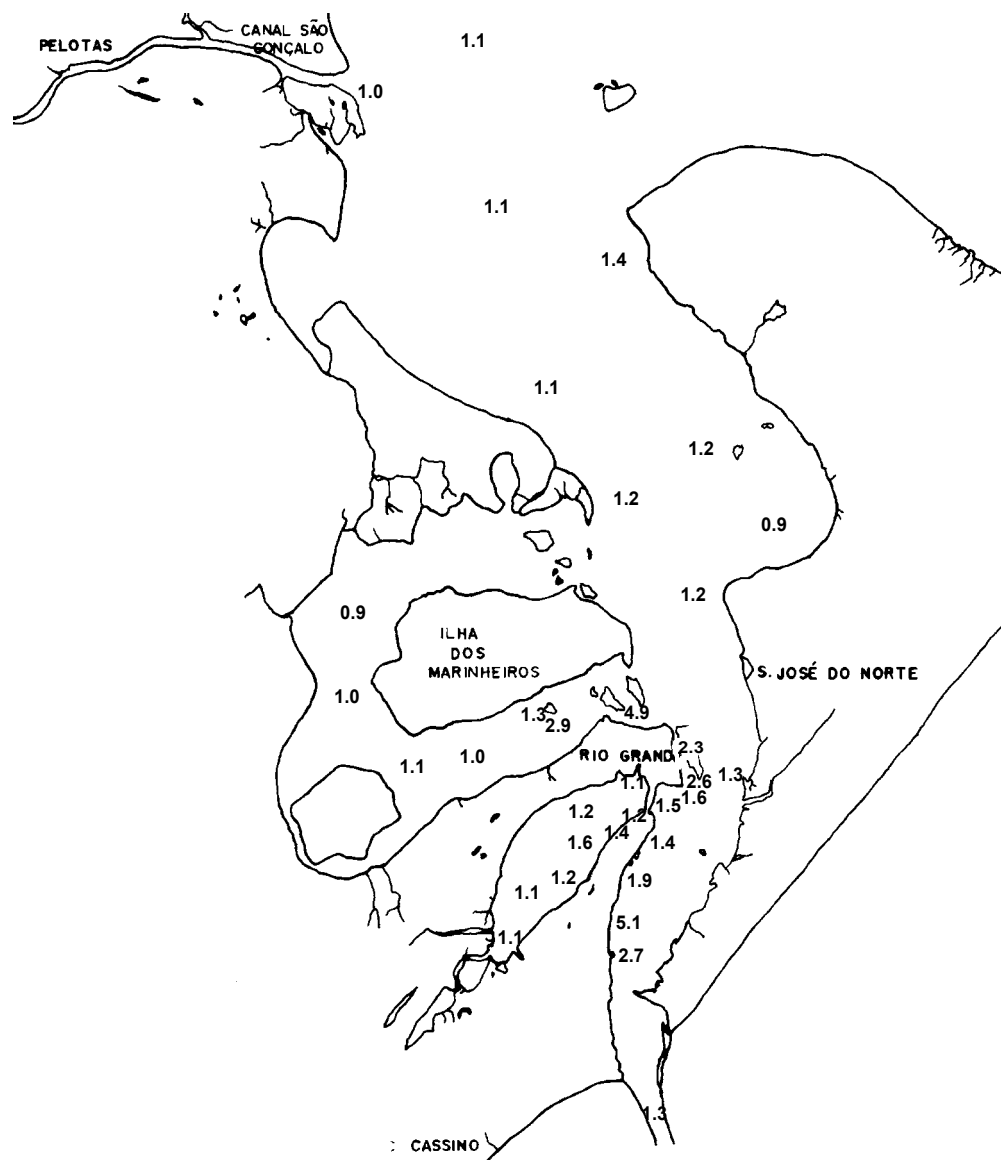


Figura 24 - Fator de enriquecimento (FE) do Ni nos sedimentos superficiais do Estuário da Lagoa dos Patos (1986).

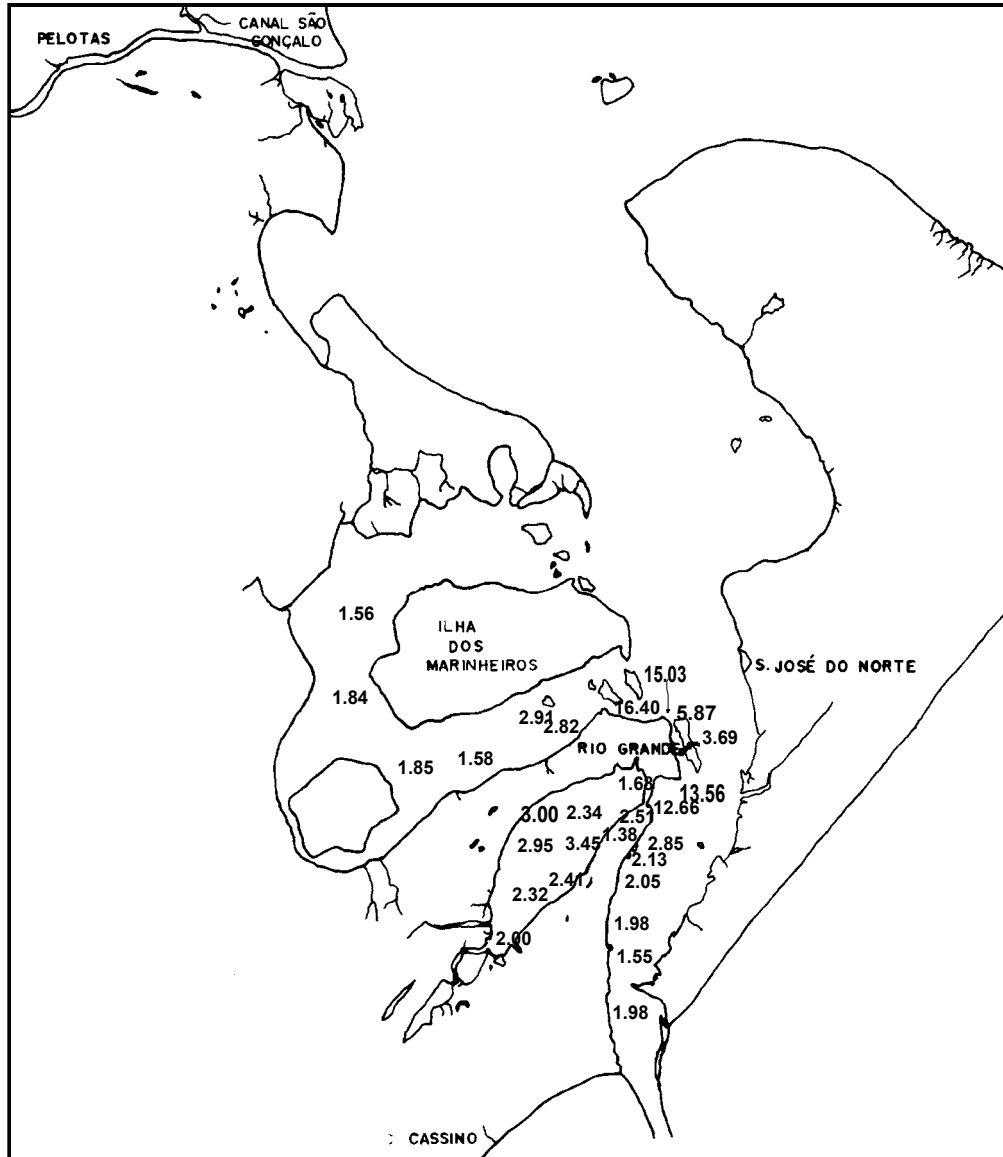


Figura 25 - Fator de enriquecimento (FE) do Pb nos sedimentos superficiais do Estuário da Lagoa dos Patos (1996).

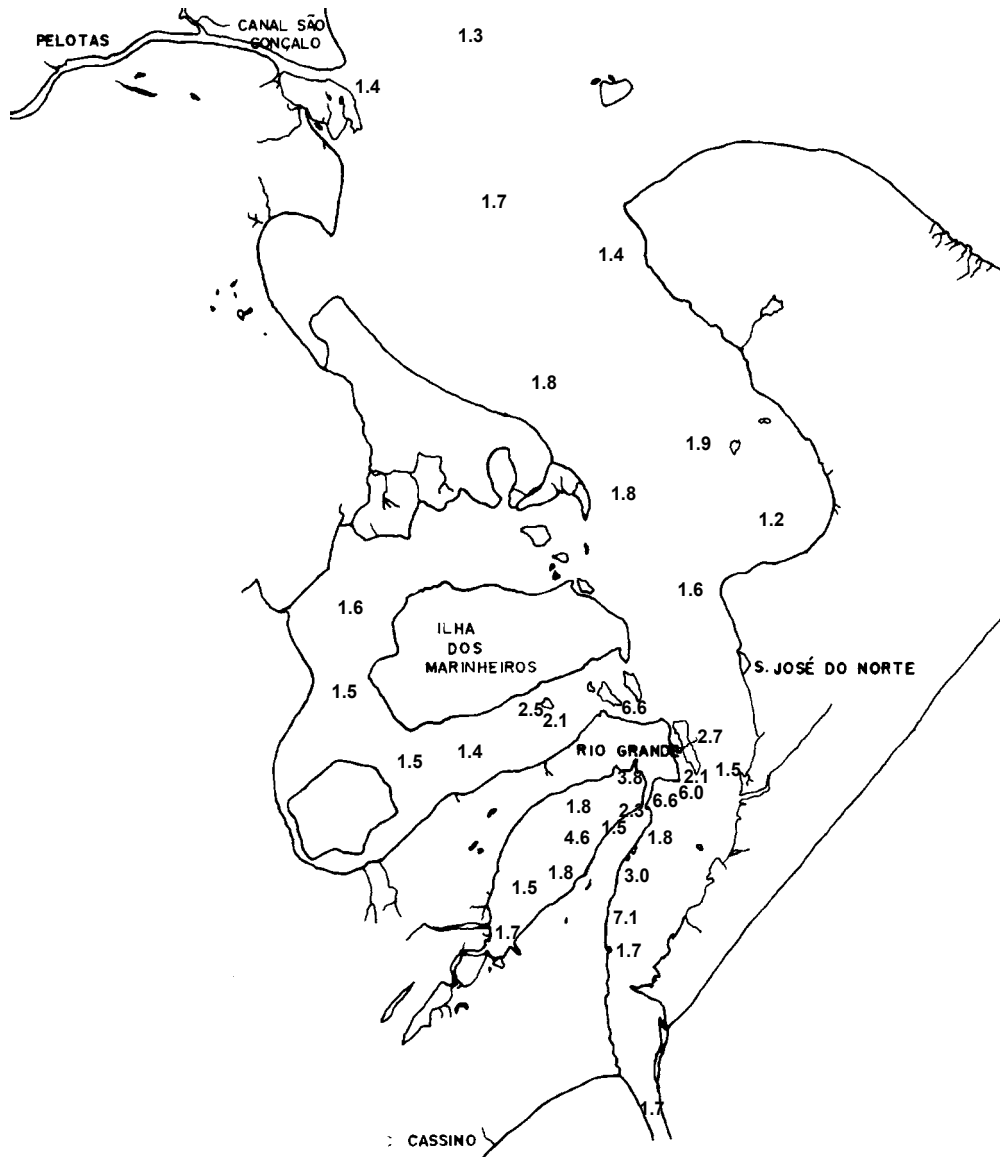


Figura 20 - Fator de enriquecimento (FE) do Cu nos sedimentos superficiais do Estuário da Lagoa dos Patos (1986).

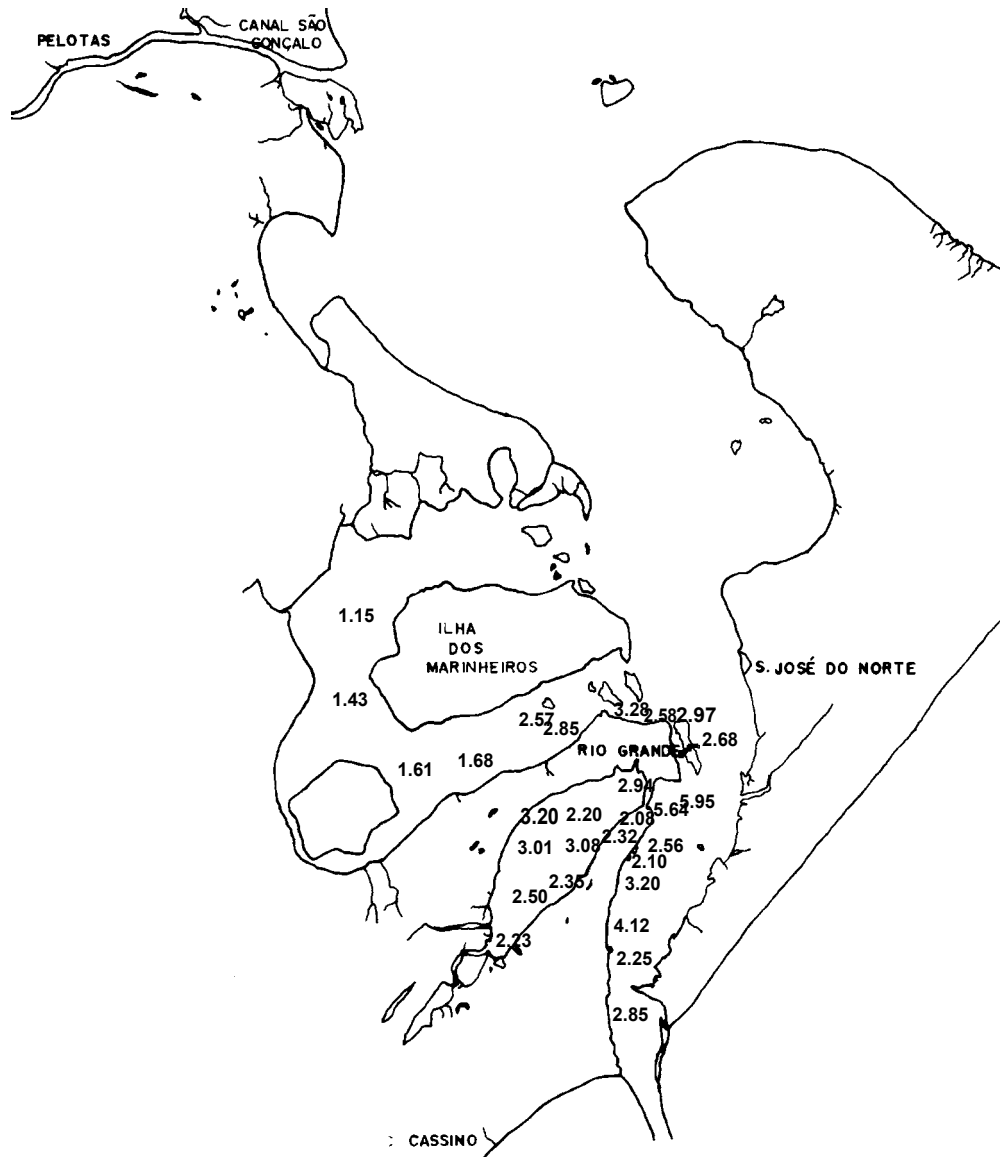


Figura 27 - Fator de enriquecimento (FE) do Zn nos sedimentos superficiais do Estuário da Lagoa dos Patos (1996).

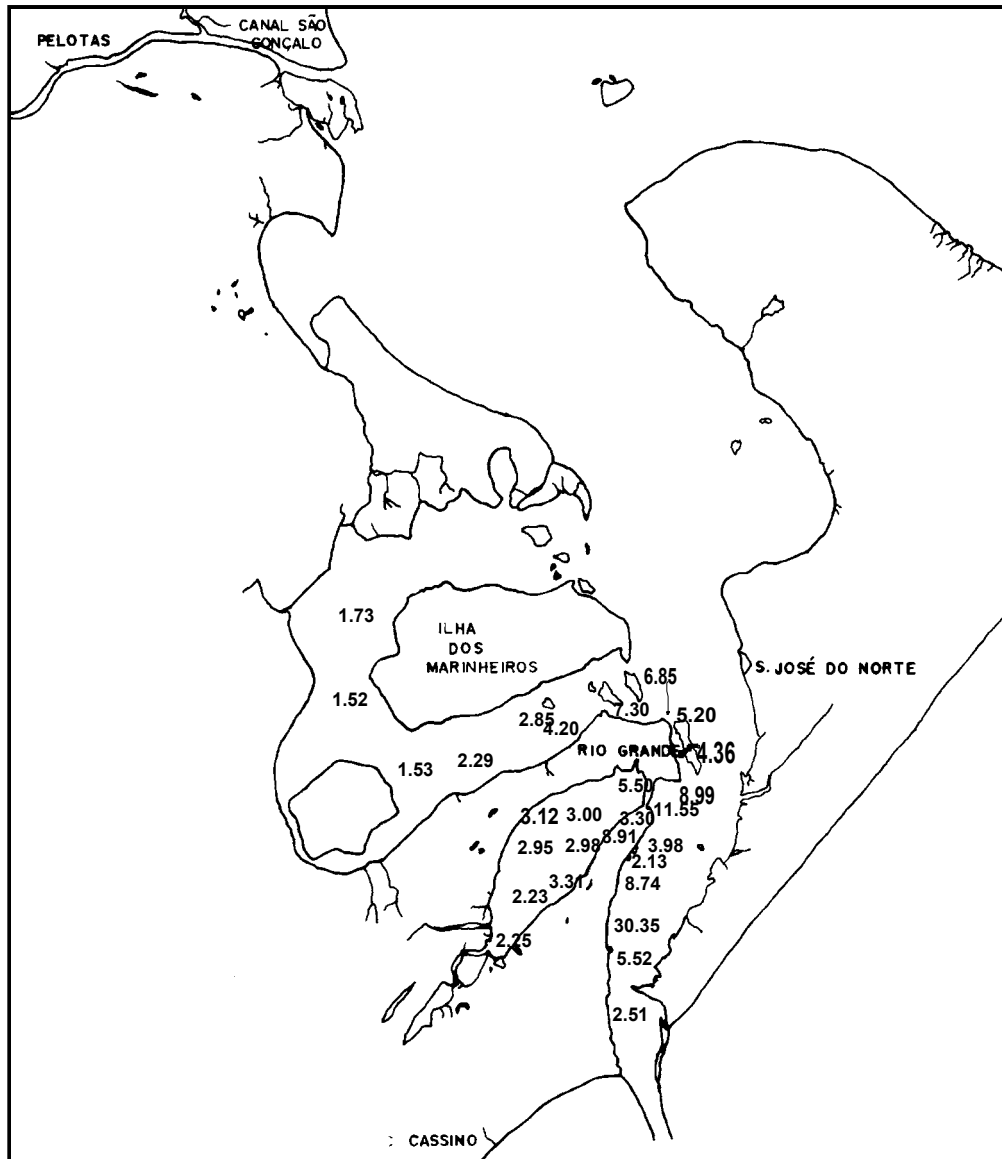


Figura 28 - Fator de enriquecimento (FE) do Cd nos sedimentos superficiais do Estuário da Lagoa dos Patos (1996).

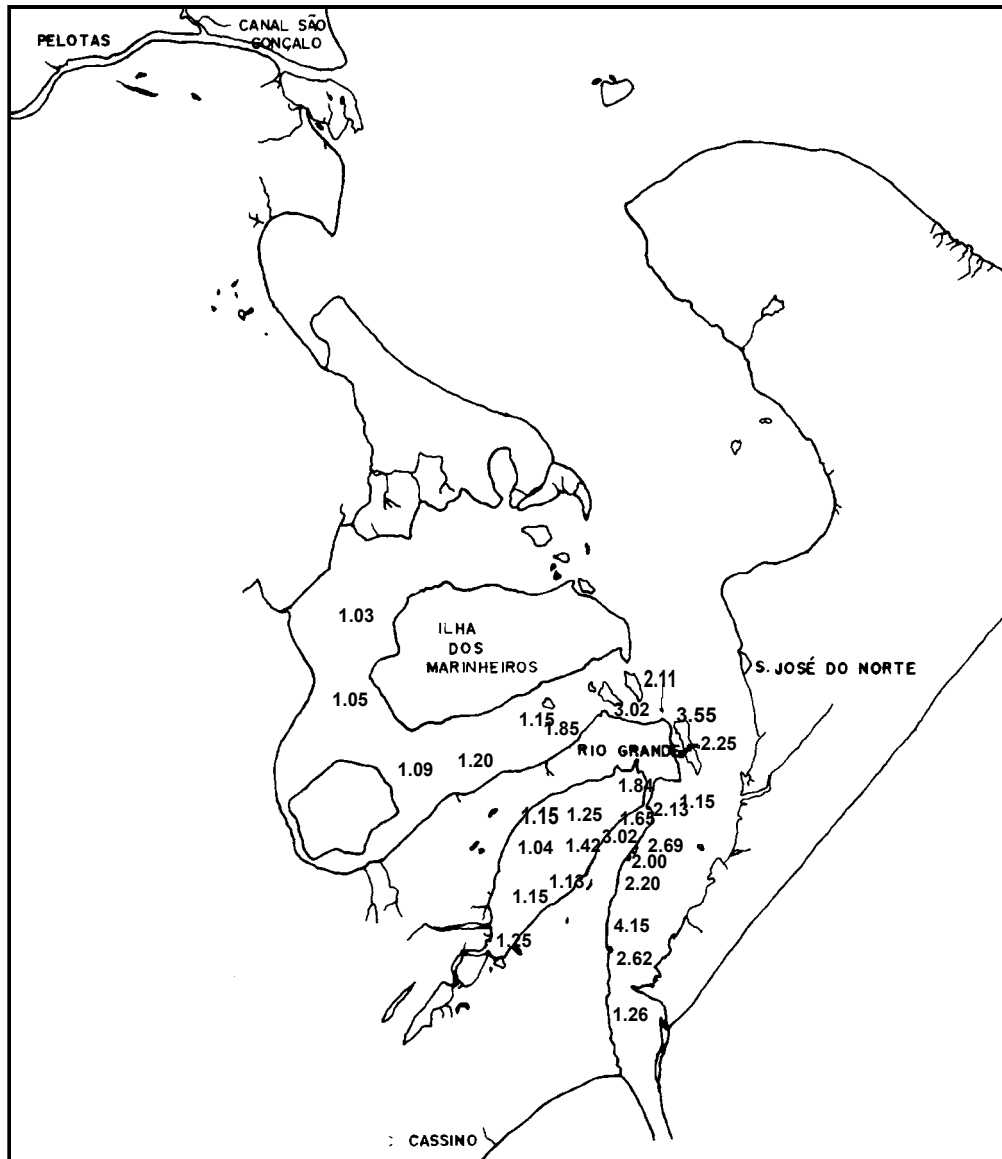


Figura 29 - Fator de enriquecimento (FE) do Cr nos sedimentos superficiais do Estuário da Lagoa dos Patos (1996).

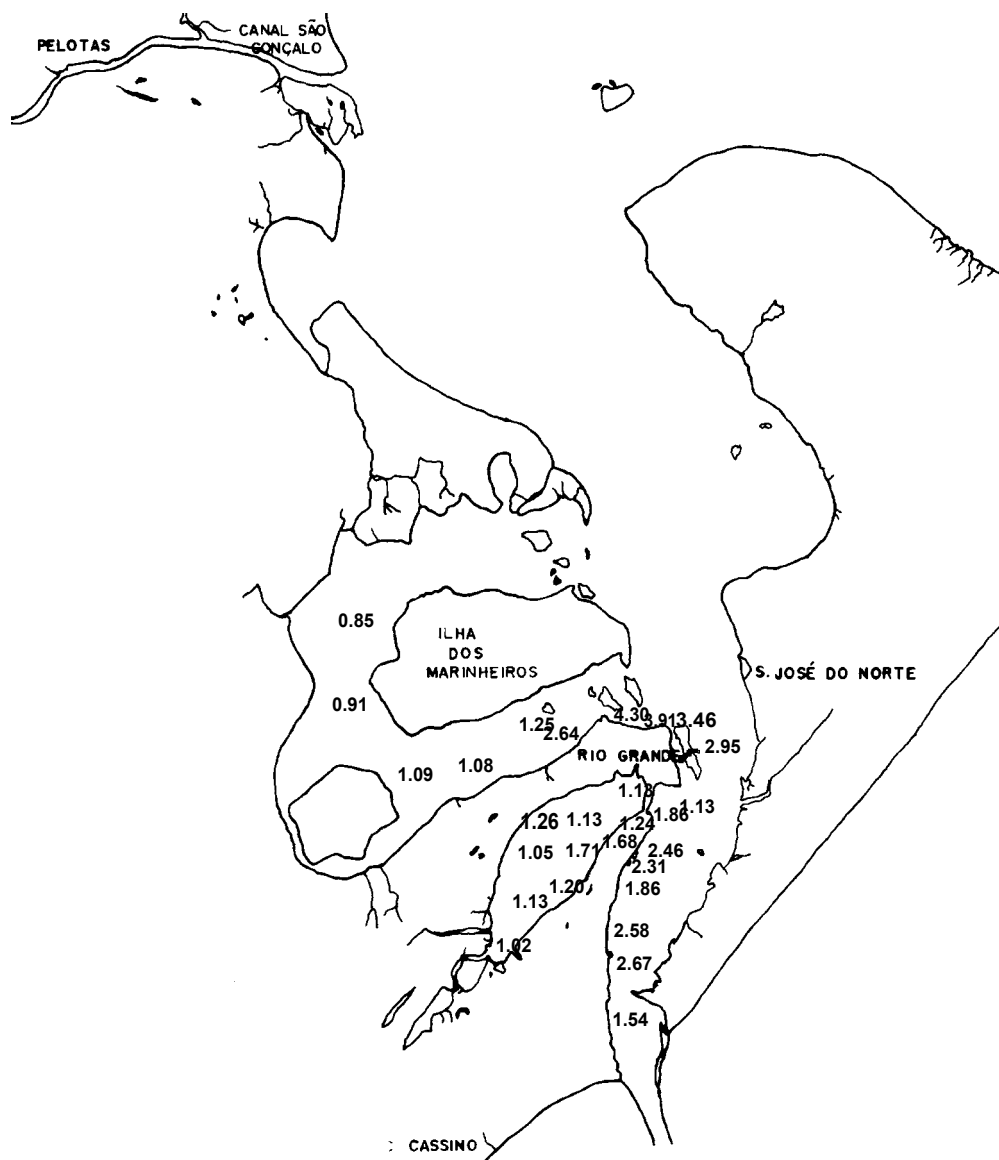


Figura 30 - Fator de enriquecimento (FE) do Ni nos sedimentos superficiais do Estuário da Lagoa dos Patos (1996).

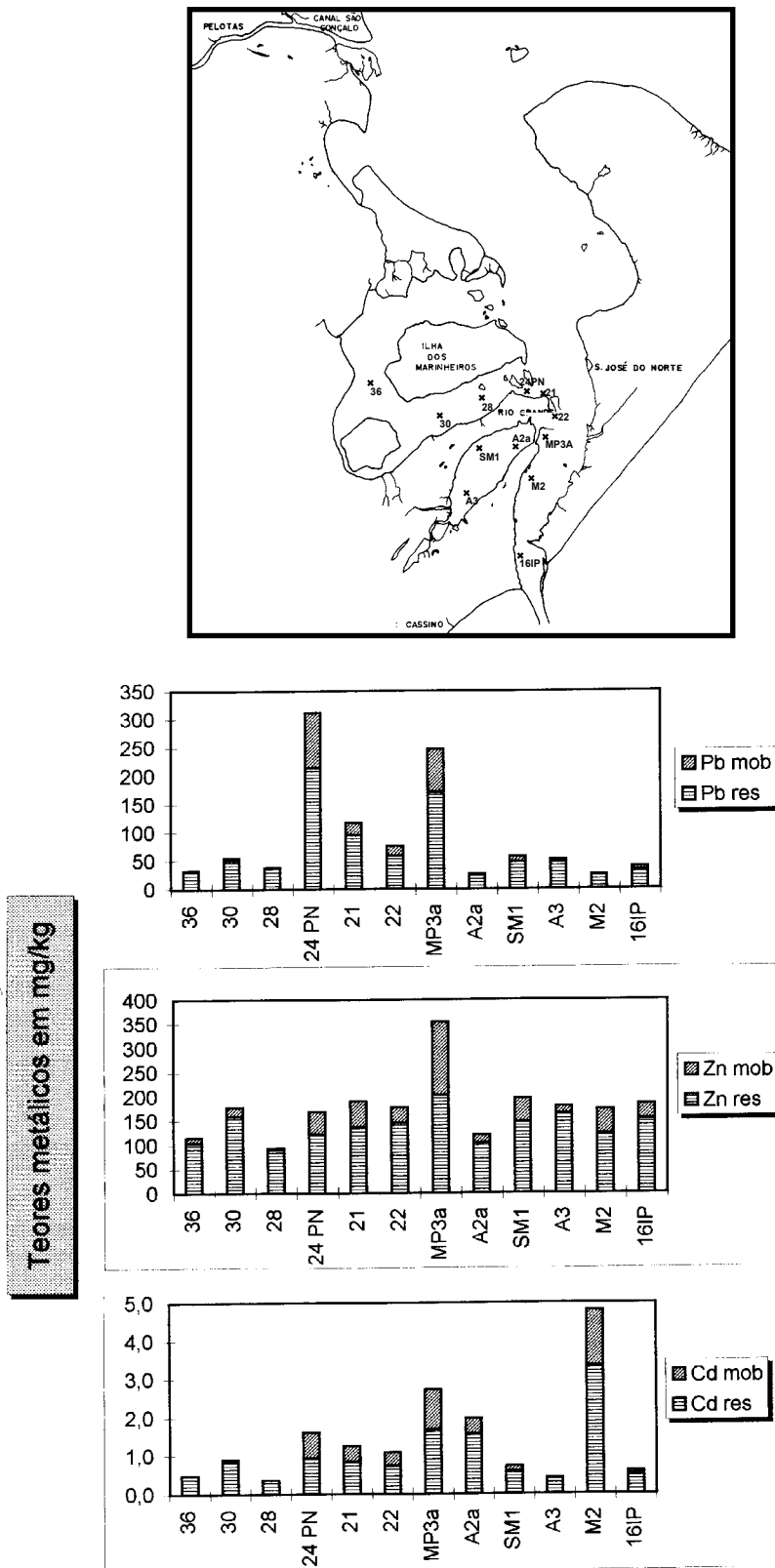


Figura 31 - Teores das frações mobilizáveis e residuais Pb, Zn, e Cd dos sedimentos



## 4.2.2.7 HIDROQUÍMICA

(Responsáveis: Dr. Luis Felipe H. Niencheski e MSc. Maria da Graça Z. Baumgarten)

### Introdução

No levantamento e análise dos estudos anteriores, apresentado no capítulo 4.2.2.1, o Laboratório de Hidroquímica apresentou uma lista enfocando os artigos referentes as pesquisas realizadas sobre a qualidade química das águas da região estuarina da Lagoa dos Patos e, especialmente, das águas que circundam a cidade do Rio Grande.

Além da citação das referências bibliográficas destes artigos, foram apresentados mapas contendo a localização de todos os pontos do estuário que já foram amostrados durante as pesquisas deste Laboratório. Também, foi elaborada uma discussão abordando e compilando as principais conclusões de cada artigo.

Com este tipo de trabalho, foi possível, sinteticamente, definir o que já se sabe sobre a qualidade hidroquímica do estuário, quais as áreas que mereceriam mais estudos e que tipos de parâmetros precisariam ser mais intensamente investigados.

À partir destes estudos, pôde-se traçar algumas conclusões gerais sobre as características hidroquímicas das águas adjacentes a cidade do Rio Grande, salientando-se:

- a riqueza de nutrientes de origem antropogênica (efluentes, principalmente) nas águas junto as bordas da cidade (eutrofia), proporciona florações indesejáveis de cianobactérias indicadoras de poluição orgânica, como exemplo *Aphanothece sp.* (De Lorenzo, 1995).

- a enseada rasa Saco da Mangueira destaca-se pelas altas concentrações de fosfato (Baumgarten et al., 1995), principalmente junto as águas marginais às indústrias de fertilizantes, provavelmente devido às suas emissões (Baumgarten et al., em preparo). Também contribuem para isto os lançamentos nesta enseada de efluentes domésticos sem tratamento, clandestinos e um oficial. Devido as suas características geomorfológicas, esta enseada é um local inadequado para lançamentos de grandes cargas de efluentes não tratados

-as concentrações de nutrientes no eixo do Canal do Rio Grande estão, em média, na faixa considerada normal para estuários não contaminados. Isto é consequência da sua maior profundidade e maior hidrodinâmica, que causam maior diluição dos efluentes lançados (Niencheski e Windom, 1994).

- os níveis de metais pesados nas águas ao redor da cidade precisam ser mais intensamente investigados, mas há evidências de aportes antropogênicos e maior bioacumulação de metais em *Balanus improvisus* coletados nesta área do que nestes organismos coletados em outra área não contaminada (Baumgarten, 1987 e Baumgarten et al., 1990).

-os níveis de óleos, graxas, hidrocarbonetos e fenóis também necessitam de maiores avaliações, principalmente em áreas mais sujeitas à contaminação por estes compostos.

-em função da presença de efluentes domésticos lançados sem tratamento, associados ou não à efluentes industriais, foram identificadas 12 áreas potencialmente comprometidas ao redor da cidade, principalmente em termos de contaminação orgânica, assim como foram mapeados 76 pontos de lançamento de efluentes domésticos, industriais e pluviais (Almeida et al., 1993).

Avaliando estas conclusões, ficou evidente que a qualidade hidroquímica da área portuária carecia de investigações mais específicas, individualmente, nos diferentes setores, os quais envolvem distintas atividades. Por isso, a segunda etapa deste projeto se deteve neste objetivo, inclusive incluindo entre os parâmetros analisados, alguns cujos estudos anteriores foram muito escassos e muito insuficientes, e que podem ter suas concentrações diretamente afetadas pelas atividades portuárias, como exemplo fenóis, óleos e graxas e metais pesados na água.

Tendo em vista a intensa e instável hidrodinâmica deste estuário, foram previstas duas expedições oceanográficas, sendo a primeira realizada no inverno, quando predomina o regime de vazante da Lagoa para o Oceano, pelo menos em superfície, e a outra prevista para o verão, quando a predominância é do regime de enchente da água oceânica para dentro da Lagoa.

Com este tipo de estratégia, pretende-se relacionar a qualidade hidroquímica detectada em cada setor portuário, principalmente os registros de contaminações, com as atividades aí desenvolvidas, portuárias ou não, e ainda com a presença de pontos de lançamento de efluentes, sejam domésticos, industriais e/ou pluviais.

### **A área hídrica portuária e o enquadramento dos recursos hídricos locais**

As conclusões das pesquisas do Laboratório de Hidroquímica, acima apresentadas, evidenciam que existem problemas de contaminação em algumas áreas hídricas ao redor da cidade. Estes problemas agravam-se mais porque em 1995, a FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental) aprovou e colocou em vigor legal, a Norma Técnica 003195, sobre a classificação das águas da parte sul do estuário da Lagoa dos Patos, considerando as disposições da resolução CONAMA 20/86, que trata da classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. O processo é conhecido oficialmente como Enquadramento das Águas (D.O., Portaria SSMA número 7/95, de 24/05/95). O esquema deste enquadramento está apresentado na Figura 2.

Segundo este enquadramento, estas áreas tem sua qualidade ambiental protegida pôr lei, de acordo com os limites das concentrações dos constituintes químicos, citados para cada Classe referida no enquadramento, a que cada área pertence. A classificação de cada área hídrica dependeu dos seus usos preponderantes. O não cumprimento das leis ou a contaminação ambiental deveria implicar em identificação dos responsáveis e aplicação de multas pôr parte da FEPAM. Daí a necessidade de que, após o processo de enquadramento, deveria haver um contínuo monitoramento da qualidade das águas que foram enquadradas, sendo a FEPAM e o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente) os responsáveis pela viabilização deste monitoramento e as concessões de Licenças para as Atividades Portuárias.

O monitoramento ainda não está sendo feito na parte sul deste estuário, pelo menos oficialmente. Apenas alguns projetos de pesquisas oceanográficas, em determinadas épocas e em algumas áreas do estuário, com objetivos diversificados estão sendo desenvolvidos pela Fundação Universidade do Rio Grande (FURG). E agora, o presente projeto financiado pela Superintendência do Porto do Rio Grande (SUPRG) apresenta a grande vantagem, pois vem ao encontro dos objetivos do Processo do Enquadramento. Isto aumenta ainda mais a importância deste trabalho.

Com relação ao enquadramento da área hídrica portuária, esta foi enquadrada como Classe C de águas salobras, tendo em vista que devem pertencer a esta classe as águas destinadas à "Usos Múltiplos", especificamente à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contatos primários (banhos) e secundários e, principalmente, a NAVEGAÇÃO. Devem enquadrar-se nesta classe as regiões do estuário com profundidade superior a 1 metro. Segundo o processo de enquadramento, nestas águas

serão tolerados lançamentos e despejos, desde que além de atenderem aos padrões de emissão do artigo 21 da resolução CONAMA (1986) número 20, não venham a fazer com que os limites das concentrações químicas, estabelecidos para a referida classe (artigo 10 desta mesma resolução) venham a ser ultrapassados.

Portanto, fica assim reforçada a necessidade de que seja conhecida a qualidade hidroquímica das águas da área portuária e que sejam investigadas as fontes das eventuais contaminações que possam ser evidenciadas, portuárias ou não, através de acompanhamentos contínuos no tempo, para que as medidas cabíveis sejam tomadas.

## **Metodologia**

### **Locais de coleta e amostragem da água**

A coluna d'água foi amostrada em superfície e fundo, usando-se uma garrafa de coleta horizontal de 1,5 litros (Van Dorn), em 10 locais situados em pontos estratégicos com relação às atividades portuárias e mais um local longe e sem influência das mesmas, situado na Lagoa Verde, local com ligação ao Saco da Mangueira através do Arroio Simão, ao sul da cidade do Rio Grande (Figura 1). A distância percorrida entre os locais na área portuária foi de 17 Km (Tabela 1) e a distância da margem foi de aproximadamente 15m, com exceção do local 7, que situou-se a cerca de 2 Km da margem da enseada Coroa do Boi, nas adjacências do Canal do Rio Grande (leste da cidade), tendo em vista que esta enseada é muito rasa não permitindo o acesso da lancha. Todos os pontos de coleta apresentaram profundidades acima de 3 metros, com exceção do local 11, cuja profundidade foi de cerca de 1 metro.

Em cada estação de coleta, tanto para superfície como fundo, para os seguintes parâmetros seguiu-se os seguintes procedimentos:

PARÂMETRO	VOLUME COLETADO	PROCEDIMENTO APÓS COLETA	PRESERVAÇÃO
temperatura e pH	medidos no local		
nutrientes dissolvidos	1000 ml	filtrar imediatamente fechar herméticamente	congelar
salinidade	250 ml		temperatura ambiente escuro, temperatura
oxigênio dissolvido	250 ml	adição de R1 + R2	ambiente e titular em 24 horas
metais e fosforo (fração total na água)	1000 ml	adição 1 ml de HNO <sub>4</sub> s.p. adição 10 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	manter em geladeira (4°C)
óleos e graxas	2000 ml	1:1 adição 10 ml CuSO <sub>4</sub>	congelar
fenol	1000 ml	10%	congelar

|

### A) Primeira expedição

As amostragens foram realizadas durante o mês de agosto de 1996, durante 6 dias (de 14 a 20), utilizando-se a Lancha Oceanográfica Larus da Universidade.

As amostras coletadas sofreram o primeiro processamento a bordo, sendo posteriormente congeladas para o transporte até o Laboratório de Hidroquímica, onde foram executadas as determinações dos parâmetros de interesse para este projeto.

### B) Segunda expedição

As amostragens foram realizadas durante o mês de janeiro de 1997, durante 3 dias (2, 3 e 6), utilizando-se a o barco "Moralles" da FURG, tendo em vista que a Lancha Oceanográfica Larus estava avariada. Seguiu-se a mesma estratégia usada na primeira expedição, ou seja, as amostragens foram feitas nos mesmos onze locais, também repetindo-se fielmente os procedimentos de coletas e processamentos das amostras.

**Parâmetros analisados em cada local de amostragem e métodos analíticos:**

-Temperatura e pH: medidos "in situ", respectivamente com termômetro e potenciômetro portáteis.

-Salinidade: salinômetro de indução "in situ", confirmado em laboratório pelo método condutimétrico.

-oxigênio dissolvido: método volumétrico de Winckler, descrito em Strickland e Parsons (1972). O percentual de saturação foi calculado segundo Grasshoff (1983).

-Material particulado em suspensão: método gravimétrico, descrito em Strickland e Parsons (1972), com adaptações de Baumgarten et al. (1996), sendo que as filtrações das amostras para a obtenção do MES foi realizada à bordo e a determinação final no laboratório.

-Nutrientes dissolvidos (nitrato, nitrito, fosfato e silício) determinados através de métodos espectrofotométricos, descritos em Aminot e Chaussepied (1983), com adaptações de Baumgarten et al. (1996). O amônio foi analisado segundo Solorzano (1969) e a concentração de amônia foi calculada segundo Aminot e Chaussepied (1983).

-Fósforo total na água: determinado através do método da UNEP (1991).

-Metais na água (fração total): métodos polarográficos (voltametria de pulso diferencial e onda quadrada por redissolução anódica), após digestão ácida da amostra de água (APHA, 1976).

-óleos e Graxas: APHA (1976).

-Fenóis: APHA (1976), através do uso de destilação com solvente orgânico.

**Resultados e discussão**

Os resultados de cada parâmetro, tanto das amostras de água de superfície como de fundo estão apresentados em gráficos espaciais, sendo que as figuras 3, 5, 7, 9 e 11 apresentam os resultados obtidos na primeira expedição oceanográfica e as figuras 4, 6, 8, 10 e 12 apresentam os resultados obtidos na segunda expedição.

Com o fim de uma melhor visualização e identificação das áreas mais impactadas, foram apresentadas em mapas da parte sul do estuário a distribuição das concentrações nas águas de superfície, obtidas na primeira e na segunda expedição para os principais parâmetros indicadores de contaminação ambiental,

identificando-se em cada local amostrado, as diferentes concentrações com diferentes cores, segundo seus valores (Figuras de 13 a 20). Nestes mapas são mostradas as concentrações máximas esperadas como normais em caso de não haver contaminação e para alguns parâmetros referidos na legislação ambiental, são citados seus limites máximos tolerados, segundo a classe do corpo hídrico em questão.

As figuras de 20 a 28 apresentam 8 fotografias de alguns setores portuários, sendo revelados em algumas a presença de fontes antropogênicas.

### Parâmetros físico-químicos

#### **1) salinidade**

Primeira expedição (Figura 3):

O local 11, mais continental, apresentou salinidade típica de água doce e portanto, em termos de salinidade e hidrodinâmica, não deve ser diretamente comparado com os resultados do canal.

No canal, a salinidade das águas de superfície foram muito diferentes daquelas registradas para o fundo, refletindo uma diferente hidrodinâmica para estas profundidades. Ao redor da cidade, a entrada da cunha salina provocou uma estratificação tão acentuada a ponto de não haver salinização das águas de superfície. Embora as amostragens em cada local tenham sido feitas em dias diferentes, as águas de superfície mantiveram-se sempre dominadas por águas doces, tendo a salinidade aumentado levemente somente nos locais 9 e 10, próximos à desembocadura do estuário no oceano, onde a água marinha exerceu maior influência, como consequência da configuração geográfica do canal, que acentua a instabilidade hidrodinâmica motivada pelas interações entre regimes pluviométricos e de ventos. Já nas águas de fundo, foi muito acentuada a instabilidade temporal da salinidade entre os locais amostrados em termos de trocas entre água doce e salgada.

Segunda expedição (Figura 4):

Como era esperado para uma situação comum no verão, o estuário não apresentou estratificação, estando dominado pelas águas oceânicas que penetraram, principalmente nos locais mais próximos da desembocadura. Ao redor da cidade, o relativo decréscimo da salinidade foi consequência da maior diluição da água oceânica com a água da Lagoa.

A intensidade da intrusão da água salina foi tão alta, que chegou a influenciar as águas da Lagoa Verde (local 11, salinidade de cerca de 13), via salinização do Saco da Mangueira, comunicação entre esta referida lagoa e o estuário.

## **2) pH**

Primeira expedição (Figura 3):

As variações deste parâmetro sofrem influências dos processos de respiração e fotossíntese que ocorrem no ambiente. Quando a decomposição aeróbica da matéria orgânica é intensa, há a tendência dos valores de pH decrescerem, como consequência da atividade respiratória bacteriana no ambiente. Ao contrário, em ambientes com excessiva taxa de fotossíntese, o pH tende a ser mais alcalino.

Os resultados obtidos apresentaram uma amplitude das variações de pH na faixa de águas neutras a levemente alcalinas, não desviando-se do comportamento rotineiro observado para este parâmetro neste estuário.

Já no local 11, o maior pH é característica de ambiente com intensa presença e atividade fotossintética, favorecida pela menor profundidade e alta penetração de luz solar.

Segunda expedição (Figura 4):

Como na primeira expedição, as variações do pH predominaram na faixa entre 7 e 8, mas as concentrações foram mais constantes entre os locais de coleta. No local 11, nesta segunda expedição houve um decréscimo de pH em relação à primeira, possivelmente como consequência de que no verão, a degradação da matéria orgânica local tende a ser mais intensa.

## **3) Material em suspensão total (MS)**

Primeira expedição (Figura 3):

Este parâmetro não revelou-se um bom indicador da qualidade química destas águas, principalmente em termos de contaminação. Três comportamentos distintos foram evidenciados:

a) na área junto à cidade, ocorreram as menores concentrações, apesar do maior número de efluentes ricos em detritos orgânicos. Como estes detritos tem muita facilidade de permanecerem flutuando na coluna da água, representaram quase a totalidade das suspensões desta região de menor hidrodinâmica, onde os sedimentos tendem a precipitar.



b) na área do eixo do canal, onde a hidrodinâmica é maior, a composição do MS foi muito alta nos locais 6, 7 e 8, os quais estavam dominados em superfície e fundo por água doce e, portanto este material é oriundo das águas da lagoa que descem em regime de vazante, bem mais turvas que as águas oceânicas.

c) na área da desembocadura da lagoa (locais 9 e 10), as águas de superfície permaneceram pobres em material em suspensão enquanto que as de fundo muito ricas, como consequência de que na superfície além da diluição, há uma intensa floculação e decantação de colóides do tipo óxidos de ferro e hidróxidos de manganês, ricos em águas continentais onde estavam dissolvidos, os quais acabam se desestabilizando na presença de ions abundantes na água do mar que entra no estuário neutralizando as cargas elétricas destes colóides. Isto aumenta em muito o assoreamento do canal. Também a presença de alguns cátions da água do mar, como o cálcio favorece a formação de moléculas pouco solúveis como o fosfato de cálcio (apatita), que acabam por precipitar, juntando-se aos sedimentos de fundo (Berner et al., 1993). No fundo, acontece o processo de ressuspensão dos sedimentos, turvando as águas adjacentes ao substrato (Niencheski e Windom, 1994).

Segunda expedição (Figura 4):

A entrada da água salgada no estuário resultou em que as águas de superfície em todos os locais se apresentassem mais transparentes do que na primeira expedição, com valores máximos de até 30 mg/l. Já nas águas de fundo, as concentrações de MS foram maiores. Picos de alta turbidez foram registrados nos locais 5 e 6, podendo caracterizar a formação de uma zona de “lama fluída” junto ao Porto Novo, como consequência da força da entrada da cunha salina nesta parte do canal, mais estreita, resultando na ressuspensão dos sedimentos de fundo somados aos processos de floculação dos colóides, conforme já referido acima. Forma-se assim uma zona de turbidez máxima. Estas influências se fazem sentir mais intensamente nas áreas mais estreitas do que nas mais abertas do Canal do Rio Grande.

#### 4) Oxigênio dissolvido

Primeira expedição (Figura 3):

A região hídrica ao noroeste da cidade (locais 3 e 4) apresentou-se subsaturadas em oxigênio, principalmente no fundo, como consequência da degradação bioquímica aeróbica da matéria orgânica antropogênica, rica nesta região. Na área do canal (locais 6, 7 e 8), as águas apresentaram-se normalmente saturadas, conforme já foi documentado anteriormente para este tipo de ambiente por Baumgarten et al. (1995). Esta maior oxigenação é devido ao menor tempo de residência e conseqüente maior renovação destas águas.

Nos locais 9 e 10, mais próximos a desembocadura, constatou-se novamente a subsaturação em oxigênio, possivelmente como consequência de uma menor atividade fotossintética nas águas marinhas que entram no estuário, ou também pode ter sido devido a liberação da água intersticial normalmente bem mais pobre em oxigênio, quando entrou a água salina e ressuspendeu os sedimentos de fundo.

Segunda expedição (Figura 4):

Na área hídrica portuária ao redor da cidade, apenas as estações 1 e 2 apresentaram-se levemente subsaturadas em oxigênio, ficando o resto da área portuária estudada toda saturada. A área do Superporto apresentou-se supersaturada, consequência dos níveis bem mais reduzidos de contaminação orgânica desta região e portanto, menor biodegradação e consumo biológico do oxigênio. Em geral, a entrada da água salgada no estuário favoreceu a maior oxigenação das águas. A extrema supersaturação do local 11 deve ser consequência de alta produção fitoplanctônica no local, nesta ocasião.

#### 5) Nutrientes dissolvidos

Os nutrientes, especialmente o fosfato, são normalmente identificados como os principais responsáveis pelo estabelecimento do processo de eutroficação em corpos de água. Tal fenômeno tem como consequência o crescimento acelerado de organismos vegetais, sejam algas, macrófitas ou até mesmo cianobactérias, como exemplo a *Aphanothece sp.*, que é abundante neste estuário onde a poluição orgânica é acentuada (De Lorenzo, 1995).

Quanto maior o tempo de residência e portanto, quanto menor a dinâmica das águas que recebem aportes de compostos orgânicos, mais se intensifica a eutroficação.

O desenvolvimento de florações em desequilíbrio afeta o balanço de oxigênio, seja com acréscimo pela fotossíntese enquanto os vegetais estiverem vivos, seja pelo decréscimo quando ocorre a morte destes e sua decomposição aeróbica, assim como também estas florações podem afetar seriamente a qualidade da água, pois algumas espécies que florescem podem liberar toxinas na água, como exemplo é o caso de certas cianobactérias (Yunes et al., 1994).

Embora os nutrientes sejam constituintes indispensáveis para a produtividade de um corpo hídrico, quando em excesso podem desencadear processos indesejáveis e desequilíbrios ambientais, conforme evidenciado anteriormente e por isso, suas concentrações não devem exceder os níveis considerados normais para o tipo de ambiente em questão, para que a qualidade ambiental seja preservada.

#### a) **Amônio e fosfato**

Primeira expedição (Figuras 5, 7, 13 e 14) :

Ficou muito evidente a acentuada eutroficação principalmente nos locais 1 (superfície), 2 e 5 e as excessivas concentrações destes nutrientes. No local 2, onde situam-se os terminais pesqueiros, a presença de efluentes industriais ocasionou que o sedimento de fundo deste ambiente esteja formado, até cerca de 5cm, quase que completamente de escamas e restos de peixes, sugerindo que as fontes de contaminação orgânica deste local realmente são os efluentes não tratados, somando-se aos lançamentos de resíduos sólidos das indústrias de pescado do local.

No local 5, embora as concentrações de fosfato e amônio não tenham sido tão elevadas como no local 2, também foram excessivas. Sendo esta a área correspondente ao terminal de granéis sólidos e líquidos e, teoricamente seja um local livre de significativos aportes de efluentes domésticos e industriais, tudo leva a crer que a causa desta contaminação seja as perdas de material orgânico (grãos e farelos) oriundas das atividades portuárias de carga e descarga neste local. A intensidade e gravidade destas perdas foi constatada visualmente.

A contaminação destes dois locais foi evidenciada somente na água de superfície, mostrando que a origem é realmente de lançamentos antropogênicos, pois as águas de fundo destes locais e dos outros estudados, mostraram-se livres de contaminação por nutrientes, o que foi favorecido pela entrada no fundo de água salgada, a qual atua como agente diluidor. Possivelmente, quando esta água salgada atingir as camadas superficiais, a contaminação não apresente-se tão pronunciada. Isto

poderá ser verificado na segunda expedição oceanográfica realizada sob o domínio de águas marinhas no estuário, o que é mais freqüente no verão.

Salienta-se que no local 7, apesar deste estar somente à 2 Km do ponto de lançamento do principal efluente doméstico da cidade, lançado sem tratamento, não apresentou-se contaminado, mostrando a grande importância da dinâmica do canal e da maior massa de água receptora na diluição do efluente lançado. Aznar (1993) já havia mostrado que a contaminação deste efluente sobressaía-se até 600m de distância do seu lançamento e que a partir daí, a hidrodinâmica e a profundidade, gradativamente encarregavam-se pela sua diluição e diminuição da toxicidade, chegando a diluição a ser cerca de 90% a apenas 800m de distância do ponto de lançamento. Este estudo evidenciou a importância do lançamento de efluentes em locais de maior profundidade e hidrodinâmica.

Comparando-se os resultados obtidos de amônio e fosfato dos locais 2 e 5 com os outros locais ao redor da área portuária e ainda com outras regiões do estuário, anteriormente estudadas, observou-se que estes dois locais equiparam-se, em termos de nutrientes, ao Saco da Mangueira, local considerado muito eutrofizado e afetado pela contaminação orgânica (Baumgarten et al., 1995). No resto da área hídrica portuária, as concentrações de amônio e fosfato não foram tão elevadas, equiparando-se as registradas para o resto do canal.

#### Segunda expedição (Figuras 6, 8, 13 e 14):

Apesar da penetração da água marinha no estuário ter favorecido a diluição dos contaminantes, a grave situação de eutroficação dos locais 1 e 2, constatada na primeira expedição, permaneceu na segunda expedição, quando até a água de fundo do local 2 apresentou-se contaminada, tanto em amônio como em fosfato, consequência de que a homogeneidade vertical do estuário (não estratificado) fez com que os efluentes contaminassem toda a coluna da água. Estas concentrações, muito altas para estes locais, representam uma situação de alerta quando comparadas com os valores referidos como normais para estuários não contaminados, principalmente pelo fato de que persistem independentes do regime hídrico do estuário, não sendo amenizadas nem pela entrada da água salina.

Entretanto, o local 5, junto ao Porto Novo, que na primeira expedição salientou-se por apresentar significativa contaminação orgânica, na segunda expedição as concentrações foram normais, à exemplo do resto da área do Canal,

como conseqüência da diluição dos contaminantes lançados com a água do mar mais pobre em nutrientes.

#### **a) Nitrito e nitrato**

Primeira expedição (Figura 5):

Em todos os locais estudados as concentrações destes constituintes foram baixas, quando comparadas com os valores considerados normais para estuários não contaminados. Este comportamento tem sido freqüentemente observado neste estuário em estudos anteriores (Baumgarten et al., 1995 e Niencheski e Windon, 1994). Nos locais onde os níveis de amônio foram normais, também é esperado que os níveis de nitrato sejam proporcionais, indicando que o processo bioquímico natural da nitrificação (oxidação microbiológica do amônio) desenvolva-se equilibradamente. Já para os locais 2 e 5, onde os níveis de amônio foram excessivos e o nitrato muito baixo, fica evidente que a nitrificação foi pouco intensa, possivelmente favorecido pela sub-saturação do oxigênio destes locais.

Segunda expedição (Figura 6):

Como na primeira expedição, as concentrações de nitrito, em geral continuaram baixas, embora mais uma vez o local 2 apresentou picos elevados nas concentrações de nitrito, evidenciando ainda mais a contaminação deste local, já que este é um parâmetro que em altas concentrações indica desequilíbrio ambiental.

Com relação ao nitrato, constatou-se um comportamento oposto ao da primeira expedição, evidenciando concentrações muito altas na superfície e assim, uma intensa nitrificação das formas amoniacais (baixas concentrações de amônio).

Como exceção à esta riqueza de nitrato, destacam-se os locais 1 e 2, onde a carência foi marcante e o comportamento é exatamente o mesmo descrito para a primeira expedição, quando as concentrações excessivas de amônio, a falta de nitrato e a sub-saturação em oxigênio destes locais, salientam a ausência do processo de nitrificação, em ambos regimes hídricos do estuário. Fica evidente que nesta área há um excesso de matéria orgânica antropogênica lançada e que a situação aí é crítica.

**c) Amônia**

Primeira e segunda expedições (Figura 5 e 7):

O nitrogênio amoniacal na água pode se apresentar sob a forma iônica ( $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4^+$ ), que é o amônio e, sob a forma de gás dissolvido, que é a amônia ( $\text{NH}_3$ ), considerada uma forma muito mais tóxica e por isso possui referências de limites citados na legislação ambiental. Esta forma de  $\text{NH}_3$  predomina em ambientes alcalinos. Felizmente, na área amostrada, nas duas expedições, os valores registrados estiveram bem abaixo do valor referido pelo CONAMA (1986) para a Classe C (na qual está enquadrada a região portuária). Entretanto, chama-se a atenção de que os maiores valores foram registrados em águas de superfície nos locais 5 (primeira expedição) e 2 (segunda expedição), confirmando a presença de importante fonte antropogênica deste constituinte da água nestes locais.

**d) Silício dissolvido**

Primeira expedição (Figura 7):

As maiores concentrações de silício associaram-se as menores salinidades, o que é reflexo de que águas continentais são naturalmente mais ricas em silício, devido a maior influência do intemperismo sobre a crosta terrestre. O comportamento do silício foi semelhante ao observado para o material em suspensão, sendo que as menores concentrações ocorreram nas áreas hídricas adjacentes à cidade, já que na área do eixo do canal, a ressuspensão dos sedimentos favorece a redissolução do silício tanto biogênico como dos próprios sedimentos, aumentando conseqüentemente as concentrações na água deste nutriente.

Segunda expedição (Figura 8):

Da mesma forma que para a salinidade, não observou-se estratificação entre a superfície e o fundo. As menores concentrações ocorreram nos locais próximos à desembocadura do estuário, onde a água estava muito salgada, e como tal, pobre naturalmente em silício. Fica muito evidente a influência das águas salinas na diminuição do silício no estuário.

### **e) Fósforo total**

Primeira expedição (Figura 7):

Neste parâmetro está incluído o fosfato dissolvido somado às formas de fósforo ligadas as partículas (adsorvido e sob forma molecular), mais o fósforo orgânico dissolvido. Novamente, à exemplo do fosfato e de outros constituintes, constatou-se que os maiores valores ocorreram nas águas dos locais 2 e 5. O acréscimo de fósforo total nas águas de fundo do local 5, mostrou que há em suspensão junto ao fundo, partículas sedimentares ricas em fósforo, originadas da sedimentação de poeiras lançadas ou perdidas pelas atividades de cargas e descargas do porto neste local.

Segunda expedição (Figura 8):

O comportamento evidenciado tem sido, praticamente o rotineiro para os nitrogenados e fosfatados, ou seja, o local 2 sobressai-se em termos de contaminação e, mais uma vez, a homogeneização salina do estuário acabou por contaminar a água de fundo deste local, o que não tinha acontecido na primeira expedição, devido a estratificação, e assim, a contaminação concentrava-se na superfície.

Já no local 5, que na primeira expedição apresentou-se contaminado por fósforo total, agora aparece com concentrações normais, à exemplo do resto dos locais, resultado da diluição causada pela presença da água salina mais pobre neste constituinte.

Chama a atenção a alta concentração registrada no local 11. Como a concentração do fosfato dissolvido apresentou-se reduzida (vide o item 5a), esta alta concentração deve ser consequência da presença de muitos organismos fitoplanctônicos na água, o que pode ser corroborado pelo altíssimo valor da saturação em oxigênio registrada neste local, nesta ocasião e portanto, muita atividade fotossintética, conforme já referido anteriormente para este local.

## **6) Razão N/P (nitrogenados sobre fosfato)**

Primeira expedição (Figura 6):

Os baixos valores na área do Porto Velho e Porto Novo, indicam que há desequilíbrio nestas regiões em relação a proporção entre o nitrogênio e o fósforo dissolvido, porque as razões estão muito abaixo do valor referido como normal em ambientes equilibrados, que é de 16 (Redfield, 1958). Fraser e Wilcox (1979) sugeriram que razões maiores do que 10 indicam excesso de nitrogênio e vice versa. Portanto, o declínio das razões nas áreas do Porto Velho e Porto Novo evidenciou o excesso de fosfato para as necessidades dos produtores primários locais, o que é favorável para um desencadeamento de florações indesejáveis. É possível que o desequilíbrio esteja relacionado com aporte de fósforo a partir do Distrito Industrial. Baumgarten et al. (1995) verificaram um comportamento similar para esta razão no Saco da Mangueira, indicando um desequilíbrio para este ambiente, o mesmo não ocorrendo nas outras áreas ao redor da cidade.

Segunda expedição (Figura 7):

As extremas amplitudes dos picos desta razão no Porto Novo e Superporto, distanciando-se em muito do valor normalmente esperado, é consequência das altas concentrações de nitrato que foram registradas em toda a área amostrada. Essas altas concentrações é o resultado da oxidação do amônio que foi liberado da água intersticial para a coluna da água sobrejacente, pela ação da entrada da cunha salina.

Somente a redução dos lançamentos é que levará a razão N/P a níveis normais, como os citados anteriormente, pois a matéria orgânica lançada em alguns locais e espalhada pela própria dinâmica do ambiente e acumulada nos sedimentos da região portuária quando não contamina a coluna da água, acaba por contaminar a água intersticial, que quando liberada, desequilibra o ambiente. O problema das dragagens destes tipos de sedimentos trás esta questão a tona, pois certamente acaba por liberar uma excessiva carga de nitrogenados para a coluna da água, eutrofizando o ambiente e gerando as indesejáveis florações.



## 7) Óleos e graxas

Em geral, a presença de óleos nas águas é bastante problemático, porque além de prejudicar as aves que se alimentam de peixes, afeta as larvas e prejudica a fotossíntese porque dificulta a penetração da luz solar. O aspecto visual do ambiente também fica seriamente prejudicado.

Primeira expedição (Figuras 11 e 20):

Em termos de águas de superfície, toda a área amostrada encontra-se com problemas de contaminação por óleos e graxas, já que, segundo o CONAMA (1986) os valores destes compostos químicos devem ser nulos. A contaminação foi mais acentuada nas águas de superfície do Porto Novo e junto a desembocadura do estuário, como reflexo direto das atividades ligadas à navegação, como efluentes das embarcações, lavagens de porões, abastecimento de navios, vazamentos, entre outras.

Segunda expedição (Figuras 12 e 20):

Com exceção restrita do local 2, onde a contaminação permaneceu intensa, no resto dos locais amostrados, os níveis de óleos e graxas decresceram bastante em relação à primeira expedição, mostrando mais uma vez a influência da água salgada na diminuição da contaminação. Entretanto, ainda as concentrações são dignas de preocupação, pois a legislação não recomenda a presença deste tipo de contaminante no ambiente. Devem ser tomadas todas as precauções para que nos procedimentos portuários onde são manipulados estes compostos, não seja ocasionada este tipo de contaminação ambiental.

## 8) Fenóis

Primeira expedição (Figuras 11 e 19):

Todos os resultados estiveram bem abaixo das concentrações máximas referidas como limites na legislação do CONAMA (1986), apesar do local 2 ter apresentado um leve acréscimo.

Segunda expedição (Figuras 12 e 19):

Mesmo que a entrada da água salina tenha diluído os contaminantes, como já foi comentado anteriormente, evidenciou-se um problema sério com relação ao fenol nos locais 4, 5 e 6 no Porto Novo, tanto nas águas de superfície como no fundo,

chegando as concentrações à valores extremos de até cerca de 30 ug/l, quando o recomendado é 1 ug/l. Certamente no período desta amostragem, algumas atividades nesta área portuária (lavagens de porões, descargas de navios, efluentes das embarcações, entre outras) estavam lançando fenol no meio hídrico, embora as mesmas não tenham sido diretamente identificadas na presente avaliação.

O problema é sério, porque sendo um agente cáustico potente, o fenol age coagulando as matérias protéicas e atuando sobre as membranas celulares. Os fenóis podem provocar efeitos letais em organismos fitoplanctônicos quando em concentrações acima de 0,3 ug/l, podendo diminuir a atividade fotossintética, causar necroses nas faringes e nas brânquias dos peixes, causando paralisia e congestão cardiovascular (citado em Kantin et al., 1980).

## **9) Metais pesados**

Os limites máximos estabelecidos pelo CONAMA (1986) são muito tolerantes para a Classe C de águas salobras. Para o cobre, zinco e cádmio, praticamente todos os resultados encontram-se abaixo dos limites, excetuando-se o local 2 para o cádmio nas águas de superfície. No caso do chumbo, a contaminação fica evidente nas águas ao redor da cidade.

### **a) Zinco**

Primeira expedição (Figuras 9 e 18):

As concentrações nas águas de fundo apresentaram-se mais elevadas do que as de superfície. As maiores concentrações nas águas de fundo ocorreram na área do Superporto (locais 7,8 e 9), enquanto que na superfície, ocorreram nas áreas ao redor da cidade (Porto Novo e Porto Velho), possivelmente devido as inúmeras atividades portuárias ali desenvolvidas. Os locais próximos a desembocadura do estuário, apesar de servirem também para as atividades portuárias, tem sua concentrações muito reduzidas em zinco devido a maior distância das fontes industriais de metais e a diluição intensa com a água marinha que entra muito pobre em metais.

Nenhum resultado atingiu o limite máximo de 170 ug/l referido pelo CONAMA (1986), pois nunca ultrapassaram o valor de 100 ug/l, sendo atingido um máximo de 99 ug/l no local 7, o que já representa um problema, tendo em vista que foi demonstrado em laboratório (Brereton et al., 1973) que concentrações de 100 ug/l

afetam o crescimento e o desenvolvimento de larvas. Para o homem, o caráter não cumulativo deste metal torna-o pouco nocivo.

As concentrações registradas no presente estudo mantêm a mesma amplitude das registradas para o eixo deste estuário por Baumgarten et al. (1990), quando o máximo foi de 92,4 ug/l. Entretanto, estes autores registraram altos valores ao norte da Lagoa dos Patos, com um máximo de 198 ug/l. Desta forma, a contaminação por zinco não parece ser problema para este estuário, pelo menos na coluna da água . *Entretanto os testes de toxicidade) apontam para uma situação de alerta, pois os valores encontrados estão muito próximos das CL50 em juvenis de Metamysidopsis e. atlantica. (ver capítulo de Ecotoxicologia) [Nota da coordenação].*

Segunda expedição (Figuras 10 e 18):

A ausência da contaminação das águas por zinco manteve-se, entretanto, ao contrário da primeira expedição, como resultado da homogeneização da coluna da água, observou-se que as maiores concentrações ocorreram em superfície na área portuária, refletindo fracas mas presentes aportes antropogênicos deste metal.

#### b) Chumbo

Primeira expedição (Figuras 9 e 16):

Os locais localizados no Porto Novo e o local 2 no Porto Velho apresentaram águas com concentrações de chumbo acima do limite de 10 ug/l, recomendado pelo CONAMA (1986), chegando a um máximo de cerca de 20 ug/l. Anteriormente, Baumgarten (1987) constatou que os valores médios de chumbo bioacumulado nas partes moles de *Balanus improvisus* (craca) coletados na área do Superporto chegaram a atingir o dobro das concentrações bioacumuladas por organismos da mesma espécie que desenvolveram-se na enseada marginal Saco do Justino, que é um ambiente não impactado. Baumgarten et al. (1990) também registraram picos de chumbo (máximo de 13,2 ug/l) nas águas de superfície na área do Superporto e chamaram a atenção para a existência de fontes no local. Ao longo de toda a área amostrada as águas de superfície e fundo apresentaram concentrações bastante semelhantes. As altas concentrações registradas são devidas as inúmeras e diversificadas atividades portuárias da região e no local 2, são também responsáveis pelo acréscimo de chumbo na água as atividade do terminal pesqueiro, possivelmente a partir das embarcações. Esta constatação deve ser vista com uma grande preocupação em termos de qualidade ambiental local.

Este metal é perigoso pois não é essencial ao metabolismo celular e é tóxico, mesmo em muito pequenas concentrações. Pode provocar inibições em algumas enzimas e é cumulativo por parte de grande parte de organismos marinhos, podendo atingir fatores de concentrações na ordem de 1400 vezes. Em peixes, uma forte contaminação pode provocar lesões nas branquias e inibição nas trocas oxigênio-gás carbônico (Martin et al., 1976). No homem pode causar alterações em três níveis: sistema nervoso, sanguíneo e problemas renais (Goyer e Chisolm 1972), doença conhecida como saturnismo.

Segunda expedição (Figuras 10 e 16):

A contaminação por chumbo não foi evidenciada, pois a presença da água salgada em toda a coluna da água resultou num significativo decréscimo das concentrações deste metal na área portuária, sendo que os valores apresentaram-se abaixo do valor de 10 ug/l, citado como referência pelo CONAMA (1986). As concentrações nas águas do fundo foram levemente maiores do que as de superfície, evidenciando uma tendência ao acúmulo deste metal junto as poeiras antropogênicas que sedimentam e localizam-se em suspensão junto ao fundo.

c) Cádmi

Primeira expedição (Figuras 9 e 17):

A acumulação excessiva de cádmio no homem resulta na doença de Itai-itai, que produz problemas no metabolismo do cálcio, acompanhado de descalcificação, reumatismo, nevralgias, proteinúrias e problemas cardiovasculares. Os fatores de concentração pelos organismos marinhos podem atingir entre 10<sup>2</sup> a 10<sup>3</sup> da concentração da água. No ambiente marinho, as larvas em geral e as algas são muito sensíveis ao cádmio.

No homem, entre 5 a 10% do cádmio ingerido é excretado, entretanto o período biológico do cádmio é de 25 anos, o que conduz a sua bioacumulação progressiva nos indivíduos que se nutrem de organismos contaminados, mesmo que com baixas concentrações (Martin et al., 1976).

Para o estuário de Delaware (USA) a concentração limite proposta foi de 4 ug/l (citado em Martin et al.) .

No presente estudo, as águas da área portuária apresentaram baixas concentrações de cádmio (< que 3 ug/l), portanto bem abaixo do limite de 5 citado

pelo CONAMA (1986). Entretanto, nas águas de superfície do local 2, a concentração aproximou-se de 6 ug/l, indicando a presença de fonte antropogenica de atividades das indústrias deste local, sendo isto um motivo de preocupação em termos de qualidade ambiental

Segunda expedição (Figuras 10 e 17):

A exemplo da primeira expedição, a contaminação por cádmio não foi evidenciada, estando os valores abaixo do valor referência do CONAMA (1986). Como exceção, observou-se um importante acréscimo no local 5 e, menos intensamente no local 2, obviamente reflexo de lançamento de efluentes das indústrias pesqueiras e das atividades de carga e descarga do porto.

#### **d) Cobre**

Primeira expedição (Figuras 9 e 15):

O cobre, apesar de que, a exemplo do zinco ser um oligoelemento indispensável para a vida, em concentrações elevadas representa um perigo para a biota, pois tem uma grande capacidade de se bioacumular em determinados tecidos vivos, magnificando as suas concentrações ao longo da cadeia trófica, atingindo ao homem.

Em toda a área estudada as concentrações estiveram bem abaixo dos limites estipulados pelo CONAMA (1986). Apesar deste limite ser muito tolerante para a Classe C, a qual pertence a área portuária, mesmo que fossem consideradas áreas de maior preservação, as concentrações registradas nesta expedição estariam abaixo, porque o limite mais restritivo é de 20 ug/l, e os valores registrados estiveram todos abaixo deste valor.

Segunda expedição (Figuras 10 e 15):

Como um comportamento contrário aos outros metais e ao observado na primeira expedição, os valores de cobre aumentaram em toda a coluna da água, destacando-se nas águas de fundo e nas áreas do Porto Novo e Porto Velho. Apesar disto, não ultrapassaram o valor referido como limite pelo CONAMA (1986).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

À partir dos estudos anteriores hidroquímicos das águas ao redor de Rio Grande, pôde-se traçar algumas conclusões gerais sobre as suas características, salientando-se:

- a riqueza de nutrientes de origem antropogênica (efluentes, principalmente) nas águas junto as bordas da área urbana (eutrofia), proporciona florações indesejáveis de cianobactérias indicadoras de poluição orgânica, como exemplo *Aphanothece sp.* (De Lorenzo, 1995).

- a enseada rasa Saco da Mangueira destaca-se pelas altas concentrações de fosfato (Baumgarten et al., 1995), principalmente nas águas marginais às indústrias de fertilizantes, provavelmente devido às suas emissões (Baumgarten et al., em preparo). Também contribuem para esta riqueza e para os picos nas concentrações de amônio os lançamentos de efluentes domésticos aí lançados sem tratamento, clandestinos e um oficial. Devido as suas características geomorfológicas e importância biótica, esta enseada é um local totalmente inadequado para lançamentos de grandes cargas de efluentes não tratados

- as concentrações de nutrientes no eixo do Canal do Rio Grande estão, em média, na faixa considerada normal para estuários não contaminados. Isto é consequência da sua maior profundidade e maior hidrodinâmica, que causam maior diluição dos efluentes aí lançados (Niencheski e Windom, 1994).

- há evidências de aportes antropogênicos e maior bioacumulação de metais em *Balanus improvisus* coletados na área do Canal do Rio Grande, nas suas margens, do que nestes organismos coletados em outra área não contaminada do estuário (Saco do Justino) (Baumgarten, 1987)

- em função da presença de efluentes domésticos lançados sem tratamento, associados ou não à efluentes industriais, foram identificadas 12 áreas potencialmente comprometidas ao redor da cidade, principalmente em termos de contaminação orgânica, assim como foram mapeados 76 pontos de lançamento de efluentes domésticos, industriais e pluviais (Almeida et al., 1993). A área conhecida como Coroa do Boi, nas margens do Canal do Rio Grande, que recebe grande carga de efluentes domésticos da cidade, sem tratamento, está comprovadamente contaminada por matéria orgânica e hipertrófica até cerca de 800m do ponto do lançamento. A partir daí, a maior hidrodinâmica e profundidade do local diminui a contaminação até cerca de 90% (Aznar, 1993).

Complementando as conclusões acima expostas, o presente estudo avaliou a qualidade hidroquímica das águas da área portuária em duas situações hidrológicas distintas, uma característica de inverno, com regime de vazante com água doce em superfície e salgada no fundo, e uma em regime de verão quando o estuário esteve todo salgado. Os resultados obtidos salientaram alguns aspectos muito importantes:

-a área do Superporto não apresentou situação de maiores preocupações em termos de nutrientes e metais, graças a intensa e instável hidrodinâmica deste estuário que intensamente dilui os poluentes.

-a entrada da água salgada no estuário, livre de contaminantes, favorece a descontaminação de alguns locais contaminados, como o local 5, no Porto Novo. Entretanto, a diluição não foi suficiente para descontaminar a grave situação do local 2, no Porto Velho, junto aos Terminais Pesqueiros. Complicando ainda mais o problema deste local, devido a homogeneização vertical que a entrada da água salgada causou, as águas de fundo acabaram se contaminando também, o que não ocorreu quando o local apresentava estratificação salina. Portanto, há uma preocupante contaminação orgânica e lançamento de compostos ricos em nitrogênio e fósforo neste local 2. As indústrias localizadas neste terminal deveriam assumir a responsabilidade desta contaminação, a qual pode trazer conseqüências danosas quanto a proliferação de espécies oportunistas e indesejáveis, como certas cianobactérias já identificadas para a região (*Microcystis sp e Aphanothece sp.*)(Yunes et al., 1994) e que podem liberar toxinas para o meio, prejudicando seriamente a biota local. É necessário que os efluentes aí lançados sejam tratados e que os resíduos sólidos oriundos do processamento do pescado não seja diretamente largado no meio hídrico, como as evidências mostraram que isto vem acontecendo.

-também com relação aos metais pesados, somente foi evidenciado uma contaminação significativa de chumbo nas águas do Porto Novo e no local 2 do Porto Velho durante a situação de estratificação salina no estuário, no inverno. A situação não foi evidenciada na presença da água salgada e homogeneidade vertical do estuário. Sendo o chumbo um metal intensamente bioacumulado, muito tóxico quando na água e com uma meia vida útil elevada, devem ser controlados e fiscalizados os procedimentos industriais e portuários que resultem em liberação de chumbo para a água. Apesar dos outros metais apresentarem concentrações abaixo dos limites do CONAMA (1986), também indicam a presença de fontes antropogênicas de metais, principalmente no Porto Velho e na área do local 5. Sugere-se controle muito intenso

nas embarcações, principalmente as de grande porte, no sentido de que não lancem efluentes, restos de combustíveis e similares no porto e que as lavagens de porões sejam feitas longe do estuário. É também imprescindível um controle mais rigoroso sobre a qualidade dos efluentes industriais lançados na área portuária.

-a detecção de grandes concentrações de óleos e graxas na área portuária, principalmente ao redor da área urbana corrobora com a idéia anteriormente exposta.

-os resultados de fenóis evidenciaram que, apesar do lançamento deste contaminante não ser constante na área portuária, pois não foi identificada contaminação na primeira expedição, a contaminação existe e foi identificada na expedição de verão. Não se conhece a frequência nem a real causa deste lançamento, mas certamente originou-se no Porto Novo. Em virtude do perigo deste constituinte no meio, esta situação é considerada de alerta.

Como conclusão final, fica claro que é indispensável a concretização de um programa de monitoramento contínuo da QUALIDADE HIDROQUÍMICA DA ÁREA PORTUÁRIA e uma efetiva e eficiente fiscalização e modernização das atividades portuárias **potencialmente poluidoras**, como lavagens de porões, perdas durante cargas e descargas, lançamento de efluentes não tratados, não só pelas embarcações, mas menos intensamente pelo próprio SUPRG.

As atividades de dragagens, nitidamente resultam em importantes alterações da qualidade das águas da área junto a dragagem. Portanto esta atividade deverá ser acompanhada de avaliações da qualidade da água da área sob esta atividade, pois a ressuspensão dos sedimentos pode liberar nutrientes, principalmente amônio e metais para a coluna da água, decresce os níveis de oxigênio e aumenta a turbidez. Estas alterações devem ser controladas para que não atinjam níveis letais para a biota hídrica local.

Com relação a frequência destes estudos sugeridos, para o monitoramento da área portuária em geral é suficiente uma periodicidade bimensal. Com relação as atividades de dragagens, o estudo hidroquímico deve acompanhar as referidas atividades, continuando algum tempo após o fim da mesma, até que os níveis dos parâmetros alterados atinjam suas concentrações de antes da dragagem.



## Referências Bibliográficas

ALMEIDA, M.T.A.; BAUMGARTEN, M.G.Z. e RODRIGUES, R.M., 1993: Identificação das possíveis fontes de contaminação das águas que margeiam a cidade do Rio Grande, RS. Série Documentos Técnicos, 06 - Oceanografia. Editora da FURG. 33p

AMINOT, A. & CHAUSSEPIED, M., 1983: Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO. Brest. 395 p.

APHA, 1975. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 14 th Edition. 1193 p.

AZNAR, C., 1993. Impácto dos efluentes domésticos nas águas que margeiam a cidade do Rio Grande. Trabalho de Graduação do Curso de Oceanologia. 65 páginas.

BAUMGARTEN, M.G.; ROCHA, J.M.B. & NIENCHESKI, L.F., 1996: Manual de Análises em Oceanografia Química. Editora da FURG/Pallotti (Porto Alegre). 115 páginas.

BAUMGARTEN, M.G.Z., 1987. Avaliação do *Balanus improvisus* como indicador dos níveis metálicos do estuário da Lagoa dos Patos (RS-Brasil). Tese de Mestrado em Oceanografia Biológica - FURG. 155 páginas.

BAUMGARTEN, M.G.Z.; KLEIN, A.H.F. e NIENCHESKI, L. F., 1990: Níveis de cobre, zinco e chumbo dissolvidos na Lagoa dos Patos (RS). In: Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa sul e sudeste brasileira: estrutura, função e manejo. 6 a 11 de abril. Águas de Lindoia (SP): Vol.II. p. 117- 126.

BAUMGARTEN, M.G.Z.; NIENCHESKI, L.F. & KUROSHIMA, K.N., 1995: Qualidade das águas estuarinas que margeiam o município do Rio Grande (RS): Nutrientes e detergente dissolvidos. Revista Atlântica. Vol. 17: 17-34.

BAUMGARTEN, M.G.Z.; VEECK, L. e NIENCHESKI, L.F. 1996 (Artigo final em preparo): Nutrientes na água intersticial de uma enseada rasa do estuário da Lagoa dos Patos. RESUMO. Congresso de Iniciação Científica - Prêmio Jovem Cientista. FURG - UFPEL-UFSM. Pelotas.

BERNER, R.A., RUTTENBERG, K.C., INGAL, E.D. & RAO, J.-L., 1993: The nature of phosphorus burial in modern marine sediments. In: Interactions of C, N, P and S Biogeochemical Cycles and Global Change. Edited by Roland Wollast, Fred. T. Mackenzie & Lei Chou. Series I: Global Environmental Change, Vol. 4, 515 p.

BRERETON, A., LORD, H., THORNTON, I., WEBB, J.J., 1973: Effect of zinc on growth and development of larvae of the pacific oyster *Crassostrea gigas*. Marine Biology, 19, 96-101.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), 1986: Resolução 003, de 05 de junho, 1984, art. 26.

DAY Jr., J.W., HALL, C.A.S., KEMP, M. & YANEZ-ARANCIBIA, 1987. Estuarine Chemistry. In: Estuarine Ecology. New York. Wiley. Chap. 3: 79-143.

De LORENZO, M., 1995: Relação de nutrientes e de fatores ambientais na ocorrência de cianobactéria *Aphanothece* sp ao redor da cidade de Rio Grande. Trabalho de Graduação do Curso de Oceanologia. 68 páginas.

FRASER, T.H. & W.H. WILCOX, 1979. Enrichment of a subtropical estuary with nitrogen, phosphorus and silica. In: Neilson, B. & Cronin (eds.). Estuaries and Nutrientes. Clifton. N.J. Humana Press. 481-498.

GOYER, R.A. & CHILSOLM, J.J., 1972: In: Metallic contaminants and human health. Ed. D.H.K. Lee, Academic Press, New York - London.

GRASSHOOF, K., EHRHARDT, M. & KREMLING, K., 1983. Determination of trace metals. In: Methods of Seawater Analysis. 2nd revised and extended edition. 419 p.

MARTIN, J.M., MEYBECK, M., SALVADORI, F. & THOMAS, A. 1976. Pollution Chimique des estuaries: Etat actuel des connaissances. Centre National pour l'Exploitation des Oceans (CNEXO). Serie: Rapports Scientifiques et Techniques, No. 22.

NIENCHESKI, L.F. & BAUMGARTEN, M.G. 1995: Environmental Chemistry. In: Ecology of Subtropical Convergence Regions - The coast and sea in the warm-temperate southwestern Atlantic. Chapter: Environment and biota of the Patos Lagoon Estuary. Edited by Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J.P. Springer-Verlag, p. 20-23.

NIENCHESKI, L.F. & WINDOM, H., 1994: Nutrient flux and budget in Patos Lagoon Estuary. *The Science of the Total Environment*. 149 (1-2): 53-60.

NIENCHESKI, L.F.; WINDOM, H. & SMITH, R., 1994: Distribution of particulate trace metal in Patos Lagoon Estuary (Brazil). *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 28, N° 2, p. 96-102.

READFIELD, A.C., 1958: The biological control of chemical factor in the environment. *Am. Scient.* 46: 205-226.

SOLORZANO, L., 1969: Determination of ammonia in natural waters by phenol hypochlorine method. *Oceanogr.* 14. 799-801.

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.

UNEP, 1991: Standard chemical methods for marine environmental monitoring. Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 50. Serie Regional Seas.

YUNES, J.S.; NIENCHESKI, L.F.; SALOMON, P.; PARISI, M.; BEATTIE, G.; RAGGETT, S.L. & CODD, G.A. 1994: "Development and toxicity of cyanobacteria in the Patos Lagoon estuary, Southern Brazil". Proceeding of "COI - Taller Regional de Planificación Científica sobre Floraciones Algales Nocivas". 15-17 de Junho de

1994. INAPE, Montevideo, Uruguai. Edição COI/UNESCO - Informes de reuniones de trabajo n. 101. pp. 14-19.

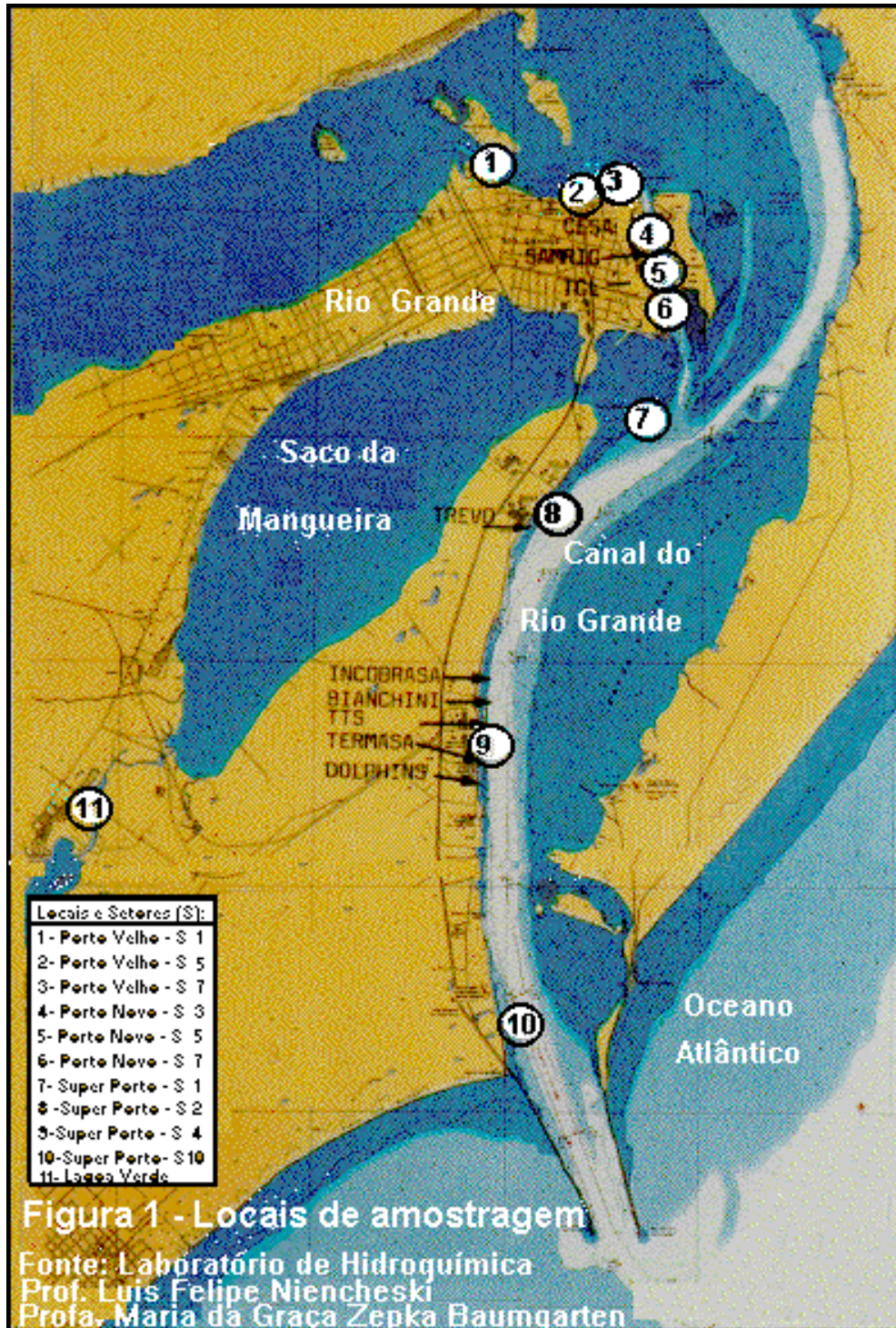
**Tabela 1: Locais, datas das amostragens e caracterizações dos Setores amostrados na área portuária.**

<i>Locais de coleta e datas (2 expe-dições)</i>	<i>Características do Setor amostrado</i>	<i>Localização do Setor</i>	<i>Destinação do Setor</i>	<i>Latitude e Longitude</i>	<i>Distância entre si dos locais de coleta (metros)</i>	<i>Presença de Efluentes (Al-meida et al.,1993)</i>
<b>1</b> <i>(14/08/96)</i> <i>(3/01/97)</i>	Porto Velho - Setor 1 Terminal de Carga Geral para Navegação Interior	Extremidade oeste do Cais de Saneamento - trecho entre prolongamento da rua General Portinho e a extremidade do antigo entreposto de pesca.	Carga e descarga de produtos hortifrutigranjeiros materiais de construção	32° 01' 600 52° 06' 300		doméstico clandestino
<b>2</b> <i>(14/08/96)</i> <i>(3/01/97)</i>	Porto Velho - Setor 5 Terminais Pesqueiros	Trecho entre as ruas Coronel Sampaio e Almirante Barroso	Atividades operacionais e industriais pesqueiras	32° 01' 800 52° 05' 250	1700	industriais (pescado)
<b>3</b> <i>(14/08/96)</i>	Porto Velho - Setor 7 Área de Serviços	Extremidade leste da área militar, estaleiro naval e posto de combustível	Prestação de serviços às atividades ma-ritimo-portuárias	32° 01' 700 52° 04' 950	500	doméstico clandestino
<b>4</b> <i>(14/08/96)</i> <i>(3/01/97)</i>	Porto Novo - Setor 3 Terminal de Granéis e Sólidos	Área dos armazéns A7 e A8. Cabeços 56 à 62 -01 berço.	Operações de cargas e descargas de graneis sólidos	32° 02' 200 52° 04' 600	1250	pluviais e portuários
<b>5</b> <i>(14/08/96)</i> <i>(3/01/97)</i>	Porto Novo - Setor 5 Terminal de Granéis, Sólidos e Líquidos	Área do armazém A4. Cabeços 37 a 44 -01 berço.	Operações de cargas e descargas de graneis sólidos e líquidos	32° 02' 500 52° 04' 450	550	pluviais e portuários
<b>6</b> <i>(19/08/96)</i> <i>(3/01/97)</i>	Porto Novo - Setor 7 Terminal de Fertilizantes	Área compreendida entre os cabeços 0 e 14. 02 berços e 01 berço para barcaça (TEFLU)	Operações de cargas e descargas de fertilizantes (matérias primas e derivados)	32° 02' 950 52° 04' 350	900	pluviais e portuários
<b>7</b> <i>(19/08/96)</i> <i>(2/01/97)</i>	Super Porto - Setor 1 Área de Serviços	Extremidade norte da área do Superporto - Pontal da Mangueira	Prestação de serviços as atividades marítimo-portuárias	32° 03' 800 52° 04' 400	1500	ponto equidistante a 2 km de efluentes domésticos e industriais
<b>8</b> <i>(19/08/96)</i> <i>(2/01/97)</i>	Super Porto - Setor 2 Área de Granéis Líquidos e Fertilizantes	Área compreendida entre o Terminal da COPESUL e o Aduos Trevo, com o Pier Petroleiro, inclusive.	Carga e descarga de petróleo e fertilizantes, com o manejo de matérias primas e derivados	32° 04' 700 52° 05' 500	2500	industrial (fertilizante)

<b>9</b> <i>(16/08/96)</i> <i>(2/01/97)</i>	Super Porto - Setor 4 Área de Granéis Agrícolas	Área entre os terminais de produtos agrícolas da Incobrasa e da Termasa.	Carga e descarga de produtos agrícolas. Prestação de serviços às atividades marítimo-portuárias.	32° 06' 800 52° 06' 200	4000	industrial (grãos: transporte, moagem e refino)
<b>10</b> <i>(16/08/96)</i> <i>(2/01/97)</i>	Super-Porto - Setor 10 Área de Administração e Manejo Ambiental	Extremidade sul do Superporto, contígua à Po-voação da Barra, na raiz do Molhe Oeste.	Atividades de turismo e lazer com administração e manejo ambiental	32° 09' 100 52° 06' 050	4150	sem efluentes
<b>11</b> <i>(20/08/96)</i> <i>(6/01/97)</i>	(Lagoa Verde) Área afastada das influências das atividades portuárias	Área de acesso da Lagoa Verde a enseada Saco da Mangueira.	Preservação ambiental	32° 07' 600 52° 10' 200	fora da área portuária	resíduo de tratamento de água potável

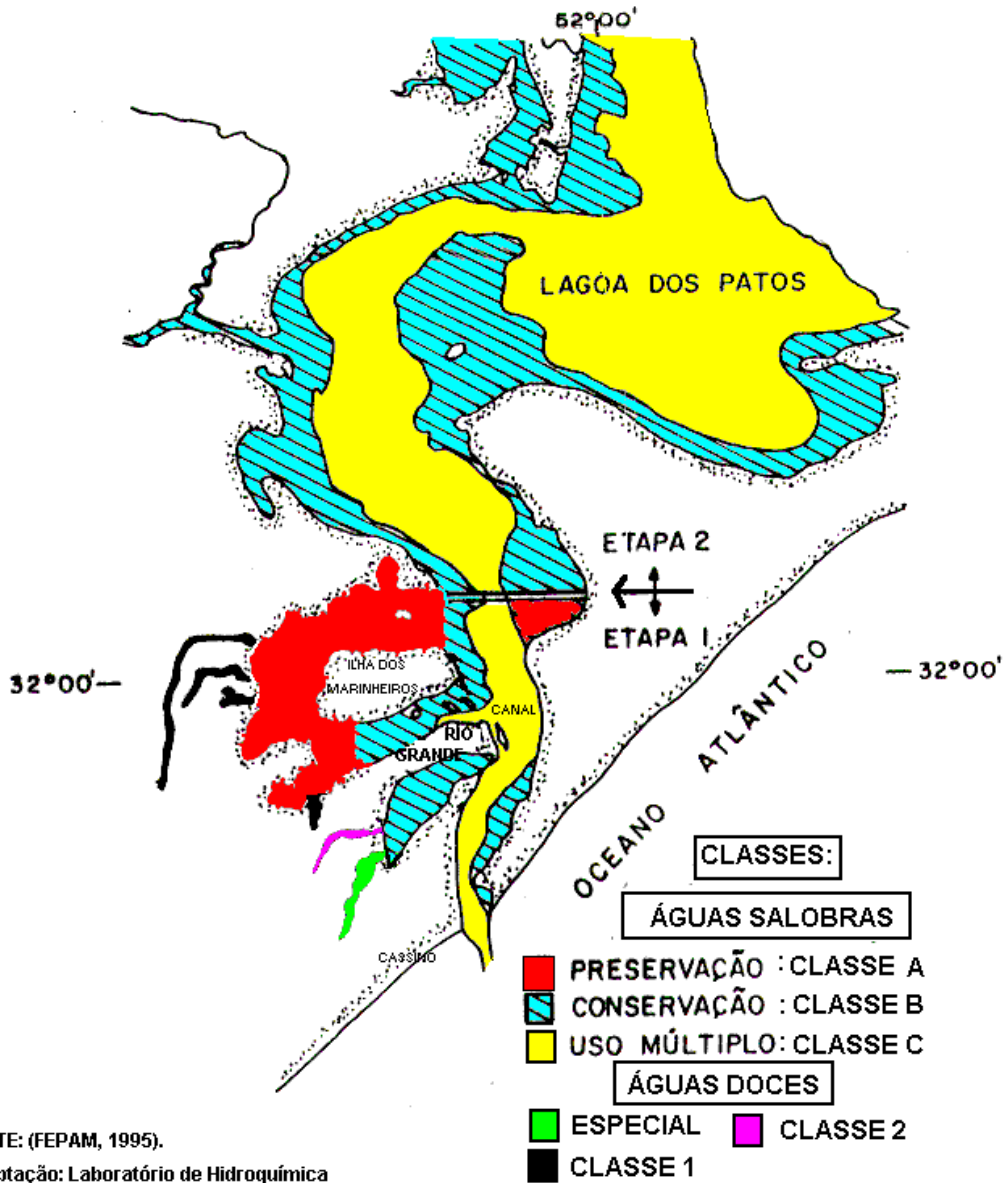
Fonte: Niencheski e Baumgarten, 1997. Laboratório de Hidroquímica - Projeto SUPRG

**FIGURAS**  
**(HIDROQUÍMICA)**





**FIGURA 2 - ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS**  
**ETAPA 1: JÁ CONCLUÍDA**  
**ETAPA 2: PREVISTA**

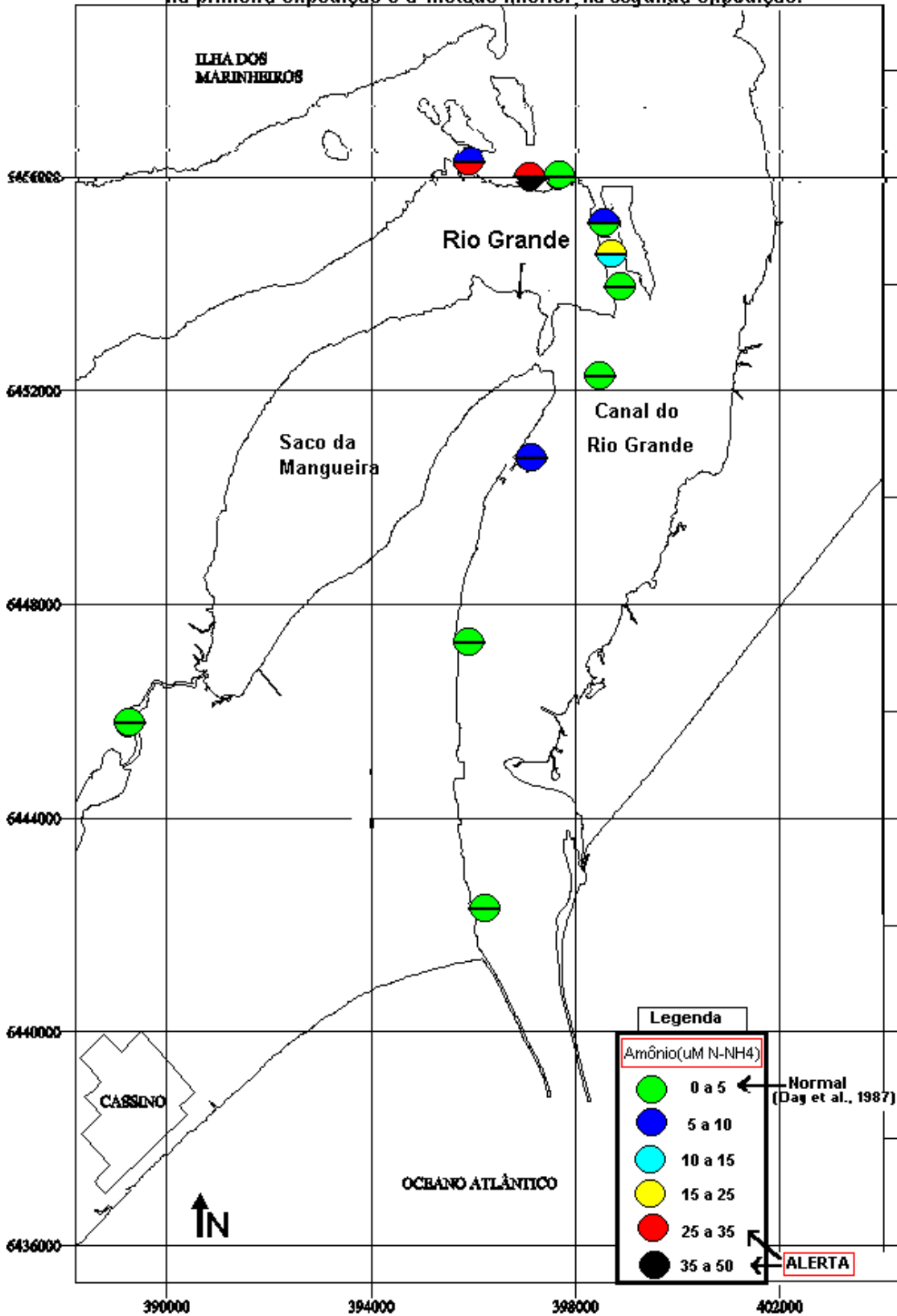


FONTE: (FEPAM, 1995).

Adaptação: Laboratório de Hidroquímica

**Figura13- Concentrações de nitrogênio amoniacal (amônio)**

Em cada círculo, a metade superior representa a concentração registrada na primeira expedição e a metade inferior, na segunda expedição.



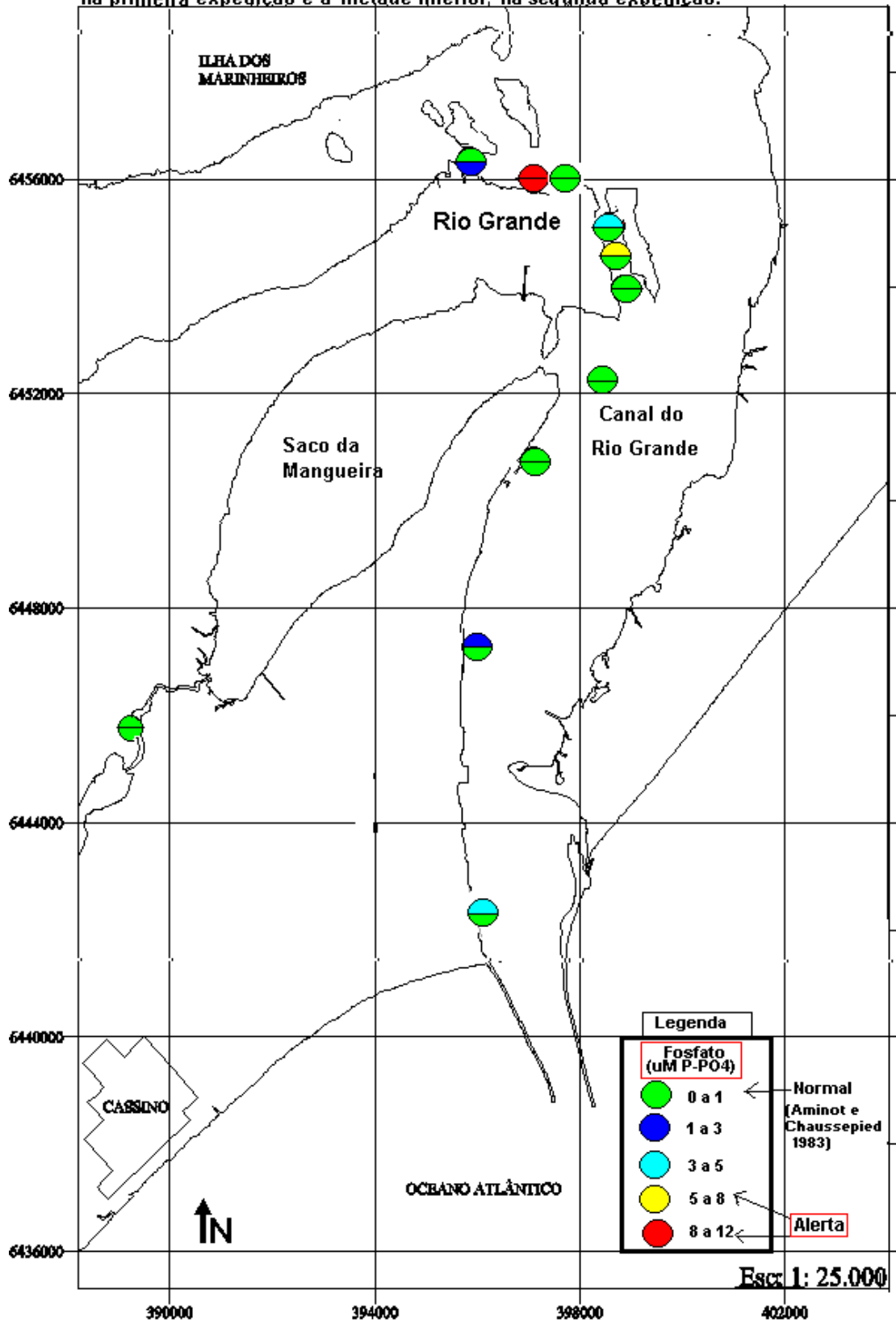
Fonte: Laboratório de Hidroquímica  
 Profs. Luis Felipe Niencheski e Maria da Graça Zepka Baumgarten

Esc: 1: 25.000

4 Km

**Figura 14- Concentrações de Fosfato (P-PO4)**

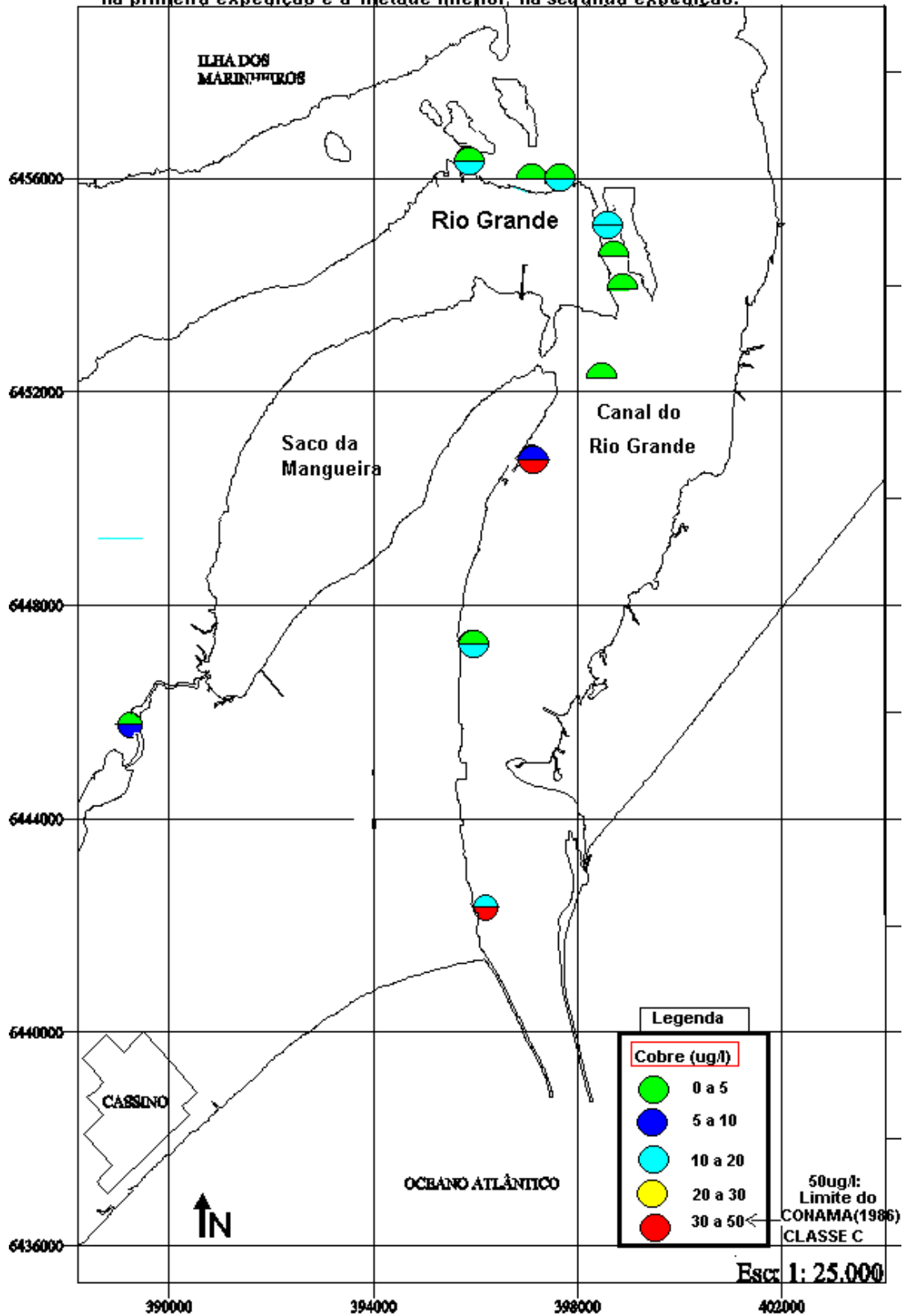
Em cada círculo, a metade superior representa a concentração registrada na primeira expedição e a metade inferior, na segunda expedição.



Fonte: Laboratório de Hidroquímica  
 Profs. Luis Felipe Niencheski e Maria da Graça Zepka Baumgarten

**Figura 15 - Concentrações de Cobre (Cu)**

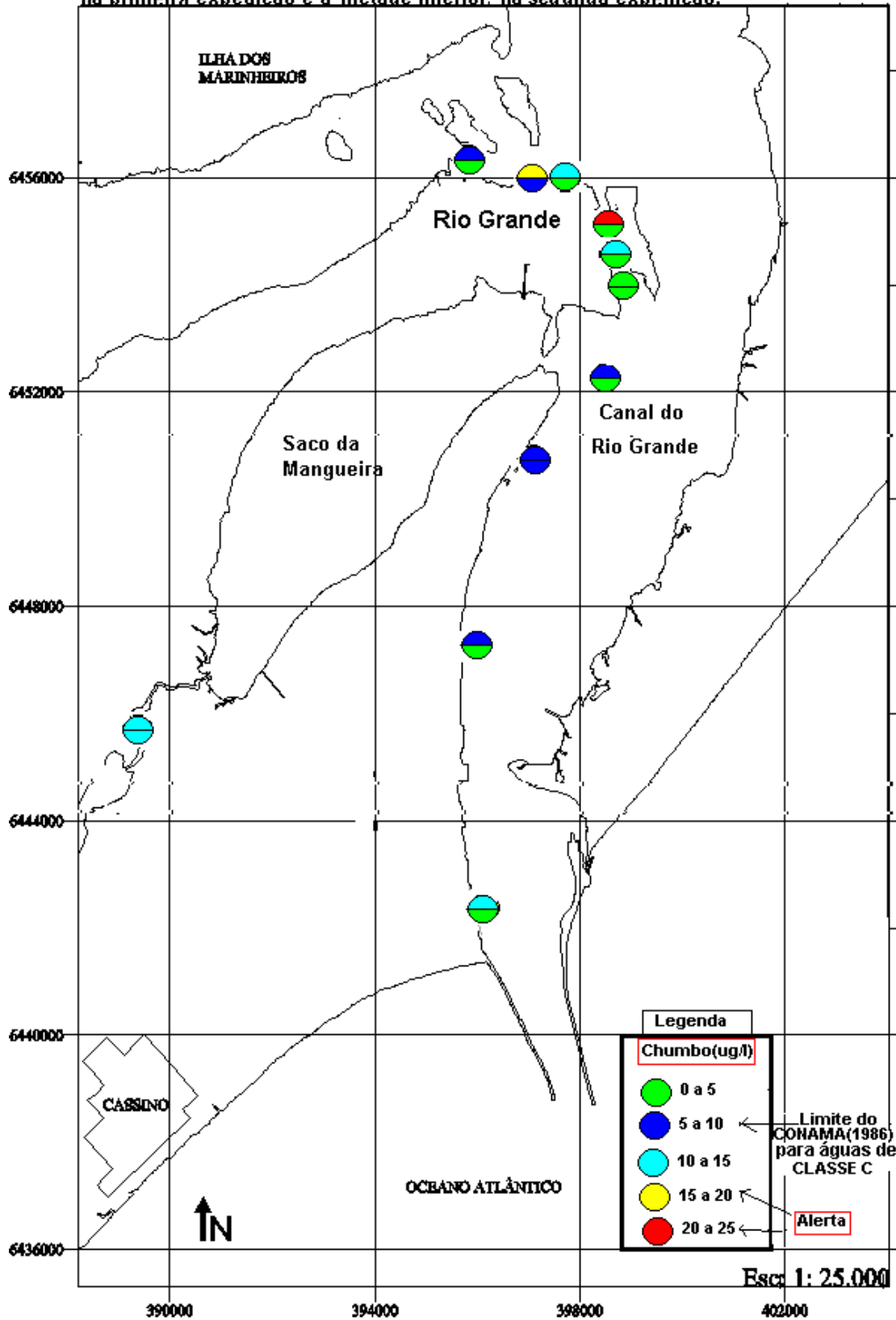
Em cada círculo, a metade superior representa a concentração registrada na primeira expedição e a metade inferior, na segunda expedição.



Fonte: Laboratório de Hidroquímica  
 Profs. Luis Felipe Niencheski e Maria da Graça Zepka Baumgarten

### Figura 16 -Concentrações de Chumbo (Pb)

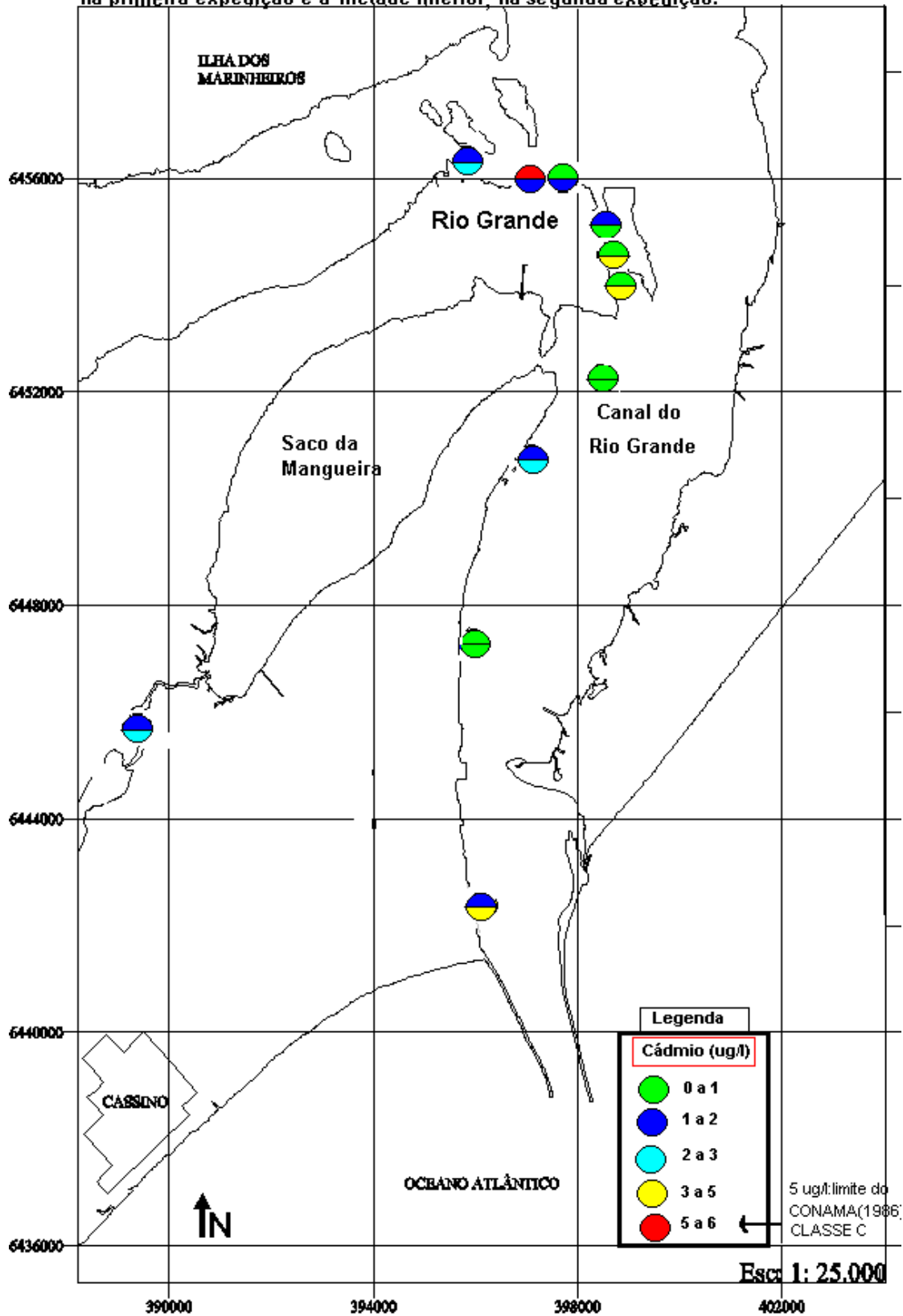
Em cada círculo, a metade superior representa a concentração registrada na primeira expedição e a metade inferior, na segunda expedição.



Fonte: Laboratório de Hidroquímica  
Prof. Luis Felipe Niencheski e Maria da Graça Zepka Baumgarten

**Figura 17 - Concentrações de Cádmiu (Cd)**

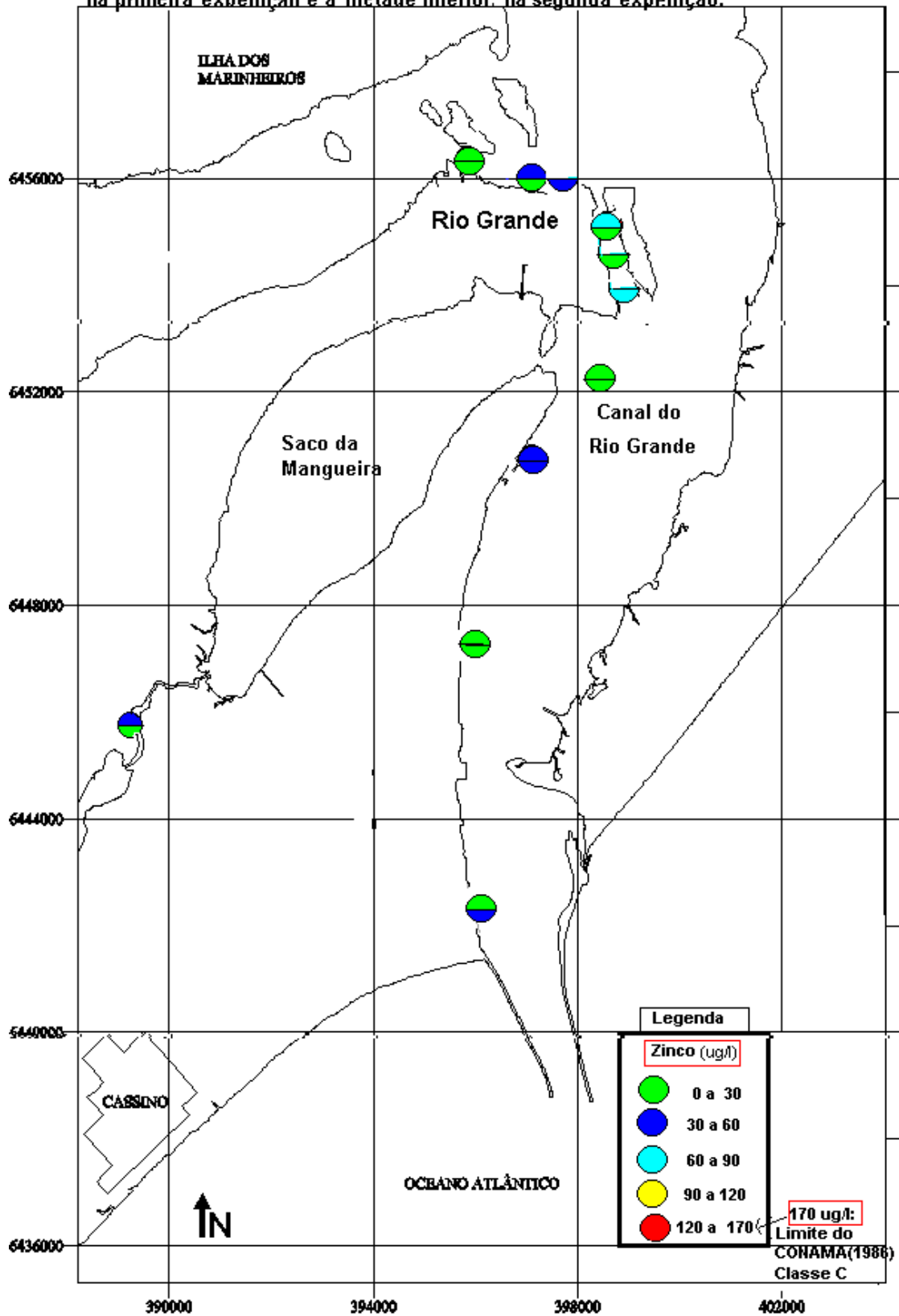
Em cada círculo, a metade superior representa a concentração registrada na primeira expedição e a metade inferior, na segunda expedição.



Fonte: Laboratório de Hidroquímica  
 Profs. Luis Felipe Niencheski e Maria da Graça Zepka Baumgarten

**Figura 18- Concentrações de Zinco (Zn)**

Em cada círculo, a metade superior representa a concentração registrada na primeira expedição e a metade inferior, na segunda expedição.

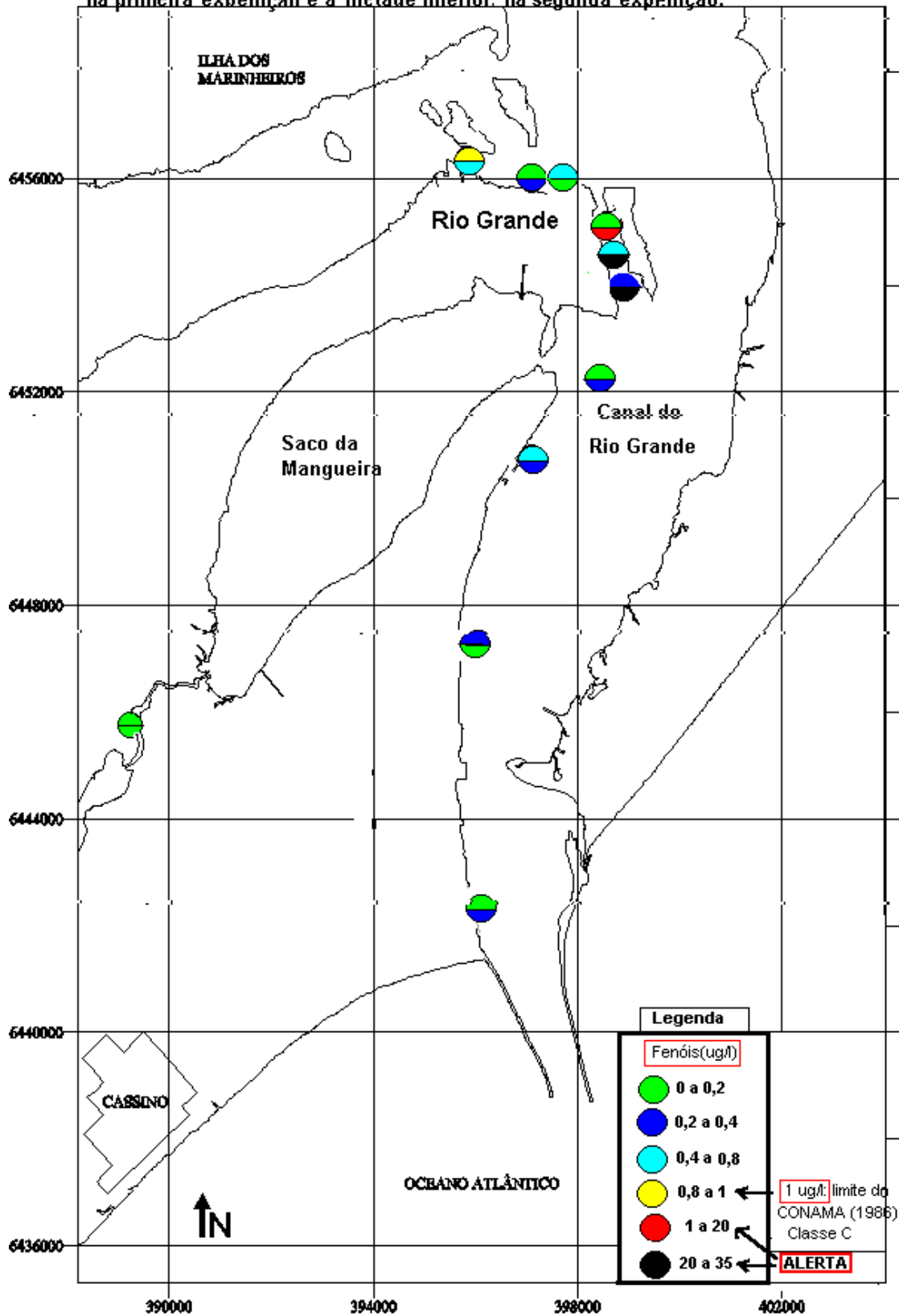


Fonte: Laboratório de Hidroquímica  
Prof. Luis Felipe Niencheski e Maria da Graça Zepka Baumgarten

4 Km

**Figura 19 - Concentrações de Fenóis**

Em cada círculo, a metade superior representa a concentração registrada na primeira expedição e a metade inferior, na segunda expedição.

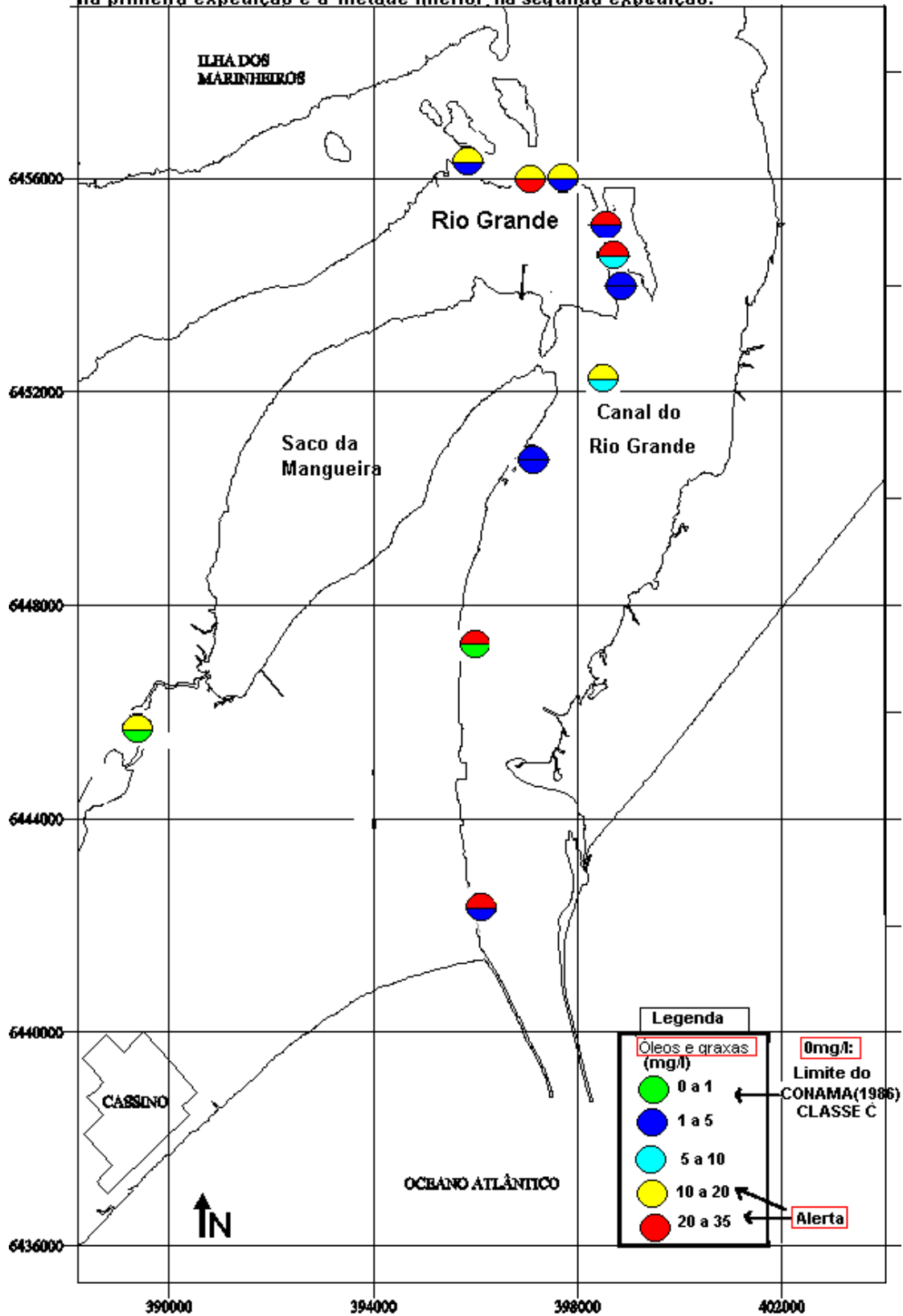


Fonte: Laboratório de Hidroquímica  
 Profs. Luis Felipe Niencheski e Maria da Graça Zepka Baumgarten



**Figura 20 - Concentrações de óleos e graxas**

Em cada círculo, a metade superior representa a concentração registrada na primeira expedição e a metade inferior, na segunda expedição.



Fonte: Laboratório de Hidroquímica  
 Profs. Luis Felipe Niencheski e Maria da Graça Zepka Baumgarten

Escr 1: 25.000

4 Km

**Figura 21 - Porto Velho - Setor 1  
Efluente Pluvial no Terminal de Carga Geral e Navegação Interior**

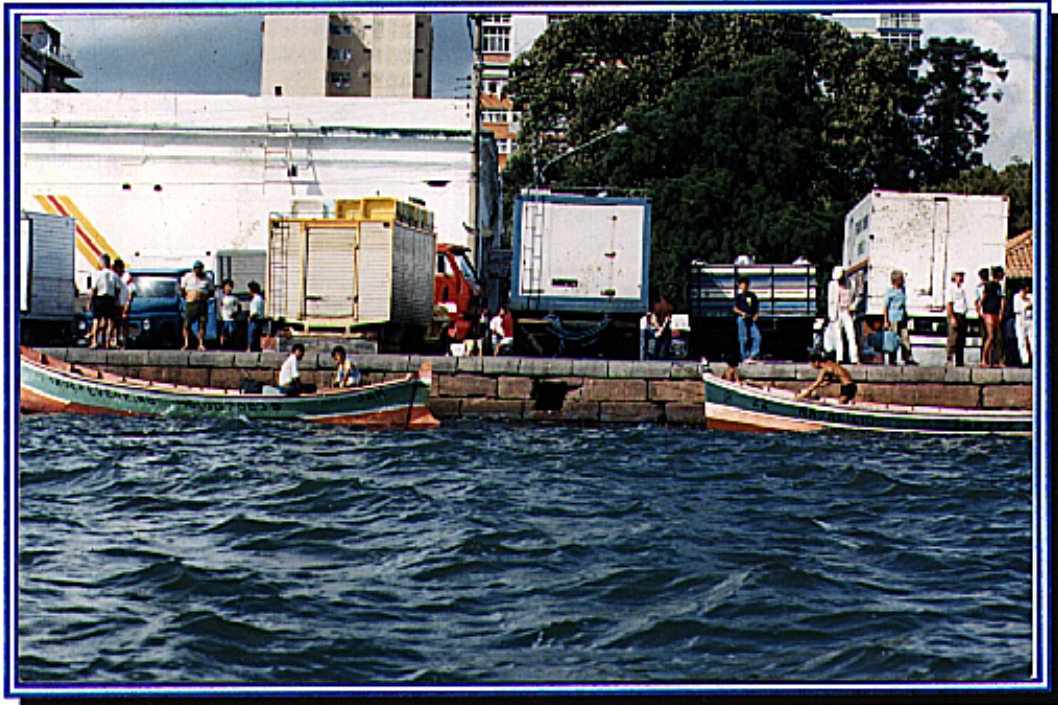


Foto: Almeida, Baumgarten e Rodrigues, 1993

**Figura 22 - Porto Velho - Setor 5  
Terminals Pesqueiros**



Foto Almeida, Baumgarten e Rodrigues, 1993

**Figura 23 - Porto Velho - Sator 5  
Effluente de Indústria de Pescado**



Foto: Almeida, Baumgarten e Rodrigues, 1993

**Figura 24 - Porto Velho - Sator 7  
Área de serviço Portuários-Effluente Clandestino doméstico**

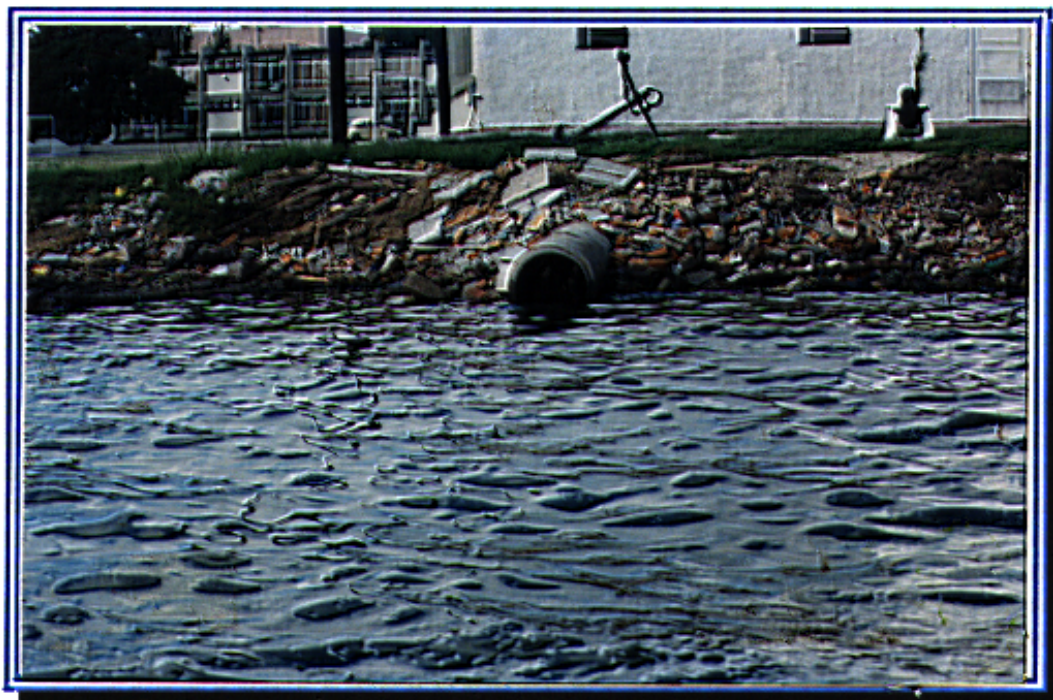


Foto Almeida, Baumgarten e Rodrigues, 1993

**Figura 25 - Porto Novo**  
**Efluente fluvial na base do cais**



**Foto: Almelda, Baumgarten e Rodrigues, 1993**

**Figura 26 - Superporto - Setor 2**  
**Área de granéis líquidos e fertilizantes**



**Foto Niencheski, 1996**

**Figura 27 - Superporto - Setor 4**  
**Área de Granéis agrícolas**  
**Atividades de transporte, moagem e refino de grãos**



**Foto: Almeida, Baumgarten e Rodrigues, 1993**

**Figura 28 - Atividade portuária - rebocador em ação**



## 4.2.2.8 ECOTOXICOLOGIA

(Responsável: MSc. Ademilson Zamboni - Labor. Ecologia de Sistemas)

Proteger o ambiente de uma forma biologicamente adequada, quando o mesmo está submetido a simultâneas pressões potencialmente causadoras de dano é uma difícil tarefa; dado não só às limitações metodológicas, quanto ao tempo de obtenção e complexidade das respostas passíveis de serem observadas.

Em termos de técnicas de monitoramento de qualidade de ambientes aquático-sedimentares, até a década de 80 as análises químicas foram predominantes como forma de caracterizá-los quali e quantitativamente . No entanto, de forma isolada, essa modalidade de análises já não têm se mostrado suficientes para a compreensão do dano real causado a biota, devido tanto às interações dos agentes químicos entre si, quanto com os próprios constituintes do meio, inclusive os organismos.

Assim, as avaliações ecotoxicológicas utilizando organismos vivos, sensíveis e representativos de diferentes níveis tróficos, da água e/ou o sedimento, surgem como uma alternativa técnica confiável, capaz de prever, ou pelo menos dar uma resposta bastante aproximada desses impactos sobre as comunidades num curto intervalo de tempo. Dentro desse enfoque, a proposta desse estudo é desenvolver e aplicar testes de toxicidade com anfípodos e misidáceos, visando efetuar uma avaliação integrada do estado atual da qualidade da água e dos sedimentos no entorno da cidade de Rio Grande, possibilitando a tomada de atitudes mitigadoras sobre eventuais impactos agudos e/ou crônicos provocados pelas diferentes atividades ali estabelecidas.

Testes com o anfípodo *Hyalella azteca* são amplamente empregados no exterior, e mais recentemente no Brasil, pela sua reconhecida eficiência para estudos de monitoramento de sedimentos contaminados, o que os inclui como parte dos protocolos de ação das principais agências de controle ambiental (ASTM, 1991; EPA, 1991; ENVIRONMENT CANADA, 1992, CETESB, 1994).

No Brasil, desde 1992 crustáceos misidáceos como *Mysidopsis juniae* e *Mysidium gracile* vêm sendo utilizados como espécie-teste para avaliações ecotoxicológicas de ambientes marinhos como um todo, diferentes efluentes e substâncias tóxicas a eles lançados (BADARÓ-PEDROSO, 1993; NIPPER *et al.*, 1993; REYNIER *et al.*, 1993; PHAN-VAN *et al.*, 1994), enquanto na nossa região, pesquisas recentes apontam para a adequabilidade de uma espécie local (*Metamysidopsis elongata atlantica*), nessa modalidade de estudo (ZAMBONI *et al.*, 1996; ZAMBONI & GAMA, 1996). Quanto ao grupo dos anfípodos caracteristicamente marinhos, apenas a espécie *Tiburonella viscana* foi explorada com finalidade similar por MELO (1993), que trabalhou no litoral norte do Estado de São Paulo avaliando sedimentos daquela região.

Espera-se assim, que a aplicação de experimentos em laboratório com *Hyaella azteca* e *Metamysidopsis elongata atlantica*, somadas a análises químicas da água, geoquímicas dos sedimentos e de comunidades bentônicas e planctônicas, permitam reconhecer e interpretar efeitos que expressem o estado atual dos sedimentos, e dos níveis de toxicidade de alguns contaminantes presentes na água. Esse conjunto de informações, poderá formar a base do primeiro estudo multidisciplinar desse tipo em estuários temperados na costa brasileira, além de promover uma avaliação atual do nível de impacto que as atividades portuárias-urbano-industriais provocam nesse município.

## II. MATERIAL E MÉTODOS:

### II.1. Testes de toxicidade

Foram realizados testes de toxicidade agudos com o misidáceo *Metamysidopsis elongata atlantica* e com o anfípodo *Hyaella azteca*, ambos obtidos de culturas em laboratório.

#### II.1.1. Testes de toxicidade com *Metamysidopsis elongata atlantica*:

Tais experimentos tiveram o objetivo de traçar correlações entre os níveis de Cu, Zn e Pb recentes e/ou historicamente registrados nas águas do Estuário, com os efeitos observados em laboratório sobre organismos vivos.

Trataram-se de testes agudos do tipo estático com duração de 96 h, onde indivíduos adultos (28 a 30 dias de idade), e jovens com idade entre 2 a 5 dias, foram expostos a diferentes concentrações desses metais pesados, em temperaturas de 20 e 25  $\pm 1$  °C, e salinidades de 31  $\pm 1$  UPS. e 15  $\pm 1$  UPS. Para cada concentração tóxica ou controles com água isenta de contaminação, foram feitas 3 réplicas com 200 ml de solução e dez organismos cada, sendo que diariamente observou-se o número de organismos mortos em cada concentração-teste, enquanto os organismos sobreviventes eram alimentados com náuplios de *Artemia sp* recém eclodidos. Durante os experimentos foi mantido fotoperíodo de 12h luz/12 h escuro.

Por tratarem-se de testes que avaliam mortalidade como efeito tóxico, foram calculados valores de CL50-96h pelo método “Trimmed Spearman-Kärber” (Hamilton *et al*, 1977).



## II.1.2. Testes com *Hyalella azteca*:

### II.1.2.1. Coleta de sedimentos:

Dados os procedimentos dessa modalidade de teste, os sedimentos avaliados foram coletados em duas etapas, (Novembro e Dezembro de 1996), no entorno da cidade do Rio Grande (Porto Velho, Porto Novo, Superporto e Saco da Mangueira), onde entendia-se haver relação direta ou indireta com as atividades portuárias e industriais ali estabelecidas (Figura 1). Em ambas as ocasiões, as salinidades registradas na água de fundo mostravam a entrada de água marinha no Estuário.

O acesso aos locais de coleta deu-se pelas margens nos pontos 1, 13, 14 e 15, e por barco nos demais onde a profundidade máxima era de 1,2m. Os sedimentos foram coletados por meio de “corers” de PVC, sendo que somente os 5 cm superficiais foram aproveitados de modo a avaliar o efeito de contaminantes recém-depositados. Imediatamente após coletados, os mesmos foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos resfriados até a chegada ao laboratório, onde foram armazenados sob refrigeração a 4°C até a realização dos ensaios de toxicidade.

### II.1.2.2. Metodologia dos testes de toxicidade com anfípodos:

O protocolo experimental seguiu a metodologia ASTM (1991) e ENVIRONMENT CANADA (1992), onde organismos com 7 dias de idade foram expostos por 10 dias a sedimentos de granulometria fina, em 2 réplicas de cada ponto de amostragem. Cada réplica era constituída de béquer de 500 ml, contendo 10 organismos em 100g de sedimento homogeneizado e 300 ml de água de diluição (no caso, água a  $15 \pm 1$  UPS, salinidade mínima tolerada por essa espécie em testes preliminares).

O procedimento de teste incluiu, antes da exposição dos organismos, um período de 12 h para a estabilização entre o sedimento e a água de diluição. Durante esse período e ao longo de todo o experimento o fotoperíodo foi controlado em 16h luz / 8h

escuro, a água mantida aerada suave e constantemente, e os organismos alimentados com meio RL a cada 2 dias.

Ao final de 10 dias de exposição a água sobrenadante foi retirada e coada, enquanto o sedimento foi lavado e peneirado em peneira de 500 $\mu$  para a retenção dos organismos sobreviventes. Os indivíduos não encontrados foram tidos como mortos. O resultado dessa modalidade de teste foi interpretado descritivamente, comparando-se os resultados das réplicas de cada ponto entre si, e com as dos demais pontos amostrados.

### III. RESULTADOS:

A Tabela 1 resume, nas CL50 de Cu e Zn para jovens e adultos em diferentes temperaturas e salinidades, os resultados dos testes de toxicidade com misidáceos expostos a esses metais pesados. De forma geral, em salinidade de 30 $\pm$ 1 UPS, o cobre apresentou-se mais tóxico a 25  $\pm$  1 $^{\circ}$ C do que a 20  $\pm$  1 $^{\circ}$ C para ambos os grupos de idade, com CL50 média de 67  $\mu$ g/l e 35  $\mu$ g/l para jovens e adultos na maior temperatura, respectivamente, contra 79 e 78  $\mu$ g/l em 20 $\pm$  1 $^{\circ}$ C.

Os testes com zinco, mostraram que *Metamysidopsis e. atlantica*, foi mais sensível ao primeiro tóxico, pois ao menos para jovens as CL50 médias de zinco em salinidade de 30  $\pm$  1 UPS foram uma ordem de magnitude superiores às observadas para cobre, 397 e 202  $\mu$ g/l em 20 $^{\circ}$ C e 25 $^{\circ}$ C, respectivamente (Tabela 1). Entretanto, em salinidade de 15  $\pm$ 1 UPS, observou-se um significativo aumento da toxicidade de zinco sobre organismos jovens, com CL50 variando entre 112 e 283  $\mu$ g/l .

Experimentos efetuados com chumbo como substância-teste a 20  $\pm$  1 $^{\circ}$ C, numa faixa de concentrações entre 2,5 e 320  $\mu$ g/l, não apresentaram toxicidade aguda significativa para organismos jovens dessa espécie de misidáceo em ambas as salinidades citadas. Observou-se sim, em salinidade de 15  $\pm$ 1 UPS, um máximo de 37% de mortalidade na maior concentração (320  $\mu$ g/l), e naquela que seria a máxima

registrada no ambiente ( $20 \mu\text{g/l}$ ), apenas 10 %, o que indica a sua ação como um contaminante de efeito crônico potencial.

Os testes de toxicidade com o anfípodo *Hyalella azteca* realizados para avaliar a toxicidade de diferentes sedimentos, mostraram que a grande maioria dos 15 pontos amostrados apresentava qualidade inadequada para a sobrevivência dessa espécie durante uma exposição curta em laboratório. Os percentuais médios de sobrevivência nos pontos mais críticos variaram de 0 a 15 % (estações 15, 2 e 3, Prainha da Barra e Porto Velho, respectivamente, figura 1, tabela 2), a 60% na estação 14 (terminal de carga e descarga de petróleo e derivados no Superporto). Percentuais de sobrevivência iguais ou superiores a 80%, mínimo aceitável para sedimentos considerados de boa qualidade, só foram observados nos pontos 7, 9 e 13 (respectivamente, proximidade da Ponte dos Franceses, desembocadura do emissário da Refinaria Ipiranga e Terminal COPESUL, figura 1, tabela 2).

Tabela 1: Cl50-96h de Cu e Zn em duas temperaturas e salinidades, sobre diferentes estágios de vida de *Metamysidopsis e. atlantica*.

	$20 \pm 1^\circ\text{C}$		$25 \pm 1^\circ\text{C}$	
	jovens Cl50( $\mu\text{g/l}$ )	adultos Cl50( $\mu\text{g/l}$ )	jovens Cl50( $\mu\text{g/l}$ )	adultos Cl50( $\mu\text{g/l}$ )
Cu ( $30 \pm 1$ UPS)	86	90	52	29
	83	63	76	37
	67	82	73	39
X	79	78	67	35
Zn ( $30 \pm 1$ UPS)	405		202	
	237			
	549			
X	397	-	202	-
Zn ( $15 \pm 1$ UPS)	112			
	283			
X	197			

Tabela 2: Teste de toxicidade com o anfípodo *Hyaella azteca* exposto a sedimentos do entorno da cidade de Rio Grande.

Estação de coleta	% organismos desaparecidos	% organismos encontrados mortos	% médio de sobrevivência
1- Iate Clube	60	20	20
2- Terminal PESCAL	85	0	15
3- Capitania / estaleiro	80	5	15
4- Porto Novo	50	10	40
5- Efluente FERTISUL	80	10	10
6- Emissário de esgoto (5m)	65	15	20
7- Emissário de esgoto (80m)	20	0	80
8- Efluente Distribuidora BR	70	0	30
9- Emissário Ipiranga (margem)	0	0	100
10- Emissário Ipiranga (30m)	60	0	40
11- Emissário Ipiranga (80m)	50	10	40
12- Saco da Mangueira	30	30	40
13- Terminal COPESUL	10	10	80
14- Terminal PETROBRÁS	20	10	60
15- Prainha (Barra)	80	20	0

#### IV - DISCUSSÃO

A legislação ambiental brasileira, no que concerne ao uso e exploração de áreas costeiras e seus recursos, incorpora restrições e estabelece limites que imagina-se serem suficientemente seguros para resguardar a saúde e o equilíbrio dos mais diversos ecossistemas de nosso litoral. Ocorre porém, que em nosso “código ambiental”, os critérios empregados para estabelecer os limites máximos de contaminantes no meio hídrico foram generalistas, não consideraram diferenças regionais e principalmente, o

universo de necessidades e atividades potencialmente impactantes já estabelecidas em cada região.

A Resolução CONAMA n° 20 (1986), é o registro desse modelo que acaba por transferir para os Estados da União a iniciativa de enquadramento dos usos de seus próprios recursos hídricos, e adequação dos critérios de qualidade propostos a nível nacional. Ela contém em si um elenco de parâmetros que em sua grande maioria estão baseados em análises químicas, mas que em nenhum momento contemplam a quantificação de efeitos deletérios sobre organismos vivos ou sobre o ecossistema como um todo. Assim, quer por extrema flexibilidade ou por rigidez excessiva, esses critérios tornam-se falhos ou insuficientes, inclusive para garantir o uso seguro de recursos naturais marinhos e estuarinos.

Dentro desse enfoque, e seguindo as mesmas orientações da Resolução CONAMA 20/86, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), aprovou a Norma Técnica 003195, que dispõe sobre a classificação das águas na parte sul do Estuário da Lagoa dos Patos. Dessa maneira, a área de estudo abrangida por esse projeto, que inclui locais de atividades exclusivas e/ou correlatas com atividades portuárias, foi enquadrada como Classe C de águas salobras, destinadas a usos múltiplos, o que inclui navegação, recreação de contato primário e secundário, e salienta a proteção de comunidades aquáticas, e de Classe B (áreas de conservação) (vide p.522).

Entretanto, um dos principais mecanismos para garantir a eficiência desse sistema classificatório é o monitoramento da qualidade desses ambientes, que salvo iniciativas isoladas, nunca foi sistematicamente realizado. Nesse aspecto, os resultados obtidos nesse EIA / RIMA puderam evidenciar algumas situações que permitem discutir a eficiência desses limites como instrumento de controle ambiental, sobretudo de áreas complexas como o Estuário da Lagoa dos Patos nesse município.

As análises hidroquímicas realizadas em Agosto de 1996 e Janeiro de 1997, com amostras colhidas ao redor da cidade e ao longo de todo o Porto, mostraram a ocorrência de situações delicadas de contaminação por poluentes orgânicos como

derivados do petróleo e constituintes característicos de emissões urbanas, e inorgânicos como metais pesados na água. Soma-se a isso, registros históricos da presença de contaminantes crônicos nos sedimentos da região e temos um quadro evidente da necessidade de acrescentarmos parâmetros biológicos eficientes para avaliação de qualidade ambiental.

Testes de toxicidade têm sido empregados com essa finalidade, pois são um instrumento em que, por meio da observação de efeitos agudos e/ou crônicos de contaminantes sobre organismos sensíveis e representativos de um ambiente, pode-se traçar correlações com os efeitos potenciais que um grupo de espécies poderia sofrer no meio impactado como um todo. Esse princípio, que não tem o intuito de extrapolação pura e simples, dado que é baseado em ensaios em laboratório sob condições controladas, guarda um componente ecológico na medida em que investiga as espécies que fornecem respostas mais precisas e que são ecologicamente importantes e na maioria das vezes fazem parte da base da cadeia trófica.

Os efeitos mais comumente observados em ensaios de toxicidade vão da letalidade (efeito agudo), aos efeitos crônicos e sub-crônicos (crescimento, fecundidade, reprodução, etc). Nesse estudo exploramos os efeitos agudos de tres metais pesados (Cu, Zn e Pb) sobre misidáceos, em concentrações próximas àquelas encontradas no ambiente por ocasião das análises hidroquímicas acima mencionadas.

Embora as concentrações letais a 50% dos organismos expostos ao Cu em  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  (CL50 96h), estejam, de forma geral, abaixo de suas concentrações na coluna d'água nas ocasiões amostradas, pode-se considerar que este constitui-se num contaminante que oferece risco considerável para a saúde das comunidades zooplancônicas, pois os experimentos em laboratório mostraram haver uma correlação direta entre o aumento da temperatura e sua toxicidade, sobretudo para organismos adultos férteis, com CL50 entre 29 e 39  $\mu\text{g/l}$  a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Em termos de garantia de proteção da biocenose, e considerando-se que efetuou-se uma exposição curta, esses valores de CL50 podem ser considerados críticos, pois são todos inferiores aos máximos observados no ambiente (32 a 40  $\mu\text{g/l}$ ), e está muito

abaixo do máximo tolerável pelo critério CONAMA que é de 50 µg/l. Isso equivale dizer que exposições de longo prazo, que abrangessem todo, ou parte do ciclo de vida dessa ou de outras espécies igualmente ou mais sensíveis trariam consequências danosas para seu sucesso de vida. Mostra ainda o quanto esse limite proposto pela Resolução é tolerante para emissões que contenham cobre, e exemplifica sua ineficiência como critério de qualidade.

Outro metal cuja toxicidade foi investigada é o zinco, quando observou-se que em salinidade de 15 UPS (média para águas estuarinas dessa região), *Metamysidopsis e. atlantica* apresentou significativo aumento de sensibilidade se comparada a soluções preparadas em água salina, com CL50 de até 112 µg/l; novamente muito próxima às máximas observadas na coluna d'água, em especial no fundo que estiveram entre 80 e 100 µg/l. Também nesse caso repete-se a tolerância do critério em relação ao risco potencial que o contaminante oferece, uma vez que o limite CONAMA para zinco em águas dessa Classe é de 170 µg/l.

O fato de em testes com salinidades de águas caracteristicamente marinhas ( $30 \pm 1$  UPS), não havermos observado valores de CL50 de zinco inferiores aos limites legais, não necessariamente significa que o critério é adequado, pois grande parte dos contaminantes, entre eles os metais pesados tem efeito cumulativo e de ação crônica.

Exemplo disso é o chumbo, que embora suas concentrações tanto nas águas de fundo quanto nas de superfície observadas nas primeiras análises tenham sido elevadas (4 a 20 µg/l), e em muitos pontos superando o limite máximo tolerável (10 µg/l), não apresentou a mesma magnitude de dano, quer em salinidades de 30 ou  $15 \pm 1$  UPS.

A ação crônica de metais pesados é bastante conhecida. GENTILE et al. (1982), observaram a presença de aberrações como atrofia de gônadas em *Mysidopsis bigelowi* e *Mysidopsis bahia* expostos por período de 4 a 43 dias a concentrações de cádmio entre 5 e 53 µg/l. Esse e outros efeitos como alterações no processo de ecdisse, crescimento e maturidade sexual também foram verificados por KHAN et al. (1992), em *Mysidopsis bahia* expostos a concentrações similares desse metal.

Em termos de efeito agudo, como é o caso das observações feitas no presente estudo, os metais podem agir segundo diferentes processos. McLUSKY *et al.* (1986, 1987), estudando o efeito combinado de temperatura e salinidade na toxicidade de Cr, Ni e Zn sobre o misidáceo *Praunus flexuosus*, verificaram uma substancial diminuição no tempo letal médio (TL50), sempre que a temperatura era elevada de 5 a 15°C, em quaisquer salinidades. Para esses autores o efeito letal desses metais está relacionado a uma progressiva diminuição da capacidade hipo/hiper osmorregulatória do organismo.

O aumento da temperatura, combinado à variações de salinidade, que não foi explorada aqui, provocariam segundo MORRIS *et al.* (1982), modificações na permeabilidade da membrana, além do efeito já conhecido de “interação competitiva” entre Cu e o Ca, por exemplo (Mc LUSKY *et al.*, 1987). Assim, considerando a importância de variáveis ambientais, os últimos autores sugeriram uma ordem de toxicidade de metais sobre crustáceos em geral:  $Hg^{+2} > Cd^{+2} > Cu^{+2} > Cr^{+6} > Zn^{+2} > Ni^{+2} > Pb^{+2} > As^{+2}$ , concordando, portanto, com o observado para *Metamysidopsis elongata atlantica* ( $Cu^{+2} > Zn^{+2} > Pb^{+2}$ ).

Outro grupo de contaminantes característicos de ambientes portuários são os derivados do petróleo e refinados; de forma que a análise de óleos, graxas e fenóis na coluna d'água foi bastante oportuna e enriquece a discussão sobre o impacto potencial que tais atividades podem oferecer.

Segundo RIEBEL & PERCY (1990), fenóis estão presentes em despejos de plataformas de petróleo ou mesmo águas de drenagem urbana em concentrações que podem variar de 2,4 a 7,3 mg/l, e podem ser mais perigosos até que os hidrocarbonetos aromáticos devido a sua alta solubilidade e persistência na fase aquosa (op cit.). Quanto a sua toxicidade, durante exposições contínuas e prolongadas observou-se letalidade sobre *Palaemonetes pugio* (Cl50 96h=6,8ppm) e outros efeitos sub-letais, sobretudo comportamentais (TATEN *et al.*, 1978).

Ainda que nessa oportunidade não houvessem sido realizados testes de toxicidade com fenóis e outros hidrocarbonetos, e que as concentrações observadas para esses primeiros na coluna d'água estivessem abaixo do limite CONAMA, tais



compostos devem ser monitorados com frequência dado o grande número de acidentes com derramamento de petróleo e derivados provocadores de impactos crônicos e agudos ao longo de nossa costa. Esse aspecto está amplamente discutido em ZAMBONI (1993), que entre 1991 e 1992 avaliou e monitorou ecotoxicologicamente a qualidade de águas e sedimentos do Canal de São Sebastião, que comporta o maior terminal de carga e descarga desse tipo de produto no país. Além desse, outros estudos ecotoxicológicos com microscrustáceos como os de BADARÓ-PEDROSO (1993), REYNIER *et al* (1994), e a revisão de SILVA *et al* (1997), procuraram enfocar esse problema como de imediato controle.

Não é possível no entanto, avaliar de forma estanque a ação tóxica de substâncias puras ou misturas complexas lançadas ao ambiente, ignorando os processos interativos entre os diferentes compartimentos (ar, água, solo e organismos), e suas interfaces específicas.

Sedimentos têm um papel fundamental na qualidade de um ambiente. Se por um lado atuam removendo contaminantes da coluna d'água, por outro, podem fornecer à mesma, contaminantes neles acumulados, mesmo que a fonte desses tenha cessado há muito tempo (SALOMONS, 1985). Dessa forma, eles podem não só refletir a qualidade atual de um sistema, como também registrar historicamente o desenvolvimento de certos parâmetros químicos e hidrológicos de um ambiente (SALOMONS & FÖRSTNER, 1984).

Nos ambientes aquáticos é importante considerar o comportamento e as transformações dos poluentes nos quatro diferentes compartimentos abióticos que servem como reservatórios, ainda que temporários, para os mesmos, e que interagem fortemente : material em suspensão, sedimento, coluna d'água e água intersticial. Entre o material em suspensão e os contaminates em solução, podemos observar processos de adsorção/dessorção e co-precipitação. O material suspenso e os sedimentos depositados são interligados pelos processos erosivos e de sedimentação. Após a deposição, pode-se verificar o início de trocas de poluentes com a água intersticial onde, uma vez em altas concentrações, poderão interagir com a água da coluna d'água através de processos de difusão, consolidação e bioturbação (SALOMONS, 1985).

Dito isso, a seleção de um organismo para efetuar ensaios de toxicidade de sedimentos deve levar em consideração não só sua sensibilidade a tóxicos isolados mas também sua ecologia. Nesse caso, *Hyalella azteca*, por se escavador e detritívoro,

apresenta qualificações para tal dada a relação que guarda com o meio sedimentar, e por consequência, com os contaminantes nele contidos.

Através do estudo geoquímico dos sedimentos estuarinos da Lagoa dos Patos, foi possível identificar alguns locais mais impactados pela presença de metais pesados e matéria orgânica em níveis que caracterizam enriquecimento temporal associado a fontes alóctones.

A quase totalidade dos sedimentos cuja toxicidade total foi avaliada, apresentou-se inadequada acarretando a morte dos organismos expostos em níveis superiores aos tidos como aceitáveis para sedimentos de boa qualidade (mínimo de 80% de sobrevivência, tabela 1), independentemente do conhecimento prévio dos tipos de contaminantes ali presentes. Contudo, a caracterização geoquímica da área amostrada corroboraram tais resultados.

As concentrações de Pb e Cu mostraram-se elevadas nas regiões do Porto Velho, Porto Novo e imediações do emissário de esgoto cloacal da cidade, com FEs (fatores de enriquecimento), maiores que os observados em análises anteriores (BAISCH, 1987; BAISCH *et al.*; 1988 e BAISCH, 1997, nesse estudo), exatamente onde os testes de toxicidade apontaram baixíssimas taxas de sobrevivência dos organismos (entre 0 e 50%, figura 1). Além desses metais, Zn e Cd, mesmo em concentrações e FEs mais baixos também podem ter tido contribuição na toxicidade desses sedimentos.

O conteúdo orgânico sedimentar também pode ser fator determinante na toxicidade, uma vez que participa do mecanismo que rege a disponibilidade de alguns metais como Cd. Nesse particular, embora seu FE tenha caído entre 1986 e 1996, observou-se um aumento da concentração orgânica, cuja presença oferece risco potencial devido sua associação com a fase lábil do metal. Mais uma vez os experimentos em laboratório mostraram que nos locais fortemente enriquecidos organicamente como a Coroa do Boi, *Hyalella azteca*, excetuando-se o ponto 7 (figura 1), teve mortalidade bastante alta e pode ser considerado juntamente com os pontos que margeiam o Porto Velho os locais contaminados de maior potencial tóxico.

SWARTZ *et al.* (1985), em pesquisas que avaliaram mortalidade, enterramento e emergência de anfípodos expostos a sedimentos contaminados com cádmio, verificaram

no mesmo período de exposição (10 dias), CL50 de 8,6 a 0,6% em 8,09 e 16,2 µg de Cd /g de sedimento seco. Enquanto efeitos sub letais também se fizeram sentir nas mesmas concentrações só que num período de tempo mais curto

A falta de dados sobre a concentração de hidrocarbonetos do petróleo nos sedimentos, principalmente os aromáticos, deixa uma lacuna na discussão sobre a participação desses compostos na toxicidade como um todo. Entretanto, observações visuais de manchas de combustíveis na água e pequenos derrames, foram feitas no Pier do Iate Clube (ponto 1), no Porto Velho (pontos 2 e 3), Coroa do boi, proximidade da Fertilul (ponto 5), e na Estação de coleta 8 (córrego de drenagem da Distribuidora de combustíveis BR). Ainda por ocasião das visitas sistemáticas às instalações do Superporto, observou-se resíduo de óleo no Pier de carga e descarga de petróleo, hoje sob administração da PETROBRÁS, e no enrocamento da margem daquele local.

Apesar disso, o sedimento ali coletado não foi o de pior qualidade (75% de sobrevivência), devendo-se considerar que a alta hidrodinâmica do local deve favorecer a dispersão de eventuais derrames.

Detendo-nos ainda nos pontos ao longo do Super-Porto, deve-se atentar para os resultados observados no sedimento da Prainha da Barra (ponto 15), que apresentou 100% de mortalidade. Nesse caso específico, embora próximo de um posto náutico de abastecimento de combustíveis, esse dado não necessariamente seja decorrente de um estado crítico de contaminação, podendo sim, ser devido a granulometria grosseira daquele sedimento, que segundo INGERSOLL (1994), é bastante inadequada para *Hyalella azteca*.

Em termos de fontes contribuintes, a avaliação ecotoxicológica concordou plenamente com a efetuada por BAISCH 1997 (nesse estudo), salientando, por exemplo, que o sedimento da Estação de Coleta 5, por situar-se na margem próxima a Fertilul recebe por via aérea e depois por deposição, material carreado do pátio de armazenagem dessa empresa. Por outro lado, um aspecto positivo deve ser destacado, que é a baixa toxicidade registrada na imediata desembocadura do emissário da refinaria de petróleo Ipiranga, onde também não foram observados níveis alarmantes de contaminantes no sedimento, e em alguns casos até reduções.

Por não dispor de um estudo conclusivo do padrão de circulação e sedimentação no interior do Saco da Mangueira, torna-se difícil uma atribuição precisa às causas da toxicidade observada no eixo que compreende os pontos 10, 11 e 12, que não seja o crescente lançamento de esgotos domésticos, cujos pontos foram bem delimitados por ALMEIDA *et al* (1993), e que em se tratando de meses de altas temperaturas e baixa pluviosidade torna a área mais susceptível.

Logo, para entender os sedimentos sob o ponto de vista de fonte de contaminação e avaliar suas características de toxicidade, é importante salientar que a mesma depende não só da presença de concentrações absolutas de substâncias químicas potencialmente tóxicas, mas também de outros fatores abióticos como adsorção por material particulado ou orgânico dissolvido, a forma físico-química dos elementos incluindo seu estado iônico, a presença de outros íons (salinidade, dureza e H<sub>2</sub>S volátil), potencial redox intersticial e concentração de componentes limitantes como oxigênio dissolvido, NH<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>S. Somando-se a isso as interações entre as variáveis geoquímicas naturais e físicas (especialmente temperatura e turbulência), o resultado são variações drásticas na toxicidade de sedimentos (LAMBERSON *et al.*, 1992).

Existe ainda um forte componente biológico nessas alterações de toxicidade. Segundo BURGESS & SCOTT (1992), além dos processos físicos e químicos capazes de transportar os poluentes do sedimento para a coluna d'água, vários mecanismos biológicos que ocorrem tanto em micro como em macro escala podem acelerar esses processos abióticos. Atividades microbiológicas podem resultar em alterações no ambiente químico dos sedimentos, o que frequentemente favorece a ciclagem dos contaminantes. Para esses autores, ainda, diversas comunidades de organismos macrobentônicos e epibênticos, através da construção e ventilação de túneis e natação principalmente, promovem movimentos advectivos e turbulento-difusivos, que resultam num fluido de transporte e ressuspensão de partículas do sedimento para a coluna d'água.

Assim, mesmo com as inúmeras interações que ali ocorrem, o ambiente sedimentar e suas particularidades demonstra capacidade para fornecer registros sobre

níveis de poluentes, que quando comparado com a coluna d'água tem maior representatividade espaço-temporal, sobretudo se sua avaliação for complementada com estudos de toxicidade. Esses mesmos estudos deveriam fazer parte de um procedimento para determinação de limites seguros da presença de tóxicos nesse meio como acontece, ainda que de forma ineficiente, para a água. Nesse particular nossa legislação falha ao não estipular parâmetros regulatórios e até mesmo restritivos com esse enfoque, submetendo nossos ecossistemas costeiros e continentais ao risco perene dos sedimentos poluídos.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

☞ Os estudos de toxicidade mostraram que mesmo durante exposições curtas, a espécie de microcrustáceo planctônica *Metamysidopsis elongata atlântica* mostrou-se sensível a Cu e Zn, em concentrações por vezes iguais às observadas em campo, e na maioria das vezes inferior àquela tida como limite tolerável pela legislação regulatória dos mesmos. Considerando-se que o meio hídrico, sobretudo os ambientes

estuarinos são extremamente dinâmicos, capazes de apresentar mudanças espaço-temporais drásticas, principalmente na salinidade e temperatura, a presença de substâncias tóxicas como metais pesados, compostos orgânicos derivados de petróleo, amônia e outros, representam um sério risco às biocenoses; sobretudo pela ação específica desses contaminantes com os mecanismos reguladores da capacidade de suportar o stresse osmótico ambiental.

☞ Os níveis de Pb encontrados na água, não apresentaram efeito agudo significativo sobre a espécie planctônica testada, indicando a necessidade de investigar seu potencial de toxicidade crônica sobre essa e outras espécies locais, uma vez que em alguns casos seus níveis no ambiente foram tidos como críticos.

☞ Deve-se alertar para a inadequabilidade dos parâmetros e limites propostos pela Resolução CONAMA nº 20/1986, para águas estuarinas e marinhas. Os resultados desse estudo, ainda que preliminares mostram que eles não são totalmente seguros quanto às concentrações máximas permitidas para lançamentos das substâncias aqui testadas (Cu e Zn). Eles devem ser adequados às particularidades de cada região, e basear-se também em parâmetros biológicos representativos, de modo que em havendo uma nova avaliação, influenciem até mesmo nos critérios de enquadramento do uso das águas em nosso município.

☞ Pela combinação das análises hidroquímicas, geoquímicas e ecotoxicológicas podemos verificar que a região do Porto Velho, seguida pela da Coroa do Boi, Porto Novo e Superporto são as mais impactadas, nessa ordem. Os sedimentos de todas essas áreas, em particular, das duas primeiras e do Saco da Mangueira, apresentaram, um estado crítico de contaminação que pode estar submetendo a biota local a um nível de

stresse crônico e até mesmo agudo, devendo persistir, caso não sejam tomadas medidas eficientes.

☞ Sob um olhar mais específico, os sedimentos coletados no Iate Clube (Estação 1), podem ter grande contribuição em hidrocarbonetos assim como os demais ao longo do Porto Velho, que além desse grupo de contaminantes recebem material lixiviado das margens onde estão instaladas, indústrias pesqueiras e um estaleiro, além de vários esgotos domésticos como se observa nas imediações da Capitania dos Portos.

☞ Ainda que não conclusivos, os estudos de toxicidade mostraram uma tendência otimista que concorda com os dados geoquímicos a respeito do ponto de lançamento da Refinaria Ipiranga: baixa toxicidade e diminuição nos níveis de metais característicos.

A reserva a essa observação fica com relação ao método de avaliação do sedimento, uma vez que efetuou-se uma exposição aguda de apenas 10 dias, e na possibilidade de utilizar espécies mais sensíveis que *Hyaella azteca* para esse fim.

☞ Os pontos amostrados ao longo do Superporto, apresentaram, exceto no início dos Molhes da Barra (resultado anteriormente discutido), uma característica de toxicidade baixa ou moderada, provavelmente em decorrência da alta hidrodinâmica naquele local, mas não está descartada a contribuição das operações ali estabelecidas (perdas em terminais de fertilizantes, de combustíveis e derivados), como potenciais causadoras de impacto.

☞ De forma geral, considero que as diversas atividades ligadas direta ou indiretamente ao Porto de Rio Grande, têm potencial para causar dano a nível ecotoxicológico às comunidades marinhas e estuarinas. Entretanto, até para efeito de controle, o conjunto desse EIA apontará para uma discriminação precisa das fontes emissoras e para o entendimento sobre a contribuição em áreas adjacentes ao complexo portuário como o Saco da Mangueira.

☞ É urgente a necessidade de montar uma rede de monitoramento espaço-temporal contínuo que inclua parâmetros físico, químicos, biológicos e ecotoxicológicos em todo o Estuário da Lagoa dos Patos nas imediações de Rio Grande. Somente

procedimentos dessa natureza fornecerão subsídios seguros para estabelecer limites, e tomar medidas corretivas e preventivas que permitam conciliar a presença de atividades economicamente produtivas, entre elas as portuárias e afins, com a qualidade de vida nos ecossistemas circundantes.



**VI. BIBLIOGRAFIA:**

- ALMEIDA, M.T.; BAUMGARTEN, M.G.Z. & RODRIGUES, R.M.S. 1993. Identificação das possíveis fontes de contaminação das águas que margeiam a Cidade do Rio Grande -RS. Documentos Técnicos 06, Editora da FURG, 36p.
- ASTM 1991. Standard guide for conducting sediment toxicity testes with freshwater invertebrates. ASTM Protocols. 1-20p.
- BAISCH, P.R. 1987. Les oligo-éléments métalliques dans les sédiments de la Lagune dos Patos-Brésil. Mémoire DEA Océanologie. Université de Bordeaux I. France, 62p.
- BAISCH, P.R; NIENCHESKI, F. & LACERDA, L. 1988. Trace metals distribution in sediments of the Patos Lagoon Estuary, Brasil. Metals in coastal Environments of Latin America (SEELIGER, U., de LACERDA, L. & PATCHINERLAM, S.R., eds). Springer-Verlag. Berlin. pp 59-64.
- BADARÓ-PEDROSO, C. 1993. Toxicidade crônica de amostras ambientais do Canal de São Sebastião e de substâncias puras a *Mysidopsis juniae* (Crustacea:Mysidacea). Dissertação de Mestrado. EESC-USP. 171p.
- BURGESS, R.M. & SCOTT, J.K. 1992. The significance of in-place contaminated marine sediments on the water column: Processes and effects. In BURTON, G.A. (ed.) *Sediment toxicity assessment*. Lewis Publishers, Inc., Chelsea. pp. 129-165.
- CETESB 1994. Teste de toxicidade aguda com sedimentos utilizando *Hyaella azteca* como organismo-teste. In: Simpósio Latino Americano de Saúde de Ecossistemas Aquáticos e Significado Ecológico de Bioensaios. pg 15. EESC-USP Outubro de 1994.

- ENVIRONMENT CANADA 1992. Biological test method: acute test for sediment toxicity using marine or estuarine amphipods. Report EPS 1/RM/26.83p.
- EPA 1991. Development of a chronic sediment toxicity test for marine benthic amphipods. Test Protocol, 98p.
- GENTILE, S.M.; GENTILE, J.H.; WALKER, J. & HELTSHE, J.F. 1982. Chronic effects of cadmium on two species of mysid shrimp: *Mysidopsis bahia* and *Mysidopsis bigelowi*. *Hydrobiologia*, 93: 195-204.
- HAMILTON, M.A.; RUSSO, R.C. & THURSTON, R.V. 1977. Trimmed Spearman-Kärber Method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. *Environ. Sci. Technol.*,11(7): 714-719. Correction 1978. 12(4):417.
- INGERSOLL, C.G.; BRUMBAUGH, W.G.; DWYER, F.J. & KEMBLE, N.E. 1994. Bioaccumulation of metals by *Hyaella azteca* exposed to contaminated sediments from the upper Clark Fork River, Montana. *Environmental Toxicology and Chemistry*,13(12): 213-220.
- KHAN, A.; BARBIERI, J.; KHAN, S. & SWEENEY, F. 1992. A new short-term mysid toxicity test using sexual maturity as an endpoint. *Aquatic Toxicology*, 23: 97-105.
- LAMBERSON, J.O.; DeWITT, T.H. & SWARTZ, R.C. 1992. Assessment of sediment toxicity to marine benthos. In BURTON, G.A. (ed.) *Sediment toxicity assessment*. Lewis Publishers, Inc., Chelsea. pp. 183-211.
- McLUSKY, D.S.; BRYANT, V. & CAMPBELL, R. 1986. The effects of temperature and salinity on the toxicity of heavy metals to marine and estuarine invertebrates. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 24: 481-520.

- McLUSKY, D.S. & HAGERMAN, L. 1987. The toxicity of chromium, níquel and zinc: effects of salinity and temperature, and the osmorregulatory consequences in the mysid *Praunus flexuosus*. *Aquatic Toxicology*, 10: 225-238.
- MELO, S.L.R. 1993. Testes de toxicidade com sedimentos marinhos: adequação de metodologia para o anfípodo escavador *Tiburonella viscana*. Dissertação de Mestadro. EESC-USP, 172p.
- NIPPER, M.G.; BADARÓ-PEDROSO, C.; JOSÉ, V.F. & MELO, S.L.R. 1993b. Toxicity testing with coastal species of Southeastern Brazil. Mysids and copepods. *Bull. environ. Contam. Toxicol.*, 51: 99-106.
- RIEBEL, P.N. & PERCY, J.A. 1990. Acute toxicity of petroleum hydrocarbons to the arctic shallow-water mysid, *Mysis oculata* (Fabricius). *Sarcia*, 75: 223-232.
- REYNIER, M.V.; BADARÓ-PEDROSO, C.; MELO, S.L.R. & ZAMBONI, A.J. 1993. Testes de toxicidade com os microcrustáceos *Temora stylifera* e *Mysidopsis juniae* expostos a diferentes efluentes derivados da produção de petróleo. Proceedings do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira. Publicação ACIESP, pp. 425-429.
- SALOMONS, W. & FÖRSTNER, U. 1984. Metals in the hydrocycle. Springer-Verlag, Berlin. 349p. SALOMONS, W. 1985. Sediments and water quality. *Environ. Technol. Letts*, 6: 315-326.
- SALOMONS, W.; de ROOIJ, N.M.; KERDIJK, H. & BRIL, J. 1987. Sediments as a source for contaminants? *Hydrobiologia*, 149: 13-30.
- SILVA, E.M; PESO-AGUIAR, M.C.; NAVARRO, M.F.T. & CHASTINET, C.B.A. 1997. Impact of petroleum pollution on aquatic coastal ecosystems in Brazil. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 16(1): 112-118.

- SWARTZ, R.C.; DISTWORTH, G.R.; SCHULTS, D.W. & LAMBERSON, J.O. 1985. Sediment toxicity to a marine infaunal amphipod: cadmium and its interaction with sewage sludge. *Marine Environmental Research*, 18: 133-153.
- TATEN, H.E.; COX, B.A. & ANDERSON, J.W. 1978. The toxicity of oils and petroleum hydrocarbons to estuarine crustaceans. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 65:365-373.
- ZAMBONI, A.J. 1993. Avaliação da qualidade de água e sedimentos do Canal de São Sebastião, por meio de testes de toxicidade com *Lytechinus variegatus* (Echinodermata:Echinoidea). Dissertação de Mestrado, EESC-USP. 150p.
- ZAMBONI, A.J & GAMA, A.M.S 1996. Cultivo em laboratório de *Metamysidopsis elongata atlantica* (Crustacea:Mysidacea): tolerância à salinidade, temperatura e dieta alimentar. Resumos do III Simpósio sobre Oceanografia IO-USP, São Paulo, SP.
- ZAMBONI, A.J.; DEVILLA, R.A.; GAMA, A.M.S.;ASP, N.E.; OMACHI, C.Y.; PINHEIRO, F.; SALOMON, P.S. & VANZ, A. 1996. Efeito da temperatura na toxicidade aguda do cobre e zinco sobre diferentes estágios de vida de *Metamysidopsis elongata atlantica* (Crustacea:Mysidacea). Resumos do III Simpósio sobre Oceanografia IO-USP, São Paulo, SP.

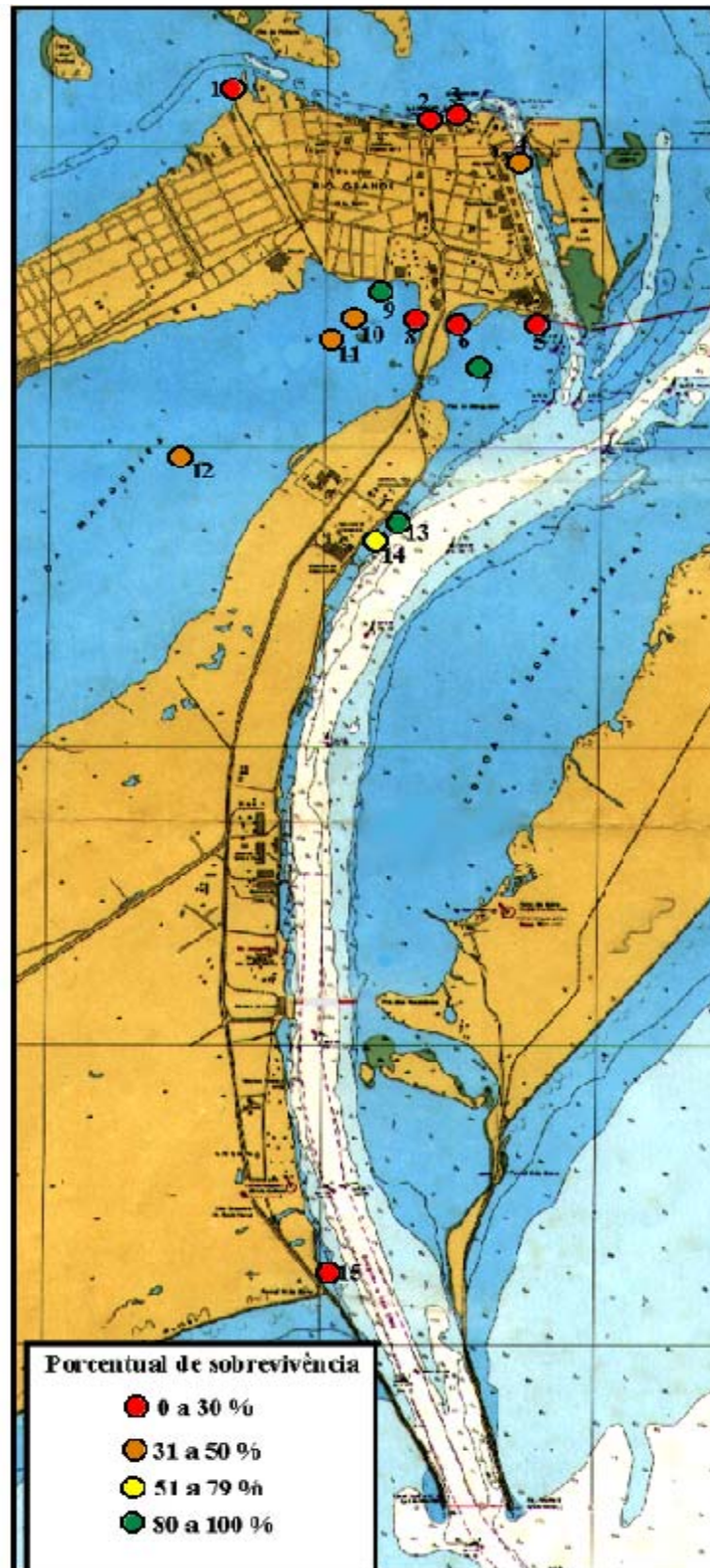


Figura 1: Pontos de amostragem de sedimentos e respectivos porcentuais de sobrevivência de *Hyalella azteca* em teste de toxicidade aguda.

## 5 CONCLUSÃO GERAL

---

### 5.1 ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS

Os resultados apresentados no presente documento evidenciam um volume considerável de informações sobre diferentes aspectos ecológicos, físicos e químicos do ambiente: Informações sobre a composição química da água, contaminação aquática, ecologia do fitoplâncton, zooplâncton, organismos bentônicos, peixes, vegetação aquática, aspectos geológicos, geomorfológicos, sedimentológicos e hidrodinâmicos permitem um nível de entendimento bastante razoável sobre o funcionamento do estuário. Claramente, a realização deste diagnóstico foi facilitada pelo nível de conhecimento atualmente existente sobre o estuário da Lagoa dos Patos, resultado de vários anos de pesquisas que vem sendo conduzidas pela FURG nas suas variadas linhas de pesquisa.

Entretanto, o extenso levantamento bibliográfico levado a cabo nesta pesquisa, demonstrou existir uma carência absoluta de informações atualizadas a respeito da poluição aérea no município. Fraga (1982) efetuou o primeiro levantamento das emissões atmosféricas industriais na cidade de Rio Grande e Brigone (1982, 1983) estabeleceu estimativas da qualidade do ar na cidade, com base em modelagem numérica. Este autor traçou as isopletras de concentrações médias anuais dos três poluentes mais abundantes em Rio Grande: Dióxido de Enxofre, Partículas em suspensão e Fluoretos Totais. Segundo essa estimativa, o setor industrial de Rio Grande lançava à época **8.100 toneladas** anuais de particulados, **560 toneladas** anuais de fluoretos e **7.900 toneladas** anuais de dióxido de enxofre um dos gases responsáveis pelo fenômeno de chuva ácida. Esses números, altamente expressivos, não podem ser utilizados como referência confiável para um diagnóstico atual, pois alguns segmentos do setor industrial, têm investido nos últimos cinco anos recursos para a instalação de equipamentos de controle de poluição aérea e melhorias nas suas taxas de emissão. Além disto, uma indústria responsável por uma grande carga poluidora interrompeu suas atividades. Por tais circunstâncias, e apesar da inexistência de dados publicados, a

qualidade atmosférica no município pode ser considerada sensivelmente melhor do que em relação à década anterior.

Informações atualizadas sobre a qualidade atmosférica em Rio Grande foram solicitadas à Fundação Estadual de Proteção ao Meio Ambiente (FEPAM) para a complementação deste estudo. De acordo com a FEPAM as indústrias DEFER, FERTISUL, MANAH e TREVO atendem aos padrões exigidos pela Portaria SSMA 20/88. Entretanto esta informação parece não corresponder a uma realidade visualmente observável, e restam sérias dúvidas quanto à validade do método de monitoramento empregado. De acordo com a coordenadoria regional da FEPAM, (Diniz Maciel, comunicação pessoal) as amostragens estariam provavelmente sendo realizadas durante a fabricação de fertilizantes com concentração mais leve de N P K na proporção 2:20:20 quando deveria ser realizada durante a formulação de fertilizantes mais concentrados como aqueles empregados na cultura do fumo, na proporção de 8:15:15, portanto com teores de nitrogênio quatro vezes maior.

Por outro lado existe uma disparidade entre a concentração máxima aceitável de particulados totais prescrita pela referida portaria da FEPAM, que é de 150 mg/m<sup>3</sup> (cento e cinquenta **miligramas** por metro cúbico) e o prescrito pela Resolução 03 de 28/06/1990 do CONAMA que é 80 µg/m<sup>3</sup> (oitenta **microgramas** por metro cúbico), o que seria uma discrepância inaceitável. É importante verificar os motivos desta discrepância junto à este órgão.

Informações sobre o Plano de Zoneamento Portuário mostrou-se uma ferramenta de grande utilidade para a orientação do estudo. Dependendo da natureza das pesquisas, os pontos de informação prévia são mais ou menos abrangentes espacialmente. De modo geral as informações cobrem toda a área definida como estuário, delimitada por uma linha imaginária que une a Ponta dos Lençóis a Ilha da Feitoria (Apêndice C).

Alterações no padrão ambiental natural foram detectadas em vários estudos anteriores e corroboradas no presente estudo. Algumas destas alterações previamente podem ser atribuídas às atividades direta ou indiretamente relacionadas ao porto, principalmente no que se refere à alterações físicas como as dragagens, aterros de marismas, alterações na morfologia da bacia do estuário. Em alguns casos, pode-se afirmar que determinadas atividades embutem um potencial de impacto de difícil mensuração. Esta dificuldade se manifesta por três razões: (A) É difícil determinar a

parcela de contribuição do porto a um distúrbio em curso, onde existem vários agentes causadores (B) Limitações tecnológicas para acompanhar quantitativamente a trajetória de uma perturbação ambiental, e (C) Limitações intrínsecas do método empregado em certos casos, não permitem chegar a conclusões com maior detalhe. Em todos os casos no entanto é possível propor soluções mitigadoras com base nos prováveis efeitos, já detectados em situações semelhantes com base em informações disponíveis na literatura. Os testes de ecotoxicidade conduzidos no presente estudo demonstraram que os níveis de concentração de metais encontrados no ambiente são preocupantes. Estes testes permitiram também demonstrar a inadequabilidade dos parâmetros e limites propostos pela Resolução CONAMA nº 20 para águas marinhas e estuarinas. Pela combinação das análises hidroquímicas, geoquímicas e ecotoxicológicas podemos verificar que a região do Porto Velho, Coroa do Boi, Porto Novo e Superporto são as mais impactadas. Os sedimentos de todas essas áreas, em particular, das duas primeiras e do Saco da Mangueira, apresentaram, um estado crítico de contaminação que pode estar submetendo a biota local a um nível de stresse crônico e até mesmo agudo, devendo persistir, caso não sejam tomadas medidas eficientes. Constata-se também que o município como um todo, encontra-se submetido a uma ampla gama de perturbações ambientais em diferentes magnitudes e sobre as quais incidem diferentes responsabilidades, onde o porto e dentro deste a SUPRG, contribui com uma parcela. A figura 1 apresenta alguns impactos físicos que interferem em processos ecológicos importantes no estuário da Lagoa dos Patos e sistemas ecológicos associados. É importante observar que muitos destes impactos sequer são percebidos como tal pelas instituições oficiais de gestão ambiental, o que torna improvável que ações mitigadoras venham a ser empreendidas a médio prazo, uma vez que mesmo os problemas mais graves como o depósito de lixo urbano não tem recebido a atenção necessária.

A figura 2 apresenta os resultados do levantamento efetuado por Almeida et al. (1993) das fontes de contaminação aquática no estuário. Ambas figuras denotam de maneira inequívoca a concentração de fontes de impactos ambientais incidindo sobre o estuário e seus ecossistemas adjacentes.

A figura 3 apresenta uma espacialização dos impactos sociais potenciais detectados a partir da análise do Plano de Zoneamento Portuário já apresentado neste estudo. Um aspecto que merece atenção é a localização do Clube Náutico na área que divide o Porto Novo e o Porto Velho. Ambas as atividades são incompatíveis, pois têm



diferentes exigências de qualidade de água de acordo com a legislação vigente, e a sua localização oferece riscos à saúde dos usuários, uma vez que ficou comprovado a degradação ambiental nessa área.

Ainda com relação ao Plano Portuário, destaca-se o plano de integração do chamado anel viário, obra de competência da Prefeitura Municipal, que prevê a demolição do mercado público, e a expansão do porto em áreas atualmente ocupadas por vilas de pescadores e favelas.

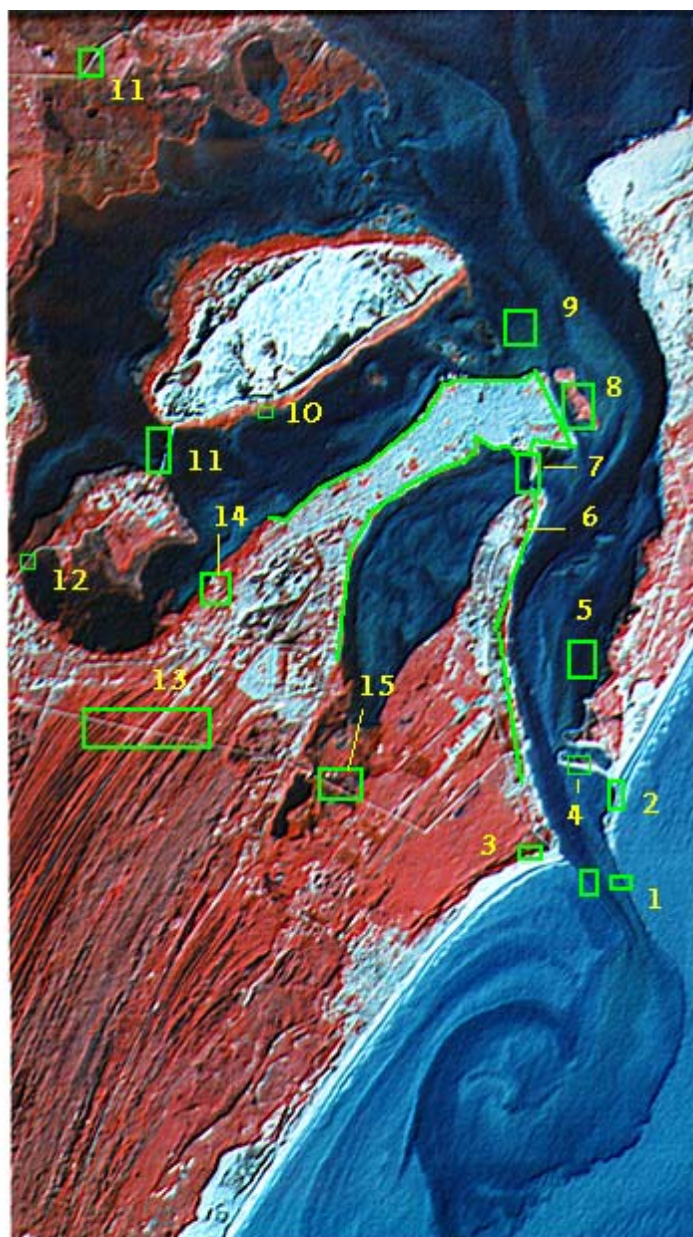
Clarke( 1977) observa que qualquer atividade que ocupe espaço físico embute um determinado potencial de distúrbio, e reduz a capacidade de suporte dos ecossistemas costeiros de maneira específica. Uma combinação de distúrbios, como no caso do município de Rio Grande, causa uma combinação de reduções na capacidade de suporte, tornando o sistema ambiental gradativamente menos produtivo.

Estes impactos foram agrupados em quatro categorias gerais: Estético, Sócio-Cultural, Econômico e Ecológico. Para a interpretação dos mesmos adotou-se os critérios definidos pela Resolução 001/92 do CONAMA já apresentados no capítulo referente aos objetivos no presente documento. Com base nesses resultados tornou-se possível a construção de uma Matriz de Impactos Ambientais para o estuário da Lagoa dos Patos. Adotou-se para este propósito o sistema de classificação ambiental originalmente proposto por Asmus, Tagliani e Garreta-Harkot (1988) modificado (Tabelas . 1 a 8). Impactos detectáveis por meio dos métodos analíticos empregados e que se verificam em áreas consideradas ambientalmente sensíveis, foram considerados relevantes. A mesma planilha foi empregada para a definição das responsabilidades espacialmente compartilhadas.

É oportuno esclarecer que as classes de impactos não são excludentes, isto é, uma mesma atividade pode causar tanto impactos negativos como positivos, e relevantes como irrelevantes. Assim, uma determinada atividade que causa um impacto **econômico positivo** embute geralmente impactos **ecológicos negativos**. Da mesma forma que pode gerar um impacto **econômico relevante** e um **impacto ecológico irrelevante** ou vice-versa.

**FIGURA 1: Alterações físicas no estuário da Lagoa dos Patos e ecossistemas adjacentes**

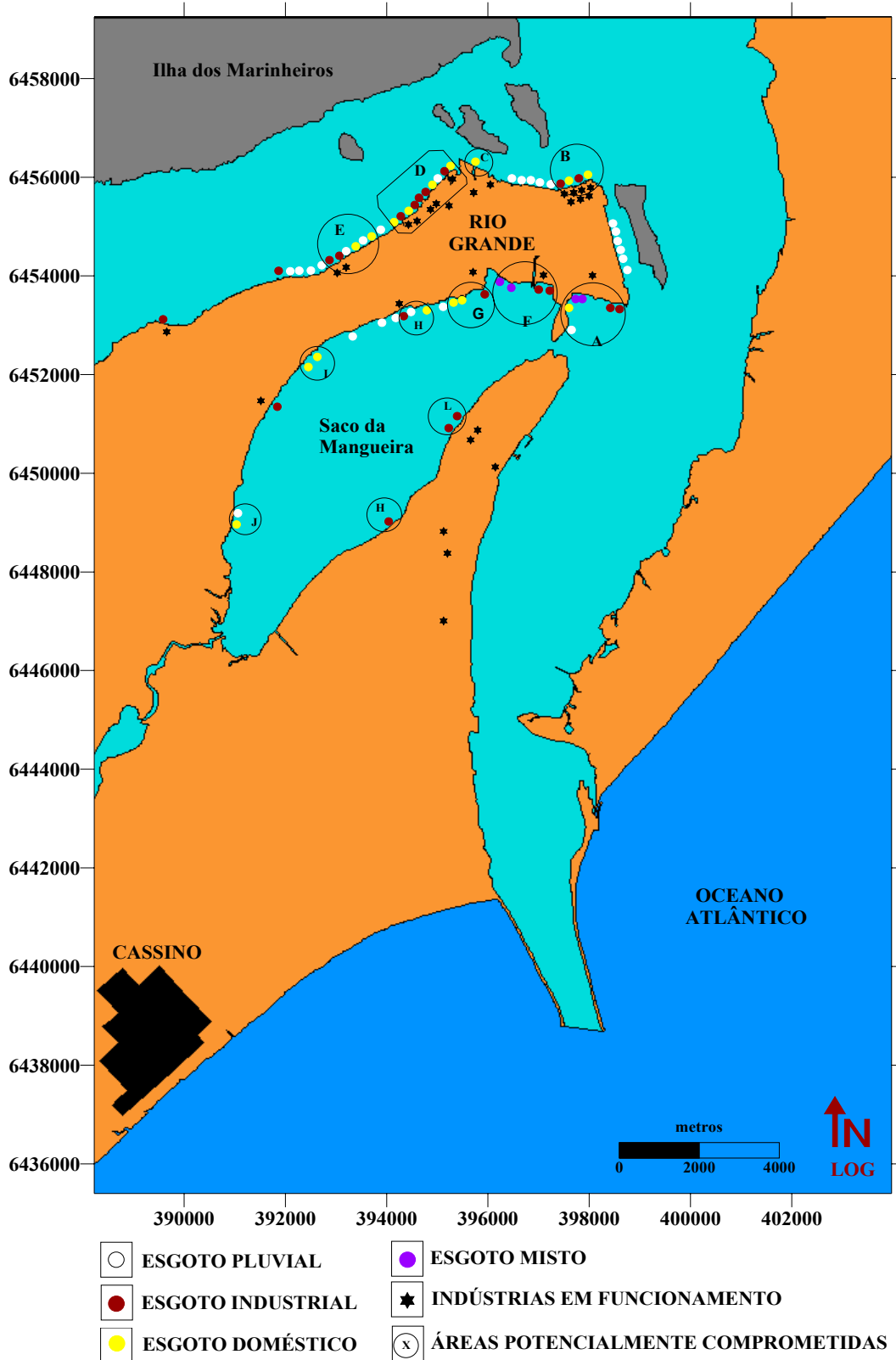
- 1- Molhes da barra
- 2- Erosão causada provavelmente pelo bloqueio da deriva litorânea causado pelos molhes.
- 3- Mobilização de dunas sobre banhados, causada provavelmente pela mesma interferência.
- 4- Aterros de marismas pela construção de acessos.
- 5- Alteração geomorfológica /hidrológica pela deposição de dragado.
- 6- Enrocamentos e aterros de marismas
- 7- Alterações geomorfológicas / hidrológicas para construção de pontes
- 8- Alterações hidrológicas pela disposição de dragado
- 9- Alteração geomorfológica pela deposição de dragado, aterro de marismas.
- 10- Drenagem de marismas
- 11- 12-13 e 14 - Alterações hidrológicas para construção de pontes



**Figura 2. Fontes de contaminação das águas marginais a Rio Grande (Almeida et ,  
1993).**

**FONTES DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS MARGINAIS A RIO GRANDE, RS  
(Modificado de Almeida, Baumgarten & Rodrigues, 1992)**

**SUPRG - FURG**



## 5.2 AS RESPONSABILIDADES COMPARTIDAS NO ESPAÇO.

Com base na figuras 1, 2 e 3 deste capítulo, e nos resultados apresentados nas tabelas 1 a 8, foi possível estabelecer, ainda que de forma preliminar, um mapeamento das responsabilidades compartilhadas no espaço com relação aos impactos ambientais do estuário da Lagoa dos Patos (tabelas 9 a 16). É importante concentrar esforços no sentido de estabelecer as parcelas de responsabilidade para orientação dos órgãos de gestão ambiental. As responsabilidades nesse caso, são atribuídas tanto para o agente causador do distúrbio, como para as instituições encarregadas de gerenciar de forma adequada a utilização de recursos naturais. Geralmente são apontados vários agentes sobre os quais incidem uma parcela de responsabilidade. Merece atenção o fato de que a **CORSAN, a Prefeitura Municipal e as indústrias de fertilizantes** são apontadas como os maiores responsáveis pela degradação ambiental em Rio Grande. Também figuram os terminais pesqueiros, nesse caso, na área do Porto Velho.

Constata-se a responsabilidade da **SUPRG** normalmente em impactos **físicos permanentes e irreversíveis**, como os aterros de margens (Figura 3) enrocamentos, dragagens e deposição de dragados. Há que considerar, no entanto, que a maior parte desses impactos verificaram-se no passado, quando não havia uma legislação ambiental nos termos em que ela existe atualmente, portanto, estes agentes não podem ser responsabilizados por ações pretéritas, conduzidas dentro de outro contexto normativo. Circunstancialmente, algumas das atividades impactantes continuam a ocorrer, como as dragagens. Nesse caso medidas para mitigação são apresentadas. É importante também destacar que a responsabilidade com os cuidados ambientais das empresas localizadas no porto, estão claramente definidas nos termos dos contrato de concessão firmados entre a Autoridade Portuária (Antigo DEPRC) e essas empresas. Estes contratos determinam que as **responsabilidades de falhas de qualquer natureza ficam por conta das empresas arrendatárias**.



**Figura 3 - Aterro nas margens do estuário no porto velho (ano de1830)**

## **PLANILHA DE ANÁLISE DE IMPACTOS AMBIENTAIS**

### **LEGENDA**

**A: Impacto Atual**  
**B: Impacto Potencial**  
**C: Impacto Estético**  
**D: Impacto Social / Cultural / Paisagístico**  
**E: Impacto Econômico**  
**F: Impacto Ecológico**

**p: Positivo**  
**n: Negativo**  
**P: Permanente**  
**T: Temporário**  
**r: Relevante**  
**i: Irrelevante**  
**R: Reversível**  
**I: Irreversível**  
**po: Pontual**

**di: Difuso**



## **PLANILHA DE RESPONSABILIDADES COMPARTIDAS NO ESPAÇO**

## 5.3 RECOMENDAÇÕES PARA A MITIGAÇÃO DE IMPACTOS

### 5.3.1 O PLANEJAMENTO DE AÇÕES AMBIENTAIS EM ZONAS PORTUÁRIAS (Colaboração de Millos Stringuini)

Mitigar as fontes de poluição ambiental em áreas portuárias é uma tarefa que exige uma mudança de conceituação operacional, ou seja, os responsáveis pelas operações de um determinado porto deve ser convencidos de que a realização de programas de controle de poluição não correspondem a mais uma fonte de custos, ao contrário, em um porto controlar a poluição é evitar perdas econômicas diretas e difusas.

Para que este tipo de mudança ocorra o diagnóstico geral apresentado no presente Estudo de Impacto Ambiental constitui uma ferramenta básica e indispensável.

Partindo-se deste diagnóstico, a etapa subsequente deverá ser o estabelecimento de Objetivos de Qualidade Operacional e Ambiental de curto, médio e longo prazo, como por exemplo, a redução de desperdícios energéticos e demais fontes de perdas econômicas.

Paralelamente, para que um programa ambiental de um porto seja realizado, com a necessária eficácia e eficiência, alguns elementos fundamentais deverão estar na base do planejamento, ou seja, é necessário estabelecer-se um Programa de Qualidade Total, suportado pelo diagnóstico operacional/ambiental realizado no contexto deste Estudo de Impacto Ambiental, de tal modo que os diferentes agentes intervenientes identificados sejam motivados a participar, buscando assim a realização futura dos objetivos de qualidade operacional. **Como uma das metas básicas deste quadro deve figurar a adequação de todas as empresas localizadas na orla portuária às normas vigentes:** Resolução CONAMA número 03 de 28/06/1990, portarias 02/88 que dispõe sobre as emissões atmosféricas e portaria da SMMA que regulamenta os usos das águas do estuário da Lagoa dos Patos.

Concomitantemente uma política de solução para problemas imediatos deve ser estabelecida, na qual aquelas atividades que podem causar riscos ambientais, sejam imediatamente mitigadas ou programadas como uma atividade prioritária. Esta

tarefa pode ser incluída no monitoramento ambiental subsequente à este Estudo de Impacto Ambiental.

Além do conjunto de atividades acima listadas, um porto atualmente deverá enfrentar um sério desafio, ou seja, a busca e a operação de informações por via computacional de todos os tipos em tempo real.

Por exemplo, os processos de atracação e desatracação devem ser conhecidos preliminarmente, ou seja, na medida que um navio navega em direção ao sistema portuário, este deve estar sendo preparado para as operações unitárias de recepção e produção que deverão ser realizadas, tais como a movimentação de guindastes, a preparação da frota de transporte terrestre, a disponibilidade de armazéns, a presença de bombeiros nos casos de cargas de risco e etc..

A recepção de informações técnicas completas, tais como o tipo de carga a ser descarregada e seus riscos é uma atividade que deve obrigatoriamente ser realizada de forma georeferenciada, ou seja, comandada por um sistema de informações geográficas, interligado a uma ou mais fontes de informações de satélite, como por exemplo, os GPS atualmente usados pela imensa maioria dos navios de médio e grande porte.

Igualmente a intercomunicação com sistemas de radar, são atividades que devem ser planejadas obrigatoriamente.

Assim, dentro do contexto territorial de um porto o grande desafio de um planejamento para o controle ambiental corresponde nos dias atuais a formular um sistema de informações em tempo real, no qual as variáveis de tempo, área física, operações e objetivos de qualidade operacional e ambiental sejam as bases formuladoras do planejamento.

Rapidez e confiabilidade de operação com economicidade e manutenção permanente, associadas a prioridades de segurança e proteção do meio ambiente, são os objetivos modernos de um porto, e assim são os elementos estruturais de um planejamento integrado.

### 5.3.2 QUANTO AO PLANO DE ZONEAMENTO PORTUÁRIO

Um aspecto que merece atenção é a possibilidade de utilização futura da denominada “Área em Estudo”, localizada na margem oposta do estuário, para expansão portuária no município de São José do Norte. Estudos existentes nesta área (Tagliani, 1996) alertam para a fragilidade desse ecossistema denominado “restinga da Lagoa dos Patos” e dos riscos envolvidos em um desenvolvimento desordenado nesta região. O desenvolvimento portuário na setor denominado “Área em Estudo” embute um alto potencial de transformação sócio-ambientais que deverá ser cuidadosamente planejado. No presente estudo também ficou demonstrado que é **altamente recomendável** evitar o desenvolvimento portuário no segmento compreendido entre a “raiz” do molhe leste e o Cocuruto (Coroa D. Mariana) pela importância da manutenção das funções ambientais envolvidas (Ver capítulos referentes à Vegetação e Geologia).

Alguns conflitos podem ser antecipados com a aplicação do Plano de Zoneamento Portuário. Em alguns casos os conflitos podem ser facilmente evitados sem prejuízos para nenhuma das partes envolvidas e em benefício da sociedade como um todo. Em outros, apenas mitigados, e em alguns casos o enfrentamento será inevitável, quando os interesses portuários, portanto nacionais e estaduais, estão em detrimento em função de minorias.

Um aspecto que merece atenção é a localização do Clube Náutico na área que divide o Porto Novo e o Porto Velho. Ambas as atividades são incompatíveis, pois têm diferentes exigências de qualidade de água de acordo com a legislação vigente, e a sua localização oferece riscos à saúde dos usuários, uma vez que ficou comprovado a degradação ambiental nessa área.

Ainda com relação ao Plano Portuário, destaca-se os planos de integração do chamado anel viário, obra de competência da Prefeitura Municipal, que prevê a demolição do mercado público. Embora não seja de alçada da SUPRG, acredita-se que a entidade tem certa parcela de responsabilidade e, neste caso recomenda-se esforços no sentido de preservar este mercado que é uma área de interesse histórico-cultural no município.

Existe uma dissociação entre o Plano Diretor do Desenvolvimento Integrado do município e o Plano de desenvolvimento e Zoneamento Portuário. Estudos anteriores demonstraram falhas na concepção do PDDI. Seria extremamente oportuno uma revisão de ambos os Planos com a previsão de participação de representantes da universidade, da SUPRG, das indústrias, ONG(s) etc.

Com relação à expansão portuária em direção às áreas atualmente ocupadas por vilas e favelas recomenda-se:

a) com relação à **propriedade da terra** pelas ocupações:

No caso concreto das ocupações da área do Porto novo sugere-se que na área em litígio do Bairro Getúlio Vargas, Santa Teresa, Vila da Naba e Casas Pretas, seja feita a regularização oficial das mesmas e melhoria urbanística, tentando aproveitar o instrumento do projeto de lei do 8/5/89 da Prefeitura Municipal que "dispõe sobre a regularização de loteamentos, desmembramentos ou condomínios irregulares em terrenos de propriedade do Município, do Estado, da União ou de particulares" assim como, aplicação da Lei 4116 do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da cidade de Rio Grande. Para as ocupações clandestinas nos fundos dos armazéns do Porto Novo, e as que estão na margem aterrada na água, propõe-se a transferência dos assentamento a um local próximo, aplicando os mesmos instrumentos.

A responsabilidade deveria estar compartilhada entre: o poder público da Prefeitura Municipal, a Superintendência do Porto e as atividades particulares (industriais e de serviço) que venham usufruir do lucro do uso do espaço portuário.

No caso das ocupações de pescadores na área do Superporto (Vila Mangueira, Barraquinha, Vila de pescadores sazonal), sugere-se a transferência destas ocupações para a 4ª Seção da Barra como núcleo aglutinador das comunidades pesqueiras, providenciando-se por parte do poder público (negociação entre Prefeitura Municipal e Administração portuária) as melhorias urbanísticas necessárias ao assentamento, aplicando-se também os instrumentos legais anteriormente citados.

No caso das vilas de pescadores da cidade de São José do Norte, sugere-se o mesmo procedimento de transferência dos pescadores num local concentrado, como é na 5ª Seção da Barra, com proposição de melhoria urbanística para o assentamento. Aplica-se o direito a moradia digna enunciado na Constituição de 1988. A negociação

deveria ser feita entre a Prefeitura Municipal, a Administração Portuária e outros atores que venham por ventura a fazerem parte do futuro porto de São José do Norte.

b) Com relação à **localização** das ocupações:

O impacto recebido pela poluição atmosférica e hídrica a que estão sujeitos os moradores próximos as atividades portuárias e industriais na cidade do Rio Grande, exige a aplicação do que dispõe o decreto federal, Lei 1413 e 76389 de 1975 na legislação ambiental sobre o controle da poluição ambiental provocada por atividades industriais, e a resolução CONAMA 03/90 (sobre a qualidade do ar), assim como, a adequação paulatina na implantação da norma ISO 14000 para as indústrias e as atividades de serviço que poluem nas proximidades da área portuária, sendo este o certificado que garante que as atividades industriais e outras respeitem a natureza.

c) Com relação ao **uso de bens comunitários**:

Também a Constituição Brasileira associa o uso de bens ambientais pela coletividade a qualidade de vida sadia. Dispositivos diversos permitem a defesa adequada da utilização dos recursos naturais evitando a destruição do meio ambiente.

Um dispositivo a ser aplicado, e que não é feito no caso específico pela administração portuária, é com relação a aplicação do Tratado Internacional MARPOL 73. O mesmo refere-se ao tratamento do lixo produzido pelas embarcações que trafegam em diferentes águas e nos portos. Existe a obrigação da administração portuária colocar recipientes para o despejo do lixo naval das embarcações. Esta responsabilidade está compartilhada em parte com a Prefeitura Municipal no que diz respeito ao recolhimento do lixo, e com a FEPAM em relação ao transporte adequado e ao destino final do lixo. [Nota da coordenação: Deve ser considerado que o local onde historicamente vem sendo depositado o lixo urbano no município, às margens do estuário, é totalmente inadequado do ponto de vista ambiental, e a incorporação de resíduos navais virá acrescentar mais uma fonte de risco ao local.]

À CORSAN cabe também responsabilidade no uso indevido de bens ambientais, no que diz respeito ao despejo de esgoto cloacal doméstico (Os efluentes do centro da cidade são lançados na Coroa do Boi; os da COHAB II no Canal do Norte, os da COHAB III é tratado e lançado no Arroio Vieira; os da COHAB IV é

lançado em um córrego que deságua no Arroio Martins e do bairro Lar Gaúcho é lançado no Saco da Mangueira) A resolução CONAMA 005/88 edita regras gerais para o licenciamento de obras de saneamento. O sistema principal implantado na cidade de Rio Grande (data de 1918), antecede as citadas normas, mas os mais recentes descumpriram esta resolução, descumprindo a também resolução da SSMA que regulamenta os usos da água no estuário da Lagoa dos Patos.

### 5.3.3 QUANTO AOS RISCOS DAS ATIVIDADES PORTUÁRIAS

O risco geral associado ao Porto do Rio Grande não pode ser considerado como desprezível mas não é intolerável.

Os principais riscos para a população derivam da presente localização do Armazém de Cargas Perigosas A 5 e das instalações frigoríficas contendo amônia espalhadas pela cidade.

O principal risco para o meio ambiente é o de derrame de uma carga perigosa no estuário como consequência de um acidente náutico de grande porte. No que se refere às operações rotineiras do porto o maior risco está associado ao derrame de menos do que 1.000 litros de óleo diesel ou de óleo de soja.

Como a grande maioria das atividades envolvendo substâncias e operações perigosas, o risco recai em uma faixa de convivência possível com a população e o meio ambiente mas, de forma nenhuma, pode ser ignorado, desprezado ou mantido em uma situação estática. Todos os esforços possíveis e viáveis devem ser envidados para mantê-lo conscientemente sob controle, buscando-se a sua redução. A legislação britânica consagra este princípio através da chamada “Faixa ALARP” .

ALARP é uma sigla para a expressão inglesa “ As Low As Reasonable Practicable “ , que em português quer dizer “ tão baixo quanto razoavelmente praticável” . Isto significa que os riscos devem ser reduzidos tanto quanto seja razoavelmente praticável. Em termos práticos as ações de redução devem :

- ◆ ser tecnicamente viáveis,
- ◆ ser de custo sustentável pela viabilidade econômica da atividade,
- ◆ propiciar uma redução dos níveis de risco que seja significativa.

### **5.3.3.1 RECOMENDAÇÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO IMEDIATA**

Esta seção relaciona ações cuja implementação pode e deve ser considerada tão logo quanto possível pela Superintendência do Porto e pelas autoridades de Rio Grande. Recomendações específicas para empresas constituem o Apêndice IX.

Esta seção contém apenas o enunciado das recomendações propostas. As justificativas para cada uma das ações estão comentadas nas diferentes seções e apêndices que compõe o relatório. A numeração dos parágrafos seguintes não contém nenhuma idéia de prioridades, sendo todas as recomendações consideradas de igual importância.

- Fazer cumprir a lei municipal que disciplina o tráfego de cargas perigosas.
- Elaborar um Plano de Ações de Emergência que cubra, no mínimo, a área do porto e, desejavelmente, toda a cidade.
- Decidir pela desativação do Armazém A 5.
- Estabelecer um plano gerencial e operacional para o Armazém A 5 de forma a garantir condições mínimas de segurança para a população e o meio ambiente até que um novo armazém entre em operação.
- Estabelecer um plano gerencial e operacional para o estacionamento de containers com cargas perigosas, especialmente os containers tanque.
- Estabelecer um plano de gerenciamento dos riscos associados a amônia em frigoríficos.
- Dotar o Corpo de Bombeiros de recursos materiais e humanos adequados para lidar com acidentes envolvendo substâncias perigosas.

### **5.3.3.2 RECOMENDAÇÕES PARA APROFUNDAMENTO DO ESTUDO**

Esta seção relaciona ações recomendadas para o aprofundamento e ampliação deste estudo. Pela extensão da análise a todo o município de Rio Grande se terá um quadro mais completo dos riscos e das ações necessárias para o seu gerenciamento, uma vez que existem estabelecimentos não cobertos pelo presente estudo e que, muito provavelmente, apresentam riscos equivalentes aos identificados e avaliados para a área do porto. Comentário semelhante pode ser aplicado ao impacto ambiental destes estabelecimentos sobre a Lagoa dos Patos. Outras recomendações visam a alguma



quantificação de conseqüências para que se verifique a efetividade de sistemas de proteção existentes.

As justificativas para cada uma das ações estão comentadas nas diferentes seções e apêndices que compõe o relatório.

- Ampliar os Estudos de Impacto Ambiental e de Análise de Riscos para todo o Município de Rio Grande.
  
- Realizar uma simulação de incêndio de poça no tanque da PETROBRAS mais próximo ao tanque principal da Amoniasul e verificar, via cálculo, se a capacidade do sistema de refrigeração mais a capacidade de resfriamento que seria dada pela aplicação externa de água ao tanque de amônia são suficientes para manter o líquido sem vaporização e sem abertura das válvulas de segurança.
  
- Realizar simulação de conseqüências de um incêndio de poça, envolvendo todo o inventário do tanque de óleo diesel da Pescal, localizado próximo à esquina da Rua Mal. Andrea com a Travessa Sem Nome, a fim de estimar o fluxo de radiação térmica que atingirá as vias públicas e o tanque de amônia próximo. Para este último, em função do fluxo térmico, deve ser verificada a possibilidade de se remover este calor com água, de forma a que a pressão da amônia não suba e a válvula de segurança do tanque não se abra.

### **5.3.3.3 RECOMENDAÇÕES DE DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO DE RISCOS NO PORTO DO RIO GRANDE**

O Porto do Rio Grande é um vasto complexo de territórios, processos e operações, algumas autosuficientes, outras interdependentes. A influência das atividades vai muito além dos limites portuários impactando diretamente sobre o conjunto sócio-econômico do município e sobre os ecossistemas da Lagoa dos Patos. Todas os componentes deste complexo geram riscos e são submetidos a riscos gerados por outros componentes.

A primeira diretriz para o gerenciamento destes riscos é a constituição de um sistema organizacional que, dentro dos limites do Direito, estabeleça ações e responsabilidades visando a permanente identificação, avaliação, controle e monitoramento dos riscos. A organização do porto encontra-se em processo de mutação e redefinição, caminhando cada vez mais rumo à privatização. Dentro de um novo estatuto jurídico a ser definido para o futuro do porto é importante que sejam claramente estabelecidas responsabilidades territoriais e operacionais em relação aos riscos e aos impactos sobre o meio ambiente. Os limites territoriais de responsabilidade entre empresas privadas, Superintendência do Porto e órgãos do Poder Público devem ser inequivocamente estabelecidos. Semelhantemente os limites de responsabilidade operacional em relação a processos conduzidos por terceiros, dentro de limites territoriais, também deve ser estabelecido com clareza e objetividade. Desta forma, qualquer que venha a ser o sistema de fiscalização, monitoramento, penalização ou responsabilidade civil, os respectivos limites serão indiscutíveis. Se isto é importante para as ações jurídicas resultantes de quaisquer incidentes ou desvios ( ações reativas ), é mais importante ainda para incentivar as ações proativas visando a prevenção destes incidentes e desvios. Dentro da estrutura organizacional da Superintendência do Porto os executivos responsáveis por áreas territoriais e operacionais devem ser feitos responsáveis pelo desempenho ambiental e de segurança de suas respectivas áreas, tal como é a tendência mais moderna dentro do setor privado. Tais executivos devem contar com o suporte técnico de profissionais especializados em segurança, saúde e meio ambiente que os orientem quanto às melhores decisões a tomar e os auxiliem no monitoramento da efetividade de suas ações.

Na mesma linha de pensamento é importante que a organização contemple as responsabilidades pelas ações de :

- ⇒ atendimento a ocorrências anormais,
- ⇒ monitoramento ambiental,
- ⇒ monitoramento do gerenciamento dos riscos.

A seguir são relacionadas ações práticas, cuja implementação propiciará a implementação de um efetivo controle geral dos riscos do porto. Estas são as seguintes :

- Desenvolver e implementar em tempo real um mapa de localização de presença, quantidades e tráfego de substâncias perigosas no porto (preferivelmente no Município de Rio Grande). Este mapa combinaria as substâncias presentes em instalações fixas (tal como levantado por este estudo) e as substâncias em trânsito nos piers, nas embarcações, nos pátios de containers e nos parques de estacionamento de caminhões portando cargas perigosas. A organização responsável pelo controle de ocorrências anormais (líder do Plano de Ações de Emergência) e o Corpo de Bombeiros devem ter acesso permanente a este sistema.
- Desenvolver e implementar um programa permanente de capacitação técnica, nos níveis gerencial e operacional, para o trabalho com cargas e substâncias perigosas.
- Desenvolver um Projeto Conceitual de Segurança, Saúde e Meio Ambiente para aplicação no projeto detalhado de novas instalações ou expansão de instalações existentes. Este projeto estabelecerá os requisitos mínimos para a garantia da segurança e saúde dos trabalhadores e das comunidades afetáveis pelas atividades projetadas e para a preservação sustentável do meio ambiente.
- Estabelecer responsabilidades, organização, parâmetros, critérios, procedimentos e meios para o monitoramento do meio ambiente associado ao porto.
- Desenvolver um plano e recursos para o combate a incêndios em navios.
- Desenvolver e implementar um sistema para o registro do tráfego de cargas perigosas pelo porto. A finalidade é a aquisição de dados para estudos futuros.
- Desenvolver e implementar um sistema de registro e investigação de incidentes nas operações do porto. A finalidade não deve se revestir de cunho policial, tipo “caça aos culpados”, mas sim ter caráter construtivo, visando o aprendizado com os incidentes e ao estímulo da correção de desvios, detectáveis em pequenos incidentes, que possam levar a grandes acidentes.

### **5.3.3.4 Outras recomendações gerais relativas à melhoria da infraestrutura portuária**

A Análise Preliminar de Riscos levada a cabo no presente estudo, focalizou os riscos de liberação de substâncias perigosas para o meio. Os levantamentos efetuados junto às instalações da SUPRG apontam várias ineficiências nos sistemas que levam a riscos ao trabalhador, a sociedade como um todo e ao meio ambiente, como por exemplo, disposição inadequada de materiais, perdas pequenas e continuadas nas operações de descargas de navios, instalações elétricas precárias, caminhões, equipamentos e prédios mal conservados, depósitos irregulares de materiais diversos e condições insalubres de trabalho. Destaca-se novamente a localização altamente inadequada do depósito de cargas tóxicas, e a total ausência de mecanismos de proteção ao meio ambiente em toda orla portuária (empresas pesqueiras inclusive). Foi constatado também a ausência de um sistema de tratamento dos resíduos navais e do resíduo doméstico interno a SUPRG, em descumprimento da Resolução do CONAMA de agosto de 1993. Será necessário definir uma estratégia de ação relativa ao manejo desses resíduos, definindo desde o sistema de coleta, armazenamento, transporte até a disposição final. Nesse sentido os estudos de planejamento ambiental existentes na universidade serão úteis na indicação dos ambientes mais adequados para tal destinação.

Os formulários da CIPA definidos pela legislação trabalhista não foram aplicados e a precariedade de muitas instalações é evidente. Independentemente da implantação do Projeto Conceitual de Segurança, Saúde e Meio Ambiente para aplicação no projeto detalhado de novas instalações ou expansão de instalações existentes acima mencionado, algumas recomendações práticas são sugeridas:

- Pavimentar o calçamento interno do Porto Velho e Porto Novo (Figuras 1,2,3,4 - Apêndice D). Instalar um sistema de canaletas na beira do cais de modo a conduzir a água de escoamento superficial (chuvas) para um sistema de tratamento antes de chegar ao estuário.
- Efetuar a manutenção de todas as instalações elétricas, substituindo as fiações que se oferecem riscos (Figuras 5,6,7,8- Apêndice D)

- Promover a remoção de estruturas metálicas inoperantes (sucatas) e outros materiais que se encontram no interior do Porto Novo, como guindastes, embarcações, cabos de aço, containeres, carrocerias, tijolos, madeira, terra, etc. (Figuras 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20 - APÊNDICE D).
- Recomenda-se fazer uma avaliação do potencial estético de algumas destas estruturas inoperantes como guindastes e navios, e da possibilidade dar-lhes uma destinação turística/cultural, valorizando a paisagem portuária.
- Promover a restauração dos prédios localizados no Porto Novo (Figuras 21, 22 e 23- APÊNDICE D).
- Promover a renovação da frota de caminhões que operam no porto em condições precárias de manutenção, oferecendo riscos aos trabalhadores e a sociedade em geral (Figuras 24 e 25 - APÊNDICE D).
- Promover a implantação de um sistema de coleta seletiva de resíduos domésticos recicláveis.
- Desenvolver um Projeto Conceitual para recepção e tratamento do lixo naval detalhando as instalações necessárias, os requisitos mínimos para a garantia da segurança e saúde dos trabalhadores e da comunidade em geral, o sistema mais apropriado para o tratamento dos resíduos, estudos detalhados para a disposição final e os instrumentos para incentivar o desembarque dos resíduos. É oportuno destacar que a localização do depósito de lixo municipal, às margens do estuário (Saco do Arraial) é totalmente inadequado sob o ponto ambiental, com tratamento altamente deficiente. A incorporação de lixo naval à esse depósito, nas atuais circunstâncias, irá representar uma fonte adicional de riscos à saúde humana e ao meio ambiente.

#### **5.3.4 RECOMENDAÇÕES QUANTO ÀS DRAGAGENS**

- Recomenda-se proceder a operação de dragagem em situações de vazante de maré para evitar causar impactos nas áreas ambientalmente importantes no interior do estuário.
- Quando o material for de constituição predominantemente arenosa, com pouco silte, recomenda-se que seja utilizado na alimentação de praias que se encontram em franco processo erosivo. Estas áreas são a praia do município de São José do Norte e o

trecho compreendido entre o Terminal de Carnes e a base do molhe oeste. Para a alimentação da praia de São José do Norte, recomenda-se que o material dragado seja lançado o mais próximo possível da praia, idealmente a uma profundidade de seis metros, e cerca de duas milhas da base do molhe leste. Recomenda-se ainda que o material seja espalhado dentro de uma área razoavelmente ampla, para evitar a formação de bancos.

- Recomenda-se também a utilização do material arenoso para suprir a demanda urbana (aterros) e industrial (fertilizantes).
- É recomendável evitar o lançamento de material dragado na coroa de Dona Mariana.
- Quando o material dragado for silte ou argila recomenda-se as seguintes alternativas:
  - a) O despejo em áreas mais profundas da plataforma.
  - b) A sua utilização para formação de ilhas artificiais em áreas previamente estudadas e fixadas com vegetação de marismas ao invés de enrocamentos
  - c) Estocagem para uso em aterros.
  - d) Isolamento em diques de contenção em áreas sujeitas à erosão, previamente estudadas.

Estas soluções são apresentadas a seguir em forma de planilha para facilitar o processo decisório. Em caso de necessidade de dragagens de novas áreas, além das atuais necessidades de dragagens de manutenção, recomenda-se o desenvolvimento de novos estudos de acordo com os preceitos apresentados neste estudo (Ver Capítulo Geologia).

## PLANILHA DE DECISÃO QUANTO ÀS DRAGAGENS NO PORTO DE RIO GRANDE

### Dragagem da Bacia de evolução do Porto Novo

MATERIAL	SOLUÇÃO ALTERNATIVA	PRÓS	CONTRAS	RECOMENDAÇÕES OU ESTUDOS NECESSÁRIOS
VASA LÍQUIDA	#1. Despejo do material dragado na parte leste da Ilha da Base. Utilização do material depositado para a criação de pântanos salgados artificiais.	-Criação de um habitat produtivo. Acobertura vegetal criada reduz a erosão.  Baixo custo  A área é local de sedimentação natural.	Possível contaminação com metais que ocorrem na vasa.	- Utilização de uma draga de sucção. - Construção de diques marginais de areia ou outra solução de engenharia. - Avaliar o volume disponível da bacia contra o volume dragado. - Avaliar a redução do volume dragado por perda de água. - Durante a dragagem monitorar a pluma a ser formada pelo material resuspendido, e o material sendo dragado
	#2. Despejo de parte do material dragado no sul da Ilha (terrapleno de leste). Utilização do material depositado para a criação de pântanos salgados artificiais.	Criação de um habitat produtivo. Acobertura vegetal criada reduz a erosão.  Baixo custo  A área é local de sedimentação natural.	Menor capacidade da bacia/capacidade limitada.  Possível contaminação com metais que ocorrem na vasa.	- Utilização de uma draga de sucção. - Avaliar o volume disponível da bacia contra o volume dragado. - Avaliar a redução do volume dragado por perda de água. - Durante a dragagem monitorar a pluma a ser formada pelo material resuspendido, e o material sendo dragado
	#3. Deposição fora do estuário (offshore) em profundidades maiores do que 15m.			

**Dragagem do Canal de Acesso da Baía de Evolução**

<b>MATERIAL</b>	<b>SOLUÇÃO ALTERNATIVA</b>	<b>PRÓS</b>	<b>CONTRAS</b>	<b>RECOMENDAÇÕES OU ESTUDOS NECESSÁRIOS</b>
MAT. ARENOSO	#1. Depositar em sítios de erosão (praias) ao longo do Pontal da Mangueira.	- Material pode ser utilizado como matéria prima para aterro e fertilizantes. - Pode ser utilizado para ampliação portuária (exemplo: terminal de containers)		- Acompanhamento da pluma (foto aérea e/ou fundeio) e do material sendo dragado. Esse deverá ser um acompanhamento de características físicas e químicas do material.
	#2. Depositar em terra ao longo do Pontal da Mangueira em área sem vegetação ou com vegetação apropriada.	- Igual ao item anterior	Igual ao item anterior	- Igual ao item anterior
	#3. Depositar na Coroa da Mariana.		- A deposição, embora não causando maiores danos ambientais, pode antecipar a necessidade de futuras dragagens.	- Igual ao item anterior
	#4. Deposição fora do estuário (offshore)		- Uma vez lançado próximo dos molhes, pode produzir alterações na dinâmica ou no padrão de ondas com possíveis efeitos erosivos.	- O material deverá ser lançado próximo da zona de arrebentação ou em profundidades maiores do que 15 m.
MAT. LODOSO	#1. Depositar em terra ao longo do Pontal da Mangueira em área sem vegetação ou com vegetação apropriada.	Material pode ser utilizado como matéria prima para aterro sanitário.	Possível contaminação com metais que ocorrem na lama.	
	#2 Deposição fora do estuário (offshore) em profundidades maiores do que 15m.	Evita retorno do material à praia	Custos mais elevados	



**Dragagem do Canal do Super-Porto**

<b>MATERIAL</b>	<b>SOLUÇÃO ALTERNATIVA</b>	<b>PRÓS</b>	<b>CONTRAS</b>	<b>RECOMENDAÇÕES OU ESTUDOS NECESSÁRIOS</b>
MAT. ARENOSO	#1. Depositar na raiz (interna ou externa) do molhe leste.	Pode-se utilizar o material sendo depositado e criar-se um pântano artificial com efeitos positivos no nível de produtividade da área.		Acompanhamento da pluma (foto aérea e/ou fundeio) e do material sendo dragado. Esse deverá ser um acompanhamento de características físicas e químicas do material.  Se possível, realizar uma fixação do material com enrocamento Parte interna da raiz do molhe.
	#2. Deposição fora do estuário (offshore)	Material lançado na altura da zona de arrebentação pode alimentar praia do Mar Grosso em erosão.	Uma vez lançado próximo dos molhes, pode produzir alterações na dinâmica ou no padrão de ondas com possíveis efeitos erosivos.	O material deverá ser lançado próximo da zona de arrebentação ou em profundidades maiores do que 15 m.  Preferencialmente o material deve ser lançado a nordeste do último sítio de deposição (1995).

## **5.4 PLANO DE MONITORAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL DO PORTO**

O presente estudo demonstrou as dificuldades implícitas na avaliação da qualidade ambiental, quando na ausência de uma série sistematizada e de longo prazo de dados. Também ficou demonstrada em alguns casos, as dificuldades no estabelecimento das responsabilidades territoriais e operacionais em relação aos riscos e aos impactos sobre o meio ambiente. Como já destacado, os limites territoriais de responsabilidade entre empresas privadas, Superintendência do Porto e órgãos do Poder Público devem ser inequivocamente estabelecidos através de um sistema adequado de monitoramento ambiental.

Este monitoramento, conduzido de forma coordenada, sistemática e freqüente, permitirá suprir esta lacuna e acompanhar em tempo hábil a evolução futura da qualidade ambiental do estuário e o grau de enquadramento do parque portuário-industrial do município às exigências legais de qualidade ambiental. Tal fato reveste-se de especial importância se considerarmos as tendências de um aceleração do desenvolvimento portuário e industrial no município, a médio prazo, face às políticas de incentivo atualmente traçadas, como a modernização portuária, a implantação da ZPE, a pavimentação da BR 101 entre São José do Norte e Mostardas, e o advento do MERCOSUL. A sua condição de cidade portuária, com localização altamente privilegiada dentro do cenário geopolítico regional, aponta para este crescimento econômico do município na próxima década e o incremento das atividades portuárias.

A história da industrialização nesse município, como de resto na zona costeira brasileira, evidencia a necessidade de privilegiar ações de monitoramento e controle ambiental não somente das ações atualmente em curso, como para se ter um “baseline” para o monitoramento das atividades futuras.

Com base nos resultados apresentados no presente estudo, apresenta-se a seguir as diretrizes gerais para o estabelecimento de um plano de monitoramento para o estuário da Lagoa dos Patos.

### **Crêterios para a sele o de indicadores**

Uma vez que se verifica uma gama infinita de processos em diferentes escalas espaciais e temporais,   importante uma sele o dos processos ecológicos chaves, as variáveis indicadoras, e suas freq ncias amostrais. Deve ser considerado nesta fase, a exeqüibilidade do monitoramento, em termos de facilidades logísticas instaladas no município, e o elevado custo operacional para um monitoramento completo, dado   grande extensão do estuário . Isto implica em um planejamento cuidadoso no sentido de evitar esforços - e portanto custos - desnecessários.

O plano de monitoramento prevê uma agenda inicial de três anos, com grande concentra o de esforços, nos dois primeiros anos. Após este período as amostragens poderão ser flexibilizadas, pois já existirá uma matriz referencial de dados que permitirá avaliar se uma amostragem pontual encontra-se dentro ou fora dos limites aceitáveis.

Apresenta-se seguir as variáveis selecionadas para este monitoramento com as justificativas.

#### **5.4.1 MONITORAMENTO DA QUALIDADE ATMOSFÉRICA**

  altamente recomendável a implanta o de um sistema eficiente de monitoramento da qualidade do ar em Rio Grande. Esforços nesse sentido verificaram-se no passado, entretanto os equipamentos foram inutilizados por falta de manuten o e a tentativa não logrou êxito. De acordo com a coordenadoria regional da FEPAM (Diniz Maciel, comunica o pessoal) existe atualmente tr s esta es de monitoramento em opera o, localizadas na cidade de Rio Grande nos seguintes locais: (a) Antiga Caixa d'água próxima ao pórtico da cidade, (b) na praça Montevideo (Centro) e (c) na CEE, próxima   FURG (Centro). Estas esta es no entanto amostram apenas particulados totais (poeira) e SO<sub>2</sub> , sendo insuficientes para fornecer um quadro preciso das emissões aéreas do parque industrial.   absolutamente necessário que a localiza o desses amostradores leve em considera o as isopletras de concentra o média dos poluentes, de acordo com a orienta o determinada nos estudos de Brigone (1983). Embora a resolu o 03 do CONAMA de 28 de junho de 1990, estabeleça como responsabilidade dos estados o monitoramento da qualidade do ar, o estabelecimento de parcerias com a comunidade científica local seria recomendável, tanto para discutir a localiza o ideal

dos amostradores, como para auxiliar no controle e manutenção dos equipamentos e da informação. As principais variáveis a serem monitoradas atualmente deveriam incluir: Particulados totais, Fluoretos totais, Dióxido de Enxofre, Monóxido de Carbono e os Óxidos de Nitrogênio.

#### **5.4.2 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA**

Da mesma forma que no sedimento, recomenda-se o seguimento da mesma metodologia apresentada do presente estudo para fins de padronização de métodos e comparação de resultados. Recomenda-se a análise dos parâmetros abaixo discriminados tanto na superfície como no fundo, com periodicidade bimestral:

As atividades de dragagens devem ser acompanhadas no sentido de avaliar a extensão da liberação de contaminantes na coluna d'água.

#### **Parâmetros a serem analisados e métodos analíticos:**

##### **Hidroquímicos**

-Material particulado em suspensão: método gravimétrico, descrito em Strickland e Parsons (1972), com adaptações de Baumgarten et al. (1996).

-Nutrientes dissolvidos (nitrato, nitrito, fosfato e silício) determinados através de métodos espectrofotométricos, descritos em Aminot e Chaussepied (1983), com adaptações de Baumgarten et al. (1996). Para a determinação de amônio recomenda-se seguir o método de Solorzano (1969) e a de amônia segundo Aminot e Chaussepied (1983).

-Fósforo total na água: método da UNEP (1991).

-Metais na água (fração total): métodos polarográficos (voltametria de pulso diferencial e onda quadrada por redissolução anódica), após digestão ácida da amostra de água (APHA, 1976).

-óleos e Graxas: APHA (1976).

-Fenóis: APHA (1976), através do uso de destilação com solvente orgânico.

### **Hidrofísicos**

É recomendável o controle do padrão de circulação das massas d'água no interior do estuário, uma vez que a circulação desempenha um papel fundamental no funcionamento do ecossistema, distribuindo as larvas plantônicas, a salinidade, a temperatura, os nutrientes e dispersando ou acumulando os poluentes. Informações sobre a direção, a velocidade e o tempo de residência da água e distribuição dos parâmetros físicos da água nos diferentes ambientes são extremamente importantes para o monitoramento ambiental, tanto no acompanhamento da dispersão de poluentes em caso de acidentes ambientais como no acompanhamento dos efeitos da dragagem no estuário.

#### **5.4.3 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO**

A utilização dos sedimentos para estudos de caracterização de impacto ambiental, apresentam algumas vantagens com relação ao meio hídrico circulante. Os sedimentos correspondem a um dos segmentos ambientais mais estáveis em termos físico e químico. Por esta razão, seus parâmetros químicos são ótimos índices do meio ambiente, e são muito freqüentemente indicativos da qualidade média das águas. Por outro lado, em virtude dos processos de sedimentação, os sedimentos são um registro histórico da contaminação passada, além de possibilitar a estimação de índices de referência ou níveis de background geoquímico, particularmente para os elementos metálicos.

Os sedimentos constituem-se na primeira barreira físico-química às substâncias naturais e contaminantes introduzidos nos sistemas aquáticos. A distribuição dos elementos e substâncias contaminantes são controlados por processos físicos (transporte, deposição/ressuspensão, floculação- Bennett, 1987) e químicos (condições de pH, e de oxi-redução, entre outros).

Os sedimentos podem, em consequência, apresentar um importante papel na fixação de substâncias atuando, nesse caso, como depósitos de elementos e substâncias contaminantes. Esses compostos podem ser liberados por modificações das condições físico-químicas ambientais, tais como: pH, potencial redox, complexos orgânicos, potencial iônico, atuando, nesse caso, como fontes de contaminantes (Salomons e Forstner, 1984; Forstner, 1987, Salomons et al, 1988).

Os trabalhos de dragagem em portos, rios, canais de navegação, promovem a ressuspensão de sedimentos, podendo acarretar a liberação de contaminantes (Delaune e Smith, 1985; Thomas, 1987), que pode se tornar crítico, dependendo do nível de poluição dos sedimentos de fundo.

Recomenda-se o monitoramento dos mesmos parâmetros empregados no presente estudo, nos mesmos pontos e mesmos métodos analíticos, garantindo desta forma uma seqüência temporal longa e sistematizada de dados. Estes indicadores incluem :

**Elementos metálicos:** Cu, Zn, Cr, Ni, Cd, Pb. Método: extração química totais através do ataque ácido em bomba de teflon (Loring, 1986).

**Análise da fração dos metais mobilizáveis** (Cu, Zn, Cr, Ni, Cd, Pb): através de ataque clorídrico diluído (Agemian & Chau, 1977).

**Elementos orgânicos:** - Carbono Orgânico Particulado(COP): Metodologia de Gaudette et al., 1974; Nitrogênio Orgânico Particulado (NOP): metodologia de Bremner, 1965. Fósforo total (P-total): Metodologia de Williams et al, 1976, modificado. Granulometria dos sedimentos: método tradicional de peneiragem - pipetagem.

Algumas atividades portuárias, como já verificado, alteram o padrão da dinâmica sedimentar nos estuários. A construção dos molhes da barra, interfere na deriva litorânea, causando impactos sobre o equilíbrio sedimentar das praias adjacentes (Figura 1). Os enrocamentos, aterros, dragagens e deposição de dragado alteram a morfologia da bacia, com importantes conseqüências sobre o padrão hidrológico e sedimentar. Recomenda-se portanto o monitoramento desses impactos, através do acompanhamento do processo de evolução das praias de São José do Norte e da barra de Rio Grande, e de migração de dunas sobre os cordões litorâneos no sistema de dunas dessa última. Recomenda-se também o monitoramento da direção da pluma de sedimentos durante operação de dragagens e a evolução do perfil de fundo no estuário e praia.

#### **5.4.4 MONITORAMENTO DA FAUNA ( BIOINDICADORES)**

##### **a) Plâncton**

1) **Fitoplâncton.** Sugere-se um monitoramento mensal do fitoplâncton visando a detecção de florações de algas tóxicas. Este monitoramento deverá ser acompanhado de dados ambientais como salinidade, temperatura, pH, luz, ventos e correntes de áreas tais como: Canal de Acesso, proximidades da cidade do Rio Grande, Saco da Mangueira e especialmente nas áreas localizadas no Porto Novo e terminais pesqueiros e de grãos.

2) **Zooplâncton.** Sugere-se o monitoramento mensal das populações planctônicas e o controle periódico do estado de saúde dos componentes da comunidade. Estas alterações nos organismos serviriam como indicadores do estado da poluição do ambiente.

Precisariam ser realizados censos populacionais, recrutamento de larvas de Cirripedia e análises de conteúdo de metais pesados nos tecidos moles tendo em conta as variações de temperatura e salinidade do ambiente, visto que a bioacumulação é influenciada por estes fatores.

Considerando que o zooplâncton bioacumula metais pesados e, é um elo importante na cadeia trófica do estuário e das áreas marinhas circundantes, poderia ser interessante determinar o nível de acumulação nos organismos dominantes.

##### **b) Bentos**

Para o monitoramento na área estuarina da Lagoa dos Patos, recomenda-se a realização de experimentos de campo utilizando tratamentos naturais. Propõe-se o acompanhamento sazonal da meio e macrofauna bentônica ao longo de gradientes espaciais a partir de pontos de descarga de contaminantes (esgotos domésticos e industriais) em áreas potencialmente impactadas como o Saco da Mangueira, a Coroa do Boi e parte do Saco do Arraial. As amostragens neste gradiente espacial deveriam abranger desde o ponto de descarga dos contaminantes até áreas consideradas não alteradas, que seriam utilizadas como controle do experimento. Eventualmente, a contaminação de organismos bentônicos com metais pesados deveria ser investigada, particularmente o camarão pelo fato de assumir um papel chave no ecossistema durante o período de verão, quando atinge uma elevada biomassa no estuário. Soma-se a isto o fato de ser uma espécie de consumo humano.

### **c) Peixes**

Os peixes são frequentemente usados como indicadores de perturbações ambientais, devido ao seu tamanho relativo avantajado e fácil identificação taxonômica,. Além disto, a mobilidade característica, associada a uma boa capacidade de percepção sensorial, permite aos peixes evitarem ativamente as condições adversas do meio. Conseqüentemente eles tem uma rápida e detectável resposta às mudanças ambientais sejam elas naturais ou antropogênica. Adiciona-se a isto o fato de que as estatísticas de pesca são, em geral, o único dado biológico de longa duração disponível em estuários (Stephens, Jr. et al., 1988). No presente estudo, foi detectada queda expressiva na produção pesqueira. Entretanto não foi possível avaliar a incidência da poluição ambiental sobre este fenômeno, já que a sobrepesca parece ser o fator preponderante. Da mesma forma que o recomendado para o bentos, recomenda-se a avaliação eventual de contaminação por metais pesados em uma espécie indicadora, a qual poderia ser a *Mugil platanus* (tainha).

### **d) Aves**

Como consumidores de topo de cadeia, algumas aves possuem uma série de atributos favoráveis, que as tornam excelentes indicadores de qualidade ambiental. No estuário da Lagoa dos Patos o Cisne - de - Pescoço- Preto (*Cygnus melancoryphus*) possui atributos ideais de espécie indicadora que incluem:

**Sensibilidade** : Por se tratar de uma espécie selvagem, os cisnes são bastante sensíveis à qualidade ambiental. Devido à facilidade de deslocamento inerente das aves, tendem a abandonar rapidamente áreas degradadas (Ex: excesso de ruído, tráfego, ar poluído, água contaminada). Evitam a aproximação humana aquém de 600 metros. O laboratório de Ecologia de Sistemas vem monitorando esta espécie a três anos em vários pontos do estuário da Lagoa dos Patos. A continuidade deste esforço de monitoramento, em condições ideais de desenvolvimento, permitirá uma série longa de dados que refletirão a evolução futura da qualidade ambiental do estuário, principalmente em áreas próximas às futuras áreas industriais, como a Lagoa Verde e o Saco da Mangueira ..



**Facilidade de amostragem** - Pelo tamanho grande, padrão característico de coloração, e por apresentarem-se normalmente em bandos, os cisnes são facilmente reconhecíveis à distância.

**Representatividade** - Ocorrem em quase todos os ambientes rasos bem conservados do estuário. Bandos tão extensos quanto 3.000 aves são comuns de serem observados em áreas mais protegidas como a área denominada Saco do Mendanha.

Recomenda-se o monitoramento através de censos mensais em dois ambientes rasos do estuário: Lagoa Verde, Saco da Mangueira. Recomenda-se também estudar a possibilidade de uma outra espécie indicadora para as áreas de expansão portuária em São José do Norte.

#### e) **Mamíferos**

Embora não incluído no presente estudo, os mamíferos marinhos, particularmente os leões marinhos que formam uma colônia não reprodutiva na extremidade do molhe leste, deve ser monitorada. A inclusão deste indicador justifica-se pelo grau de endemismo desta espécie (*Otária flavescens*) no Rio Grande do Sul. Colônias não reprodutivas de leões marinhos verificam-se no estado apenas em Rio Grande e no município de Torres, na ilha dos lobos. Esta espécie passou a ocorrer na região depois da construção dos molhes da barra de Rio Grande, passando a utilizá-la como ponto de repouso pós reprodução. Atualmente a extremidade dos molhes leste foi decretada como Parque Ecológico Municipal do município de São José do Norte. O monitoramento deverá acompanhar a operação de reconstrução dos molhes, atualmente em desenvolvimento, no sentido de sugerir ações mitigadoras de impacto sobre estas populações.

#### 5.4.5 MONITORAMENTO DO SISTEMA OPERACIONAL

O sistema operacional foi definido no capítulo 3 (Abordagem metodológica) como sendo todo o conjunto de estruturas portuárias (galpões, piers, atracadouros, navios, indústrias, etc) e seu funcionamento (todas as atividades de recepção, transporte e armazenamento de cargas no porto). Ficou evidenciado que a contaminação do sistema ambiental estuarino provém de fontes muito variáveis, tanto internas ao sistema portuário com externas. As fontes internas incluem a poluição por esgotos domésticos originados nas unidades portuárias e nos navios, as atividades industriais presentes (fertilizantes), o lixo naval, contaminações por óleos e graxas de lavagens de equipamentos, tanques e porões de navios, pequenos derrames rotineiros nas operações de carga e descarga de granéis sólidos e líquidos e a contaminação de água de escoamento pluvial, trazendo impurezas dos telhados e pátios de plantas industriais e galpões. Estas fontes variam na sua importância e magnitude, desde um padrão que configura um tipo de “poluição conta-gotas” (perdas pequenas e continuadas nas operações de carga/descarga, sempre presentes em portos com deficiências operacionais) até poluição de grande escala, como o dos efluentes do esgoto municipal.

Além disto, as cargas abandonadas, a presença de sucata, a falta de limpeza e conforto ambiental constituem o que Stringuini (1996) denomina de passivos ambientais, os quais exigem solução num contexto de modernização portuária.

Outras atividades impactantes do sistema operacional incluem as operações de manutenção periódica de canais e bacias de atracação e manobras, e recuperação de enrocamentos (molhes da barra).

O acompanhamento sistemático destas atividades poderá identificar estas fontes com precisão e sugerir as ações técnicas necessárias para minimizar ou eliminar definitivamente os impactos ambientais decorrentes de falhas ou ineficiências operacionais dentro de uma perspectiva de economicidade e de planejamento ambiental e financeiro de curto, médio e longo prazo.

O monitoramento do sistema operacional deverá ter um caráter dinâmico, flexível e adaptativo. Isto é, deverá estabelecer um relacionamento estreito com a autoridade portuária, e acompanhar as atividades desenvolvidas no porto, incluindo aquelas de caráter esporádico, como as já mencionadas operações de manutenção como as dragagens e enrocamentos e propor soluções técnicas alternativas. Estas devem

incorporar o conhecimento científico e empírico acumulado, as incertezas presentes nos processos decisórios e os dados do monitoramento sistematizado, a fim de propor as mudanças de percurso que se fizerem necessárias, num contexto de permanente reavaliação.

Um esforço maior deverá ser desenvolvido no sentido de orientar soluções para as dragagens de manutenção e para o lixo naval. Esta última é uma questão controvertida inclusive no cenário internacional mas que exige uma solução a curto prazo.

### **Ecotoxicologia**

No Estudo de Impacto Ambiental ora apresentado, ficou evidenciado a vantagem do desenvolvimento de testes de ecotoxicidade com organismos da comunidade local. Exemplifica-se com o caso das concentrações de Zn, que demonstrou ser tóxico mesmo em níveis permitidos pela legislação brasileira.. Recomenda-se testes com larvas de cirripédios para entender a drástica redução observada na abundância destes organismos no plâncton. Também é importante o desenvolvimento de estudos com larvas de peneídeos pela sua grande abundância na primavera/verão e pela importância que assumem na cadeia trófica, onde se inclui o homem.

De outro lado, o estudo das comunidades de peixes apresentado nesta pesquisa não permitem respostas conclusivas sobre o grau de interferência da qualidade da água sobre a redução dos estoques, uma vez que estão incidindo outros fatores, como a pesca.

Desde que se possa superar as dificuldades metodológicas, o desenvolvimento de estudos de ecotoxicologia utilizando peixes poderia suprir esta lacuna e inferir sobre grau de participação da poluição aquática sobre o comprometimento dos estoques.

Apresenta-se a seguir um esquema das recomendações de monitoramento supramencionadas, com base no plano de zoneamento do porto, elaborada para um prazo inicial de três anos. Os estudos de ecotoxicologia são incorporados nos compartimentos de Bentos e Sedimentos.

Finalmente, recomenda-se a elaboração de um cronograma de implantação física e operacional das sugestões e recomendações apresentadas neste estudo. Estas recomendações devem constituir a base para a gestão ambiental do porto de Rio

Grande, a qual deve ser um processo interativo, dinâmico, flexível e adaptativo. A gestão ambiental do porto deve incorporar novas informações e as incertezas presentes nos processos decisórios, bem como os dados novos aportados pelo monitoramento e promover as correções de rumo necessárias para o cumprimento de seu objetivo maior, qual seja alcançar a harmonização das atividades portuárias com a conservação ambiental.

# PLANO PLURIANUAL DE MONITORAMENTO AMBIENTAL NO PORTO DE RIO GRANDE

## TABELA 1 : PROPOSTA DE CRONOGRAMA DE MONITORAMENTO DAS VARIÁVEIS

### ANO I

COMPARTIMENTO AMOSTRAL	CRONOGRAMA DE AMOSTRAGEM											
	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Atmosfera	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sedimento	X			X			X			X		
Coluna d'água	X		X		X		X		X		X	
Fitoplancton	X		X		X		X		X		X	
Zooplancton	X			X			X			X		
Bentos	X			X			X			X		
Peixes	X		X		X		X		X		X	
Aves	X			X			X			X		
Operacional	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

### ANO II

COMPARTIMENTO AMOSTRAL	CRONOGRAMA DE AMOSTRAGEM											
	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Atmosfera	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sedimento	X			X			X			X		
Coluna d'água	X		X		X		X		X		X	
Fitoplancton	X		X		X		X		X		X	
Zooplancton	X			X			X			X		
Bentos	X			X			X			X		
Peixes	X		X		X		X		X		X	
Aves	X			X			X			X		
Operacional	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**ANO III**

<b>COMPARTIMEN TO AMOSTRAL</b>	<b>CRONOGRAMA DE AMOSTRAGEM</b>											
	<b>MESES</b>											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Atmosfera	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sedimento	X						X					
Coluna d'água	X			X			X			X		
Fitoplancton	X			X			X			X		
Zooplancton	X						X					
Bentos	X						X					
Peixes	X			X			X			X		
Aves	X						X					
Operacional	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

## 6. RESUMO FINAL

---

Dada a extensão do presente documento, apresenta-se a seguir um breve resumo com as informações julgadas as mais relevantes, com o propósito de facilitar a consulta. Informações mais completas encontram-se no corpo principal do documento, diluídas nas suas diferentes seções. Para uma maior aprofundamento nas conclusões do estudo é recomendável reportar-se à estas seções.

### 6.1 CONTAMINAÇÃO NO SEDIMENTO

Os estudos empreendidos nesse trabalho, permitiram traçar uma série de considerações sobre o impacto por matéria orgânica e por metais pesados nos sedimentos do estuário da Lagoa dos Patos. Nessa parte final destacaremos apenas alguns pontos que consideramos como importantes.

- As regiões globalmente **mais contaminadas** (matéria orgânica e metais) do estuário são: região do **Porto Novo**, **região adjacente ao Emissário Cloacal da Cidade**, **região do Saco da Mangueira próxima a desembocadura** e **região do Superporto próxima aos efluentes das indústrias de fertilizantes**.

Apesar dessas regiões serem consideradas contaminadas em metais e compostos orgânicos, observa-se uma importante redução dos teores em direção as zonas adjacentes. Esse quadro indica que os processos de dispersão/diluição, causados pela intensa dinâmica hidro-sedimentar -tanto dos canais quanto das regiões rasas- são eficientes para a redução dos níveis de contaminação.

- A zona mais contaminada por compostos orgânicos é região conhecida como Coroa do Boi adjacente ao Emissário Cloacal da Cidade, indicando que a fonte cloacal é a mais importante via de contaminantes orgânicos no estuário. As indústrias de fertilizantes aparecem a seguir, caracterizando-se principalmente pelo aporte de fósforo e compostos nitrogenados.

- O estuário encontra-se em um processo crescente de contaminação orgânica, atribuído ao aumento da carga de efluentes cloacais e dos efluentes das indústrias de fertilizantes. O Saco da Mangueira é o local que apresentou o maior aumento de sua contaminação por compostos orgânicos nos últimos 10 anos. O aporte cloacal resultante do aumento da urbanização de suas margens é um dos principais fatores responsáveis por esse processo.

- A região do Porto Velho aparece como a mais contaminada entre todas das regiões portuárias (Porto Novo, Superporto). Destaca-se a contaminação por Pb, Zn, Cr, COP e NOP, sendo os efluentes urbanos/pluviais, atividades ligadas aos terminais pesqueiros, e a atividade portuária em geral (resíduos orgânicos e metálicos) as principais fontes contaminantes nessa região.

Sugere-se que seja realizado um controle mais efetivo dos efluentes do tratamento do pescado e de outros despejos sólidos e líquidos comuns nessa região.

- Excluindo-se o ponto próximo dos efluentes das indústrias de fertilizantes, a região do Superporto apresentou níveis de contaminação considerados pequenos. Esse quadro é atribuído diluição/dispersão dos contaminantes devido a intensa dinâmica hidro-sedimentar desse local.

- A atividade portuária do terminal de grãos representa uma das principais fontes contaminantes em matéria orgânica (C/N) da região do Superporto.

- Considerando-se o estuário de modo global, o Pb foi o metal que apresentou o maior aumento da contaminação. Suas principais fontes estão ligadas aos efluentes cloacais/pluviais e as atividades portuárias.

- Como base os resultados obtidos nesse trabalho, pode-se concluir que as principais fontes contaminantes em termos de metais pesados na região estuarial são causados pelos efluentes cloacais e resíduos orgânicos (principalmente Pb, Zn, Cu) e os efluentes das indústrias de fertilizantes (principalmente Cd, Cr).

O Cr produzido por essas apresenta-se principalmente associado a fase residual, o que diminui sua potencialidade tóxica.



- A redução das atividades das indústrias de fertilizantes determinou uma redução na contaminação de todos os metais estudados, especialmente em Cd. Apesar de ser observado uma diminuição do impacto dessas indústrias na região do Superporto, o Cd continua presente e potencialmente tóxico devido a sua associação com a fase mobilizável.

- A redução, nos últimos anos, da atividade industrial de fertilizantes na região do Superporto, diminuiu os níveis de contaminação, de metais - especialmente de Cd- e de fósforo, na região do Superporto. Entretanto, os níveis mais elevados de contaminação de Cd e fósforo do estuário continuam a ser observados nessa região. Esse metal apresenta-se potencialmente tóxico devido a sua associação com a fase mobilizável.

- O controle das emissões orgânicas (navios, indústrias de pesca, etc) e o tratamento dos efluentes cloacais no estuário, devem ser melhor fiscalizados e incentivados. Esses efluentes tem fundamental importância, além de se constituírem em fontes orgânicas e metálicas, podem pelo aumento da matéria orgânica, determinar o aumento da retenção metálica e assim incrementar indiretamente os níveis de contaminação dos sedimentos.

- Os aportes de contaminantes via atmosférica -principalmente os particulados de origem industrial- devem ser considerados com importantes na região estuarial, mas não se dispõe de dados conclusivos. O estudo dessas fontes é considerado como muito importante para a caracterização e diagnóstico da geoquímica da região estuarial.

- Tendo em vista a contaminação dos sedimentos de fundo do estuário, os trabalhos de dragagem podem causar liberação de metais, de compostos orgânicos e inorgânicos ao meio hídrico e a biota. O impacto das atividades de dragagem na liberação de contaminantes dos sedimentos deve ser monitorado.

## 6.2 CONTAMINAÇÃO NA COLUNA D'ÁGUA

À partir dos estudos hidroquímicos anteriores das águas ao redor de Rio Grande, pôde-se traçar algumas conclusões gerais sobre as suas características, salientando-se:

- a riqueza de nutrientes de origem antropogênica (efluentes, principalmente) nas águas junto as bordas da área urbana (eutrofia), proporciona florações indesejáveis de cianobactérias indicadoras de poluição orgânica, como exemplo *Aphanothece sp.* (De Lorenzo, 1995).

- a enseada rasa Saco da Mangueira destaca-se pelas altas concentrações de fosfato (Baumgarten et al., 1995), principalmente nas águas marginais às indústrias de fertilizantes, provavelmente devido às suas emissões (Baumgarten et al., em preparo). Também contribuem para esta riqueza e para os picos nas concentrações de amônio os lançamentos de efluentes domésticos, (clandestinos e um oficial) aí lançados sem tratamento. Devido as suas características geomorfológicas e importância biótica, esta enseada é um local totalmente inadequado para lançamentos de grandes cargas de efluentes não tratados

- as concentrações de nutrientes no eixo do Canal do Rio Grande estão, em média, na faixa considerada normal para estuários não contaminados. Isto é consequência da sua maior profundidade e maior hidrodinâmica, que causam maior diluição dos efluentes aí lançados (Niencheski e Windom, 1994).

- há evidências de aportes antropogênicos e maior bioacumulação de metais em *Balanus improvisus* coletados na área do Canal do Rio Grande, nas suas margens, do que nestes organismos coletados em outra área não contaminada do estuário (Saco do Justino) (Baumgarten, 1987)

- em função da presença de efluentes domésticos lançados sem tratamento, associados ou não à efluentes industriais, foram identificadas 12 áreas potencialmente comprometidas ao redor da cidade, principalmente em termos de contaminação orgânica, assim como foram mapeados 76 pontos de lançamento de efluentes domésticos, industriais e pluviais (Almeida et al., 1993). A área conhecida como Coroa do Boi, nas margens do Canal do Rio Grande, que recebe grande carga de efluentes domésticos da cidade, sem tratamento, está comprovadamente contaminada por matéria orgânica e hipertrófica até cerca de 800m do ponto do lançamento. A

partir daí, a maior hidrodinâmica e profundidade do local diminui a contaminação até cerca de 90% (Aznar, 1993).

No presente Estudo de Impacto Ambiental, alguns aspectos muito importantes ficaram evidenciados:

-a área do Superporto não apresentou situação de maiores preocupações em termos de nutrientes e metais, graças a intensa e instável hidrodinâmica deste estuário que intensamente dilui os poluentes.

- A entrada da água salgada no estuário, livre de contaminantes, favorece a descontaminação de alguns locais contaminados, como o setor 5 do Porto Novo (Terminal de Granéis sólidos e líquidos).

- Há uma preocupante contaminação orgânica e lançamento de compostos ricos em nitrogênio e fósforo no setor 5 do Porto Velho (Terminais esqueiros). As indústrias localizadas neste terminal deveriam assumir a responsabilidade desta contaminação, a qual pode trazer conseqüências danosas quanto a proliferação de espécies oportunistas e indesejáveis, como certas cianobactérias já identificadas para a região (*Microcystis sp* e *Aphanothece sp.*) e que podem liberar toxinas para o meio, prejudicando seriamente a biota local. É necessário que os efluentes aí lançados sejam tratados e que os resíduos sólidos oriundos do processamento do pescado não seja diretamente largado no meio hídrico, como as evidências mostraram que isto vem acontecendo.

- Com relação à contaminação das águas por metais pesados, somente foi evidenciado uma contaminação significativa de chumbo nas águas do Porto Novo e no setor 5 do Porto Velho durante a situação de estratificação salina no estuário, no inverno. A situação não foi evidenciada na presença da água salgada e homogeneidade vertical do estuário. Sendo o chumbo um metal intensamente bioacumulado, muito tóxico quando na água e com uma meia vida útil elevada, devem ser controlados e fiscalizados os procedimentos industriais e portuários que resultem em liberação de chumbo para a água. Apesar dos outros metais apresentarem concentrações abaixo dos limites do CONAMA (1986), também indicam a presença de fontes antropogênicas de metais, principalmente no Porto Velho e no setor 5 do Porto Novo.

-Detectou-se grandes concentrações de óleos e graxas na área portuária, principalmente ao redor da área urbana.

- Detectou-se contaminação por fenóis. Não se conhece a frequência nem a real causa deste lançamento, mas certamente originou-se no Porto Novo. Em virtude do perigo deste constituinte no meio, esta situação é considerada de alerta.

### 6.3 RESULTADOS DOS TESTES ECOTOXICOLÓGICOS

- Os estudos de toxicidade mostraram que mesmo durante exposições curtas, a espécie de microcrustáceo planctônica *Metamysidopsis elongata atlântica* mostrou-se sensível a Cu e Zn, em concentrações por vezes iguais às observadas em campo, e na maioria das vezes inferior àquela tida como limite tolerável pela legislação regulatória dos mesmos. Considerando-se que o meio hídrico, sobretudo os ambientes estuarinos são extremamente dinâmicos, capazes de apresentar mudanças espaço-temporais drásticas, principalmente na salinidade e temperatura, a presença de substâncias tóxicas como metais pesados, compostos orgânicos derivados de petróleo, amônia e outros, representam um sério risco às biocenoses; sobretudo pela ação específica desses contaminantes com os mecanismos reguladores da capacidade de suportar o stresse osmótico ambiental.

- Os níveis de Pb encontrados na água, não apresentaram efeito agudo significativo sobre a espécie planctônica testada, indicando a necessidade de investigar seu potencial de toxicidade crônica sobre essa e outras espécies locais, uma vez que em alguns casos seus níveis no ambiente foram tidos como críticos.

- Deve-se alertar para a inadequabilidade dos parâmetros e limites propostos pela Resolução CONAMA n° 20/1986, para águas estuarinas e marinhas. Os resultados desse estudo, ainda que preliminares mostram que eles não são totalmente seguros quanto às concentrações máximas permitidas para lançamentos das substâncias aqui testadas (Cu e Zn). Eles devem ser adequados às particularidades de cada região, e basear-se também em parâmetros biológicos representativos, de modo que em havendo uma nova avaliação, influenciem até mesmo nos critérios de enquadramento do uso das águas em nosso município.

- Pela combinação das análises hidroquímicas, geoquímicas e ecotoxicológicas podemos verificar que a região do Porto Velho, seguida pela da Coroa do Boi, Porto Novo e Superporto são as mais impactadas. Os sedimentos de todas essas áreas, em particular, das duas primeiras e do Saco da Mangueira, apresentaram, um estado crítico de contaminação que pode estar submetendo a biota local a um nível de stresse crônico e até mesmo agudo, devendo persistir, caso não sejam tomadas medidas eficientes.
  
- Sob um olhar mais específico, os sedimentos coletados no Iate Clube (Estação 1), podem ter grande contribuição em hidrocarbonetos assim como os demais ao longo do Porto Velho, que além desse grupo de contaminantes recebem material lixiviado das margens onde estão instaladas, indústrias pesqueiras e um estaleiro, além de vários esgotos domésticos como se observa nas imediações da Capitania dos Portos.
  
- Ainda que não conclusivos, os estudos de toxicidade mostraram uma tendência otimista que concorda com os dados geoquímicos a respeito do ponto de lançamento da Refinaria Ipiranga: baixa toxicidade e diminuição nos níveis de metais característicos. A reserva a essa observação fica com relação ao método de avaliação do sedimento, uma vez que efetuou-se uma exposição aguda de apenas 10 dias, e na possibilidade de utilizar espécies mais sensíveis que *Hyaella azteca* para esse fim.
  
- Os pontos amostrados ao longo do Superporto, apresentaram, exceto no início dos Molhes da Barra (resultado anteriormente discutido), uma característica de toxicidade baixa ou moderada, provavelmente em decorrência da alta hidrodinâmica naquele local, mas não está descartada a contribuição das operações ali estabelecidas (perdas em terminais de fertilizantes, de combustíveis e derivados), como potenciais causadoras de impacto.

## **6.4 IMPACTOS SOBRE A BIOTA**

### **6.4.1 SOBRE OS ORGANISMOS DO FUNDO (BENTOS)**

- Estudos efetuados durante os últimos 20 anos não mostram a diminuição da diversidade específica na região estuarial. Esta avaliação, entretanto, não pode ser considerada para áreas potencialmente impactadas como o Saco da Mangueira ou a Coroa do Boi.
- As comunidades bentônicas nos planos de águas rasas, fundos de macrófitas submersas, no infralitoral e nos canais encontram-se interligadas num processo contínuo de dependência e retroalimentação, sendo a preservação e a utilização racional destes habitats, fundamentais para manter o estuário como área de criação e produção de recursos naturais.
- Algumas das espécies dominantes na assembléia de invertebrados bentônicos mostraram uma alta capacidade de recolonização após perturbações que provocaram a defaunação do substrato. Este fato determina cautela na interpretação de eventuais impactos antropogênicos sobre o sistema, pois efeitos agudos sobre o ambiente podem estar sendo mascarados pela rápida capacidade de retorno dos organismos à condições anteriores à perturbação.
- A resistência que os macroinvertebrados estuarinos apresentam à perturbações ambientais pode mascarar o efeito de agentes contaminantes sobre as comunidades bentônicas. Neste sentido um processo de contaminação crônica que esteja provocando uma lenta degradação pode estar em andamento, sem que o mesmo possa ser detectado, até um nível crítico de deterioração da qualidade ambiental.

### **6.4.2 FITOPLANCTON**

- Estudos anteriores concluíram que o estuário da Lagoa dos Patos encontra-se, dependendo da área, em diversos estados de eutrofização devido a processos naturais e ação humana favorecendo as florações de algas tóxicas e modificando a composição florística do fitoplâncton.

### 6.4.3 ZOOPLANCTON

- Foi detectada a presença de organismos zooplantônicos anormais, com alterações morfológicas, e com elevado grau de parasitismo por fundos e colônias de flagelados, especialmente *Acartia tonsa*, que é a espécie dominante no estuário. Estes resultados sugerem problemas crônicos de poluição por metais pesados, hidrocarbonetos, compostos fenólicos e poluição orgânica.

### 6.4.4 VEGETAÇÃO AQUÁTICA

#### 6.4.4.1 IMPACTOS SOBRE AS PRADARIAS SUBMERSAS

A degradação das pradarias submersas é o resultado de efeitos acumulativos, e que são esperados de aumentar com o crescimento da população humana. Os maiores impactos antropogênicos sobre as pradarias submersas do estuário da Lagoa dos Patos são (1) as atividades de pescarias e navegação em águas rasas, (2) as dragagens e os depósitos de material dragado, e (3) a adição de efluentes orgânicos e inorgânicos.

Uma característica inerente das pradarias submersas do estuário, é a sua renovação anual a partir de sementes liberadas no(s) ano(s) anterior(es) pela planta dominante (*Ruppia maritima*) (Cafruni 1983, Koch & Seeliger 1988). Ao contrário de pradarias submersas perenes de outros estuários (Thayer et al. 1984, Kantrud 1991), alguns impactos, como o fatiamento e o desenraizamento da vegetação pela passagem de barcos com motores com hélices, pode não demonstrar um efeito persistente por alguns anos. Neste sentido a anuidade da pradaria implica em uma maior robustez a impactos pontuais ou mesmo agudos.

Por outro lado, a anuidade da formação das pradarias resulta em períodos críticos para o estabelecimento dos fundos vegetados, durante a época de estabelecimento das plântulas, no final da primavera-início do verão (as primeiras semanas após a germinação), e durante a formação das sementes no final do verão. A deposição de grandes quantidades de sedimento, alta turbidez (pouca luz) ou agitação do fundo podem acarretar altas mortalidades de plântulas ou inviabilização das sementes, que determinariam a ausência ou redução das pradarias.

#### **6.4.4.2 IMPACTOS SOBRE OS PÂNTANOS SALGADOS (MARISMAS)**

O plano de zoneamento das áreas do Porto caracteriza as atividades de suas diferentes unidades espaciais e prevê as formas de futura utilização de parte da margem e do fundo do estuário da Lagoa dos Patos. Segue abaixo uma análise da conformidade das atividades das diferentes unidades do Porto com as funções (efeitos) das marismas e das pradarias submersas para o estuário.

##### **Porto Velho**

Área marginal composta por diques de contenção ou enrocamentos, apresentando vários pontos de despejo de efluentes domésticos e pluviais. As áreas do Terminal de Carga Geral para Navegação Interior, Terminal de Passageiros e Terminal Pesqueiro são áreas de despejo de grandes quantidades de lixo orgânico e industrializado, bem como pequena contaminação de óleo e gasolina. Todos estes poluentes contaminam as marismas e pradarias nas proximidades da Ilha da Pólvora. O material fino dragado no Porto Velho é depositado nas proximidades das Ilhas do Cavalo e Pólvora, podendo potencialmente estar prejudicando as pradarias do Saco do Arraial.

##### **Porto Novo**

Área com diques de contenção, com despejo de efluentes pluviais ricos em nutrientes devido as perdas nas operações de carga e descarga nos Terminais de Granéis e de Fertilizantes. Pequena contaminação de óleo. Devido a alta taxa de assoreamento da Bacia de Evolução do Porto Novo, está ocorrendo uma rápida formação de novas marismas a partir da Ilha do Terraplano em direção ao Canal do Porto Novo, que devem ser preservadas. A deposição de dragado do Porto Novo nesta localidade e o transplante de vegetação de marisma sobre o dragado pode ser uma solução barata e até mesmo com um impacto ecológico positivo para o estuário.

##### **Superporto**

Área com dique de contenção e enrocamentos, bem como com marismas e pradarias submersas na raiz dos Molhes Oeste (“Lagoinha”). Ocorrem pequenas



perdas crônicas de óleo cru e derivados de petróleo, fertilizantes e grãos (principalmente Soja). Contaminação orgânica devido a acumulação de restos de peixes e lixo doméstico (da 4a. Seção da Barra) nas marismas da Lagoinha. Estas marismas também apresentam alta carga de impacto estrutural devido a pastagem por gado e cavalos, podas e incêndios acidentais. Parte da área das marismas foi recentemente cercada, o que vem inibindo a pastagem. A marisma está sofrendo erosão de sua margem voltada para o estuário, devido a pulverização das últimas pedras originalmente posicionadas na raiz dos Molhes Oeste. A reposição das pedras é recomendada para manter a integridade deste ambiente.

### **São José do Norte**

Área com 211,3 ha (2,1 Km<sup>2</sup>) de marismas, que apresentam característica sedimentar e composição florística única no estuário. Estas marismas possuem 13,6 ha (0,13 Km<sup>2</sup>) de habitats aquáticos e 11,4 Km de margens em contato com o estuário. Dentro desta mesma área podem ser observadas marismas em formação (pontal na raiz dos Molhes Leste), bem como marismas sofrendo erosão (Ponta dos Pescadores). As marismas entre a Ponta dos Pescadores e a Barra apresentam uma grande alteração estrutural devido a sobrepastagem. A colocação de cercas para reduzir a ação do gado e dos cavalos é indispensável para manutenção das funções destas marismas. A exclusão do gado associada com deposição de dragado (com características sedimentares compatíveis) e o transplante de vegetação de marisma devem ser considerados como técnicas de manejo a serem empregadas para preservação da integridade da margem erosiva na raiz dos Molhes Leste, e conseqüentemente a integridade do Canal de Acesso ao Porto de Rio Grande.

A construção de uma Área de Transbordo na frente da Ponta dos Pescadores é preocupante, devido a falta de conhecimento da hidrodinâmica da zona rasa da Coroa de D. Mariana, e de possíveis alterações na mobilidade do sedimento que estas estruturas de transbordo e a continuidade da deposição de dragado do Superporto sobre a Coroa de D. Mariana possam vir a acarretar. Estudos detalhados são necessários para solucionar estas dúvidas.

A área entre o Cocurutu e São José do Norte está em sua maior parte enrocada, e não apresenta marismas ou pradarias submersas devido sua alta hidrodinâmica. Esta área é totalmente compatível com as atividades portuárias.

### 6.4.5 ANÁLISE DE RISCOS

- O risco geral associado ao Porto do Rio Grande não pode ser considerado como desprezível mas não é intolerável.

Os principais riscos para a população derivam da presente localização do Armazém de Cargas Perigosas A 5 e das instalações frigoríficas contendo amônia espalhadas pela cidade.

O principal risco para o meio ambiente é o de derrame de uma carga perigosa no estuário como consequência de um acidente náutico de grande porte. No que se refere às operações rotineiras do porto o maior risco está associado ao derrame de menos do que 1.000 litros de óleo diesel ou de óleo de soja.

A título de colaboração, uma série de recomendações são apresentadas para seguintes empresas visitadas no presente estudo com o propósito de auxiliar na redução dos riscos associados à suas atividades.(APÊNDICE IX- VOLUME IV): Bianchini, INCOBRASA, Pescal, Torquato Pontes, Abastecedora da Barra

Como a grande maioria das atividades envolvendo substâncias e operações perigosas, o risco recai em uma faixa de convivência possível com a população e o meio ambiente mas, de forma nenhuma, pode ser ignorado, desprezado ou mantido em uma situação estática. Todos os esforços possíveis e viáveis devem ser envidados para mantê-lo conscientemente sob controle, buscando-se a sua redução. A legislação britânica consagra este princípio através da chamada “Faixa ALARP” .

ALARP é uma sigla para a expressão inglesa “ As Low As Reasonable Practicable “ , que em português quer dizer “ tão baixo quanto razoavelmente praticável” . Isto significa que os riscos devem ser reduzidos tanto quanto seja razoavelmente praticável. Em termos práticos as ações de redução devem :

- ◆ ser tecnicamente viáveis,
- ◆ ser de custo sustentável pela viabilidade econômica da atividade,
- ◆ propiciar uma redução dos níveis de risco que seja significativa.

\* \* \*

# APÊNDICES

---

# **APÊNDICE A**

## **ESTUDO PRELIMINAR DE RISCOS**

## **Estudo Preliminar de Riscos do Porto do Rio Grande**

### **APÊNDICE I**

#### **Notas de Reunião Com**

**o**

#### **Oficial Comandante dos Bombeiros**

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Visitas e Entrevistas

Corpo de Bombeiros

25/11/96

Tenente Coronel Potyguara

As informações prestadas e comentários efetuados foram os seguintes:

### 1. Plano de Emergência

1.1 Presentemente não existe. Até cerca de 5 anos atrás havia um Plano de Auxílio Mútuo coordenado pela Marinha, do qual faziam parte cerca de 5 empresas.

1.2 A evacuação de público, em caso de ameaça, é decidida pelo Corpo de Bombeiros.

1.3 Sugere-se que a coordenação de um futuro Plano de Ação de Emergência seja realizada pela Capitania dos Portos com o apoio operacional do Corpo de Bombeiros.

### 2. Incidentes Tóxicos

2.1 O evento acidental atendido com maior frequência é o vazamento de amônia nas pequenas indústrias de pesca. O evento de maior porte foi um vazamento de amônia no frigorífico do TECON.

2.2 Em caso de acidente com carga tóxica as informações para o atendimento são fornecidas pela ABIQUIM, seja pela consulta ao manual, seja por atendimento telefônico.

### 3. Tráfego de cargas perigosas

3.1 Existe uma lei municipal que disciplina o tráfego de cargas perigosas, estabelecendo rotas e uma área para estacionamento. Todavia, o cumprimento não é fiscalizado. Caminhões com cargas perigosas circulam pela cidade sem que o Corpo de Bombeiros fique sabendo.

3.2 Sugere-se que as polícias rodoviária federal e estadual deveriam fazer o controle da entrada de cargas tóxicas na cidade.

#### 4. Controle de cargas perigosas

Informações sobre cargas perigosas não são obrigatoriamente fornecidas ao Corpo de Bombeiros. Algumas empresas, nominalmente a Ipiranga, Incobrasa, PETROBRAS, COPESUL, Amoniasul, Trevo, Manah e o TECON informam ao Corpo de Bombeiros os seus manifestos de carga. Da mesma forma o fazem algumas empresas de navegação, porém, sempre em base voluntária. Nenhuma informação é fornecida pela SUPRG. O Ten.Cel Potyguara comenta que seria muito útil se o Corpo de Bombeiros tomasse conhecimento de todas as operações com cargas perigosas na cidade.

#### 5. Equipamentos

5.1 Existe pouca disponibilidade de máscaras para acidentes envolvendo gases.

5.2 Julga-se que os equipamentos existentes seriam suficientes para controlar um evento de incêndio, mas não mais do que isto.

5.3 As viaturas são antigas.

5.4 O Corpo de Bombeiros não dispõe de espuma para combate ao fogo com substâncias inflamáveis. Espuma existe na PETROBRAS, COPESUL e Ipiranga.

5.5 Julga-se recomendável a criação de uma Estação Naval de Combate a Incêndio para o controle de eventos em navios.

#### 6. Recursos Humanos

6.1 O pessoal do Corpo de Bombeiros é considerado habilitado, embora sem dispor de equipamentos.

6.2 Não existe pessoal especializado no controle de incidentes tóxicos. O recurso mais próximo encontra-se em Porto Alegre.

#### 7. Grandes incêndios em navios

Não existem recursos específicos para estes eventos.

# **Estudo Preliminar de Riscos do Porto do Rio Grande**

## **APÊNDICE II**

### **Proformas para o Levantamento de Campo**



**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

**Mapeamento de Substâncias Perigosas****1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data Pesquisador:

1.2 Área Portuária Trecho :

1.3 Empresa

1.4 Sob responsabilidade de

1.5 Informações prestadas por :

1.6 Telefone :

**2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES****3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS**

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>E F</b>	<b>A.</b>	<b>P</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]

**4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente			
Instruções de Segurança e Meio Ambiente			
Procedimentos Gerenciais			
Procedimentos Operacionais			
Fichas de Segurança de Substâncias			
Fichas de Emergência de Substâncias			
Plano de Emergência			
Manuais de Treinamento			
Outros ( anotar )			

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**  
Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande  
Análise de Riscos  
**Mapeamento de Substâncias Perigosas**

**INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO DO FORMULÁRIO**

**Introdução**

O objetivo deste documento é definir os quesitos do formulário para o levantamento de informações destinadas ao mapeamento de substâncias perigosas no Porto do Rio Grande.

São dadas definições para aqueles quesitos que não são auto explicativos pelo próprio título.

Embora o objetivo final seja identificar os locais onde sejam armazenadas ou manuseadas substâncias perigosas, deve ser objeto desta etapa da pesquisa toda e qualquer substância, seja ela considerada como perigosa ou não pelo agente pesquisado ou pelo pesquisador.

**SUBSTÂNCIA** é todo e qualquer material de origem natural ou sintética, mineral, vegetal ou animal que seja manuseada, transportada ou armazenada na área do porto, quer seja uma mercadoria em processo de importação ou exportação ou quer seja utilizada em atividades de funcionamento do porto, como, por exemplo mas não limitadas a: combustíveis, lubrificantes, fluidos de refrigeração, gases industriais, etc. Obviamente máquinas e equipamentos não são consideradas substâncias.

Os parágrafos seguintes têm a mesma numeração do que seus correspondentes no formulário. Os números de parágrafos não mencionados são considerados como tendo títulos auto explicativos. A definição de colunas de tabelas é dada por uma letra entre colchetes [ n ], correspondente à sua posição no formulário modelo.

## Definições

### 1.2 Área e Setor Portuários

As áreas são as definidas pelo Plano de Zoneamento das Áreas do Porto Organizado do Rio Grande, sendo :

- 1 Porto Velho
  - 1.1 Terminal de carga geral / navegação interior
  - 1.2 Área de ensino e pesquisa
  - 1.3 Área de turismo e lazer
  - 1.4 Terminal de passageiros
  - 1.5 Terminal pesqueiro
  - 1.6 Área militar
  - 1.7 Área de Serviços
  
- 2 Porto Novo
  - 2.1 Área de turismo, lazer e preservação ambiental
  - 2.2 Área de apoio operacional
  - 2.3 Terminal de granéis sólidos
  - 2.4 Terminal de carga geral
  - 2.5 Terminal de granéis sólidos e líquidos
  - 2.6 Terminal de contêineres
  - 2.7 Terminal de fertilizantes
  - 2.8 Área de expansão
  
- 3 Superporto
  - 3.1 Área de serviços
  - 3.2 Área de granéis líquidos e fertilizantes
  - 3.3 Área de expansão
  - 3.4 Área de granéis agrícolas
  - 3.5 Área de contêineres
  - 3.6 Área de expansão
  - 3.7 Terminal pesqueiro
  - 3.8 Base Naval
  - 3.9 Área de expansão
  - 3.10 Área de administração e manejo ambiental

## 4 São José do Norte

### 4.1 Área de transbordo

### 4.2 Área de estudo

### 4.3 Área de expansão

Os números de trecho a anotar no formulário são aqueles correspondentes às descrições constantes do documento :

## PLANO DE ZONEAMENTO DAS ÁREAS DO PORTO ORGANIZADO DO RIO GRANDE

Aprovado pelo Conselho de Autoridade Portuária na Reunião de 22.11.95  
Departamento Estadual de Portos, Rios e Canais  
Administração do Porto do Rio Grande

### **1.3 Empresa**

Caso a área esteja sob administração de uma empresa privada ou estatal, como, por exemplo, um terminal dedicado, a razão social da empresa deve ser registrada.

### **1.4 Sob responsabilidade de:**

Registrar o órgão público ou o departamento / divisão / setor de empresa que seja responsável diretamente pela administração da área pesquisada. Registrar, também, o título / cargo / nível hierárquico da pessoa no comando das operações da área.

### **1.5 Informações prestadas por:**

Registrar o nome e respectivo título / cargo / nível hierárquico da(s) pessoa(s) que prestou(aram) as informações.

## **2. Descrição Sumária das Atividades**

Registrar em não mais do que algumas linhas as principais atividades realizadas na área sob pesquisa. O interesse principal é saber se substâncias são apenas transportadas dos navios para outros meios de transporte ( ou vice versa) ou se são armazenadas e por quanto tempo ( típico ou médio ) ou se é feita alguma mudança de embalagem ou alguma

outra operação que possa permitir que a substância deixe uma contenção segura e possa ser liberada acidentalmente para o ambiente.

### **3. Relação das Substâncias**

#### **[a] Coluna Substância**

Registrar o nome pela qual a substância é conhecida ou sob o qual ela é transportada / armazenada. Em geral poderão ocorrer os seguintes casos :

- \* uma substância muito comum sobre cujo nome não exista nenhuma dúvida ; por exemplo : grãos de soja ou peixe;  
basta este nome;
- \* uma substância química muito comum e que, para efeito informativo,  
possa ser considerada como “simples”; por exemplo GLP ou gasolina;  
basta este nome;
- \* uma substância química cujo nome não seja muito comum, mas que  
corresponda a um produto bem determinado, como um fertilizante, um fármaco ou o princípio ativo de um agroquímico; por exemplo aspirina ou superfosfato;  
registrar o nome comum ; se disponível, registrar o nome químico;
- \* uma mistura de substâncias químicas identificadas por um nome comercial; registrar o nome comercial e, se possível, preencher a coluna COMPOSIÇÃO.

#### **[b] Composição**

Preencher esta coluna quando se tratar de misturas, sempre que as informações forem disponíveis ( tiradas de rótulos ou de literatura técnica ou de guias de importação/exportação. Quando não se tiver a composição quantitativa, registrar a qualitativa; se mesmo a qualitativa não for disponível, tentar saber qual é o componente principal, que pode ser o princípio ativo ou o de maior percentagem ( usar bom senso para decidir ).

### **[c] Coluna E F**

E F significa ESTADO FÍSICO. Registrar S - sólido, L - líquido ou G-gasoso. Caso se trate de uma substância que seja gás ou vapor na temperatura ambiente e que se encontre liquefeita sob pressão registrar GL.

### **[d] Coluna A**

Este A é corresponde a ARMAZENAMENTO (forma de). Usar o número correspondente à classificação na qual a forma de armazenamento se enquadre segundo os critérios abaixo. Note-se que a forma de armazenamento é a mesma no navio e no porto e define a forma de transporte entre navio e porto.

#### **1. Granel**

1.1 Tanque - registrar na coluna OBSERVAÇÕES qual a capacidade das instalações de armazenamento no porto

1.2 Silo - registrar na coluna OBSERVAÇÕES qual a capacidade das instalações de armazenamento no porto

1.3 Container tanque - registrar qual a capacidade nominal do container tanque.

#### **2. Embalado**

##### **2.1 Tambores**

2.1.1 Palatizado - registrar na coluna OBSERVAÇÕES a capacidade de um pallet

2.1.2 Não palatizado - registrar na coluna OBSERVAÇÕES a capacidade de um tambor.

##### **2.2 Caixas**

2.2.1 Palatizadas - registrar na coluna OBSERVAÇÕES a capacidade de um pallet

2.2.2 Não Palatizadas - registrar na coluna OBSERVAÇÕES a capacidade de uma caixa

## 2.3 Sacos

2.3.1 Palatizados - registrar na coluna OBSERVAÇÕES a capacidade de um pallet

2.3.2 Não Palatizados - registrar na coluna OBSERVAÇÕES a capacidade de um saco

## 2.4 Container

2.4.1 Com tambores

2.4.2 Com caixas

2.4.3 Com sacos

### **[e} Coluna P**

Este P é correspondente a PROCESSO, isto é, ao processo de transporte utilizado para a substância entre porto e navio e/ou dentro do porto. Registrar o número correspondente ao processo no qual a substância se enquadre:

1. Tubulação e Bomba (para líquidos)
2. Transporte pneumático (para sólidos)
3. Transporte mecânico (para sólidos a granel); por exemplo: correia, correntes, canecas, rosca, etc
4. Guindaste / grua
5. Veículo
6. Manual
7. Outro : descrever na coluna OBSERVAÇÕES

Caso mais do que um processo seja usado registrar os números correspondente em seqüência separados por uma “/ “ .

Para as classificações 1 / 2 e 3 registrar a vazão ( capacidade ) do transporte na coluna OBSERVAÇÕES.

### **[f] Coluna Observações**

Usar esta coluna para complementar as informações como descrito acima e para registrar quaisquer outros dados julgados de interesse.



#### **4. Documentação Técnica**

Este item destina-se a avaliar o grau de maturidade do gerenciamento de riscos na área pesquisada. Os documentos listados são considerados essenciais para que o gerenciamento seja considerado adequado. Registrar se o documento existe ou não existe marcando “x” na coluna apropriada. Caso uma cópia do documento seja fornecida ao pesquisador, assinalar a coluna CÓPIA com “x”.

# **Estudo Preliminar de Riscos do Porto do Rio Grande**

## **APÊNDICE III**

### **Proformas Preenchidas**

**no**

### **Levantamento de Campo**

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

### **Mapeamento de Substâncias Perigosas**

#### **1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 19-X-1996                      Pesquisador: Tatiana Walter, Patrícia de Araújo, Daniela Areco

1.2 Área Portuária : 3.4                  Trecho : 3.4

1.3 Empresa: **Terminal de Trigo e Soja**

1.4 Sob responsabilidade de: SUPRG

1.5 Informações prestadas por: Raimundo Renato da Costa, gerente

1.6 Telefone: 341362/341400

#### **2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

O terminal tem como principal função a prestação de serviços. Recebem cargas de terceiros por via rodoviária, ferroviária e fluvial. São recebidos principalmente farelo de soja, trigo, milho e soja em grão. A exportação é feita via terrestre e/ou marítima. O armazenamento dos grãos é feito em silos verticais e os farelos em silos horizontais. O material que chega no terminal é amostrado, pesado, descarregado e expedido. O transporte é feito por correias e o carregamento do navio por sistema de correntes. Atualmente o terminal encontra-se em processo de licitação para ser privatizado. Por isso, a maior parte das atividades estavam paralisadas.

### 3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES
Grãos (soja, trigo, milho, aveia, cevada, politizado de arroz)		S	1.2	3	Silos verticais: 130.000 ton, cada célula tem 60m de alt. e 7m de diâm.; c/ capacidade individual de 1050 ton; são 120 cél.; Silos horiz.: 76.000 ton, são armazenados em pilhas
Outras: ascarel nos transformadores; inseticidas p/ limpeza dos armazéns após a safra; óleo diesel e gasolina mantidos em tambores de 2.000 l usados como combustíveis e p/ manutenção d equipamentos					

**Obs1. Possui sistema de filtragem que diminui bem material em suspensão; possui sistema d porta de fogo e não possui sistema anti-exploração.**

**Obs2. Princípio de incêndio em 04/05/83: problema mecânico c/ polia solta que gerou atrito.**

**4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente		X	
Instruções de Segurança e Meio Ambiente	informal		
Procedimentos Gerenciais	informal		
Procedimentos Operacionais	informal		
Fichas de Segurança de Substâncias	X		
Fichas de Emergência de Substâncias	X		
Plano de Emergência			
Manuais de Treinamento		X*	
<p>Outros ( anotar )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-TTS possui técnico de segurança e médico a disposição dos funcionários;</li> <li>-Lixo doméstico e descartado pela operação são recebidos em tambores sem nenhuma seleção e são enterrados;</li> <li>-Já houve brigada de incêndio, atualmente não existe;</li> <li>-Após incêndio foi ministrado um curso de instruções de segurança e treinamento p/ os funcionários, mas não houve reciclagem desde 1983;</li> <li>- Os responsáveis garantem que os funcionários estão cientes do perigo que correm;</li> <li>- A inspeção dos equipamentos é feita visualmente por técnicos do setor.</li> </ul> <p>*Último material foi entregue em 1983, após o incêndio.</p>			

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

### **Mapeamento de Substâncias Perigosas**

#### **1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 08-X-1996

Pesquisador: Sérgio Fantini

1.2 Área Portuária : Super Porto

Trecho : 3.2

1.3 Empresa: **Trevo**

1.4 Sob responsabilidade de: Idem acima

1.5 Informações prestadas por : Eng. Ronaldo Lopes dos Santos, Eng. Ivo Diogo Cunha Ribeiro

1.6 Telefone : (0532) 341000

FAX: 341283

#### **2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

- Armazenamento de substâncias: matéria-prima e fertilizantes. Capacidade atual 76.000 ton divididos em boxes individuais de 4.000 ton cada;
- Carga e descarga de navios;
- Industrialização do fertilizante;
- Ensaque;
- Venda do fertilizante;
- Transporte externo: em “chatas” para Porto Alegre e em caminhões para outras fábricas;
- Transporte interno: pá carregadeira (carrega caminhões);
- Ácido sulfúrico: via tubulações para tanque e tanque abastece caminhões

### 3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES
Cloreto de potássio		S	1.4.1	3*	18 box de 4.000 ton (cap. Max. 76.000 ton)**
Nitrato amônia		S	1.4.1	3*	quantidades reguladas pelo exército
Uréia		S	1.4.1	3*	
Sulfato amônia		S	1.4.1	3*	
Sulfato potássio		S	1.4.1	3*	
Fertilizante	(NPK)	S	1.4.1	3*	
Óleo BPF		L	1.1.1	5	1.000 ton
Ácido sulfúrico	(98%)	L	1.1	1	10.000 ton
Ácido fosfórico	P2O5 (53%)	L	1.1	1/5	30.000 ton
Diesel		L	1.1	1/5	15.000 l
					Empresas tem objetivo de comercializar 1Mi T ao ano > mês: 84000 T Média anual: 500.000 T ** Válido p/ todas substâncias granuladas.
				*vazão esteira 600ton/hora	

**\* 4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente	X		* I
Instruções de Segurança e Meio Ambiente			
Procedimentos Gerenciais			
Procedimentos Operacionais			
Fichas de Segurança de Substâncias	X		
Fichas de Emergência de Substâncias	X		
Plano de Emergência	X		*II
Manuais de Treinamento			
Outros (anotar) *I: marcar nova reunião c/ Eng. Clóvis Siqueira p/ maiores informações; *II: tem brigada de emergência  -CIPA funciona; -1 ambulância p/ 370 m2 de planta - já foram feitas análises preliminares de risco			



## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

### **Mapeamento de Substâncias Perigosas**

#### **1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 09-X-1996                      Pesquisador: Tatiana Walter, Patrícia de Araújo, Daniela Areco

1.2 Área Portuária : Super Porto                      Trecho : 3.4 (4ª. Seção da barra)

1.3 Empresa: **TERMASA - Terminal Marítimo Luiz Fogliatto S.<sup>a</sup>**

1.4 Sob responsabilidade de :

1.5 Informações prestadas por : Sandro F. Monteiro, gerente operacional

1.6 Telefone : 341500

#### **2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Importação e exportação de granéis sólidos e líquidos (óleo de soja, canola); somente gêneros alimentícios.

Chegam e são expedidos pelas 3 vias (rodoviária, ferrovia e marítima).

O armazenamento dos sólidos é horizontal (concreto); dos líquidos é em tanque.

### 3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES
soja, trigo, milho, arroz e farelo de soja		S	1.2	3	São 8 armazéns horizontais em silos de concreto; capacidade total de 220.000 ton; 28.000 ton por armazém; armazenamento em pilhas
Óleo de soja bruto		L	tanque	1	capacidade: 10.500 ton total; 5.000 por tanque

**-Não há equipamentos de proteção p/ que não se perca nada p/ água; somente os procedimentos estabelecidos são seguidos corretamente; a empresa acredita que se houver algum problema desse tipo a responsabilidade é da administração do porto.**

**4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente		X	
Instruções de Segurança e Meio Ambiente	informal		
Procedimentos Gerenciais	informal		
Procedimentos Operacionais	informal		
Fichas de Segurança de Substâncias			
Fichas de Emergência de Substâncias			
Plano de Emergência			
Manuais de Treinamento			
Outros ( anotar ) -Treinamento ds funcionários é feito pelo respectivo chefe do setor; -Incêndio: brigada, funcionários treinados pela CIPA, extintores, convênio c/ bombeiros; -Em +- 1985 explosão na parte das balanças no transporte de trigo (2 mortos); -Quando há operação há restrição de fumar p/ os produtos de risco; -Antigamente 350 funcionários, atualmente 85. -ISSO 9000 e 14000 são metas da empresa			

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

### **Mapeamento de Substâncias Perigosas**

#### **1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 09.X.1996                      Pesquisador: Paulo Roberto Tagliani

1.2 Área Portuária: Superporto              Trecho : 3.4

1.3 Empresa : **INCOBRASA**

1.4 Sob responsabilidade de : José Eduardo Accioly (gerente da fábrica);  
Marli Leonardo (gerente do terminal)

1.5 Informações prestadas por : Sérgio Sotter; Marli Leonardo; Agenor

1.6 Telefone : 341414 (terminal); 341200 (fábrica c/ Aldenir)

#### **2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

- Atividade principal: extração do óleo de soja.

Recebimento do farelo de soja por barcaça (vem de Canoas) (recebe também grãos por via rodoviária); vai para o armazém; recebe o grão, esmaga, extrai o farelo e o óleo; exporta o farelo e o óleo.

\* Obs.: Hexano circula na fábrica.

**3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS**

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>E F</b>	<b>A.</b>	<b>P</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
Solvente (hexano)		líq.	1.1	1	6 tanques: ao todo somam 210.000 l
Soja (grão)		sól.	1.2	3	4 armazéns: 75.000 farelo; 50.000 soja; 6.000 soja seca e limpa (“pulmão”); 14.000 soja seca.
Farelo de soja		sól.	1.2	3	
Óleo de soja		líq.	1.1	1	
Combustível	fueloil BPS-2A	líq.	1.1	1	Transporte por processo aéreo; tanques c/ soma total: 500 ton.

**4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente		X	
Instruções de Segurança e Meio Ambiente	X		
Procedimentos Gerenciais		X	
Procedimentos Operacionais		X	
Fichas de Segurança de Substâncias	X*		
Fichas de Emergência de Substâncias	X*		
Plano de Emergência		X	
Manuais de Treinamento		X	
Outros ( anotar ) * Somente nos caminhões tanques; pessoal que lida desconhece. Durante o descarregamento de hexano a área é isolada; não há nenhum procedimento definido em caso de acidentes; não soube informar se o operador sabe interpretar os sinais indicativos de segurança nos caminhões-tanque.			

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

### **Mapeamento de Substâncias Perigosas**

#### **1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 08-X-1996      Pesquisador: Washington Ferreira, Ivo Gloeden,  
Monica Montú

1.2 Área Portuária: Super Porto      Trecho : 3.2.

1.3 Empresa : COPESUL - Companhia Petroquímica do Sul

1.4 Sob responsabilidade de : arrendamento SUPRG

1.5 Informações prestadas por : Jorge Ademir pinto, Engenheiro Químico, representante da COPESUL.

1.6 Telefone : (0532) 341111

#### **2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Carga e descarga; armazenagem e expedição de produtos petroquímicos.

Os produtos são recebidos/expedidos, em geral, através de navios, dos quais são bombeados pela tubulação, para as instalações de armazenagem.

Outra parcela dos produtos é deslocada por caminhões-tanques.

**3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS**

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>E F</b>	<b>A.</b>	<b>P</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
Benzeno		L	1	1/5	sob pressão  Total de tanques = 10 x 4000 m <sup>3</sup>
Tolueno		L	1	1/5	
Etil-benzeno		L	1	1/5	
Xilenos		L	1	1/5	
Metanol		L	1	1/5	
MTBE		L	1	1/5	
Propeno		L	1	1/5	
Solvente-C9		L	1	1/5	



**4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente	X		*
Instruções de Segurança e Meio Ambiente	X		*
Procedimentos Gerenciais	X		*
Procedimentos Operacionais	X		*
Fichas de Segurança de Substâncias	X		*
Fichas de Emergência de Substâncias	X		*
Plano de Emergência	X		*
Manuais de Treinamento	X		*
<p>Outros ( anotar )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Barreiras de contenção</li> <li>- Anel de spray</li> <li>- Injeção de espuma</li> <li>- Sistema de injeção de nitrogênio</li> <li>- Selo flutuante ????</li> <li>- Sistema anti-incêndio</li> <li>- Remessa dos resíduos para a sede da empresa (2 caminhões/mês) para reciclagem ou queima</li> <li>- Análises de controle de qualidade p/ terceiros (565, ...???)</li> <li>- Controle periódico de medicina do trabalho em funcionários p/ detectar eventual contaminação.</li> </ul> <p>* Cópias serão repassadas aos Profs. Monica e Ivo no lab. Zooplanton/ Depto. Oceanografia/ FURG</p>			

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**  
Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande  
Análise de Riscos  
**Mapeamento de Substâncias Perigosas**

## **1. IDENTIFICAÇÃO**

- 1.1 Data: 09-X-1996                      Pesquisador:
- 1.2 Área Portuária : Super Porto        Trecho : 3.4
- 1.3 Empresa: Bianchini S. <sup>a</sup> Indústria, Comércio e Agricultura
- 1.4 Sob responsabilidade de : Agenor Daltoé (gerente administrativo) e Valdir Bianchini
- 1.5 Informações prestadas por : Agenor Daltoé
- 1.6 Telefone : (0532) 341262

## **2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

- Atividade principal: extração de óleos vegetais (óleos de soja). A indústria realiza também serviços a terceiros, como por exemplo, alocação de espaço para exportação de farelo de soja, soja p/ óleo de soja e outros produtos como trigo e milho nas épocas de entre-safra.
- Matéria-prima utilizada para produção chega via vagões e caminhões. Produção final é exportada por esteiras e óleo ductos p/ os barcos.
- Carvão mineral é utilizado como fonte de energia; óleo diesel p/ abastecimento de veículos é reservado em tanques enterrados c/ capacidade de 10.000 l ; hexano é o solvente utilizado p/ a extração de óleo, é reservado em tanques de 80.000 l e chega via caminhões.
- TANAK utiliza esteira da empresa para a exportação de cavalo de madeira.

### 3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES
Farelo de soja		5	1.2	Esteiras Óleo ducto	Capacidade de armazenagem: 150.000 toneladas
Soja (granel)		5	1.2	Vagões	
Óleo de Soja		1		Caminhões tanques	
Óleo diesel		1		Caminhões	Bomba de óleo diesel faz abastecimento do maquinário (Capacid.: 10.000 l)
Carvão mineral (oriundo de Candiota)		5	Galpões à céu aberto		
Hexano (solvente)		1	1.1	Óleo ducto	Estocado em tanques c/ capacidade: 80.000 l

**\* O hexano é bombeado e mistura-se ao farelo esmagado para a extração da soja. Depois da decantação é feita a extração do óleo e o reaproveitamento do solvente. O solvente é levado por meio de óleo ductos até o local da extração do óleo de soja.**

**4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente	X (obs.1)		
Instruções de Segurança e Meio Ambiente	X		
Procedimentos Gerenciais	X		
Procedimentos Operacionais	X (obs.2)		
Fichas de Segurança de Substâncias		X	
Fichas de Emergência de Substâncias		X	
Plano de Emergência	X (obs.3)		
Manuais de Treinamento		X	
Outros ( anotar ) Obs.1: CIPA grupo de trabalhadores c/ instrução Obs.2: procuração da empresa matriz, tanto na área pública como privada (ver cópia ?) Obs. 3: treinamento de segurança pessoal; rede de hidrantes e extintores; em caso de incêndio um encarregado treinado atua na situação e também chama o corpo de bombeiros; “treinamento verbal”; técnico de segurança atua nos serviços internos da empresa.			

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

**Mapeamento de Substâncias Perigosas****1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 08-X-1996 Pesquisador: Lydia Habiaga

1.2 Área Portuária : Super Porto Trecho : 3.2

1.3 Empresa: Amônia Sul - Serviço de Refrigeração LTDA.

1.4 Sob responsabilidade de : gerencia da empresa

1.5 Informações prestadas por : Paulo Madruga, gerente geral

1.6 Telefone : 341112

**2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Terminal de depósito de matéria prima (amônia) recebida dos navios p/ o tanque, bombeada, via tubulações enviada a TREVO e FERTISUL, e via caminhão enviada a MANAH e DEFER; eventual envio p/ São Paulo e Curitiba via caminhão.

**3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS**

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>E F</b>	<b>A.</b>	<b>P</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
Amônia	Anidra NH <sub>3</sub>	L	1.1.1	1/5	pressão atm., 33.4 graus, tanque c/ 15.000 t; planta auxiliar c/dados amônia inexpress. 5.000 l
Óleo diesel		L	1.1.1	1/5	

**4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente		X	
Instruções de Segurança e Meio Ambiente	X		
Procedimentos Gerenciais	informais		
Procedimentos Operacionais	X		
Fichas de Segurança de Substâncias	X		
Fichas de Emergência de Substâncias	X		X
Plano de Emergência		X	
Manuais de Treinamento	X		
Outros ( anotar ) Manual de amônia do IBP (Instituto Brasileiro do Petróleo); A empresa esta instalada desde 1974			

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

**Mapeamento de Substâncias Perigosas****1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 16-X-1996 Pesquisador: Ivo M. Gloeden

1.2 Área Portuária : Porto Velho Trecho :

1.3 Empresa: Rio Grande Yatch Club

1.4 Sob responsabilidade de :

1.5 Informações prestadas por : Cléber Costa Ferreira (Comodoro)

1.6 Telefone : (0532) 327196

**2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Clube de lazer.

**3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS**

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>E F</b>	<b>A.</b>	<b>P</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
Gasolina Diesel		L L			Os combustíveis encontram-se armazenados nos tanques das embarcações dos sócios. No clube não existe estocagem de substâncias.

**\* 4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente		X	
Instruções de Segurança e Meio Ambiente		X	
Procedimentos Gerenciais		X	
Procedimentos Operacionais		X	
Fichas de Segurança de Substâncias		X	
Fichas de Emergência de Substâncias		X	
Plano de Emergência		X	
Manuais de Treinamento		X	
Outros ( anotar ) Extintores de incêndio revisados anualmente pelo corpo de bombeiros			



**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

**Mapeamento de Substâncias Perigosas****1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 16-X-1996                      Pesquisador: Sérgio Fantini, Washington  
Ferreira, James Lee, Pieter Amaral.

1.2 Área Portuária : Porto Velho                      Trecho : 1.4

1.3 Empresa: VF Combustíveis LTDA.

1.4 Sob responsabilidade de : ?

1.5 Informações prestadas por : Diógenes

1.6 Telefone : (0532) 322627

**2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Abastecimento de combustíveis e lubrificantes

**3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS**

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>E F</b>	<b>A.</b>	<b>P</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
Gasolina		L	1.1	1	15.000 (1 A, 1 D, 1 G)
Diesel		L	1.1	1	
Alcool		L	1.1	1	
Compressor					

**\* 4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente		X	
Instruções de Segurança e Meio Ambiente		X	
Procedimentos Gerenciais	X		
Procedimentos Operacionais (de descarga)	X		
Fichas de Segurança de Substâncias		X	
Fichas de Emergência de Substâncias		X	
Plano de Emergência		X	
Manuais de Treinamento		X	
Outros ( anotar ) -Treinamento de alguns funcionários dentro postos -Equipamentos básicos de seg. indiv. - Respiros p/ gases dos tanques -cadeados -Livro de registro de segurança -programa de prevenção de riscos ambientais - Nros- 1996  Ricardo Jakubowski, Cláudia Sanforo Jakubowski, Werner Jaeger Junior			

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

**Mapeamento de Substâncias Perigosas****1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: Pesquisador:

1.2 Área Portuária : Porto Velho Trecho:

1.3 Empresa: TRANSMINA - Transporte de lonas térmicas RG LTDA.

1.4 Sob responsabilidade de: Pescal S/A

1.5 Informações prestadas por: Paulo Roberto Minasi, prop.

1.6 Telefone : 323214/323055

**2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Transporte de pescados.

**3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS**

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>E F</b>	<b>A.</b>	<b>P</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>

**4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente			
Instruções de Segurança e Meio Ambiente			
Procedimentos Gerenciais			
Procedimentos Operacionais			
Fichas de Segurança de Substâncias			
Fichas de Emergência de Substâncias			
Plano de Emergência			
Manuais de Treinamento			
Outros (anotar)			

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

### **Mapeamento de Substâncias Perigosas**

#### **1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 11-X-1996                      Pesquisador: Wilson, Fabiane, Juliana

1.2 Área Portuária : 1.5                Trecho: 5

1.3 Empresa: Torquato Pontes Pescados

1.4 Sob responsabilidade de : Gerente industrial (veterinário)

1.5 Informações prestadas por : Miguel Pizzorno

1.6 Telefone: (0532) 311058

#### **2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Processamento, congelamento e distribuição de pescado: aporta o barco, descarga, lava e classifica o pescado; congela ou processa como filé, eviscerado e salgado, carrega caminhões para despacho p/ mercado consumidor.

### 3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES
Pescado	Peixes, camarões, lulas	S	caixas c/ gelo	caminhões frigoríficos	Área de armazenagem. De 200 ton fresco + 4 câmaras (3 p/ congelados e 1 p/salgados) de 4000 ton.
Cloro	Cloro líquido	L	Tonéis 20Kg (200 l)	Duto	Cloro chega nos caminhões e é armazenado, sendo liberado nos dutos p/ desinfecção do pescado a 8ppm.
Amônio (congelamento)	Amônio anidro NH <sub>3</sub>	L	200Kg em garrafas (5)	tubulação p/ congelamento	
Óleo diesel	óleo diesel	L	tanques (5) 15000l +- cada	caminhões tanque	abastecimento da frota de caminhões da Torquato, terceiros e embarcações

**\* 4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente		X	
Instruções de Segurança e Meio Ambiente		X	
Procedimentos Gerenciais		X	
Procedimentos Operacionais		X	
Fichas de Segurança de Substâncias		X	
Fichas de Emergência de Substâncias		X	
Plano de Emergência	X*	X(1)	
Manuais de Treinamento		X(1)	
Outros ( anotar ) * O posto possui roteiro de ação emergencial indicado pela companhia ESSO. (1) Plano de emergência e manuais de treinamento informais  +- 40 tanques de decantação de matéria orgânica no chão da fábrica.			

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

**Mapeamento de Substâncias Perigosas****1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 11-X-1996 Pesquisador: Wilson, Fabiane, Juliana

1.2 Área Portuária: Trecho: 5

1.3 Empresa: Distribuidora Náutica - Posto do Cláudio (SHELL)

1.4 Sob responsabilidade de: Gerente

1.5 Informações prestadas por: Letícia

1.6 Telefone : (0532) 326411

**2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Venda de combustível p/ embarcações pesqueiras e artefatos de pesca.

**3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS**

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES
Óleo diesel		L	5 tanques subterrâneos de 30000l cada	caminhões, tanques, mangueiras, bomba, embarcações	canos c/ alta resistência, chão da cabine onde as bombas funcionam é fibrada
Gás	GLP	G (temp. ambiente), L sob pressão	75 bujões de 13Kg e 10 bujões de 45Kg		



**\* 4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente		X	
Instruções de Segurança e Meio Ambiente		X	
Procedimentos Gerenciais		X	
Procedimentos Operacionais		X	
Fichas de Segurança de Substâncias		X	
Fichas de Emergência de Substâncias		X	
Plano de Emergência *		X	
Manuais de Treinamento		X	
Outros ( anotar ) * 100.000l de água p/ emergências estocadas: legislação de acordo c/ normas dos bombeiros dentro do projeto de instalação			

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

**Mapeamento de Substâncias Perigosas****1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 14-X-1996 Pesquisador: Marcos Bernardes

1.2 Área Portuária : Porto Velho Trecho:

1.3 Empresa: Piratini Extração e Comércio de Mat. de Construção

1.4 Sob responsabilidade de: SUPRG

1.5 Informações prestadas por: Eduardo Paludo - Sócio proprietário

1.6 Telefone: (0532) 321077

**2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

- Funcionamento há 3 anos;
- Mineração em áreas assoreadas;
- Exploração de areia, pedra britada e argila.

A extração no local é seletiva. Portanto o material coletado (areia) é separado do resto. Há interesse da companhia em retirar também pedra britada, argila e outros tamanhos de grão. A peneiragem e classificação da areia é feita no local de extração (Canal São Gonçalo - Pelotas).

**3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS**

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>E F</b>	<b>A.</b>	<b>P</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
Areia		S	1	5	2500 a 3000 m <sup>3</sup> /mês 8000 a 10000 m <sup>3</sup> /mês (potencial)
Diesel		L	1.1	5	14000l/mês consumo (caminhão tanque)

**\* 4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente		X	
Instruções de Segurança e Meio Ambiente		X	
Procedimentos Gerenciais		X	
Procedimentos Operacionais	X		
Fichas de Segurança de Substâncias		X	
Fichas de Emergência de Substâncias		X	
Plano de Emergência		X	
Manuais de Treinamento		X	
Outros ( anotar )			

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

**Mapeamento de Substâncias Perigosas****1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 14-X-1996 Pesquisador: Juliano César Marangoni

1.2 Área Portuária : Porto Velho Trecho:

1.3 Empresa: Pescal

1.4 Sob responsabilidade de : propriedade da empresa

1.5 Informações prestadas por : Eng. Mecânico Dilson do Valle Branco

1.6 Telefone: 311677

**2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Trabalha com várias espécies de peixe, recebe, lava, classifica e congela. Peixes são eviscerados p/ filé e salga.

Obs. Parte das instalações da Pescal foram alugadas para a empresa Transmina.

**3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS**

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES
Peixe		S	1.1/2.2.1	3/5/6	2.000 ton/dia, total produção 6.000 ton/dia
Gelo	água potável	S	1.2	1/7	gravidade, 120 ton/dia
Diesel		L	1.1	1/5	gerador (1.500 l)
BPF	combustível tipo A	S	1.1	1	posto vendas (60.000 l)
Amônia	Anidra	pastos o	1.1	1	2 tanques, total 30 ton.
Sal	NaCl	GL S	1.1 1.2	1 5/6	5 tanques, 40 ton. Consumo 30 ton/mês, 50 ton/armazenagem

**4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente	X		X
Instruções de Segurança e Meio Ambiente	X		X
Procedimentos Gerenciais	X		
Procedimentos Operacionais	X		
Fichas de Segurança de Substâncias	X		X
Fichas de Emergência de Substâncias	X		X
Plano de Emergência			
Manuais de Treinamento			
Outros ( anotar ) Brigada contra incêndio, manual de treinamento, mapas de risco; todas estas normas estão em fase de estudos e implantação.			

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

**Mapeamento de Substâncias Perigosas****1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 16-X-1996 Pesquisador: Ivo M. Gloeden

1.2 Área Portuária : Porto Velho Trecho:

1.3 Empresa: Museu Oceanográfico - FURG

1.4 Sob responsabilidade de: FURG

1.5 Informações prestadas por : Júlio San Martins (Secretário)

1.6 Telefone: (0532) 323496/329107

**2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Museu, projetos de pesquisa e educação ambiental.

**3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS**

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>E F</b>	<b>A.</b>	<b>P</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
Álcool		L			20 litros por mês- limpeza, camburão plástico

**\* 4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente	X		
Instruções de Segurança e Meio Ambiente	X		
Procedimentos Gerenciais		X	
Procedimentos Operacionais		X	
Fichas de Segurança de Substâncias		X	
Fichas de Emergência de Substâncias		X	
Plano de Emergência		X	
Manuais de Treinamento		X	
Outros ( anotar ) Área do terreno: 17.000m <sup>2</sup> Museu: 768m <sup>2</sup> CEFAM: 163m <sup>2</sup> * Não existe saída de emergência, somente pela porta central. Extintores de incêndio: 3 aplicados em combustíveis sólidos/10Lt (água gás pressurizado): 1 para Secretaria, 1 para salão de visitas, 1 para Lab. Mamíferos Marinhos. 3 aplicados em líquidos inflamáveis/equip. elétricos (pó químico pressurizado): 1 de 12Kg para salão de visitas, 1 de 6Kg p/ lab. De malacologia, 1 de 6Kg p/ biblioteca.			

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

**Mapeamento de Substâncias Perigosas****1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 15-X-1996 Pesquisador: Tatiana Walter, Daniela Areco, Patrícia de Araújo, Carla Cozza

1.2 Área Portuária : Porto Velho Trecho :

1.3 Empresa: Joqueira

1.4 Sob responsabilidade de :

1.5 Informações prestadas por: Paulo Roberto Espaço

1.6 Telefone: 323822 Gláucio, proprietário

**2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Produção de gelo; fornece gelo p/ embarcadouro e outras empresas de pescado.

Fundos do armazém abandonado, sem a mínima infra-estrutura, sem teto, encanamento enferrujado e tanque semi-corroído.

Obs. Não conseguimos falar c/ ninguém responsável.

**3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS**

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>E F</b>	<b>A.</b>	<b>P</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>



**4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente			
Instruções de Segurança e Meio Ambiente			
Procedimentos Gerenciais			
Procedimentos Operacionais			
Fichas de Segurança de Substâncias			
Fichas de Emergência de Substâncias			
Plano de Emergência			
Manuais de Treinamento			
Outros ( anotar )			

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

**Mapeamento de Substâncias Perigosas****1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 14-X-1996 Pesquisador: Sandro Klippel

1.2 Área Portuária : Porto Velho Trecho:

1.3 Empresa: Jahú - Pescados

1.4 Sob responsabilidade de : próprio

1.5 Informações prestadas por : Adriano Paganini Lauria, gerente  
produção

1.6 Telefone: 9313543

**2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Filial: manipulação pescado

- Descarregamento em esteiras;

-Qualidade superior: direto fresco a RJ/SP (grande maioria);

-Qualidade inferior: Planta na R. Henrique Pancada (Matriz).

Obs.: Jahú filial se encontra na região portuária (Porto Velho); Jahú  
Matriz se encontra na Rua Henrique Pancada (fora da zona portuária).

### 3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES
Pescado		S	2.2.1	5/3	150 ton (porto - filial) 30 ton/dia p/ corte 200 ton/dia peixe inteiro (matriz)
Gelo		S	1.2	1	filial -porto 300 ton; 200 ton matriz
Amônia	Anidra	G/L	1.1	1	Filial: 2400 Kg (tanque), 3400 Kg; Matriz: 1800 Kg (tanque), 2800 Kg
Hipoclorito Sódio		L	2.1.2	6	Consumo 600 Kg/mês p/ 2 fábricas; 60l/bombonas (tambores) plásticos

### \* 4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

NOME / TIPO	EXISTE	NÃO EXISTE	CÓPIA
Política de Segurança e Meio Ambiente	X		
Instruções de Segurança e Meio Ambiente	X		
Procedimentos Gerenciais			
Procedimentos Operacionais			
Fichas de Segurança de Substâncias			
Fichas de Emergência de Substâncias			
Plano de Emergência	X		
Manuais de Treinamento			
Outros ( anotar )			

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

**Mapeamento de Substâncias Perigosas****1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 16-X-1996 Pesquisador: Ivo M. Gloeden

1.2 Área Portuária : Porto Velho Trecho:

1.3 Empresa: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA)

1.4 Sob responsabilidade de: Governo Federal

1.5 Informações prestadas por : Hamilton Rodrigues (Chefe da Unidade Centro de Pesquisas do IBAMA)

1.6 Telefone: (0532) 326990

**2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Fiscalização e pesquisa do Meio Ambiente

**3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS**

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>E F</b>	<b>A.</b>	<b>P</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>

**\* 4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente	X		
Instruções de Segurança e Meio Ambiente	X		
Procedimentos Gerenciais			
Procedimentos Operacionais			
Fichas de Segurança de Substâncias			
Fichas de Emergência de Substâncias			
Plano de Emergência		X	
Manuais de Treinamento		X	
Outros ( anotar ) Extintores de Incêndio			

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

### **Mapeamento de Substâncias Perigosas**

#### **1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 15-X-1996 Pesquisador: Tatiana Walter, Patrícia de Araújo, Daniela Areco, Carla Cozza

1.2 Área Portuária : Porto Velho Trecho:

1.3 Empresa: Hospital Universitário

1.4 Sob responsabilidade de: FURG

1.5 Informações prestadas por: Diretor administrativo, Leo Amaro da Silveira

1.6 Telefone: 311222

#### **2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Funcionários da área do hospital possuem contaminação em índices normais; 550 funcionários; +- 1200 pessoas por mês são atendidas. Toda área hospitalar é considerada insalubre (mesmo administração). Lixo é separado em 3 partes (coleta seletiva): lixo limpo (papéis, restos de comida) é levado p/ o lixão; cortante (contaminado) condicionado em recipientes e incinerado; não cortante (contaminado) é incinerado.

O hospital está trocando de incinerador.

Uma vez que faz parte da universidade, consulta as autoridades competentes sobre o lixo (Profs. Eliane e Arthur, Educação Ambiental/Depto. de Educação).

Vale a pena considerar que já houve um incidente c/ o incinerador, onde foi aberto uma vala, enterrado tudo e jogado cal por cima - a assessoria técnica foi feita pela professora Eliane.

Encontra-se muitas vezes sacolas de lixo hospitalar na Ilha da pólvora e proximidades do Hortifrutigranjeiros; segundo o diretor isto não ocorre. Os medicamentos vencidos são levados p/ o incinerador ou ainda são enviados para o laboratório de fabricação.

### 3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES
Oxigênio Gás de cozinha Medicamento*		L L	tanque		1.500m3 30 botijões de P45

**- \*Aqueles que passam da validade são incinerados, só que é raro. Quase não há estocagem. O que chega é rapidamente consumido.**

### 4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

NOME / TIPO	EXISTE	NÃO EXISTE	CÓPIA
Política de Segurança e Meio Ambiente	X		
Instruções de Segurança e Meio Ambiente	X		
Procedimentos Gerenciais	X		
Procedimentos Operacionais	X		
Fichas de Segurança de Substâncias			
Fichas de Emergência de Substâncias			
Plano de Emergência	X		
Manuais de Treinamento	X		
Outros ( anotar ) -Aparelhos e medicamento são específicos p/ o setor; -Segurança é p/ todo o hospital; -Todas as normas técnicas de segurança e procedimentos operacionais são licenciados pela CIPA; -Existem polêmicas que o incinerador fica ao lado da cozinha, porém isto não foi verificado			

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

### **Mapeamento de Substâncias Perigosas**

#### **1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 16-X-1996                      Pesquisador: Ivo M. Gloeden

1.2 Área Portuária : Porto Velho      Trecho:

1.3 Empresa: Central de Hortigranjeiros

1.4 Sob responsabilidade de : Sec. Municipal de Agricultura, Indústria e Comércio - Prefeitura Municipal de Rio Grande

1.5 Informações prestadas por: Antônio Pedro caldas (Chefe)

1.6 Telefone : (0532) 311311 ramal 262

#### **2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Estocagem e comercialização de hortaliças e frutas



**3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS**

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>E F</b>	<b>A.</b>	<b>P</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>

**\* 4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente		X	
Instruções de Segurança e Meio Ambiente		X	
Procedimentos Gerenciais		X	
Procedimentos Operacionais		X	
Fichas de Segurança de Substâncias		X	
Fichas de Emergência de Substâncias		X	
Plano de Emergência		X	
Manuais de Treinamento		X	
Outros ( anotar ) -As instalações são de madeira. -Só existe um extintor de incêndio no escritório da chefia.			

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

### **Mapeamento de Substâncias Perigosas**

#### **1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 23-IX-1996                      Pesquisador: Lydia Habiaga

1.2 Área Portuária : Porto Velho                      Trecho: Galpões do Porto Velho

1.3 Empresa: SUPRG

1.4 Sob responsabilidade de: Administração do Porto Velho

1.5 Informações prestadas por: Sr. Edson, Administrador

1.6 Telefone: 311822 ramal 54

#### **2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Prestação de serviços na atracação das embarcações pesqueiras, do navio da FURG, e rebocagem do DEPRC, ao cais do Porto Velho.

Cada setor tem equipamento de incêndio: extintor de água e pó.

05 armazéns com 936m<sup>2</sup> cada (60x15x7m)

### 3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES
Galpão 1: 60% acervo histórico do DEPRC; 18% arq. Administ.; 25% CESI (sacolão)	Papéis, pastas; papéis, pastas; alimentos em grãos ensacados	S S S			Separados em espaços que não se comunicam entre si; cedido/ CESI
Galpão 2: cedido p/ Companhia Riograndina de Desenvolvimento	Madeiras	S			Cedido
Galpão 3	Vazio				No momento c/ material da catedral que está em obras
Galpão 4: material didático da 18 <sup>o</sup> . Delegacia do MEC; material p/ merenda escolar	Em sacos: pó de leite, enlatados e grãos	S S			Cedido
Galpão 5: estoque de peixe em câmaras refrigeradas; acesso independente	peixe	S			Alugado por 10 anos p/ Cooperativa de Pesca

**4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente			
Instruções de Segurança e Meio Ambiente			
Procedimentos Gerenciais			
Procedimentos Operacionais			
Fichas de Segurança de Substâncias			
Fichas de Emergência de Substâncias			
Plano de Emergência			
Manuais de Treinamento			
Outros ( anotar ) -Não se faz manutenção porque não se destinam verbas; -Faz 10 anos que não se faz dragagem no Porto Velho no setor oeste do portão de entrada, como consequência existem barcos “sucata”(sob responsabilidade da SUPRG) que estão apoiados no fundo (não flutuam).			

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**  
Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande  
Análise de Riscos  
**Mapeamento de Substâncias Perigosas**

### 1. IDENTIFICAÇÃO

1.1 Data: 15-X-1996                      Pesquisador: Tatiana Walter, Daniela Areco, Patrícia de Araújo, Carla Cozza

1.2 Área Portuária : Porto Velho        Trecho :

1.3 Empresa: Embarcadouro

1.4 Sob responsabilidade de :

1.5 Informações prestadas por : Paulo Roberto Espaço

1.6 Telefone :

### 2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES

Barco de pesca; chata. Pega gelo fornecido pelo Joqueira. No verão tem mais barcos, em média 5.

### 3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES

**4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente			
Instruções de Segurança e Meio Ambiente			
Procedimentos Gerenciais			
Procedimentos Operacionais			
Fichas de Segurança de Substâncias			
Fichas de Emergência de Substâncias			
Plano de Emergência			
Manuais de Treinamento			
Outros ( anotar )			

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**  
 Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande  
 Análise de Riscos  
**Mapeamento de Substâncias Perigosas**

### 1. IDENTIFICAÇÃO

1.1 Data: 14-X-1996                      Pesquisador: Giovana

1.2 Área Portuária : Porto Velho                      Trecho :

1.3 Empresa: Cooperativa Mista de Pesca Nipo-Brasileira

1.4 Sob responsabilidade de : propriedade da empresa

1.5 Informações prestadas por : Celso de Castilho, gerente

1.6 Telefone : (0532) 326544/326714

### 2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES

Carga e descarga de pesca; não tem industrialização; limpa e congela.

### 3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES
Amônia	Anidra	G/L	1.1	1	8 ton (capacidade do tanque)
Gelo	Água potável	S	1.1	2	75 ton/dia 300 ton (máx.)
Pescado		S	2.2.2	5/6	150 ton/dia (máx.)
Diesel		L	1.1	1	4 tanques de 15.000 l (vazios): sobraram 1.500 l.

**\* 4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente		X	
Instruções de Segurança e Meio Ambiente		X	
Procedimentos Gerenciais	X		
Procedimentos Operacionais	X		
Fichas de Segurança de Substâncias		X	
Fichas de Emergência de Substâncias		X	
Plano de Emergência		X	
Manuais de Treinamento		X	
Outros ( anotar )			



**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

**Mapeamento de Substâncias Perigosas****1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 16-X-1996                      Pesquisador: Sérgio Fantini, Pieter Amaral, Washington Ferreira, James Lee

1.2 Área Portuária : Porto Velho                      Trecho:

1.3 Empresa: CEEE

1.4 Sob responsabilidade de : área própria - CEEE

1.5 Informações prestadas por : Alexandre André Porres (Engenheiro Civil e de Segurança)

1.6 Telefone : (0532) 329911 ramal 51

**2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Oficina de manutenção de equipamentos

**3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS**

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>E F</b>	<b>A.</b>	<b>P</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>

**\* 4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente	X		*
Instruções de Segurança e Meio Ambiente	X		*
Procedimentos Gerenciais	X		*
Procedimentos Operacionais			*
Fichas de Segurança de Substâncias			*
Fichas de Emergência de Substâncias			*
Plano de Emergência			*
Manuais de Treinamento			*
Outros ( anotar ) Cursos das CIPAS, anualmente: ■ Prevenção contra incêndios; ■ Choque elétrico; ■ prevenção de acidentes.			

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

**Mapeamento de Substâncias Perigosas****1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 16-X-1996 Pesquisador: Sérgio Fantini, Pieter Amaral, Washington Ferreira, James Lee

1.2 Área Portuária : Porto Velho Trecho : 1.4

1.3 Empresa: Abastecedora de Combustíveis Carvalho LTDA.

1.4 Sob responsabilidade de : DEPREC, Pref.?

1.5 Informações prestadas por : Adão Rodrigues

1.6 Telefone : (0532) 321071

**2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Posto de gasolina c/ troca de óleo de carro.

**3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS**

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>E F</b>	<b>A.</b>	<b>P</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
Gasolina		L	1.1	1	30.000
Alcool		L	1.1	1	15.000
Diesel		L	1.1	1	10.000

**\* 4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente			
Instruções de Segurança e Meio Ambiente			
Procedimentos Gerenciais			
Procedimentos Operacionais			
Fichas de Segurança de Substâncias			
Fichas de Emergência de Substâncias			
Plano de Emergência			
Manuais de Treinamento			
Outros ( anotar ) Extintores de incêndio, bomba d'água, fiscalização p/ corpo de bombeiros; treinamento p/ recarga de extintores; caixa de retenção de óleo na lavagem dos automóveis. Troca de +- 200-300 litros de óleo de motor p/ mês.			

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

### **Mapeamento de Substâncias Perigosas**

#### **1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 16-X-1996

Pesquisador: Lydia Habiaga

1.2 Área Portuária : Porto Novo  
(fora do Porto)

Trecho : Instalações especiais

1.3 Empresa: SUPRG, CESA, TRANSBRASAL, BIANCHINI,  
SAMRIG, CRA.

1.4 Sob responsabilidade de : idem acima

1.5 Informações prestadas por : Sr. Paulo (CESA), supervisor  
operacional, Sr. João (TRANSBRASAL), agente administrativo

1.6 Telefone :

#### **2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Descarga do caminhão p/ o navio via esteira.

### 3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES
Terminal granéis líquidos (TGL) terminal antiga ESSO					Desativado a mais de 20 anos
Terminal graneleiro (D3 e D4); D4 alugado p/ INCOBRASA Silo da CESA	arroz c/ casca ensacado	S	2.3.1	5/trem	Desativado a mais de 20 anos cap. Armazém estática 30.000 ton p/ exportação - 25Kg
	trigo, arroz e cevada	S	1.2	3	64 células, 42 intercelulares, cap. Total 60.000 ton, hoje tem 25.000 ton. Chega a granel de caminhão p/ moega, 200 t/hora; e p/ navio via bomba, 140-150 t/hora Não existe mais
Terminal Minério Aços Finos Piratini Armazém AGEF alugado p/ TRANSBRASA L	arroz	S	1.2	5/3	2 armazéns de 24.000 t. P/ exportação existem 3 correias p/ navio - capacidade 1500t/hora, mas se usa 900t/hora de carga pela fiscalização SUPRG
Armazém Bianchini	Vazio no momento, farelo de soja na safra	S	1.2	5	1 armazém 40.000 t. Só p/ estocagem quando falta lugar no Super Porto
Armazém SARIG	farelo soja	S	1.2	5/3	1 armazém c/ diâmetro 35.000 t, vazão esteira 300 t/hora
CRA - fábrica armazém					desativado

**4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente		X	
Instruções de Segurança e Meio Ambiente		X	
Procedimentos Gerenciais		X	
Procedimentos Operacionais		X	
Fichas de Segurança de Substâncias		X	
Fichas de Emergência de Substâncias		X	
Plano de Emergência		X	
Manuais de Treinamento		X	
Outros ( anotar ) SAMRIG: só 11 funcionários, não tem CIPA. AGEF: só 12 funcionários CESA: 40 funcionários; existe o Manual “Diretrizes administrativas , Manual de Segurança e Prevenção de acidentes CESA”.			

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

### **Mapeamento de Substâncias Perigosas**

#### **1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 15-X-1996                      Pesquisador: Lydia Habiaga, Jackson Krauspenhar

1.2 Área Portuária : Frig. João Mascarenhas                      Trecho : Porto Novo

1.3 Empresa: SUPRG

1.4 Sob responsabilidade de : José Alcino Abraão, técnico de refrigeração

1.5 Informações prestadas por : idem acima

1.6 Telefone : 311366

#### **2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Amônia chega de caminhão, em ampolas, armazenadas na casa de máquinas ou na rua, descarregadas manualmente.

Obs. Existem extintores de pó e CO<sub>2</sub>.



### 3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES
Amônia	NH <sub>3</sub>	L/G	1.5	5	faz parte do sistema, cada 15 igual a 140 Kg/ 70 kg vazias; 27 ampolas estocadas

### 4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

NOME / TIPO	EXISTE	NÃO EXISTE	CÓPIA
Política de Segurança e Meio Ambiente		X	
Instruções de Segurança e Meio Ambiente	X		
Procedimentos Gerenciais		X	
Procedimentos Operacionais	X	informal	
Fichas de Segurança de Substâncias		X	
Fichas de Emergência de Substâncias	X		
Plano de Emergência		X	
Manuais de Treinamento	X		
Outros ( anotar ) CIPA instrui sobre primeiros socorros e cuidados operacionais; Equipamento de resp. autônomo; Máscara c/ carvão ativado			

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

### **Mapeamento de Substâncias Perigosas**

#### **1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 15-X-1996                      Pesquisador: Lydia Habiaga

1.2 Área Portuária : Porto Novo                      Trecho : 2.7

1.3 Empresa: Fertisul

1.4 Sob responsabilidade de : Fertisul - setor de produção

1.5 Informações prestadas por : Encarregado de Produção Nestor/  
Fernando Correia, Gerente de Produção

1.6 Telefone : 311822 ramal 54

#### **2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

- A carga sólida chega de navio, é transportada via esteira, vai ao armazém, ou chega por transporte rodoviário (a granel).
- A carga líquida vem no navio, é bombeada aos tanques.
- Só fazem fertilizantes e produtos de nutrição animal p/ rações.

### 3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES
Ácido sulfúrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	L	1.1.1	1	10.000 ton - 1 tanque vazão 800 t/hora
Ácido fosfórico	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	L/S	1.1.1	1	36.000 t 4 tanques de 9000 l cada um; vazão 600 ton/hora
Amônia		L	1.1.1	1	amônia no sistema, vem via tubulação bombeada dos tanques do Superporto
Matéria-prima: rocha fosfatada, cloreto de potássio, sulfato de amônia, nitrato de amônia, sulfato de potássio, uréia.		S	1.4.2	4/3	Do navio passa p/ guindaste, daí p/ esteira, p/ morge, p/ depósito. Quando o navio não tem lugar no cais, chega p/ morge, p/ caminhão basculante, p/ balsa a depósito.
Produto Intermediário: Superfosfato triplo e simples					Esteira: 350 ton/hora Armazenamento: pilha em recinto aberto c/ paredes móveis de concreto pré-fabricadas transportáveis
Óleo BPF		L	1.1.1	5	600 ton, caminhão- tanque ligado c/ mangote
Óleo diesel		L	1.1.1	5	p/ uso automotivo p/ trator, 15.000l em tanque enterrado
Calcáreo		S	1.4	5	Chega em caminhão basculante e é colocado em depósito fechado de 4.000 ton

**4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente	X		
Instruções de Segurança e Meio Ambiente	X		
Procedimentos Gerenciais	X		
Procedimentos Operacionais	X		
Fichas de Segurança de Substâncias	X		
Fichas de Emergência de Substâncias	X		
Plano de Emergência	X		
Manuais de Treinamento			
Outros ( anotar ) -Tem brigada de emergência (máscara, luvas, mangueiras, chaves, etc.). C/ 3 meses fazem treinamento. -Fizeram análise de risco em 1991. Empresa MKR de São Paulo: “Tecnologia e Gerenciamento de Riscos”.			

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

### **Mapeamento de Substâncias Perigosas**

#### **1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 09-X-1996                      Pesquisador: Swami, Euller, Jackson, Lydia

1.2 Área Portuária : Porto Novo                      Trecho : Terminal de containers, Armazém A1 alfandegário

1.3 Empresa: SUPRG

1.4 Sob responsabilidade de : Fiel Armazém / Supervisor segurança de trabalho/Eng. Segurança

1.5 Informações prestadas por : Rudimar Mattos, Heleno Villar, Cláudio J. Gonçalves Surita

1.6 Telefone : 311366 ramais 178, 187 e 182.

#### **2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Descarga de navios e transporte de containers pelo guindaste até o caminhão que levará a carga p/ os armazéns (cada tipo de carga tem um armazém de destino específico).

Observações gerais: os funcionários não sabem inglês, portanto não conseguem informações mais especificadas nas embalagens sobre o produto; o funcionário fumava próximo a substâncias c/ suspeitas de serem inflamáveis; os produtos ficavam todos juntos, ou seja, produtos químicos eram armazenados ao lado de outros cujo conteúdo era desconhecido; ausência de extintor de incêndio; haviam caixas cuja as instruções de rótulo eram p/ não serem empilhadas, mas estavam empilhadas; o empilhamento dos pallets é feito por firmas particulares, não havendo nenhum controle na segurança do tipo de produto a ser estocado;

### 3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES
Melio fromul 69 Melio Resina A-931	não especificado na embalagem	L	2.1.1	4-5	manter temp. < 40 graus; tonéis de 120 l (5 tonéis por pallet); total de tonéis de 40 unidades
Silastol 60 GF	idem acima	L	2.1.1	4-5	cada pallet continha um total de 1000 l
Irgasan	Tricloran UN 3077	L	2.1.1	4-5	cada tambor tinha 25Kg; cada pallet continha 150Kg; é um produto tóxico que não estava no armazém p/ tóxicos
Molibdênio Metálico I Hydroma		S	2.1.1	4-5	cada tonel c/ 104 Kg; cada pallet 420 Kg Sem especificações
Lertisam PS		L	2.1.1	4-5	idem ao Molibdênio
HD - Ocenol 70/75		L	2.1.1	4-5	4 pallets; peso de cada tonel 187,66
Tannit LSW		L	2.1.1	4-5	145Kg por pallet; 4 tonéis por pallet; única instrução é de evitar contato c/ olhos
Nipol nitriles	Polímero (Acrylonitrile/ Butadiene polyner Talc)	S (pó)	2.2.1	4-5	1 caixa de 362,9 Kg por pallet; é considerado perigoso, possui advertência na embalagem; os sacos de dentro estavam alguns furados
Pyron Metal Sowders		S	2.1.1	4-5	Sem especificação de quantidade; 4 tonéis por pallet
Silicone		S	2.2.1	4-5	1 caixa por pallet; total de 6 pallets
Hoprtabil CO2 extrat	gás carbônico	L	2.2.1	4-5	30x1Kg em cada caixa; 400 Kg por pallet; apenas 2 pallets
Viton B641-C Sheet	vinylidene feluoride - hexafeluopropene	S	2.2.1		1 caixa em um pallet, peso ausente

Disulfito de Molibdenio (M15) Molyform 15	tetrafluoroethene polymer, benzyl triphenyl - phorium chloride, bisphenol AF, borium sulfate MoS2, Fe, SiO2, H2O	S	2.2.1 (latas dentro de caixas ) 2.2.1	345 K g por pallet
Struktol WB				1 pallet de 1.000 Kg

#### 4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

NOME / TIPO	EXISTE	NÃO EXISTE	CÓPIA
Política de Segurança e Meio Ambiente			
Instruções de Segurança e Meio Ambiente			
Procedimentos Gerenciais			
Procedimentos Operacionais			
Fichas de Segurança de Substâncias			
Fichas de Emergência de Substâncias			
Plano de Emergência			
Manuais de Treinamento			
Outros ( anotar ) Não existe documentação junto aos técnicos de segurança			

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

**Mapeamento de Substâncias Perigosas****1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Data: 15-X-1996

Pesquisador: Lydia Habiaga, Jackson

1.2 Área Portuária : Porto Novo

Trecho : 2.6,2.5,2.4,2.3,2.2

1.3 Empresa: SUPRG

1.4 Sob responsabilidade de : Fiel Armazém B2/ Supervisor segurança de trabalho

1.5 Informações prestadas por : Paulo Ricardo Correia, Cláudio Jesus Gonçalves

1.6 Telefone : 311366 ramal 216 ou ramal 187

**2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES**

Descarga do navio pelo guindaste até o caminhão que levará a carga p/ os armazéns, de lá as empresas responsáveis pela carga a retiram.



### 3. RELAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS

SUBSTÂNCIA	COMPOSIÇÃO	E F	A.	P	OBSERVAÇÕES
Armazém B2 celulose	celulose	S	2.3.2	4/5	em pallets, armazém d 18000 t, ocupado 1/10 da área
Armazém A2 Armazém A4		S	2.2	4/5	vazio alfandegado pela receita federal p/ apurações
Armazém A6	calçados, motores, borracha sintética e argila	S	2.1 2.2 2.3	4/5	armazém alfandegado, cap. 9000 t, ocupado 1/5 da área
Armazém A7 Armazém A8 (adubos) Armazém C1	KCl	S	2.3.2	5	vazio 380 ton (p/ exportação) vazio
Armazém C2 Armazém C4 Armazém C5 Armazém C6					vazio garagem sucata porto vazio
Terminal Brascon (pátio externo) Terminal Brascon (armazém) Armazém A5	c/ carga tóxica	S	2.2 2.3 2.4 2.1.1	5	Alugado p/ Wilport' p/ mat. em containers pouco utilizados, c/ calçado, couro. Cap. Armazém 2.000 ton. Não foi possível verificar as cargas pela vaporização dos gases dos conteúdos.

**4. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

<b>NOME / TIPO</b>	<b>EXISTE</b>	<b>NÃO EXISTE</b>	<b>CÓPIA</b>
Política de Segurança e Meio Ambiente		X	
Instruções de Segurança e Meio Ambiente		X	
Procedimentos Gerenciais		X	
Procedimentos Operacionais		X	
Fichas de Segurança de Substâncias		X	
Fichas de Emergência de Substâncias		X	
Plano de Emergência		X	
Manuais de Treinamento		X	
Outros ( anotar ) Consultar c/ a diretoria da SUPRG			

# **Estudo Preliminar de Riscos do Porto do Rio Grande**

## **APÊNDICE IV**

### **Listas de Verificação**

**para as**

### **Análises Preliminares de Riscos**

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Análise Preliminar de Riscos

Lista de Verificação de Sistemas Protetores

APLICAÇÃO : PETROBRAS

### **1. Documentos**

Análise de Risco

Classificação de áreas para instalações elétricas

Plano de Emergência ( cópia já prometida )

Relatórios de Inspeção de Tanques

Relatórios de Inspeção de Linhas

Relatórios de Inspeção de Equipamentos de Emergência

Procedimentos / Instruções de Segurança ( cópia já prometida )

Procedimentos / Instruções de Operação ( cópia já prometida )

### **2. Equipamentos**

Detecção de vazamentos

Combate a vazamentos

Detecção de incêndios

Combate a incêndios

Resfriamento de tanques

Combate a derrames na água

Procedimento para inspeção / troca de mangotes de descarga de navios

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Análise Preliminar de Riscos

Lista de Verificação de Sistemas Protetores

APLICAÇÃO : AMONIASUL

### **1. Documentos**

Análise de Risco

Plano de Emergência

Relatórios de Inspeção de Tanques

Relatórios de Inspeção de Linhas

Relatórios de Inspeção de Equipamentos de Emergência

Procedimentos / Instruções de Segurança

Procedimentos / Instruções de Operação

### **2. Equipamentos**

Deteccão de vazamentos

Combate a vazamentos

Deteccão de incêndios

Combate a incêndios

Resfriamento de tanques

Combate a derrames na água

Procedimento para inspeção / troca de mangotes de descarga de navios

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Análise Preliminar de Riscos

Lista de Verificação de Sistemas Protetores

APLICAÇÃO : COPESUL / Interportos

### **1. Documentos**

Análise de Risco

Classificação de áreas para instalações elétricas

Plano de Emergência ( cópia já prometida )

Relatórios de Inspeção de Tanques

Relatórios de Inspeção de Linhas

Relatórios de Inspeção de Equipamentos de Emergência

Procedimentos / Instruções de Segurança ( cópia já prometida )

Procedimentos / Instruções de Operação ( cópia já prometida )

### **2. Equipamentos**

Detecção de vazamentos

Combate a vazamentos

Detecção de incêndios

Combate a incêndios

Resfriamento de tanques

Combate a derrames na água

Procedimento para inspeção / troca de mangotes de descarga de navios

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Análise Preliminar de Riscos

Lista de Verificação de Sistemas Protetores

APLICAÇÃO: Pescal / Torquato Pontes Pescados / Distribuidora Náutica

### **1. Documentos**

Plano de Emergência

Relatórios de Inspeção de Tanques

Relatórios de Inspeção de Linhas

Relatórios de Inspeção de Equipamentos de Emergência

Procedimentos / Instruções de Segurança

Procedimentos / Instruções de Operação

### **2. Equipamentos**

Detecção de vazamentos

Combate a vazamentos

Detecção de incêndios

Combate a incêndios

Resfriamento de tanques

Possibilidade de derrames na água?

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Análise Preliminar de Riscos

Lista de Verificação de Sistemas Protetores

APLICAÇÃO : Bianchini / INCOBRASA

### **1. Documentos**

Fluxograma dos sistemas de armazenamento e circulação de hexano

Planta de classificação elétrica de áreas perigosas

Plano de Emergência

Relatórios de Inspeção de Tanques

Relatórios de Inspeção de Equipamentos de Emergência

Procedimentos / Instruções de Segurança

Procedimentos / Instruções de Operação

### **2. Equipamentos**

Detecção de vazamentos

Combate a vazamentos

Detecção de incêndios

Combate a incêndios

Resfriamento de tanques

Combate a derrames na água



# **Estudo Preliminar de Riscos do Porto do Rio Grande**

## **APÊNDICE V**

### **Relatórios de Visita**

**para as**

### **Análises Preliminares de Riscos**

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Visitas e Entrevistas

### **Amoniasul**

Informações prestadas pelo Eng. Paulo Madruga

1. Plano de Emergência para o terminal - Existe

2. Detecção e controle de vazamentos

2.1 A detecção de vazamentos é olfativa.

2.2 O bloqueio do inventário principal de amônia (contido no tanque principal de líquido) pode ser feito na tubulação de saída, onde existem 3 válvulas de esfera, sendo uma delas com acionamento remoto.

2.3 Alguns dos vasos do sistema de resfriamento podem ser isolados remotamente por meio de válvulas de controle.

2.4 As válvulas de segurança descarregam para a atmosfera via um absorvedor de amônia. Contudo isto não significa que todas as descargas sejam absorvidas. O sistema deve funcionar em caso de falha total do sistema de refrigeração do tanque principal. As válvulas de segurança abrirão para o absorvedor, que é um ejetor a água. Desta forma, a amônia gasosa será dissolvida em água e, gradualmente, liberada para o estuário.

3. Refrigeração do tanque principal

A maior parte do inventário de amônia é mantido no tanque principal, liquefeito sob refrigeração. O sentimento do Eng. Madruga é que a capacidade do sistema de refrigeração é suficiente para manter a amônia liquefeita mesmo em caso de incêndio em um dos tanques do terminal da PETROBRAS, situado defronte. Além da refrigeração o tanque é provido de anel de resfriamento com água e de cinco monitores. Este sistema é testado com água doce a cada 3 meses aproximadamente.

4. Integridade do tanque principal

Este tanque foi inspecionado em 1993 pela empresa que o projetou, a Noell LGA da Alemanha. A inspeção foi certificada pelo Bureu Veritas. O laudo final considerou o estado do tanque como satisfatório para operação.

5. Tubulação

O diâmetro nominal das linhas varia de 1 a 12 polegadas. A construção é com solda e flanges. Todas as soldas são radiografadas. Testes hidrostáticos são realizados quando linhas são modificadas.

#### 6. Mangotes para descarga de navios

Existe um procedimento de teste. Os testes são registrados. Em caso de ruptura durante a operação de transferência existem válvulas que podem ser fechadas. O inventário de amônia no mangote é de 100 kg.

#### 7. Sala de controle

Esta é a sala de onde podem ser acionadas remotamente algumas válvulas, inclusive a que bloqueia a saída do tanque principal. Esta sala não é pressurizada, nem é construída a prova de gases. Isto significa que ela não pode ser considerada como um refúgio seguro em caso de uma grande liberação de amônia.

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Visitas e Entrevistas

**Abastecedora de Combustíveis da Barra Ltda.**

Informações prestadas pelo Sr. Manuel Barros, proprietário.

A empresa é um posto de abastecimento de óleo diesel para barcos. Existem 5 tanques de 15.000 litros cada um. Os tanques são de superfície, protegidos por bacia de contenção. Dos tanques sai uma mangueira subterrânea protegida por um tubo camisa de PVC até chegar ao trapiche. Ao longo do trapiche a mangueira corre por dentro de uma canaleta fechada de madeira até chegar à bomba e medidor, onde ficam as válvulas de bloqueio e o operador. Este trecho mede cerca de 70 metros. O diâmetro da mangueira é de 1 polegada. Da bomba ao barco o comprimento é cerca de 30 metros. A vazão da bomba é de 100 litros por minuto. Se uma ruptura de mangueira ocorrer entre bomba e barco o operador fecha as válvulas instantaneamente. Se a ruptura ocorrer entre tanque e medidor, o tempo de resposta para se fechar a válvula de bloqueio na saída do tanque é estimado como sendo entre 1 a 3 minutos. O volume derramado pode ser estimado como cerca de 650 litros.

Água para combate a incêndio é armazenada em dois tanques superficiais com capacidade para 10.000 litros cada um. Estes tanques localizam-se próximos aos tanques de diesel. A água é recalçada para as mangueiras por meio de bomba situada ao lado da parede do dique dos tanques de diesel.

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Visitas e Entrevistas

### **Bianchini S.A.**

Informações prestadas pelo Eng. Célio Verich, Gerente Técnico e pelo Sr. Arlindo Katzer, Supervisor de Produção e Manutenção

O principal risco associado a esta indústria é originário do hexano que é utilizado no processo de extração de óleo de soja. Existem 4 tanques de 50.000 litros cada um. O processo funciona a vácuo. A unidade localiza-se a mais do que 1 km tanto do estuário como do Saco da Mangueira. Existe também a operação de carga de navios com óleo de soja.

#### 1. Documentação técnica

1.1 Fluxogramas : o processo é documentado pelos fluxogramas de engenharia dos sistemas de armazenamento e utilização do hexano.

1.2 Classificação de áreas : existe uma classificação informal ; o prédio do processo de extração é tido como classificado “à prova de explosão” mas não são conhecidas a norma de classificação nem tampouco as divisões ou zonas ou as substâncias para as quais a classificação foi feita.

1.3 Procedimentos de segurança e operacionais existem informalmente, ou seja, são transmitidos de operador para operador. Não existem procedimentos escritos.

#### 2. Integridade dos tanques

2.1 Foi informado que inspeções são realizadas, mas não existe documentação que demonstre esta atividade ou registre os métodos adotados, testes e medições realizadas e conclusões.

2.2 Não existe forma de detectar vazamentos. Os tanques são revestidos internamente com tinta resistente a hexano. Inspeções do revestimento são realizadas a cada dois anos

#### 3. Detecção de vazamentos e incêndio na unidade de processo

É visual. A presença de operadores é constante. Existem 3 operadores por turno de trabalho.

#### 4. Controle de fontes de ignição

Além da já citada classificação “à prova de explosão” os trabalhos de manutenção são acompanhados pessoalmente pelo Supervisor. Desta forma pode-se dizer que existe um sistema informal de permissões para trabalho.

#### 5. Combate a incêndio

Para o combate existe apenas água. Espuma não é disponível na indústria. A rede é alimentada por bombas elétricas ligadas ao gerador de emergência. A confiabilidade do gerador é garantida pela necessidade de operação diária, uma vez que o suprimento da concessionária de energia elétrica não supre a totalidade da demanda.

#### 6. Plano de Emergência : não existe

#### 7. Risco de explosão

A câmara onde se localiza a frente dos tanques e as bombas de transferência é um espaço confinado. Mesmo pequenos vazamentos neste local poderão formar uma nuvem de vapor inflamável, a qual se sofrer ignição, resultará em uma forte explosão que certamente causará a morte de alguma pessoa que esteja no interior desta câmara e, provavelmente, terá potencial para romper as paredes dos tanques provocando a liberação de todo o inventário de hexano.

#### 8. Carregamento de navios com óleo de soja

É realizado com mangotes de borracha de 6 polegadas de diâmetro e 8 metros de comprimento. Existem válvulas de acionamento manual no navio e em terra. Os mangotes não são testados mas são substituídos quando começam a apresentar pequenos vazamentos. Estima-se que, em caso de ruptura do mangote durante o descarregamento, o vazamento seja da ordem de 140 litros.

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Visitas e Entrevistas

### **Terminal da COPESUL**

Informações prestadas pelo Eng. Jorge Ademir, representante da COPESUL no terminal

1. O terminal é operado pela INTERPORTOS sob supervisão da COPESUL.
2. O terminal foi submetido a uma Análise de Riscos realizada pela Sulamérica Seguros, em agosto de 1993.
3. O terminal possui os seguintes documentos técnicos e procedimentos de suporte para a segurança:

Classificação de áreas para instalações elétricas

Plano de Emergência

Relatórios de inspeção de tanques e linhas

Procedimentos operacionais

Procedimentos de segurança

Procedimentos para inspeção e troca de mangotes de descarga de navios

#### 4. Controles de Engenharia

4.1 Modificações de instalação somente podem ser feitas pela Engenharia da COPESUL.

4.2 Equipamentos para reposição estão especificados em normas de engenharia. O Terminal não tem permissão para modificá-las.

#### 5. Controle de vazamentos

5.1 Vazamento de propeno: existe a possibilidade de isolar individualmente os tanques de propeno.

5.2 Vazamentos na água : são disponíveis barreiras flutuantes e um “disk skimmer” ; o inventário máximo que pode vazar é 50 m<sup>3</sup>.

Comentário do analista : os produtos manipulados no terminal podem todos ser classificados como “claros” ; isto torna pequena a sua visibilidade na água e reduz a possibilidade de recolhimento.

## 6. Prevenção e Combate a incêndio

6.1 Os tanques de líquido são protegidos por capa de nitrogênio e, também, são dotados de sistema fixo para injeção de espuma.

6.2 Os tanques são dotados de sistemas fixos de resfriamento. Os de propeno por um sistema de cascata e os de líquido por sistema de spray de água. Testes são realizados semanalmente com água doce; estes testes são registrados.

## 7. Conservação dos tanques

O terminal entrou em operação em 1993 e, portanto, os tanques ainda não foram inspecionados formalmente. Existe uma verificação visual diária, feita pelos operadores. Medidas de espessura serão programadas a cada 5 anos. Para as linhas serão realizadas medidas de espessura e testes hidrostáticos. Já existe um cronograma cobrindo até 1999



**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Visitas e Entrevistas

**Distribuidora Náutica - Posto do Cláudio**

Informações prestadas pela Oceanóloga Letícia, gerente do posto

A empresa é um posto de abastecimento de óleo diesel para barcos de pesca. A instalação é constituída por tanques subterrâneos, um trapiche, bombas e loja com escritórios. Os tanques foram construídos e montados segundo as especificações técnicas da Shell. Segundo a responsável pelo posto eles são protegidos por bacia de contenção. Todavia os desenhos mostrando os detalhes desta bacia não foram mostrados. Eventuais derrames no piso serão contidos por pequenas muretas que circundam a área. As operações de abastecimento são completamente assistidas por operador. Desta forma, eventuais derrames na água serão imediatamente limitados pela parada das bombas. O volume máximo que pode vazar para o estuário pode ser considerado como desprezível. O posto é dotado de sistema de combate a incêndio constituído por 2 tanques de água e 2 bombas.

**FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Visitas e Entrevistas

**I.C. de Carvalho & Cia.**

Proprietário : Sr. Isnard Cruz de Carvalho

Informações prestadas pelo Sr. Marcelo Carvalho, filho do proprietário.

A empresa é um posto de abastecimento de óleo diesel para barcos. Existem 3 tanques de 15.000 litros cada um. Os tanques são subterrâneos. Não há possibilidade de detectar vazamentos. O abastecimento é feito através de mangueiras de borracha com 1 polegada de diâmetro e cerca de 50 metros de comprimento. O abastecimento é totalmente assistido pelo operador que pode interromper o fluxo instantaneamente em caso de vazamento. O volume derramado, em caso de ruptura, seria o contido na mangueira. Este volume é estimado em cerca de 250 litros.

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Visitas e Entrevistas

### **INCOBRASA**

Informações prestadas pela Sra. Marli (píer) e pelos Srs. Aldemir, Gerente Administrativo e Nerci, Gerente de Produção (hexano)

O principal risco associado a esta indústria é originário do hexano que é utilizado no processo de extração de óleo de soja. Existem 4 tanques de 50.000 litros cada um. O processo funciona a vácuo. A unidade localiza-se a mais do que 1 km tanto do estuário como do Saco da Mangueira. Existe, ainda, armazenamento de óleo BPF. Existe também a operação de carga de navios com óleo de soja.

#### 1. Documentação técnica

Não existe qualquer documentação técnica. Os procedimentos são informais. Existe uma classificação informal de área perigosa; o prédio do processo de extração é tido como classificado “à prova de explosão” mas não são conhecidas a norma de classificação nem tampouco as divisões ou zonas ou as substâncias para as quais a classificação foi feita.

#### 2. Integridade dos tanques

Não foi informado qualquer processo de inspeção. Vazamentos pelas paredes seriam detectáveis por diferenças de inventário.

#### 3. Detecção de vazamento e incêndio na unidade de processo

É visual. Existe a presença constante de operadores.

#### 4. Controles de fontes de ignição

Além da já citada classificação “à prova de explosão”, foi informado que os trabalhos de manutenção somente são realizados com a unidade parada, vazia e livre de hexano.

#### 5. Combate a incêndio

Para o combate existe apenas água. Espuma não é disponível na indústria.

6. Plano de Emergência : não existe

7. Risco de explosão

A câmara onde se localiza a frente dos tanques e as bombas de transferência é um espaço confinado. Mesmo pequenos vazamentos neste local poderão formar uma nuvem de vapor inflamável, a qual se sofrer ignição, resultará em uma forte explosão que certamente causará a morte de alguma pessoa que esteja no interior desta câmara e, provavelmente, terá potencial para romper as paredes dos tanques provocando a liberação de todo o inventário de hexano.

8. Armazenamento de óleo BPF

Embora este produto seja considerado apenas como combustível, de difícil ignição, existem 5 tanques, totalizando 550 toneladas, localizados no mesmo dique de contenção.

9. Carregamento de navios com óleo de soja

É realizado com mangotes de borracha de 8 polegadas de diâmetro e seções de 6 metros de comprimento cada uma, podendo-se chegar até 18 metros. Existem válvulas de acionamento manual no navio e em terra. Não existe nenhum procedimento para teste ou substituição de mangotes. Estima-se que, em caso de ruptura do mangote durante o descarregamento, o vazamento seja da ordem de 600 litros.

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Visitas e Entrevistas

### **INTERPORTOS**

Informações prestadas pelo Eng. Ramiro

1. O terminal possui os seguintes documentos técnicos e procedimentos de suporte para a segurança :

Classificação de áreas para instalações elétricas

Plano de Emergência

Procedimentos operacionais

Procedimentos de segurança

Procedimentos para inspeção e troca de mangotes de descarga de navios

Listas de Verificação para requisitos de segurança nos caminhões

2. Prevenção e combate a incêndio

Existem canhões monitores para resfriamento de tanques e um sistema para injeção de espuma.

3. Inspeção de tanques

O terminal está operando desde 1993 e, portanto, ainda não foi realizada inspeção interna dos tanques. Existe uma verificação visual diária, realizada pelos operadores. Medições de espessura de parede serão programadas a cada 5 anos. Para as linhas serão realizadas medições de espessura de parede e testes hidrostáticos. Já existe um cronograma cobrindo até 1999.

4. O terminal ainda não foi submetido a uma Análise de Riscos.

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Visitas e Entrevistas

### **Pescal**

Informações prestadas pelo Sr. Gilberto, Técnico de Segurança e pelo Eng. Dilson do Valle Branco

Os riscos associados a esta indústria são originados pelo óleo diesel, armazenado e manuseado para abastecimento de barcos de pesca e amônia, usada nos sistemas frigoríficos

#### **1. Óleo diesel**

Existem 2 tanques de superfície com 15.000 litros cada e 2 tanques subterrâneo, também com 15.000 litros cada um. Eles estão localizados na área da fábrica designada como “Atlântica”, que se situa próximo à esquina da Rua Marechal Andrea com a Travessa Sem Nome. Esta localização é distante do estuário. Os tanques estão a aproximadamente 3 metros do muro que separa a empresa da rua. Existe um tanque de amônia a cerca de 15 metros dos tanques de diesel. Os tanques subterrâneos foram instalados há 3 anos; não há acesso para eles ou qualquer forma de detectar eventuais vazamentos. Qualquer derrame originado nos tanques de superfície será absorvido pelo solo. O único recurso para combate a incêndio é o Corpo de Bombeiros. Os barcos são abastecidos por meio de mangueiras de borracha com diâmetro de 1 polegada e cerca de 150 metros de comprimento. A vazão da bomba é de 4 a 5 metros cúbicos por hora. A operação é realizada por um único operador que se desloca entre o barco e o ponto de desligamento da bomba.

Caso haja uma ruptura de mangueira durante o abastecimento e estimando-se o tempo de resposta do operador até o desligamento da bomba como sendo 5 minutos, o volume vazado seria o contido na mangueira mais o bombeado, com um total estimado em cerca de 500 litros.

#### **2. Amônia**

Existem 5 sistemas frigoríficos distribuídos pelas instalações. Os inventários individuais variam de 3 a 4.5 toneladas e o inventário total é de 14 toneladas.

## 2.1 Localização dos tanques

Com exceção do localizado na Área Atlântica, que está em um lugar aberto, os demais localizam-se em salas fechadas, sendo alguns (os da sala de máquinas) em ambiente confinado.

## 2.2 Válvulas de bloqueio

Em geral as válvulas de bloqueio ao redor dos tanques são de fácil acesso com exceção de um dos tanques da Ala Norte, localizado em posição elevada tem acesso que em condições normais podem ser considerado como muito difícil e perigoso e completamente impossível se estiver ocorrendo um vazamento. Todas as válvulas são de acionamento manual.

## 2.3 Detecção e combate a vazamentos

A detecção é olfativa. Pequenos vazamentos são em juntas e gaxetas. Água de incêndio deve ser usada para abater vazamentos maiores. Existem hidrantes em alguns pontos próximos a tanques, porém em outros o suprimento de água é pela rede normal da fábrica sendo necessários muitos metros de mangueira para atingir os tanques. Os sistemas de refrigeração são dotados de um compressor cuja intenção é esvaziar o sistema de volta para os tanques, em caso de grande vazamento nas linhas.

## 3.4 Integridade dos tanques e linhas

A empresa ainda não iniciou a implementação do disposto na última edição da NR-13 (Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho sobre vasos de pressão). A única inspeção praticada é visual externa. As válvulas de segurança dos tanques jamais foram verificadas, calibradas ou testadas, permanecendo tal como foram deixadas pelos fornecedores dos sistemas desde a sua instalação. Não existe documentação técnica sobre os tanques. As únicas informações disponíveis são as plaquetas de identificação do fabricante. Os visores dos tanques são de vidro, mas as válvulas de bloqueio dos visores são do tipo “excesso de fluxo”, fechando automaticamente em caso de quebra do visor.

### 3.5 Plano de Emergência

Consta apenas da estrutura da Brigada de Emergência e de uma relação de telefones importantes. A Brigada recebe treinamento para orientar o abandono de área, mas não se realizam simulados. Para atuação em caso de liberação de amônia existem apenas respiradores com filtro. Uma máscara autônoma existia na ocasião da visita mas estava fora de operação, sem previsão de retorno, por problema de falta de peças.



## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Visitas e Entrevistas

### **Terminal da PETROBRAS**

Informações prestadas pelo Eng. Rubens R.F. Garcia, Chefe do Terminal

#### 1. Documentação de Segurança

O terminal possui os seguintes documentos técnicos e procedimentos de suporte para a segurança :

- Classificação de áreas para instalações elétricas
- Plano de Emergência
- Relatórios de inspeção de tanques
- Relatórios de inspeção de linhas
- Procedimentos operacionais
- Procedimentos de segurança
- Procedimentos para inspeção e troca de mangotes de descarga de navios

O terminal ainda não foi submetido a uma Análise de Riscos.

2. A detecção de vazamentos e de incêndios é visual.

#### 3. Controle de vazamentos

3.1 Os tanques são posicionados no interior de bacias de contenção. Os equipamentos são circundados por canaletas conectadas a uma bacia de contenção, da qual o líquido vai para um separador água-óleo antes de ser descartado no estuário.

3.2 Para controle de vazamentos na água são disponíveis barreiras flutuantes e um “disk skimmer” .

Comentário do analista : os produtos manipulados no terminal podem todos ser classificados como “claros” ; isto torna pequena a sua visibilidade na água e reduz a possibilidade de recolhimento.

4. Existem equipamentos para combate ao fogo e para resfriamento de tanques.

5. Existe um plano de combate à poluição por derrame na água integrado também pela COPESUL e Ipiranga.

#### 6. Píer Petroleiro

Este píer será assumido pela PETROBRAS em janeiro de 97. Isto significa que a PETROBRAS será responsável pelas operações de amarração e conexão dos navios. Os demais procedimentos serão responsabilidade dos usuários, porém a PETROBRAS diligenciará com estes usuários todo o trabalho preventivo de segurança que deverá obedecer aos padrões PETROBRAS.

## **FURG - Departamento de Oceanografia - Projeto SUPRG**

Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Rio Grande

Análise de Riscos

Visitas e Entrevistas

### **Torquato Pontes Pescados**

Informações prestadas por Sr. Juliano ( geral ) e Sr. Luís Eduardo (diesel)

Os riscos associados a esta indústria são originados pelo óleo diesel, armazenado e manuseado para abastecimento de barcos de pesca e amônia, usada nos sistemas frigoríficos.

#### 1. Óleo diesel

Existem 3 tanques de 15.000 litros cada um. Estes tanques são subterrâneos e foram instalados em 1991. Desde esta data nenhuma inspeção foi realizada. A detecção de eventuais vazamentos para o solo seria feita pela diferença de inventários. As bombas estão localizadas junto aos tanques. As tubulações são de aço galvanizado, rosqueadas e, com diâmetro nominal de 2 polegadas. Os tanques estão situados a cerca de 40 metros do estuário. O abastecimento de barcos é feito com mangueiras de borracha com diâmetro de 1 ½ “ com comprimento de 30 metros. Foi informado que a operação é totalmente assistida por um operador em terra, junto ao medidor e um operador no barco. Em caso de ruptura do mangote durante a carga o volume máximo vazado para o estuário pode ser estimado em cerca de 15 a 20 litros, podendo ser considerado como desprezível.

#### 2. Amônia

##### 2.1 Tanques

Existem dois tanques. Um na sala de “ frio “ , com 1.000 kg e outro na sala de “gelo”, com 1.800 kg. Ambas as salas são fechadas, com uma porta para acesso. Todas as válvulas dos tanques são de acionamento manual. O acesso às válvulas é fácil. A única inspeção feita nos tanques é visual. As gaxetas das válvulas são verificadas anualmente. As válvulas de segurança foram testadas há 18 meses. Os tanques têm cerca de 10 anos de idade.

## 2.2 Controle de vazamentos

Os sistemas de refrigeração são dotados de um compressor cuja intenção é esvaziar o sistema de volta para os tanques, em caso de grande vazamento nas linhas.

## 2.3 Informações gerais

2.3.1 A empresa ainda não iniciou a implementação do disposto na última edição da NR-13 (Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho sobre vasos de pressão).

2.3.2 Não há disponibilidade de literatura técnica sobre amônia nem manuais de operação dos sistemas de refrigeração (tanques e compressores).

2.3.3 Não existe um plano de emergência ou de abandono de área em caso de vazamento.

2.3.4 Não há disponibilidade de máscaras autônomas ou de “ar mandado” para uso em caso de vazamentos em que haja necessidade de aproximação de operador para fechamento de válvulas de bloqueio.

# **Estudo Preliminar de Riscos do Porto do Rio Grande**

## **APÊNDICE VI**

### **Modelo de Planilha**

**para as**

### **Análises Preliminares de Risco**



# **Estudo Preliminar de Riscos do Porto do Rio Grande**

## **APÊNDICE VII**

### **Conjunto das Planilhas das Análises Preliminares de Riscos**

### Grupo de Atividade: Terminal de Amônia (AMONIASUL)

Desvio	Causa	Conseqüência	S	P	R	Salvaguardas
Ruptura ou perfuração do tanque de amônia refrigerada	Corrosão	Liberação de amônia líquida refrigerada. Aquecimento e vaporização progressivas. Formação de uma nuvem tóxica de amônia que atinja até grandes distâncias com efeitos tóxicos sobre pessoas. Fatalidades seriam possíveis	alta	baixa	médio	Tanque com paredes duplas Inspeção e testes registrados e certificados por entidade de reconhecimento internacional Água para abater os vapores
Ruptura ou perfuração de tanques ou linhas pressurizadas	Corrosão ou Excesso de pressão por aquecimento e falha da válvula de segurança	Liberação de amônia em vaporização ( flash ). Formação de nuvem tóxica . Distâncias dependerão do tempo de resposta dos operadores ao incidente.	alta	baixa	médio	Programa de manutenção preventiva Inspeção e testes registrados Possibilidade de bloqueios de acionamento remoto entre vasos Água para abater os vapores
Falha de engaxetamento de válvulas	Falha na montagem ou desgaste natural	Pequena liberação de amônia	baixa	média	baixo	Facil detecção e identificação Pequena vazão de liberação Facilidade de reparo
Perda de energia elétrica	Externa	Parada do sistema de refrigeração. Aquecimento progressivo do tanque de amônia refrigerada. Vaporização. Pressurização. Abertura das válvulas de segurança. Liberação de amônia Se a liberação não for contida é possível a formação de uma grande nuvem tóxica que atinja até grandes distâncias com efeitos tóxicos sobre as pessoas. Fatalidades seriam possíveis	alta	baixa	médio	Sistema de absorção com ejetor a água. O sistema dissolve a amônia liberada pelas válvulas de segurança permitindo o seu descarte seguro em solução aquosa.
Ruptura de mangote durante operação de carga ou descarga de embarcação	Defeito no mangote ou uso além do permitido pelo desgaste natural	Liberação de amônia no estuário	baixa	baixa	baixo	Testes periódicos dos mangotes são acompanhados e registrados Válvulas de bloqueio no barco e em terra. Volume máximo para vazão ao redor de 100 litros



## Grupo de Atividades: Terminais de Derivados de Petróleo

Desvio	Causa	Conseqüência	S	P	R	Salvaguardas
Ruptura ou perfuração de tanque ou linha contendo gás liquefeito inflamável	Corrosão	Liberação de jato de gás inflamável Possível ignição e jato de fogo	alta	baixa	médio	Conservação dos vasos e linhas  Inspeção e testes formais
BLEVE de vasos contendo gás liquefeito inflamável	Jato de fogo incidindo sobre o vaso	Intensidade extremamente alta de radiação térmica. Fatalidades certas no local e possíveis extra muros	alta	baixa	médio	Sistema de resfriamento com cascata de água atuado remotamente
Ruptura ou perfuração de tanque ou linha contendo líquido inflamável	Corrosão	Liberação de líquido Possível ignição e incêndio em poça	média [a]	baixa	baixo	Sistema de combate a incêndio com espuma Bacias de contenção ao redor dos tanques Resfriamento com água disponível para tanques vizinhos
Ruptura de mangote durante operação de carga ou descarga de embarcação	Defeito no mangote ou uso além do permitido pelo desgaste natural	Liberação de líquido inflamável no estuário	média	baixa	baixo	Testes periódicos dos mangotes são acompanhados e registrados Operação assistida por operador Válvulas de bloqueio no barco e em terra. Volume máximo para vazar ao redor de 500 litros

## Grupo de Atividade: Indústrias de Processamento de Pescado

Desvio	Causa	Conseqüência	S	P	R	Salvaguardas
Vazamentos em tubulações de amônia	Falhas de vedação ou perfurações por corrosão	Liberação de amônia no ambiente de trabalho	baixa	alta	médio	
Perfuração ou ruptura de tubulação de amônia pressurizada	Corrosão e/ou esforço mecânico	Liberação de amônia no ambiente de trabalho. Se não imediatamente contida, possibilidade de escalada com formação de nuvem tóxica.	Alta	baixa	médio	Os sistemas são dotados de compressor que transfere o inventário para o tanque em caso de ruptura de linha As válvulas de bloqueio dos tanques podem ser consideradas como de fácil acesso desde que o vazamento não seja junto aos tanques
Perfuração ou ruptura de tanque de amônia	Corrosão	Liberação de amônia no ambiente de trabalho. Possibilidade de vazamento de todo o inventário de um sistema ( max 4.5 ton ). Possível dispersão para a rua e necessidade de evacuar pessoas. Possível explosão em espaço confinado causando desabamentos que resultem em fatalidades	alta	média	alto	
Perfuração de tanque subterrâneo de óleo diesel	Corrosão	Liberação de diesel para o solo. Possível contaminação do lençol freático	média	alta	alto	
Ruptura de mangueira durante operação de abastecimento de embarcação	Defeito na mangueira e ou uso além do permitido pelo desgaste natural	Liberação de óleo diesel no estuário	baixa	média	baixo	Volume máximo liberado inferior a 1.000 litros
Ruptura ou perfuração do tanque superficial de óleo diesel da Pescal localizado próximo à esquina da Rua.Mal.Andrea com a Travessa Sem Nome	Corrosão ou impacto	Liberação de óleo diesel com formação de poça. Possível ignição e formação de incêndio de poça.. Radiação térmica pode atingir o tanque de amônia próximo causando o seu aquecimento e a liberação de amônia [a]	média	média	médio	Combate a incêndio apenas pelos Bombeiros

NOTA [a]

Recomenda-se simular as conseqüências deste incêndio e avaliar a resposta do tanque de amônia

## Grupo de Atividade: Postos de Abastecimento de barcos

Desvio	Causa	Conseqüência	S	P	R	Salvaguardas
Perfuração de tanque subterrâneo de óleo diesel	Corrosão	Liberação de diesel para o solo. Possível contaminação do lençol freático	médica	alta [a]	alto	
Ruptura de mangueira durante operação de abastecimento de embarcação	Defeito na mangueira e ou uso além do permitido pelo desgaste natural	Liberação de óleo diesel no estuário	baixa	médica	baixo	Volume máximo liberado inferior a 1.000 litros
Ruptura ou perfuração do tanque superficial de óleo diesel da Abastecedora da Barra	Corrosão ou impacto	Liberação de óleo diesel com formação de poça. Possível ignição e formação de incêndio em poça.	médica	médica	médico	
Incêndio em poça no dique dos tanques de diesel da Abastecedora da Barra	Liberação de diesel e ignição	Possível escalada com propagação para os demais tanques. A posição da bomba de água muito próxima aos tanques de diesel a torna vulnerável. O incêndio pode tornar a bomba inoperante, eliminando a possibilidade de resfriamento dos demais tanques	alta	médica	alto	A salvaguarda contra propagação do incêndio é exatamente a capacidade de jogar água sobre os tanques ainda não inflamados para mante-los frios. A vulnerabilidade da bomba ao incêndio pode tornar esta salvaguarda não efetiva.

## Grupo de Atividade: Indústrias de soja

Desvio	Causa	Conseqüência	S	P	R	Salvaguardas
Vazamento de hexano na unidade de extração de óleo de soja	Falhas de vedação de linhas e válvulas + outros problemas operacionais possíveis ( não estudados ) combinadas com perda do vácuo	Liberação de líquido volátil e inflamável. Possível formação de poça. Evaporação. Formação de nuvem inflamável. Explosão e incêndio em caso de ignição. Fatalidades possíveis entre os operadores	alta	? [a]		Instalação nominalmente à prova de explosão. Fontes de ignição durante atividades de manutenção foram declaradas como controladas [b]
Perfuração de tanque subterrâneo	Corrosão	Liberação de hexano para o solo. Possível contaminação do lençol freático	baixa [c]	alta	alto	
Perfuração de tanque ou falha de tubulação na câmara de bombeamento	Corrosão ou esforço mecânico	Liberação de líquido volátil e inflamável. em espaço confinado. Evaporação. Formação de nuvem inflamável. Forte explosão em caso de ignição. Possível ruptura dos demais tanques e liberação de todo o inventário. Fatalidades certas entre os operadores que estiverem no interior da câmara e prováveis entre os que estiverem nas proximidades. Grande incêndio.	alta	média	alto [d]	

Ruptura de mangote durante operação de carga de óleo de soja em embarcação	Defeito no mangote ou uso além do permitido pelo desgaste natural	Liberação de óleo de soja no estuário	baixa	média	baixo	Volume máximo liberado inferior a 1.000 litros
--	---	---------------------------------------	-------	-------	-------	--

NOTAS

- [a] A avaliação da probabilidade requereria um estudo mais detalhado das unidades de processo. Isto não foi feito por ter ficado suficientemente claro que qualquer acidente ficaria restrito às próprias indústrias.
- [b] Combate a incêndio - em caso de incêndio o combate seria praticamente impossível por não se dispor de espuma
- [c] A avaliação da severidade deste evento como "baixa" considera que o lençol freático não seja importante como fonte de água potável ou como possível via de dispersão de contaminantes. Caso este não seja o caso a severidade pode passar para "média" ou, até mesmo, para "alta".
- [d] O risco do desvio é alto porém as consequências ficarão restritas à própria indústria. O efeito máximo para a população ou meio ambiente será o resultante da grande nuvem de fumaça negra que se formará.

## **Estudo Preliminar de Riscos do Porto do Rio Grande**

### **A P Ê N D I C E VIII**

#### **Recomendações para Empresas**

**EMPRESA :** Bianchini

**ATIVIDADE :** Óleo de Soja

**SUBSTÂNCIA PERIGOSA :** Hexano ( Inflamável )

**RISCO :** Incêndio e Explosão

### **RECOMENDAÇÕES**

1. Verificar qual a norma técnica que foi usada para estabelecer a classificação de área “à prova de explosão” para equipamentos elétricos.
2. Certificar-se de que os equipamentos e instalações elétricas atendem aos requisitos desta norma. Atenção especial deve ser dada à câmara onde se localizam os tanques e bombas de hexano.
3. Certificar-se de que os equipamentos e instalações são adequados para o grupo de substâncias no qual se enquadra o Hexano.
4. Instalar um sensor de atmosfera inflamável na câmara onde se localizam os tanques e bombas de hexano. Simultaneamente estabelecer um programa de testes para este sensor e um conjunto de instruções detalhadas para o caso em que o sensor alarme uma atmosfera inflamável.
5. Considerar o uso de espuma protéica como elemento de combate a incêndios em hexano. Considerar especialmente a possibilidade de um sistema de injeção de espuma na câmara onde se localizam os tanques e bombas de hexano.
6. Certificar-se de que é realista a hipótese de que trabalhos de manutenção na unidade de extração de óleo de soja são totalmente acompanhados pelo Supervisor de Manutenção.
7. Certificar-se de que todo o pessoal operacional tem conhecimento dos riscos associados ao hexano e de que estão adequadamente treinados para mantê-los sob controle.
8. Elaborar e implantar um Plano de Ações de Emergência

**EMPRESA:** INCOBRASA

**ATIVIDADE:** Óleo de Soja

**SUBSTÂNCIA PERIGOSA:** Hexano ( Inflammável )

**RISCO:** Incêndio e Explosão

### **RECOMENDAÇÕES**

1. Rever formalmente a classificação de áreas “à prova de explosão” elaborando um desenho. Verificar a qual norma técnica obedecem os equipamentos elétricos instalados.
2. Certificar-se de que os equipamentos e instalações são adequados para o grupo de substâncias no qual se enquadra o Hexano.
3. Instalar um sensor de atmosfera inflamável na câmara onde se localizam os tanques e bombas de hexano. Simultaneamente estabelecer um programa de testes para este sensor e um conjunto de instruções detalhadas para o caso em que o sensor alarme uma atmosfera inflamável.
4. Considerar o uso de espuma protéica como elemento de combate a incêndios em hexano. Considerar especialmente a possibilidade de um sistema de injeção de espuma na câmara onde se localizam os tanques e bombas de hexano.
6. Certificar-se de que é realista a hipótese de que trabalhos de manutenção na unidade de extração de óleo de soja somente são realizados com a unidade parada e totalmente livre de hexano.
7. Certificar-se de que todo o pessoal operacional tem conhecimento dos riscos associados ao hexano e de que estão adequadamente treinados para mantê-los sob controle.
8. Elaborar e implantar um Plano de Ações de Emergência



**EMPRESA :** Pescal

**ATIVIDADE :** Processamento de pescado

**SUBSTÂNCIA PERIGOSA :** Amônia ( Tóxico e Inflamável )

**RISCO :** Nuvem tóxica, incêndio e explosão

### **RECOMENDAÇÕES**

1. Dotar as válvulas do tanque de amônia, que está localizado na Ala Norte em posição elevada, de válvulas de acionamento remoto.
2. Implantar o cumprimento da Norma Regulamentadora NR-13, do Ministério do Trabalho, para todos os tanques de amônia. Estender os cuidados de inspeção às tubulações.
3. Dotar cada uma das salas onde se localizem tanques de amônia de máscaras autônomas alimentadas por ar respirável. Estas máscaras serão necessárias para aproximação dos tanques caso seja necessário fechar suas válvulas em caso de grande vazamento.
4. Implantar um Plano de Ações de Emergência para o caso de grande vazamento de amônia. Este plano deve incluir a interrupção do vazamento, o abate da nuvem de amônia e a evacuação de pessoal.
5. Obter com seu fornecedor de Amônia a Folha de Dados de Segurança de Produto.

**EMPRESA :** Torquato Pontes

**ATIVIDADE :** Processamento de pescado

**SUBSTÂNCIA PERIGOSA :** Amônia ( Tóxico e Inflamável )

**RISCO :** Nuvem tóxica, incêndio e explosão

### **RECOMENDAÇÕES**

1. Implantar o cumprimento da Norma Regulamentadora NR-13, do Ministério do Trabalho, para todos os tanques de amônia. Estender os cuidados de inspeção às tubulações.
2. Dotar cada uma das salas onde se localizem tanques de amônia de máscaras autônomas alimentadas por ar respirável. Estas máscaras serão necessárias para aproximação dos tanques caso seja necessário fechar suas válvulas em caso de grande vazamento.
3. Implantar um Plano de Ações de Emergência para o caso de grande vazamento de amônia. Este plano deve incluir a interrupção do vazamento, o abate da nuvem de amônia e a evacuação de pessoal.
4. Obter com seu fornecedor de amônia a Folha de Dados de Segurança de Produto.

**EMPRESA :** Abastecedora da Barra

**ATIVIDADE :** Abastecimento de combustível para barcos

**SUBSTÂNCIA PERIGOSA :** Óleo Diesel ( Inflamável )

**RISCO :** Incêndio

### **RECOMENDAÇÕES**

1. Mudar a posição da bomba de água para incêndio, de seu local presente junto ao dique dos tanques de diesel para o lado oposto, de forma a deixar o dique dos tanques de água entre a bomba de água e um possível incêndio dentro do dique dos tanques de óleo diesel.

## **APÊNDICE B**

### **PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE O ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS E ÁREAS ADJACENTES**

## ZOOPLÂNCTON

1. DUARTE, A. K. 1986. Distribuição, abundância e flutuações sazonais do copépodo calanóide *Acartia tonsa* na enseada estuarina Saco do Justino e Canal do Estuário da Lagoa dos Patos (RS – Brasil). Tese de Mestrado. FURG, 102pgs.

2. GLOEDEN, I. M. 1988. Copépodos coletados durante o Projeto “Lagoa dos Patos” – uma expedição exploratória, jan/fev 1986. II Semana Nacional de Oceanografia e III SUOCEAN. 09 a 15.10.88, Rio Grande, RS.

3. GLOEDEN, I. M. 1995. Predação de *Stephanomia bijuca* (Siphonophora) sobre o zooplâncton o Canal da Barra do Rio Grande, RS. VIII Semana Nacional de Oceanografia. 15 a 20.10.95, Rio Grande, RS. Pg 64.

4. MONTÚ, M. 1978. Zooplâncton Relatório CEDIC-FURG. 36-103.

5. MONTÚ, M. 1980. Zooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos. I – Estrutura e variações temporais e espaciais da comunidade. Atlântica, 4:53-72.

6. MONTÚ, M. E GLOEDEN, I. M. 1995. Ciclo anual de los Mysidacea em el Canal de la Barra Del Estuário d ela “Lagoa dos Patos”, RS, Brasil. VI Congresso Latinoamericano de Ciências Del Mar. 23 a 27.10.95. pg. 994.

7. MUXAGATA, E. 1995. Influência da dinâmica na composição, distribuição e abundância do holo e meroplâncton no Canal da Barra de Rio Grande (Lagoa dos Patos, RS, Brasil). Monografia de conclusão de Curso de Oceanografia. 72 pgs.

8. TORRES, R. J. 1995. Influência da hidrodinâmica na distribuição e abundância de larvas de Cirripedia no Canal do Estuário da Lagoa dos Patos. Monografia de conclusão do Curso de Oceanologia. 27pgs.

9. Projeto “Influência da Maré na Distribuição e Fluxo Trófico do Holo e Meroplâncton no Estuário da Lagoa dos Patos. (em andamento).

## FITOPLÂNCTON (8)

1. ABREU, P. C. Variações temporais de biomassa fitoplanctônica (clorofila a) e relações com fatores abióticos no Canal de Acesso ao Estuário da Lagoa dos Patos (RS – Brasil). Tese de Mestrado, 107 pgs.

2. ABREU, P. C. 1992. Phytoplankton production and the microbial food web of the Patos Lagoon estuary, southern Brazil. Tese de Doutorado. Alfred-Wegener-Institut für polar-und Meeresforschung Bremehaven, Bremen, 100 pgs.

3. ABREU, P. C., BIDDANDA, B. B. and Odebrecht, C. 1992. Bacterial Dynamics of the Patos Lagoon Estuary, southern Brazil (32° S, 52° W): Relationship with Phytoplankton Production and Suspended material. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 35 (6):621-635.

4. BERGESCH, M. 1990. Variações de biomassa e composição do fitoplâncton na área rasa da Lagoa dos Patos e suas relações com fatores de influência. Tese de Mestrado, FURG, 84 pgs.

5. CHARPY, L. e CALVO, I. A. 1978. Fitoplâncton Relatório CEDIC-FURG, 36-103.

6. ODEBRECHT, C., SEELIGER, U., COUTINHO, R. e TORGAN, L. C. 1987. Florações de *Microcystis* (cianobactérias) na Lagoa dos Patos, RS. Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: síntese dos conhecimentos, 280-287. Cananéia, SP.

7. ODEBRECHT, C. MÖLLER JR., O. O. e NIENCHESKI, L. F. H. 1988. Biomassa e categorias de tamanho total na Lagoa dos Patos, RS Brasil (verão de 1986). *Acta Limnologia Brasiliensia*, II: 367-386.

8. PERSICH, G., R. 1993. Ciclo anual do fitoplâncton e alguns parâmetros abióticos no saco da Mangueira, estuário da Lagoa dos Patos. Tese de Mestrado, 69 pgs. + figs.

## BENTOS (8)

1.BEMVENUTI, C. E. 1987. Predation effects on a benthic community in estuarine soft sediments. *Atlântica*, Rio Grande, 9 (1): 5-32.

2.BEMVENUTI, C. E. 1997<sup>a</sup>. Fundos sublitorais estuarinos. In: *Oceanografia Biológica Bentos*, Vol. VI, Diagnostico Ambiental Oceânico e Costeiro das Regiões Sul e Sudeste do Brasil, convênio PETROBRÁS-FUNDESPA. Coordenador: Dr. Ioshimine Ikeda, pp 115-127.

3.BEMVENUTI, C. E. 1994b. Lagoas Costeiras In: *Oceanografia Biológica Bentos*, Vol. VI, Diagnostico Ambiental Oceânico e Costeiro das Regiões Sul e Sudeste do Brasil, convênio PETROBRÁS-FUNDESPA. Coordenador: Dr. Ioshimine Ikeda, pp 147-164.

4.BEMVENUTI, C. E. 1994c. O poliqueta *Nephtys fluviatilis* Monro, 1937, como predador da infauna na comunidade de fundos moles. *Atlântica*, Rio Grande Vol. 16 pp. 87-98.

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

6.CAPITOLI, 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*, Rio Grande, 3:5-22.

7.LANA, P. C. 1994. Organismos bênticos e atividades de monitoramento. In: *Oceanografia Biológica Bentos*, Vol. VI, Diagnostico Ambiental Oceânico e Costeiro das Regiões Sul e sudeste do Brasil. Convênio PETROBRÁS-FUNDESPA. Coordenador: Dr. Ioshimine Ikeda, pp 10-21.

8.UNESCO 1980. Monoting biological variables related to marine pollution. Reports on studies N. 12:22p.

## ICTIOLOGIA (34)

1.ARAUJO, F. G. 1983. Distribuição, migração e biologia dos bagres marinhos (Ariidae) na Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Curso de Oceanografia Biológica, FURG, 89p. (março de 1983). Tese de Mestrado

2.ARAUJO, F.G. 1984. Hábitos alimentares de três bagres marinhos (Ariidae) no estuário da Lagoa dos Patos (RS), Brasil *Atlântica Rio Grande* 7 :47-63.

3.ARAUJO, G.F. 1984. Distribuição, abundância e movimentos sazonais de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) no estuário da Lagoa dos Patos (RS), Brasil. *Revta Bras. Biol.*

4.BARBIERI, L. R. 1985. Distribuição espacial e temporal de juvenis de sciaenidae (Teleostei: Perciforme) no estuário da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente, RS, Brasil. Curso de Oceanografia Biológica, FURG, (novembro de 1985).Tese de Mestrado

5.BEMVENUTI, M. A.1984. Ciclo de vida de peixes-rei (Atherinidae) no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Curso de Oceanografia Biológica, FURG, 93p. (junho de 1984).Tese de Mestrado

6.BEMVENUTI, M. de A. 1978. Sobre a ocorrência de três generos da familia Pomadasyidae (Teleostei, Perciformes) no sul do Brasil. *Atlântica Rio Grande*, 3:79-84.

7.BEMVENUTI, M. de A. 1987. Abundância, distribuição e reprodução de peixes-rei (Atherinidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica, Rio Grande* 9(1):5-32.

8.BEMVENUTI, M. de A. 1990. Hábitos alimentares de peixes-rei (Atherinidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica, Rio Grande* 11(2):79-102.

9.BEMVENUTI, M.de A. 1993. Redescrição do peixe-rei *Odontesthes argentinensis* (Valenciennes). *Pisces: Atherinidae*, na costa do Rio Grande do Sul. *Atlântica, Rio Grande* 15 :17-35.

10.BEMVENUTI, M. A. 1995. Análise fenética de espécies de *Odontesthes* (Pisces: Atherinidae, Atherinopsinae), do extremo sul do Brasil. Curso de Ciências Biológicas - Zoologia- Universidade Federal do Paraná, 201p. (março de 1995).Tese de Doutorado

11.BEMVENUTI, M. de A. 1996. *Odontesthes mirinensis* sp.n. um novo peixe-rei (Pisces, Atherinidae, Atherinopsinae), para o extremo sul do Brasil. *Revta. Bras. Zool.*

12. BUCKUP, P. A. 1984. Distribuição e abundância dos peixes engraulídeos (Engraulidae) da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Curso de Oceanografia Biológica, FURG, 100p. (novembro de 1984). Tese de Mestrado.

13. CHAO, L.N.; L.E. PEREIRA; J.P. VIEIRA; M. DE A. BEMVENUTI & L.P.R. CUNHA 1982. Relação preliminar dos peixes estuarinos e marinhos da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente, Rio Grande do Sul, Brasil. *Atlântica Rio Grande* 5(1):67-75.

14. CHAO, L.N.; L.E. PEREIRA & J.P. VIEIRA 1985. Estuarine fish community of the Patos Lagoon (Lagoa dos Patos, RS) Brasil.- A baseline study. Chapter 20, 26p. in A. Ynez-Arancibia (ed) *Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons. Towards an ecosystem integration*. UNAM, Mexico-DF, 900p.

15. CHAO, L.N.; J.P. VIEIRA & L.R.R. BARBIERI 1986. Lagoa dos Patos as a nursery ground for shore fishes off southern Brazil: 143-150 in: *IOC/UNESCO Proceedings of IREP/OSLR Workshop on recruitment in tropical coastal demersal communities, Mexico (21-25 april 1986)*, 250p.

16. CUNHA, L. P. R. 1981. Variação sazonal da distribuição, abundância e diversidade dos peixes na zona de arrebentação da Praia do Cassino, RS, Brasil 47p. Curso de Zoologia Universidade Federal do Rio Janeiro (dezembro de 1981). Tese de Mestrado

17. CUNHA, L. P. R. 1987. Importância da zona de arrebentação de praias para o desenvolvimento dos juvenis de *Trachinotus* (Pisces, Carangidae): Aspectos da bioecologia e distribuição geográfica do gênero, com ênfase às espécies que ocorrem no litoral sul/sudeste do Brasil e no Atlântico Ocidental. Curso de Ciências -Zoologia- Universidade de São Paulo. 146p. (setembro de 1987). Tese de Doutorado

18. GARCIA, A. M. 1995. Comparação da estrutura da assembléia de macrocrustáceos decápodos e peixes dentro e fora de uma pradaria de *Ruppia maritima* L. na região estuarial da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS, Brasil. Curso de Oceanologia, FURG 72p. (dezembro 1995). Monografia de Graduação.

19. GARCIA, M. & J.P. VIEIRA (em preparação). 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).

20. GONÇALVES, A. A. 1993. Hábito alimentar da corvina (Sciaenidae: *Micropogonias furnieri* Desmarest, 1823) na região estuarial da Lagoa dos Patos, RS. Curso de Oceanologia, FURG 39p. (novembro 1993). Monografia de Graduação.

21. LA REZA, G. 1983. Bioacumulação e toxidez de mercúrio em *Jenynsia lineata* (Cyprinodontiforme: Anablepsidae) no estuário da Lagoa dos Patos RS, Brasil. Curso de Oceanografia Biológica, FURG, 73p. (novembro de 1983). Tese de Mestrado

22. MARQUES, W. M. 1994. Estrutura da comunidade de peixes em enseadas protegidas do estuário da Lagoa dos Patos (RS - Brasil). Curso de Oceanologia, FURG 58p. (outubro 1994). Monografia de Graduação.



23. MONTEIRO NETO, C. & L.P.R.CUNHA 1990. Seasonal and ontogenetic variation in food habits of juvenile *Trachinotus marginatus* Cuvier, 1832 (Teleostei, Carangidae) in the surf zone of Cassino Beach, RS, Brazil. *Atlântica*, Rio Grande 12 (1) :45-54.
24. PEREIRA, L. E. D. 1986. Variação diurna e sazonal das comunidades dos peixes na entrada da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Curso de Oceanografia Biológica, FURG, 82p. (julho de 1986). Tese de Mestrado
25. PEREIRA, L.E. 1994. Variação diurna e sazonal dos peixes demersais na barra do estuário da Lagoa dos Patos, RS. *Atlântica*, Rio Grande 16 :5-21.
26. SOBRINHO, J. P. V. 1985. Distribuição, abundância e alimentação dos juvenis Mugilidae no estuário da Lagoa dos Patos, e movimento reprodutivo da "tainha" (*Mugil platanus* Gunther, 1880) no litoral sul do Brasil. Curso de Oceanografia Biológica, FURG, 100p. (dezembro de 1985). Tese de Mestrado
27. SOBRINHO, J. P. V. 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. The College of William and Mary in Virginia, USA, 171P. (novembro de 1991). Tese de Doutorado
28. TEIXEIRA, R.L. & VIEIRA, J.P. (no prelo) The breeding population of the Pipefish *Syngnathus folletti* (Pisces: Syngnathidae) from southern Brazil. *Atlântica*, Rio Grande V.17(1)
29. VIEIRA J.P. & SCALABRIN, C. 1991. Migração reprodutiva da "tainha" (*Mugil platanus* Gunther, 1980) no sul do Brasil. *Atlântica*, Rio Grande 13 (1) :131-141.
30. VIEIRA, J.P. 1991. Juvenile mullets (Pisces: Mugilidae) in the estuary of Lagoa dos Patos, RS, Brazil. *Copéia* (2) :409-418.
31. VIEIRA, J.P. & MUSICK, J.A. 1993. Latitudinal patterns in diversity of fishes in warm-temperate and tropical estuarine waters of the western Atlantic. *Atlântica*, Rio Grande 15 :115-133.
32. VIEIRA, J.P. & MUSICK, J.A. 1994. A fish faunal composition in warm-temperate and tropical estuaries of western Atlantic. *Atlântica*, Rio Grande V16 :31-53.
33. VIEIRA, J.P. E CASTELLO J.P. (no prelo) Chapter 4.13 FISH FAUNA. IN Ecology of Subtropical Convergence Regions: The coast and sea in the warm-temperate southwester Atlantic - Springer-Verlag.
34. VIEIRA, J.P, VASCONSELLOS, M. C., SILVA, R. E., FISCHER, L. G. (submetido). A ictiofauna acompanhante da pesca do camarão-rosa (*Penaeus paulensis*) no estuário da Lagoa dos Patos, RS. *Atlântica*, Rio Grande. V18.

## HIDROQUÍMICA (33)

1. ABREU, P.C.O.V., 1987 : Variações temporais de biomassa fitoplanctônica (clorofila-a) e relações com fatores abióticos no Canal de Acesso ao Estuário da Lagoa dos Patos (RS-Brasil). Tese de Mestrado, FURG. 107 p.

Período amostrado: 1984 e 1985.

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, transparência, elementos nutrientes dissolvidos e clorofila-a.

2. ABREU, P.C.; BIDDANDA, B. E ODEBRECHT, C., 1992: Bacterial Dynamics of the Patos Lagoon Estuary, Southern Brazil: relationship with phytoplankton production and suspended matter. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. v. 35, p. 621-635.

Período amostrado: 1984 e 1985.

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, transparência, elementos nutrientes dissolvidos e clorofila-a.

3. ABREU, P.; ODEBRECHT, C. E GONZALEZ, A. 1994 Particulate and dissolved phytoplankton production of the Patos Lagoon estuary southern Brazil: comparison of methods and influencing factors. *Journal of Plankton Research*, 16 n7 : 737-753.

Período amostrado: 1989 a 1990.

Parâmetros analisados na água: temperatura, salinidade, oxigênio, pH, amônio, nitrito, nitrato, fosfato, silicato, alcalinidade e CO<sub>2</sub>, além de parâmetros indicadores da produção primária.

4. ABREU, P.C.; HARTMANN, C. E ODEBRECHT, C., 1995: Nutrient-rich saltwater and its influence on the phytoplankton of the Patos Lagoon Estuary, Southern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. v. 40, p. 219-229.

Período amostrado: 1989.

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, transparência, elementos nutrientes dissolvidos e clorofila-a.

5. ALMEIDA, M.T.; BAUMGARTEN, M.G.Z.; KINAS, P. E KANTIN, R. 1984 Estudo da poluição orgânica das águas nas imediações da cidade do Rio Grande (RS-Brasil). *Revista Atlântica*, 7: 15-24. Editora da FURG. Rio Grande.

Período amostrado: 1981 a 1982 (mensal).

Parâmetros analisados: temperatura, salinidade, oxigênio, material em suspensão, pH, amônio, nitrito, nitrato, fosfato, demanda bioquímica de oxigênio, detergente aniônico

6. AZNAR, C.E. 1993 Impacto nas águas receptoras do efluente doméstico lançado pelo principal emissário da cidade do Rio Grande-RS. Dissertação de Graduação do Curso de Oceanologia. Furg. Rio Grande.

Período amostrado: 1992-1993.

Parâmetros analisados na água: temperatura, salinidade, material em suspensão, amônio, nitrito, nitrato, fosfato, razão N/P, pH, oxigênio.

7.AZNAR,C.E.; BAUMGARTEN,M.G.Z.; BAPTISTA,J.R.; ALMEIDA,M.T.A.; CORTEZ,A. E PARISE,M. 1994. Impacto dos efluentes domésticos nas águas adjacentes à cidade do Rio Grande. Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira: subsídios a um gerenciamento ambiental. Volume I: Manguesais e Marismas. Serra Negra, São Paulo: 274-283.

Período amostrado: 1992.

Parâmetros analisados na água: temperatura, salinidade, material em suspensão, amônio, nitrito, nitrato, fosfato, razão N/P, pH, oxigênio, demanda bioquímica e química de oxigênio, detergente aniônico.

8.BAPTISTA,J.R. 1994 Flutuações diárias e horárias dos elementos dissolvidos, material em suspensão e características físicas da água na parte sul do estuário da Lagoa dos Patos e Praia do Cassino (RS- Brasil). Tese de Mestrado em Oceanografia Biológica. FURG. Rio Grande.

Período amostrado: 1981 a 1982 (mensal).

Parâmetros analisados: temperatura, salinidade, oxigênio, material em suspensão, pH, amônio, nitrito, nitrato, fosfato e relação N/P.

9.BAUMGARTEN, M.G.Z. 1987 Avaliação do *Balanus improvisus* como indicador dos níveis metálicos no estuário da Lagoa dos Patos (RS - Brasil). Tese de Mestrado em Oceanografia Biológica. FURG. Rio Grande. 178p.

Período amostrado: 1984 a 1985 (mensal).

Parâmetros analisados: cobre, chumbo, cádmio, ferro e zinco dissolvidos, associados ao material em suspensão e bioacumulados pelas cracas. Salinidade, temperatura, oxigênio, material em suspensão, pH.

10.BAUMGARTEN, M.G.Z. E NIENCHESKI, L.F. Metais dissolvidos e associados ao material em suspensão nas águas que margeiam a cidade do Rio Grande. Dados não publicados.

Período amostrado: 1990-1991.

Parâmetros analisados: cobre e zinco dissolvidos. Cobre, chumbo, zinco, ferro e manganês associados ao material em suspensão.

11.BAUMGARTEN,M.G.Z. E NIENCHESKI, L.F.H. 1990 O estuário da Laguna dos Patos: variações de alguns parâmetros físico-químicos da água e metais associados ao material em suspensão. Ciência e Cultura. SPBC: 42 (5/6): 390-396.

Período amostrado: 1993-1995

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, oxigênio, material em suspensão, metais associados às suspensões.

12.BAUMGARTEN, M.G.Z.; KLEIN, A.H. E NIENCHESKI, L.F., 1990: Níveis de cobre, zinco e chumbo dissolvidos na Lagoa dos Patos (RS). In: Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa sul e sudeste brasileira: estrutura, função e manejo. 6 a 11 de abril. Águas de Lindoia (SP): v.2, p. 117- 126.

Período amostrado: 1987, 1988 e 1989.

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, condutividade, pH e cobre, zinco e chumbo dissolvidos.

13.BAUMGARTEN,M.G.Z.; VEECK,L. E NIENCHESKI,L.F. 1994 Nutrientes na água intersticial de enseadas rasas no estuário da Lagoa dos Patos.RS. OBS: a parte referente ao Saco da Mangueira foi apresentado no Congresso Latinoamericano de Ciências do Mar. Mar del Plata. Argentina. Resumo na página 29 dos Anais do Congresso.

Período amostrado: 1994-1995.

Parâmetros analisados: a) na coluna da água: temperatura, salinidade, material em suspensão, amônio, fosfato, razão N/P, pH. b) na água intersticial: salinidade, pH, Eh, amônio, fosfato. c) na coluna sedimentar: porosidade e granulometria.

14.BAUMGARTEN, M.G.Z.; NIENCHESKI,L.F. E KUROSHIMA,K. 1995 Qualidade das águas estuarinas que margeiam o município do Rio Grande (RS): nutrientes e detergente dissolvidos. Revista Atlântica, 17. Ed. FURG. Rio Grande.

Período amostrado: 1990-1991

Parâmetros analisados na água: temperatura, salinidade, pH, oxigênio, material em suspensão, amônio, nitrito, nitrato, fosfato, silicato, razão N/P, detergente aniônico.

15.COSTA,N.R.; KANTIN,R.; NIENCHESKI,L.F.; BAPTISTA,J.R. E BAUMGARTEN,M.G.Z. 1982 Estudo da poluição orgânica nas águas que rodeiam a cidade do Rio Grande. Revista Engenharia Sanitária,21, n2: 222-231.

Período amostrado: 1978 a 1979 (mensal).

Parâmetros analisados: temperatura, salinidade, oxigênio, material em suspensão, pH, amônio, amônia, nitrito, nitrato, fosfato, relação N/P, demanda bioquímica, demanda química de oxigênio, sulfeto, sólidos suspensos, detergente, coliformes fecais.

16.DE LORENZO,M. 1995 Relação de nutrientes e de fatores ambientais na ocorrência da cianobactéria *Aphanothece sp.* ao redor da cidade do Rio Grande. Dissertação de Graduação do Curso de Oceanologia. Furg. Rio Grande.

Período amostrado: 1993-1994 (mensal)

Parâmetros analisados na água: temperatura, salinidade, amônio, nitrito, nitrato, fosfato, razão N/P, luz, pH, oxigênio e biomassa da cianobactéria.

17.HARTMANN, C. E SCHETTINI, C., 1991: Aspectos hidrológicos na desembocadura da Laguna dos Patos, RS. Revista Brasileira de Geociências. v. 21, n. 4, p. 371-377.

Período amostrado: 1982 e 1983.

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, transparência e material em suspensão.

18.HARTMANN, C.; CALLIARI, L.J. E MOLLER, O.O. 1990: Material em suspensão no estuário da Laguna dos Patos (RS), Fase I - Observações preliminares - Abril/1979 a Março/1980. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 2 (4): 73-95.

Período amostrado: 1979 e 1980.

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, transparência e material em suspensão.

19.KANTIN,R.; COSTA, N.R.; BAPTISTA,J.R.; PHILOMENA,A.L.; GUESTA,S.M. E NIENCHESKI, L.F. 1981 Contaminação das águas ao redor do Rio Grande: Óleos e fenóis. Revista Ciência e Cultura, 33(2): 239-245.

Período amostrado: 1978 a 1979 (mensal).

Parâmetros analisados: fenóis, óleos e graxas.

20.KANTIN, R. E BAUMGARTEN, M.G., 1982: Observações hidrológicas no estuário da Lagoa dos Patos: os elementos nutrientes dissolvidos. Revista Atlântica. v. 5, n. 1, p. 76-92.

Período amostrado: 1978, 1979 e 1980.

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, material em suspensão total e nutrientes dissolvidos.

21.KANTIN, R., 1983: Hydrologie et qualité des eaux de la region sud de la lagune dos Patos (Brésil) et de la plateforme continentale adjacente. Têse de Doctorat d'État, Université de Bordeaux I.

Período amostrado: 1978; 1979 e 1980

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, pH, material particulado em suspensão e elementos nutrientes dissolvidos.

22.NIENCHESKI, L. F.; BAPTISTA, J. M. R.; HARTMANN, C. E FILLMANN, G., 1986: Caracterização hidrológica e estrutural de três regiões distintas no estuário a Lagoa dos Patos- RS. Acta Limnológica Brasiliensia. Sociedade Brasileira de Limnologia. v.1 - Ciclagem de Nutrientes em Ecossistemas aquáticos e terrestres. p. 47 - 64.

Período amostrado: 1983.

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, material particulado em suspensão e elementos nutrientes dissolvidos.

23.NIENCHESKI, L.F.; MÖLLER JR., O.; ODEBRECHT, C. E FILLMANN, G., 1988: Distribuição espacial de alguns parâmetros físico-químicos na Lagoa dos Patos - Porto Alegre a Rio Grande. 1988. Acta Limnológica Brasiliensia. v. 2 - Perspectivas na Limnologia Brasileira. p. 79 - 97.

Período amostrado: 1986.

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, transparência, oxigênio dissolvido, material particulado em suspensão e elementos nutrientes dissolvidos.

24.NIENCHESKI, L.F. E WINDOM, H., 1994: Nutrient flux and budget in Patos Lagoon Estuary. *The Science of the Total Environment*. v. 149, n. 1-2, p. 53-60.

Período amostrado: 1989, 1990 e 1991.

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, condutividade, material particulado em suspensão e elementos nutrientes dissolvidos.

25.NIENCHESKI, L.F. ; WINDOM, H. E SMITH, R., 1994: Distribution of particulate trace metal in Patos Lagoon Estuary (Brazil). *Marine Pollution Bulletin*. v. 28, n. 2.

Período amostrado: 1989, 1990 e 1991.

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, condutividade, material particulado em suspensão, carbono orgânico particulado, níquel, cobre, zinco, cádmio, chumbo, lítio, fósforo, vanádio, cromo, arsênio, prata, bário, ferro, alumínio e manganês.

26.NIENCHESKI, L.F.; BAUMGARTEN, M.G.; FILLMANN, G E WINDOM, H., 1996: Nutrients and suspended matter behavior in the Patos Lagoon Estuary (Brazil). Submetido ao livro "Estuaries of South America", editado pela American Geophysical Union.

Período amostrado: 1989, 1990 e 1991

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, condutividade, pH, oxigênio dissolvido, material particulado em suspensão e elementos nutrientes dissolvidos

27.PERSICH,G. 1993 Ciclo anual do fitoplâncton e alguns parâmetros abióticos no Saco da Mangueira, estuário da Lagoa dos Patos-RS. Tese de Mestrado em Oceanografia Biológica. FURG. Rio Grande.

Período amostrado: 1990 a 1991.

Parâmetros analisados na água: temperatura, salinidade, oxigênio, pH, amônio, nitrito, nitrato, fosfato, silicato, carbono orgânico particulado, material em suspensão, além de parâmetros indicadores da produção primária

28.PROENÇA, L.A.O. 1990 Ciclo anual da produção primária, biomassa do fitoplâncton e carbono orgânico particulado em uma área rasa da porção sul da Lagoa dos Patos. Tese de Mestrado em Oceanografia Biológica. FURG.

Período amostrado: 1987 a 1989.

Parâmetros analisados na água: temperatura, salinidade, oxigênio, pH, amônio, nitrito, nitrato, fosfato, silicato e carbono orgânico particulado, além de parâmetros indicadores da produção primária.

29.SEELIGER, U. E KNACK, R., 1982: Origin and concentration of copper and mercury in water and biota of Patos Lagoon Estuary, Brazil. *Atlântica*. v. 5, n. 1, p. 35-42.

30.VILAS BOAS, D.F., 1990: Distribuição e comportamento dos sais nutrientes, elementos maiores e metais pesados na Lagoa dos Patos - RS. Tese de Mestrado, FURG.122 p.

Período amostrado: 1987 e 1988.

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, condutividade, pH, Eh, oxigênio dissolvido, material particulado em suspensão, elementos nutrientes dissolvidos, elementos maiores dissolvidos (sódio, potássio e magnésio), chumbo, cobre e manganês associados ao material em suspensão

31.YUNES, J.S.; NIENCHESKI, L.F.; SALOMON, P.S.; PARISE, M.; BEATTLE, K.A.; RAGGETT, S.L. E CODD, G.A., 1994b: Development and toxicity of cyanobacteria in the Patos Lagoon estuary, Southern Brazil. Proceeding of "COI - Taller Regional de Planificación Científica sobre Floraciones Algales Nocivas". 15-17 de Junho de 1994. INAPE, Montevideo, Uruguai. Edição COI/UNESCO - Informes de reuniones de trabajo n.101. p. 14-19.

Período amostrado: 1993, 1994, 1995 e 1996.

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, condutividade, transparência, pH, oxigênio dissolvido e seu percentual de saturação, material particulado em suspensão, elementos nutrientes dissolvidos e clorofila-a.

32.YUNES, J.S.; NIENCHESKI, L.F.; SALOMON, P.S.; PARISE, M.; BEATTLE, K.A.; RAGGETT, S.L. E CODD, G.A., 1995<sup>a</sup>: Toxicity of cyanobacteria in the second largest brazilian waterbody. Submitted to Journal of Aquatic Ecosystem Health, Kluwer Academic Publisher, The Netherlands.

Período amostrado: 1993, 1994, 1995 e 1996.

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, condutividade, transparência, pH, oxigênio dissolvido e seu percentual de saturação, material particulado em suspensão, elementos nutrientes dissolvidos e clorofila-a.

33.YUNES, J.S.; NIENCHESKI, L.F.; SALOMON, P.S.; PARISI, M.; BEATTLE, K.A.; RAGGETT, S.L. E CODD, G.A., 1995<sup>b</sup>: Effect of nutrient balance and physical factors on blooms of toxic cyanobacteria in the Patos Lagoon, Southern Brazil. Trabalho apresentado no 26th S.I.L. e submitted to Verhandlungen.

Período amostrado: 1993, 1994, 1995 e 1996.

Parâmetros analisados: salinidade, temperatura, condutividade, transparência, pH, oxigênio dissolvido e seu percentual de saturação, material particulado em suspensão, elementos nutrientes dissolvidos e clorofila-a.

## **GEOLOGIA (19)**

### **Distribuição sedimentar superficial e subsuperficial do estuário e área de influência lagunar na plataforma interna**

1.BORZONE, C.A.; GRIEP, G.H. 1991. Características do sedimento superficial infralitoral da região costeira adjacente a desembocadura da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Pesquisas. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, v.18, p. 71-78

2.CALLIARI, L.J.; GRIEP, G.H. & VIEIRA, H. 1977. Características sedimentológicas do 2<sup>o</sup> perfil de Bentos. Lagoa dos Patos-Parte Sul. Atlântica, Rio Grande, 2(1): 63-82.

3.CALLIARI, L.J. 1980. Aspectos sedimentológicos e ambientais na região estuarial da Lagoa dos Patos. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências da UFRGS.190 p. (Inédito).

4.CALLIARI, L.J.; GOMES, M.E.V.; GRIEP, G.H.; MOLLER JR.O.O. 1980. Características sedimentológicas e fatores ambientais da região estuarial da Lagoa dos Patos. In: Congresso Brasileiro de Geologia,31. Anais. Camboriú, SBG. V.2. P. 862-875.

5.CALLIARI, L.J.; ABREU, J.G.N. 1984 Litologia da plataforma continental interna adjacente a cidade do Rio Grande (RS), através da interpretação de registros de sonar de varredura lateral e amostragem superficial. In: Congresso Brasileiro de Geologia 33. Anais. Rio de Janeiro, SBG. v.2 p. 1553-1564.

6.CALLIARI, L.J. & FACHIN, S. 1993. Laguna dos Patos influência nos depósitos lamíticos costeiros. Pesquisas, 20(1): 57-69.

7.MARTINS, L.R.S. 1963. Contribuição a sedimentologia da Lagoa dos Patos, I. Saco do Rincão e Mendanha. Boletim da Escola de Geologia da UFRGS, 13. Porto Alegre.

8.MARTINS, L.R.S. 1966. Contribuição a sedimentologia da Lagoa dos Patos II. Saco do Umbú, Arrial e Mangueira. Notas e Estudos da Escola de Geologia da UFRGS, Porto Alegre, 1(1). Notas e estudos da Escola de Geologia da UFRGS, Porto Alegre, 1(1): 27-44.

9.MARTINS, I.R.L. 1971.Sedimentologia do Canal do Rio Grande. Tese de Mestrado. Instituto de Geociências da UFRGS, Porto Alegre.

10.MARTINS, L.R.; MARTINS, I.R.; VILLWOCK, J.A.; CALLIARI, L.J. 1979. Ocorrência de lama na Praia do Cassino, RS. Anais Hidrográficos v.1978., p 1-31.



11.MARTINS, I.R.; MARTINS, L.R.; TOLDO JR. E.E.; GRUBER, N.L.S. 1987. Processos sedimentares na Lagoa dos Patos. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 1. Anais. Porto Alegre. v.1. p. 191-214.

12.MARTINS, I.R.; VILLWOCK, J.A. MARTINS, L.R. & BENVENUTTI, C.E. 1989. The Lagoa dos Patos etuarine ecosystem, RS, Brazil. Pesquisas. Instituto de Geociências da UFRGS, Porto Alegre. v. 22. p 5-44.

13.TOLDO JR. E.E. 1991. Morfodinâmica da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul. Pesquisas, Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, v.18 p.58-63.

14.TOLDO JR. E.E. 1989. Os efeitos do transporte sedimentar na distribuição do tamanho de grão e morfodinâmica da Lagoa dos Patos. Porto Alegre, Instituto de Geociências da UFRGS.143p.Dissertação de mestrado.

15.TOMAZELLI, L.J.; VILLWOCK, J.A. 1992. Considerações sobre o ambiente praiar e a deriva litorânea de sedimentos ao longo do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. Pesquisas, Instituto de Geociências, UFRGS. Porto Alegre, v.19 p. 3-12.

16.VILLWOCK, J.A.& MARTINS, L.R.S. 1972. Depósitos lamíticos de pós-praia, Cassino, RS. Pesquisas. Instituto de Geociências da UFRGS, Porto Alegre.1: 69-85.

17.VILLWOCK, J.A.; MARTINS, I.R.; FORMOSO, M.L.L. 1972. Contribuição ao estudo da mineralogia de argilas e sedimentos de fundo da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Estudos sedimentológicos. Universidade Federal do Rio Grande do Norte,. V.2, n. \_, p. 13-34.

18.VILLWOCK, J.A. 1982. Aspectos geológicos da Província Costeira do Rio Grande do Sul. Uma síntese. Atlântica, Rio Grande, v.5.125p.

19.VILLWOCK, J.A.L. 1984. Geology of the coastal province of Rio Grande do Sul, southern Brazil. A synthesis. Pesquisas. Instituto de Geociências, UFRGS.

## **Morfodinâmica e sedimentologia praial. (6)**

1. ALVAREZ, J.A. ; GRÉ, J.C.R.; TOLDO JR. E.E. 1981. Estudo da praia a nordeste do molhe do Rio Grande, Rio Grande do Sul. Pesquisas, Instituto de Geociências da UFRGS, Porto Alegre, v. 14, p. 131-148.

2. DILLEMBURG, S.R.. 1990. Efeitos induzidos por ondas na embocadura da Laguna dos Patos. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 36. Anais. Natal, Sociedade Brasileira de Geologia. v.2 p 660-699.

3. FIGUEIREDO JR. , A.G. 1980. Response of water column to strong wind forcing, southern Brazilian inner shelf; implication for sand ridge formation. Marine geology v.35 p. 367-376.

4. LEHUGEUR, L.G.O. 1977. Dinâmica sedimentar das areias da plataforma continental do Rio Grande do Sul e possibilidades de seu aproveitamento econômico. Porto Alegre, Instituto de Geociências da UFRGS. 83 p. Dissertação de mestrado.

5. SILVA, M.A.M. 1976. Mineralogia das areias de praia entre Rio Grande e Chuí, RS. Porto Alegre, Instituto de Geociências da UFRGS. 93 P. Dissertação de mestrado.

6. SILVA, M.A. M. 1979. Provenance of heavy minerals in beach sands, southeater Brazil; from Rio Grande to Chuí (Rio Grande do Sul State). Sedimentary Geology. v.24, p. 133-148.

## **Geoquímica (3)**

1. BAISCH, P.R. M.; NIENCHESKI, L.F.; LACERDA, L.D. 1988. Trace metal distribution in sediments of the Patos Lagoon estuary, Brasil. In: Seeliger, U. ed. Metals in coastal environments of Latin America. Berlin, Springer Verlag. p. 59-64.

2. BAISCH, P.R.M.; JOUANNEAU, J.M.; ASMUS, H. E. 1989. Chemical composition of sediments from the Patos Lagoon, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Geoquímica, 2. Anais.

3. BAUMGARTEN, M.G.Z.; KLEIN, A.H.F.; NIENCHESKI, L.F. 1990. Níveis de cobre, zinco e chumbo dissolvidos na Lagoa dos Patos (RS). Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. 2. Anais. Aguas de Lindóia, Academia de Ciências do Estado de São Paulo. v.2. p 117-126.

## GEOMORFOLOGIA (6)

1.DELANEY, P.J.V. 1965. Fisiografia e geologia da superfície da planície costeira do Rio Grande do Sul. Publicação Especial, Escola de Geologia, UFRGS, Porto Alegre, v.6. p.1-105.

2.DELANEY, P.J.V. 1963. Quaternary geologic history of the coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil. Louisiana State University Coastal Studies Series, Louisiana, v.7 63 p.

3.GODOLPHIM, M.F. 1976. Geologia do Holoceno costeiro do município de Rio Grande.-RS. Porto Alegre, Instituto de Geociências da UFRGS. 146 p. Dissertação de mestrado.

4.GODOLPHIM, M.F. 1983. Contribuição ao estudo da evolução da barra do Rio Grande, Brasil. Pesquisas, Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, v.15., p 22-43.

5.GODOLPHIM, M.F. 1983. Paleogeografia na Região do Cassino no Município de Rio Grande-Brasil. Pesquisas, Instituto de Geociências da UFRGS. Porto Alegre, v.17 p. 223-254.

6.GODOLPHIM, M.F.; ARTUSI, L.; DEHNHARDT, B.A.; VILLWOCK, J.A. ; ESTEVES, I.R.F. 1989. Novas evidências da Transgressão Holocênica na porção média da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Acta Geológica Leopoldensia, v.29. p. 23-36.

## VEGETAÇÃO (12)

1.CAFRUNI, A.M.S. 1983. Estudo autoecológico de *Ruppia maritima* no estuário da Lagoa dos Patos. Tese de Mestrado. Rio Grande, Universidade do Rio Grande.

2.CAFRUNI, A.; KRIEGER, J. AND SEELIGER, U. 1978. Observacao sobre *Ruppia maritima* L. no sul do Brasil. *Atlantica* 3:85-90.

3.COPERTINO, M. 1995. *Spartina alterniflora* Loisel no Estuário da Lagoa dos Patos, RS: Desempenho Populacional em Pântanos Irregularmente Alagados. Tese de Mestrado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 114 pp.

4.COSTA, C.S.B. 1996<sup>a</sup>. Tidal marshes and Wetlands. In: Subtropical convergence environments: The coast and sea in the warm-temperate southwestern Atlantic. (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. Eds.). Berlin, Springer-Verlag.(no prelo).

5.COSTA, C.S.B. 1996<sup>b</sup>. Irregularly flooded marginal marshes. In: Subtropical convergence environments: The coast and sea in the warm-temperate southwestern Atlantic. (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. Eds.). Berlin, Springer-Verlag.(no prelo).

6.COSTA, CSB. 1997. Production ecology of *Scirpus maritimus* in southern Brazil. *Ciência e Cultura*.(no prelo).

7.COSTA, C.S.B. & DAVY, A.J. 1992. Coastal saltmarsh communities of Latin America. In: Coastal Plant Communities of Latin America (Seeliger, U. ed.). New York, Academic Press, 179-199.

8.COSTA, C.S.B. & SEELIGER, U. 1989. Vertical distribution and biomass allocation of *Ruppia maritima* L. in a southern Brazilian estuary. *Aquatic Botany* 33:123-129.

9.CUNHA, S.R. 1994. Modelo ecológico das marismas de *Spartina alterniflora* Loisel (Poaceae) do estuário da Lagoa dos Patos, RS. Tese de Mestrado. Rio Grande, Universidade do Rio Grande, 105 p.

10.GAONA, C.A.P., PEIXOTO, A.R. & COSTA, C.S.B. (1996). Produção primária de uma marisma raramente alagada dominada por *Juncus effusus* L., no extremo sul do Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, 18:(no prelo).

11.SEELIGER, U. & COSTA, C.S.B. 1996. Natural and human impacts. In: Subtropical convergence environments: The coast and sea in the warm-temperate southwestern Atlantic. (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. Eds.). Berlin, Springer-Verlag.(no prelo).

12.SILVA, C.P., PEREIRA, C.M.P. & DORNELES, L.P.P. 1993. Espécies de gramíneas e crescimento de *Spartina densiflora* Brong. em uma marisma da Laguna dos Patos, RS, Brasil. Caderno de Pesquisa Sér. Bot., Santa Cruz do Sul, 5 (1):95-108.

## PLANEJAMENTO AMBIENTAL (41)

1.ASMUS, M.L. 1985. Pradarias de gramíneas marinhas (*Ruppia maritima*) como áreas vitais na região estuarial da Lagoa dos Patos. In: Encontro Brasileiro de Gerenciamento Costeiro, 3, Fortaleza, CE.

2.ASMUS, H.E. & ASMUS, M.L. 1985. O estuário da Lagoa dos Patos: Um problema de planejamento costeiro. In: Encontro Brasileiro de Gerenciamento Costeiro, 3, Fortaleza, CE.

3.ASMUS, M.L., & ASMUS, H.E. 1987. Study of an estuarine ecosystem in a developing country: Patos Lagoon Estuary. In: Symposium on coastal and ocean management (Coastal Zone 87). Seattle, Washington.

4.ASMUS, M.L. 1988. Fundamentos da modelagem ecológica. Exemplos e aplicações. In: Encontro de Trabalho sobre Modelagem Ecológica. IEAPM, 1, Arraial do Cabo, RJ.

5.ASMUS, M.L., MCKELLAR, H.N. JR. & MORRIS, J.T. 1989. A model of salt marsh vegetations dynamics: Inter-annual variability in climatic control. In: Annual Meeting of Ecological Society of America, Toronto, Canada.

6.ASMUS, H.E., ASMUS, M.L. & TAGLIANI, P.R.A. 1989. Critérios para a definição de Unidades Ambientais na Planície Costeira Sul - Brasileira. In: Simpósio sobre Oceanografia - IOUSP, 1, 11 a 13 de set., São Paulo, SP.

7.ASMUS, M.L., 1989. Pradarias de gramíneas marinhas (*Ruppia maritima*) como áreas vitais na região estuarial da Lagoa dos Patos. Anais do III Encontro Brasileiro de Gerenciamento Costeiro, 1985, Fortaleza, CE. Arquivos de Ciências do Mar - UFCE/LABOMAR. P. 291-299.

8.ASMUS, H.E., ASMUS, M.L. & TAGLIANI, P.R.A. 1989. O estuário da Lagoa dos Patos: Um problema de planejamento costeiro. Anais do III Encontro Brasileiro de Gerenciamento Costeiro, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 1985. P.71-95.

9.ASMUS, M.L. & MCKELLAR, H.N., 1989. Network analysis of the North Inlet salt marsh ecosystem. In: F. Wulff, J.G. Field and K.H. Mann (eds), Network analysis in marine ecology. Methods and applications. Lectures in coastal and estuarine studies. Springer-Verlag, New York. P. 206-219.

10.ASMUS, M.L. & MCKELLAR, H.N. Jr. 1990. A model of a *Spartina alterniflora* salt marsh: Outputs from a long-term simulation. In: Spring Meeting of the Southeastern Estuarine Research Society, Columbia, SC USA.

11.ASMUS, M.L. & MCKELLAR, H.N. Jr. 1990. Long-term simulations of salt marsh dynamics: Biomass response to rainfall, runoff and salinity. In: (poster) All-scientist Meeting of the Long Term Ecological Research Network, 25 a 29 set., Estes Park, Colorado, USA.

12.ASMUS, M.L., & MCKELLAR, H.N. Jr. 1990. Long-term simulations of salt marsh dynamics: Biomass response to rainfall, runoff, and salinity. In: Presentation to USC LTER Seminar Series, em 10 de out. de 1990, Columbia U.S.A.

13.ASMUS, H.E., ASMUS, M.L. & MATAREZI, J., 1991. Uma visão crítica da metodologia para o levantamento ambiental costeiro do Brasil. Anais do 3º Encontro Nacional de Estudos Sobre o Meio Ambiente, Londrina, PR. P.207-237.

14.ASMUS, H.E., ASMUS, M.L., FACCINI, U. & FROES, J.C. 1994. Abordagem metodológica para caracterização, diagnóstico e planejamento ambiental de bacias hidrográficas: Estudo de caso. Anais do I Encontro Brasileiro de Ciências Ambientais. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 42-61.

15.ASMUS, H.E., ASMUS, M.L., FACCINI, U. & FROES, J.C. 1994. Abordaje metodológico para la caracterización, diagnóstico y planificación de cuencas hidrográficas: Estudio de caso. ACTAS del Primer Simposio sobre Municipio Y Medio Ambiente, San Luis, Argentina. 177-181.

16.ASMUS, M.L., NIENCHESKI, L.F., FILLMANN, G., BAUMGARTEN, M.G.Z. & ALMEIDA, M.T.A. 1994. Enquadramento dos Recursos Hídricos da Parte Sul do Estuário da Lagoa dos Patos. Publicação Especial FEPAM/RS.

17.BONILHA, L.E. & ASMUS, M. L. 1991. Modelagem ecológica como um instrumento para gerenciamento ambiental: O Estuário da Lagoa dos Patos. In: Semana Nacional de Oceanografia, 4ª. Semana de Oceanografia da UERJ, 7, 28 de out. a 01 de nov., Rio de Janeiro, RJ.

18.BONILHA, L.E. & ASMUS, M.L. 1994. Modelo ecológico do fitoplâncton e zooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos, RS. Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira, Serra Negra, SP. V.1:347-362.

19.BONILHA, L.E. 1995. Modelo ecológico da coluna d'água do estuário da Lagoa dos Patos (RS - Brasil) MELP: Uma abordagem sistêmica e integrada. FURG. (Tese de Mestrado).

20.CAMPOS, E. 1995. Impacto das atividades agrofloretais sobre o padrão da paisagem na planície costeira do Rio Grande do Sul. (Trabalho de graduação)

21.CAMPOS JR., J.F. 1993. Modelo Ecológico de Predação em Fundos Vegetados no Estuário da Lagoa dos Patos (R.S.). FURG. (Trabalho de Graduação).

22.CASELLA, L.L.C. 1994. Análise e Planejamento Ambiental no Município de Rio Grande, RS. FURG. (Trabalho de Graduação).

23.CUNHA, S.R., FIDELMANN, P.I.J., OLIVEIRA, J.S., ASMUS, M.L. & COSTA, C.S.B. 1992. Composição estrutural e variação de biomassa em marismas da

região estuarina da Lagoa dos Patos, RS. In: Semana Nacional de Oceanografia, 5, 18 a 23 de out. , FURG, Rio Grande.

24.CUNHA, S.R., FIDELMAN, P.I.J., OLIVEIRA, J.S. & ASMUS, M.L. 1993. Modelagem ecológica de pântanos salgados na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS. In: Semana Nacional de Oceanografia, 6, out. Rio de Janeiro, RJ.

25.CUNHA, S.R. 1994. Modelo ecológico das marismas de *Spartina alterniflora* Loisel. (Poaceae) do Estuário da Lagoa dos Patos, RS. FURG. (Tese de Mestrado).

26.KALIKOSKI, D.C. & ASMUS, M.L. 1994. Environmental characterization and ecological modelling of agroecosystems in south Brazil: A case study. ACTAS del Primer Simposio sobre Municipio Y Medio Ambiente, San Luis, Argentina. 162-167.

27.MANTOVANELLI, A. & ASMUS, M.L. 1992. Caracterização e modelagem ecológica das enseadas rasas protegidas na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS. In: Simpósio sobre Estrutura, Funcionamento e Manejo de Ecossistemas, mai. , Rio de Janeiro.

28.MANTOVANELLI, A. 1995. Modelo ecológico de um comedor de depósito infaunal da macrofauna bentônica das enseadas rasas do estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil). FURG. (Trabalho de Graduação).

29.MANTOVANELLI, A., TEIXEIRA DA SILVA, E. & ASMUS, M.L. 1995. Modelo ecológico de um comedor de depósito do macrobentos das enseadas rasas do estuário da Lagoa dos Patos (ERLP). In: Congresso de Iniciação Científica, CNPq-FURG-UFPel-UCPel, 28 a 29 de nov., Rio Grande, RS.

30.MESSIAS, L.T., TAGLIANI, P.R.A. & CABRAL, A.P. 1991. Levantamento Preliminar das Áreas de Interesse Ambiental do Município de Rio Grande. Documento Técnico para a Prefeitura Municipal de Rio Grande. RS

31.OLIVEIRA, S.F. 1995. Ordenação Territorial da Restinga da Lagoa dos Patos - RS. FURG. (Trabalho de Graduação).

32.SILVA, E.T. 1995. Modelo ecológico de fundos vegetados dominados por *Ruppia maritima* L. (Potamogetonaceae) do estuário da Lagoa dos Patos- RS. FURG. (Tese de Mestrado).

33.TAGLIANI, P.R.A. 1991. Parecer sobre a Implantação de uma Indústria de Celulose no Município de Rio Grande. FURG. Documento Técnico

34.TAGLIANI, P.R.A. 1991. Inventário das Informações Ambientais sobre a Planície Costeira do Rio Grande do Sul: Subsídios para o Gerenciamento Costeiro. FEPAM.

35.TAGLIANI, P.R.A. 1991. Aspectos Sócio-Econômicos dos Municípios da Restinga da Lagoa dos Patos. FEPAM e Prefeituras Locais.



36. TAGLIANI, P.R.A. 1992. Relatório Técnico de Avaliação do Projeto de Implantação do Sistema de Tratamento de Esgotos Sanitários para Rio Grande. NEMA/Prefeitura Municipal.

37. TAGLIANI, P.R.A. 1992. Relatório Técnico sobre as Áreas de Interesse Ambiental no Município de Rio Grande: Identificação, Diagnóstico e Implantação. NEMA/Fundação Boticário/Prefeitura Municipal.

38. TAGLIANI, P.R.A. Ecologia do Cisne-de-Pescoço- Preto ( *Cygnus melancoryphus* ) para o manejo ambiental e conservação da espécie. Linha de Pesquisa .

39. TAGLIANI, P.R.A. 1995. Estratégia de planificação ambiental para o sistema ecológico da restinga da Lagoa dos Patos - Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Tese de doutoramento. UFSCar. São Carlos. 239P.

40. TAGLIANI, C.R.A. A mineração de areia em Rio Grande - RS. Aspectos geo-ambientais, legais e sócio-econômicos. Tese de mestrado em Geologia Ambiental. UNISINOS. São Leopoldo. RS. Em andamento.

41. ALFAYA FILHO, J. Caracterização ambiental dos cordões litorâneos como subsídio para o manejo integrado de ecossistemas costeiros. Monografia de graduação. Em andamento.

**Referencia de terceiros encontradas na bibliografia setorial da FURG:****Trabalhos Publicados (6):**

1. BRIGONI, S. F. 1982. Estimativas da qualidade do ar na cidade de Rio Grande: subsídios para uma rede de monitoramento. In: SIVEC/82, 33p.

2. BRIGONI, S. F. 1983. Estimativas da qualidade do ar na cidade de Rio Grande, RS. In: XII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27p.

3. FÖRCH, G. 1992. Water Resources Development and Environmental Planning. In: Natural Resource and Development, v. 35, p. 34-50.

4. FRAGA, V. et al. Levantamento das emissões gasosas atmosféricas industriais da cidade de Rio Grande, (inédito).

5. MOORE, M. N.; SIMPSON, M. G. 19--. Molecular and Cellular Pathology in Environmental Impact assesment. In: Aquatic Toxicology 22:4, p.313-322.

6. RAVENSBERGEN, G. & SCHEELE, R. J. 1992. Assesment of water quality effects on fisheries. In: Ocean & Coastal Management, v. 18, n. 2-4, p. 221-230.

**Revistas Científicas existentes na biblioteca setorial da FURG****(20):**

1. Aquatic Environment Monitoring Report
2. Aquatic Environment Protection: Analytical Methods
3. Coastal Zone Management
4. Estuar. Coastal and Shelf Science
5. Envir. Manage. and Health
6. Envir. Research
7. Estuaries
8. Ecology
9. Ecological Applications
10. Journal Applied Ecol.
11. Journal of Aquatic Animal Health
12. Journal of Ecology
13. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering
14. Journal Coastal Resarch and Int.
15. Journal Exp. Mar. Biol. And Ecol.
16. Marine Pllution Bull.
17. Natural Resources and Development
18. Nature & Resouces
19. Ocean & Coastal Management
20. Ocean and Shoreline Manage

### **Livros (10):**

1. Diffusion of Contaminants in the Ocean
2. Ecology of Estuaries: Anthropogenic Effects
3. Environmental Risk: Identification and Manage.
4. Integrated Environmental Management
5. Inorganic Contaminants of Surface Water
6. Oceanic Processes in Marine Pollution
7. Organic Pollutants in Water
8. Waste in the Ocean: Nearshore waste disposal, v.6.
9. Waste in the Ocean: Industrial and Sewage Wastes in the Ocean
10. Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse.

### **Referências de terceiros externas selecionadas (30):**

1. ANTUNES, M. P. & CAMARA, A. 1992. HyperAIA. An integrated system for environmental impact assessment. *Journal of Environ. Manage.*, v. 35, n. 2, p. 93-111.

2. BARNARD, K. M. & GORDON, D. G. 1991. Sunken vessels and aircraft containing hazardous materials in Puget Sound. Report EPA910991021. PTI Environment Services, Bellevue, WA (U.S.A.). 132pp.

3. BEANLANDS, G. E. 1987. In situ contaminants and environmental assessment - an ecological summary. *In: Ecological Effects of in situ sediment contaminants* (Thomas, R.; Evans, R.; Hamilton, A.; Munawar, M.; Reynoldson, T.; Sadar, H. eds.), v. 149, p. 113-118.

4. BRIGONI, S. F. 1983. Estimativas da Qualidade do Ar na Cidade do Rio Grande - RS. XII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Camboriú, 20 a 25 de Novembro, 1983. 27pp.

5. CIRONE, P. & COCO, M. 1993. The lessons of Commencement Bay. A pioneering study in Puget Sound helped advance ecological risk assessment. *EPA Journal*, v. 19, n. 1, p. 33-34. U.S. EPA, Reg. n.10.

6. COLLIER, T. K. 1994. Remediation of contaminated subtidal sediments: How do we proceed? 3rd. International Marine Biotechnology Conference: Program, Abstracts and List of Participants. International Advisory Comm. of the Int. Marine Biotechnology Conference 1994, Tromsø, Norway, Tromsø University, p. 85.

7. DI GERONIMO, I.; GIACCONE, G.; SCAMMACCA, B.; SORTINO, M.; GERACI, R.M.; and ROSSO, A. 1992. Procedure for the evaluation of discharge projects in marine environment (waste waters filtered or not). Progress in Mediterranean Oceanography, Perpignan, France, Oct. 1990. *Bull. Institut. Oceanographique* (Mus. Oceanographique), v. SI, n. 11, p. 271-288.

8. ECONOMIC COMM. FOR EUROPE (UN). 1992. Methods and techniques for prediction of environmental impact. ECE/ENVWA-21, 68 pp.

9. GHOBRIAL, F. 1986. Environmental impact assessment of dredging a navigation channel in Kuwait waters. *Annu. Res. Rep. Kuwait Inst. Sci. Res.*, p. 128-130.

10. GREEN, H.; HUNTER, C.; and MOORE, B. 1989. Assessing the environmental impact of tourism development: The use of the Delphi technique. *Int. J. Environ. Stud.*, v. 35, n. 1-2, p. 51-62.

11. HARWELL, M. A.; COOPER, W.; FLAAK, R. 1992. Prioritizing ecological and human welfare risks from environmental stresses. *Environ. Manage.*, v. 16, n. 4, p. 451-464.

12.HJELMAR, O; HANSEN, E. A.; ANDERSEN, K. J. ; and BJOERNESTAD, E. 1994. An approach to the assessment of the environmental impacts of marine applications of municipal solid waste combustion residues. Environmental aspects of construction with waste materials, International Conference on Environmental Implications of Construction Materials and Technology Developments, Maastricht (The Netherlands), 1-3 Jun 1994, *Elsevier Science B. V.*, p. 137-160.

13.HUGHEY, K. F. D. 1987. Wetland Birds. Aquatic Biology and Hydroelectric Power Development in New Zealand (Henriques, P. R. ed.), p. 264-275.

14.JONGE, V. N. 1983. Relations between annual dredging activities, suspended matter concentrations, and the development of the tidal regime in the EMS Estuary. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* , v. 40 (Suppl. 1), p. 289-300

15.KELLY, J. M. 1992. Transport of non-native organisms in ballast sediments: An investigation of woodchip ships entering Washington state waters. *Northwest-Environ. Journal*, v.8, n. 1, p. 159-160.

16.KENNEDY, A. J. & ROSS, W. A. 1992. An approach to integrate impact scoping with environmental impact assessment. *Environ. Manage.*, v. 16, n. 4, p. 475-484.

17.KIRK, R. M. 1992. Artificial beach growth for breakwater protection at the Port of Timaru, east coast, South Island, New Zealand. *Coastal Engineering*, v. 17, p. 227-251.

18.KNATZ, G. & WEBBER, B. 1991. Environmental assessment in the PRC: Third phase of the Qinhuangdao coal port. *Cast. Manage.*, v. 19, n. 3, p. 343-356.

19.LEIBOWITZ, S. G.; ABBRUZZESE, B.; ADAMUS, P. R.; HUGHES, L. E.; and IRISH, J. T. 1992. Synoptic approach to cumulative impact assessment. A proposed methodology. Corvallis Environmental Research Lab., Oregon, U.S.A., 138 pp.

20.MALE, J. W. & CULLINANE, M. J. JR. 1988. Procedure for managing contaminated dredged material. *Journal of waterway Port Coast Ocean Eng.*, v. 114, n. 5, p. 545-564.

21.MUELLER, C.; MUNNS, W. R.; COBB, D. J.;and PETROCELLI, E. A.; PERSH, G. G. 1992. Standart operating procedures and field methods used for conducting ecological risk assessment case studies. Naval Construction Battalion Center, Davisville Rhode Island, and naval Shipyard, Portsmouth, Kittery, Maine. Report No. NRAD-TD-2296, 481 pp.

22.MUNAWAR, M.; NORWOOD, W. P.; and MCCARTHY, L. H.1991. A method for evaluating the impact of navigationally induced suspended sediments from the upper Great Lakes connecting channels on the primary productivity. In: **Environmental assessment and habitat evaluation of the upper Great Lakes connecting channels** (Munawar, M.; Edsall, T. eds.), v. 219, p. 325-332.

23. NEW BRUNSWICK DEP. OF THE ENVIRONMENT (Fredericton, Canada). 1992. Draft guidelines for an environmental impact assessment proposed Kraft Pulp and paper Mill landfill site. Report of the New Brunswick Dep. of the Environment, 30 pp.

24. PATERSON, S. 1993. Two phase development in Peterhead Bay Harbour. Dock-Harbour-Auth. v. 74, n. 843, p. 62. Peterhead Bay Authority, Scotland, UK.

25. RODIER, D. & NORTON, S. 1992. Framework for Ecological Risk Assessment. Ecol. Res. Ser. U.S. Environ. Prot. Agency, 59 pp.

26. SHINN, E. A.; DUSTAN, P.; KINDINGER, J. L.; LIDZ, B. H.; and HUDSON, J. H. 1990. Diving for Science 1990. Proceedings of the American Academy of Underwater Sciences, Tenth Annual Scientific Diving Symposium, October 4-7, 1990, University of South Florida, St. Petersburg, Florida (Jaap, W. C. ed.), p. 323-326.

27. UNDERWOOD, A. J. 1994. On beyond BACI: Sampling designs that might reliably detect environmental disturbances. *Ecol. Appl.*, v. 4, n. 1, p. 3-15.

28. UNEP. 1991. Environmental impact assessment: Sewage treatment plant for Port Said. UNEP Oceans and Coastal Areas Programme, Nairobi, Kenya. UNEP Reg. Seas Rep. Stud., n. 133, 38 pp.

29. VOS, C. C. & OPDOM, P. 1993. Landscape ecology of a stressed environment. *Landscape Stud.* Landscape Ecology, New York, NY, USA, Chapman and Hall, 310pp.

30. WILSON, C. K. 1991. Assessment of the Environmental impacts from the discharge of bilge water in the Norfolk Naval Station harbor. Master Thesis (AD-A241 314/4/GAR) of Pennsylvania State University, University Park, U.S.A. 83pp.

## Documentos (10)

1.- Contrato de arrendamento assinado entre o DEPRC e a BRASCON, regendo a utilização de áreas descobertas no pátio interno, interior do gradil de fechamento do porto de Rio Grande, para a movimentação de contêineres.

2 - Guias latinoamericanas sobre instalaciones de recepcion en puerto y su relacion con el convenio MARPOL 73/78.

3 - Lei de Modernização dos Portos. Lei no. 8.630, de 25 de fevereiro de 1993.

4 - Leis municipais de Rio Grande no. 4.116 e 4.470, de 03 de novembro de 1986 e 21 de fevereiro de 1990, respectivamente.

5.- Parecer Técnico sobre as áreas de despejo da dragagem relativa ao Edital No. 006-C/94 - DEPREC, conforme solicitação da FEPAM, Of FEPAM/DECONT 2574/95.

6.- Plano de Zoneamento das áreas do Porto Organizado do Rio Grande. Departamento Estadual de Portos, Rios e Canais. Administração do Porto de Rio Grande.

7.- Política Estadual de Recursos Hídricos. Lei No. 10.350 de 30 de dezembro de 1994.

8 - Projeto de Lei da Câmara Federal no. 37 de 1996, que dispõe sobre a prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de petróleo e seus derivados e outras substâncias nocivas em meio hídrico.

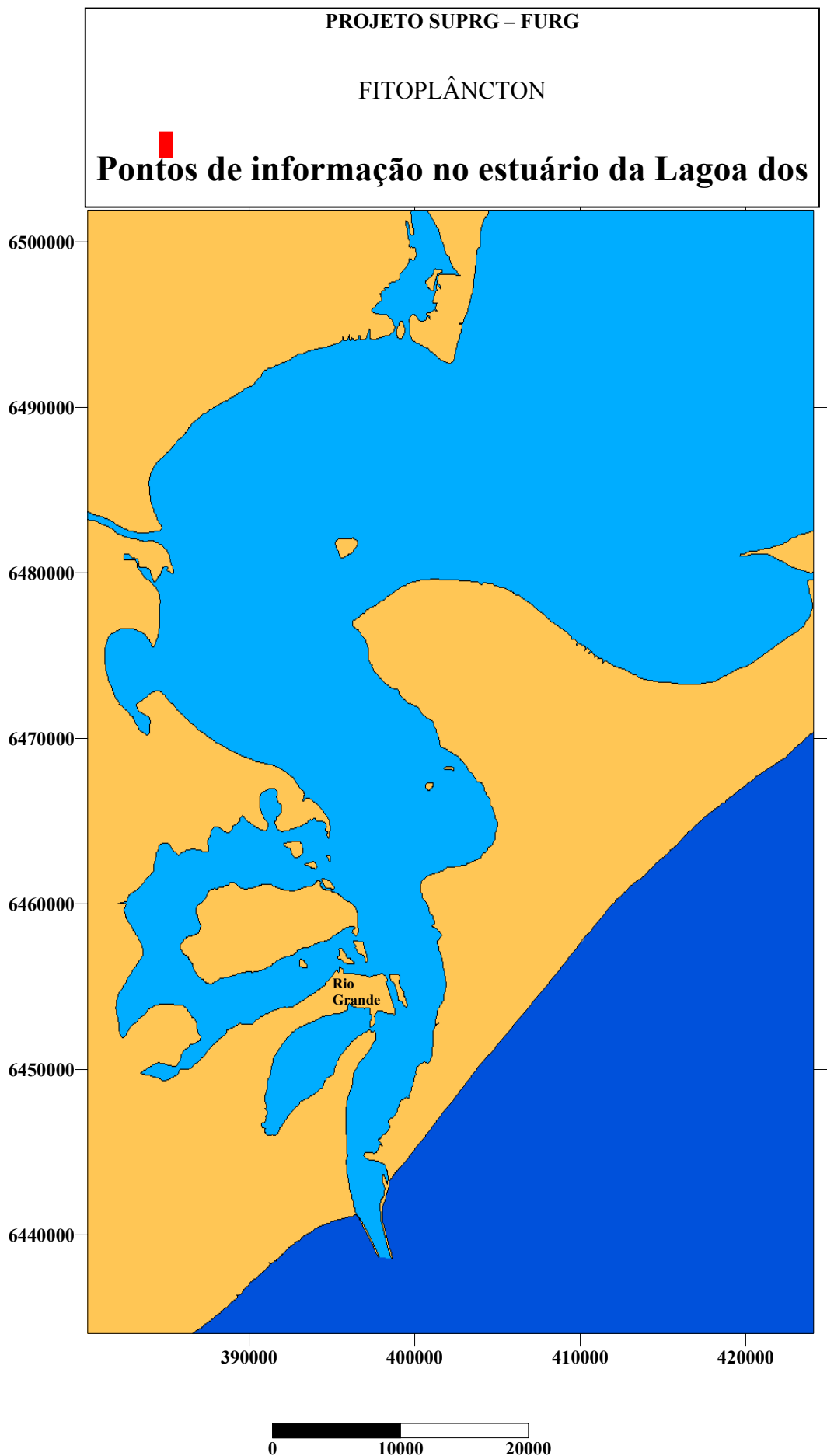
9 - Proposta de enquadramento dos recursos hídricos da parte sul da Lagoa dos Patos - FEPAM, 1993.

10.- Protocolo Judicial de acordo e cooperação celebrado entre o Ministério Público da Comarca de Rio Grande e o Departamento Estadual de Portos, Rios e Canais - DEPRC - Administração do Porto de Rio Grande. Termos de Referência para administração do Protocolo.

## **APÊNDICE C**

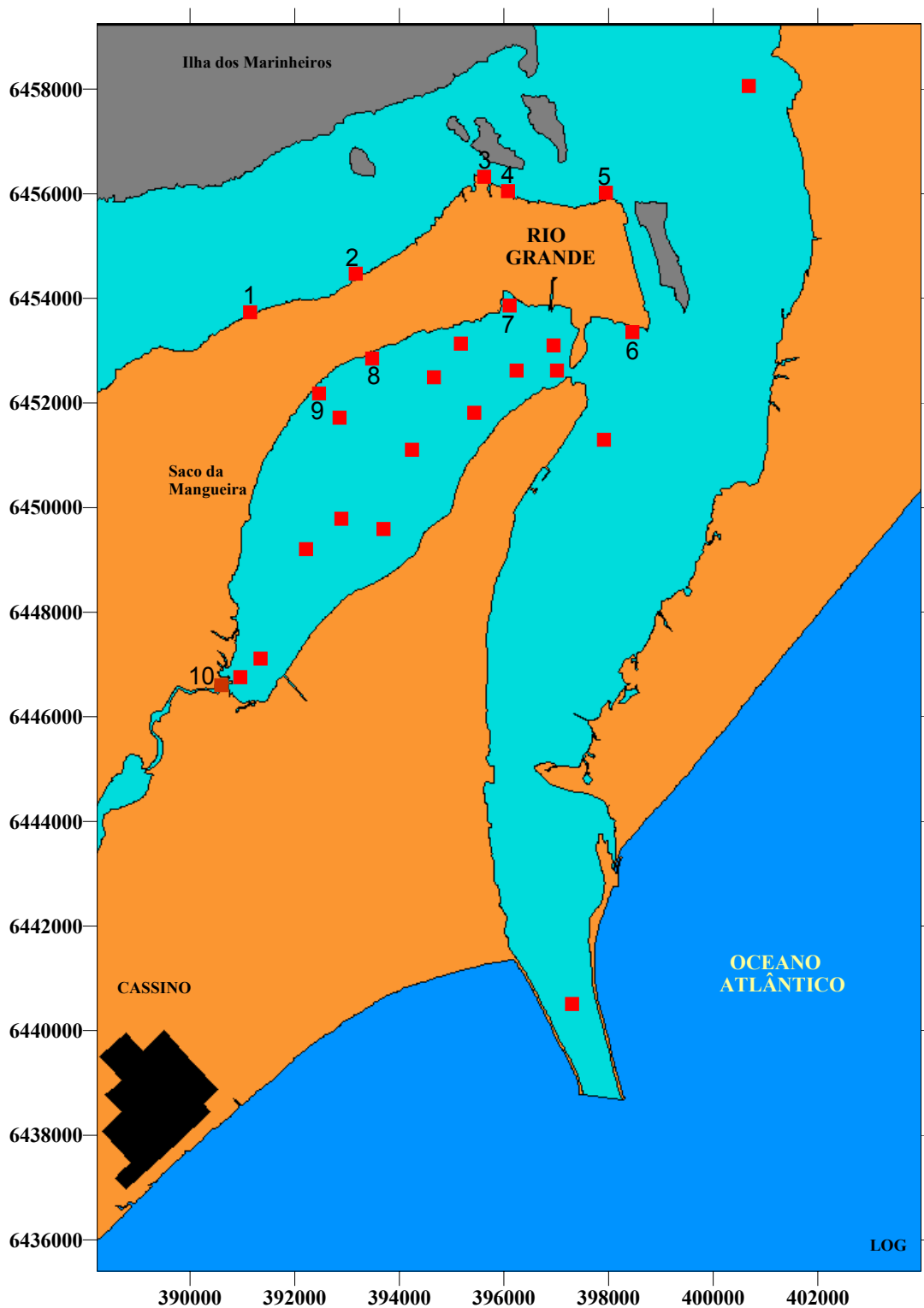


**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS INFORMAÇÕES NO  
ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS**



### PROJETO SUPRG - FURG FITOPLÂNCTON

■ Pontos de informação no estuário da Lagoa dos Patos



PROJETO SUPRG - FURG

ZOOPLÂNCTON

▲ Pontos de informação no estuário da Lagoa dos Patos

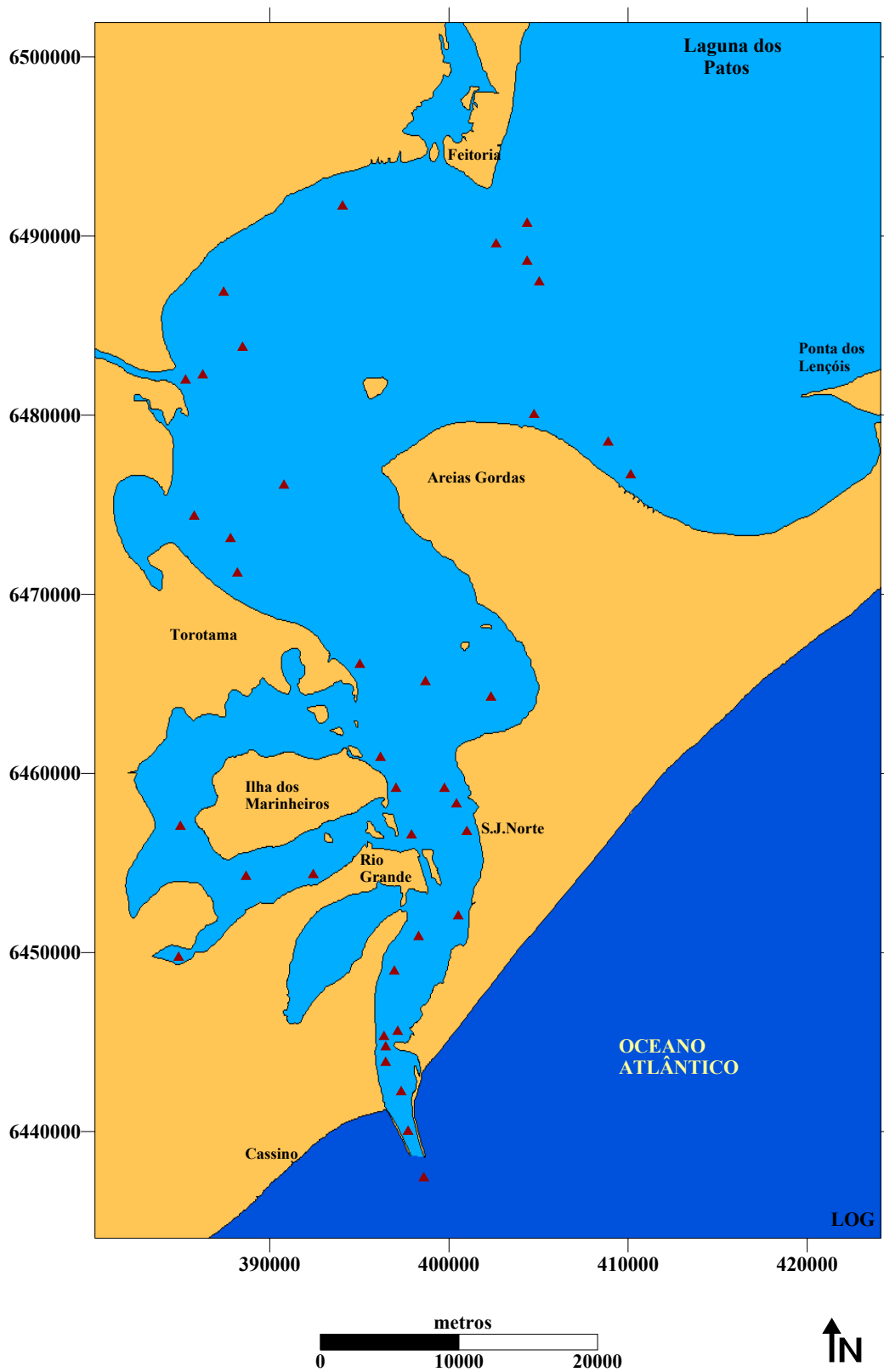


Figura 1: Pontos de informação no estuário da Lagoa dos Patos.

### PROJETO SUPRG - FURG ZOOPLÂNCTON

▲ Pontos de informação no estuário da Lagoa dos Patos

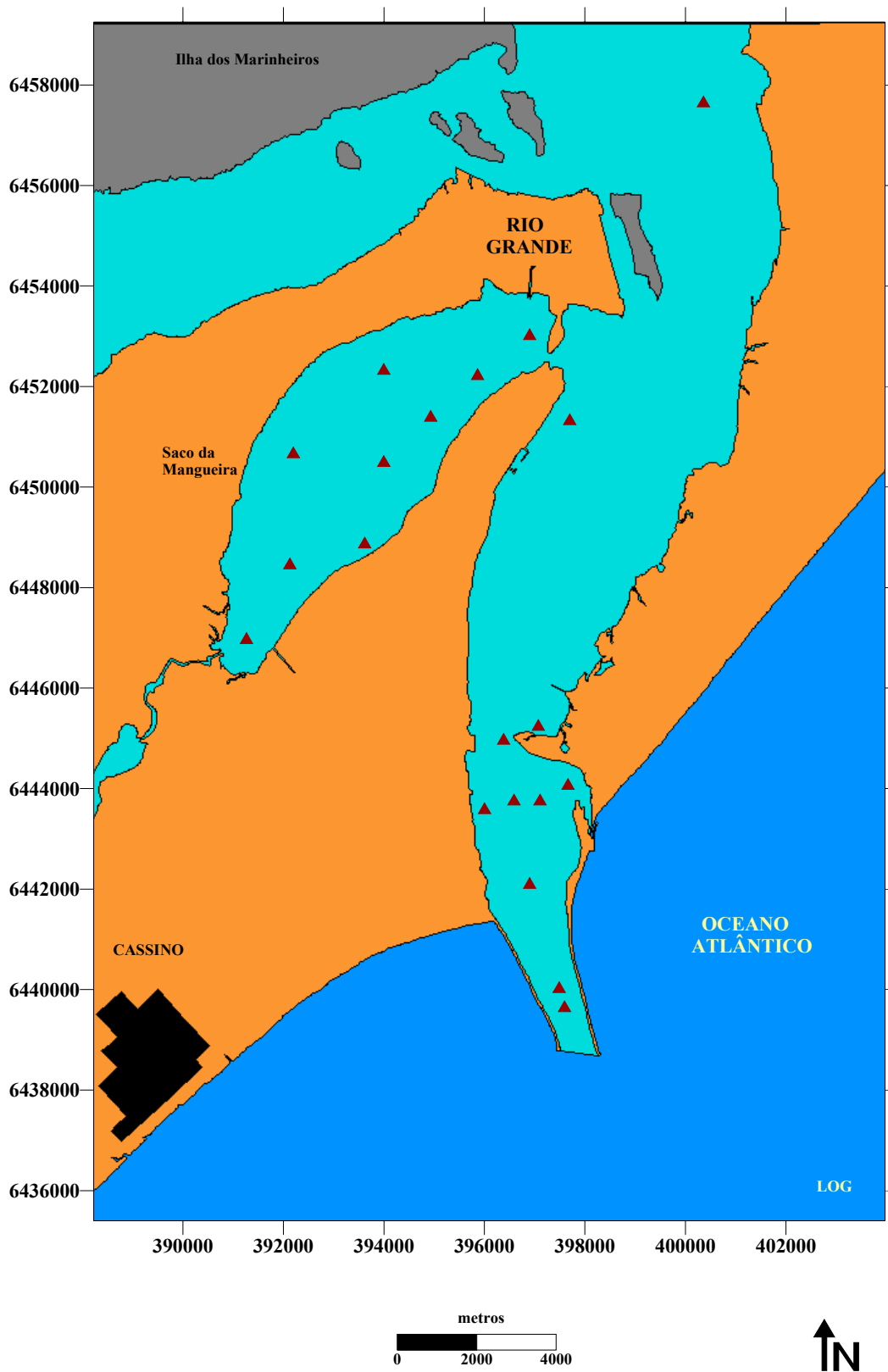
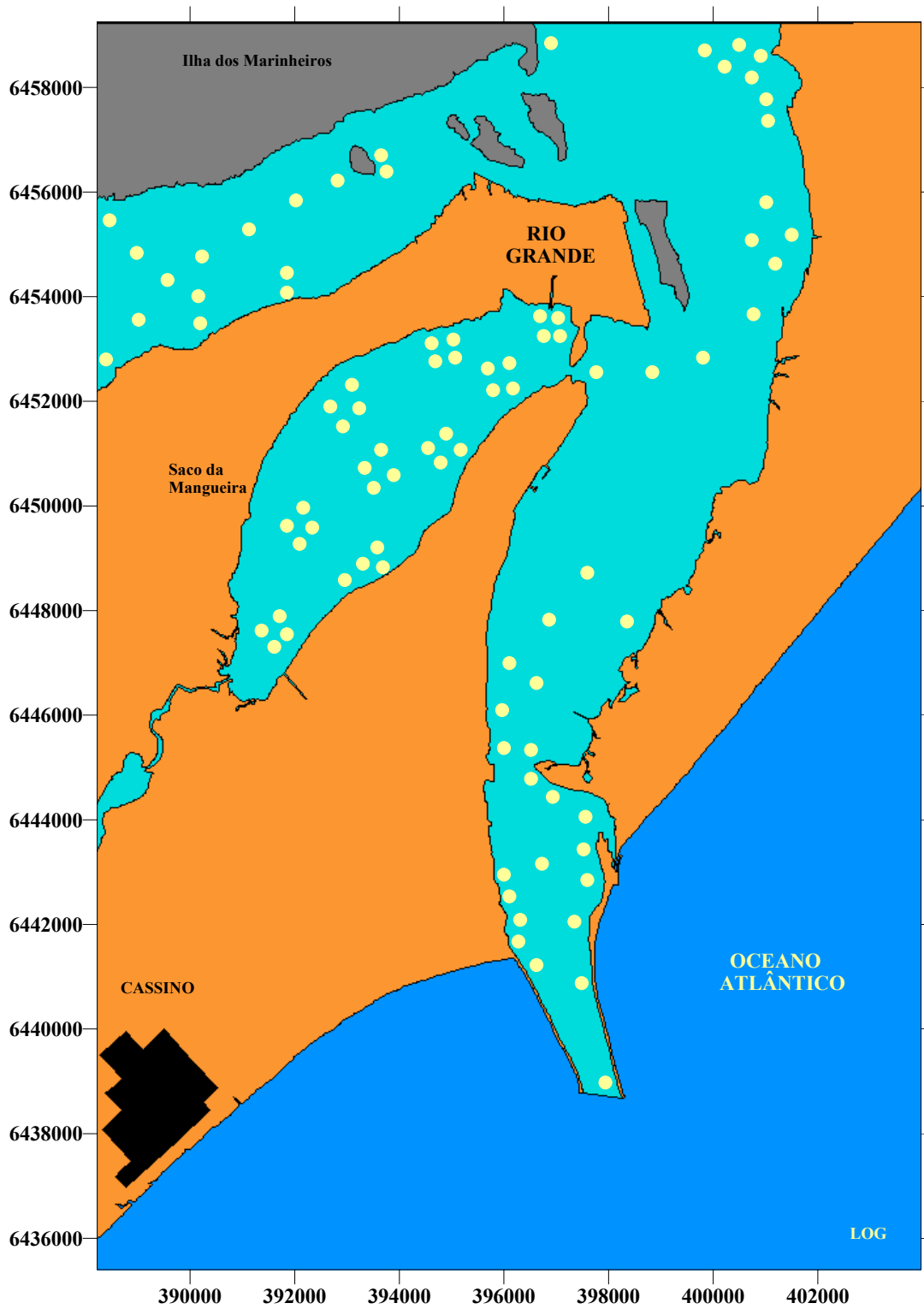


Figura 2: Pontos de informação no estuário da Lagoa dos Patos.

### PROJETO SUPRG - FURG BENTOS

● Pontos de informação no estuário da Lagoa dos Patos



### PROJETO SUPRG-FURG VEGETAÇÃO

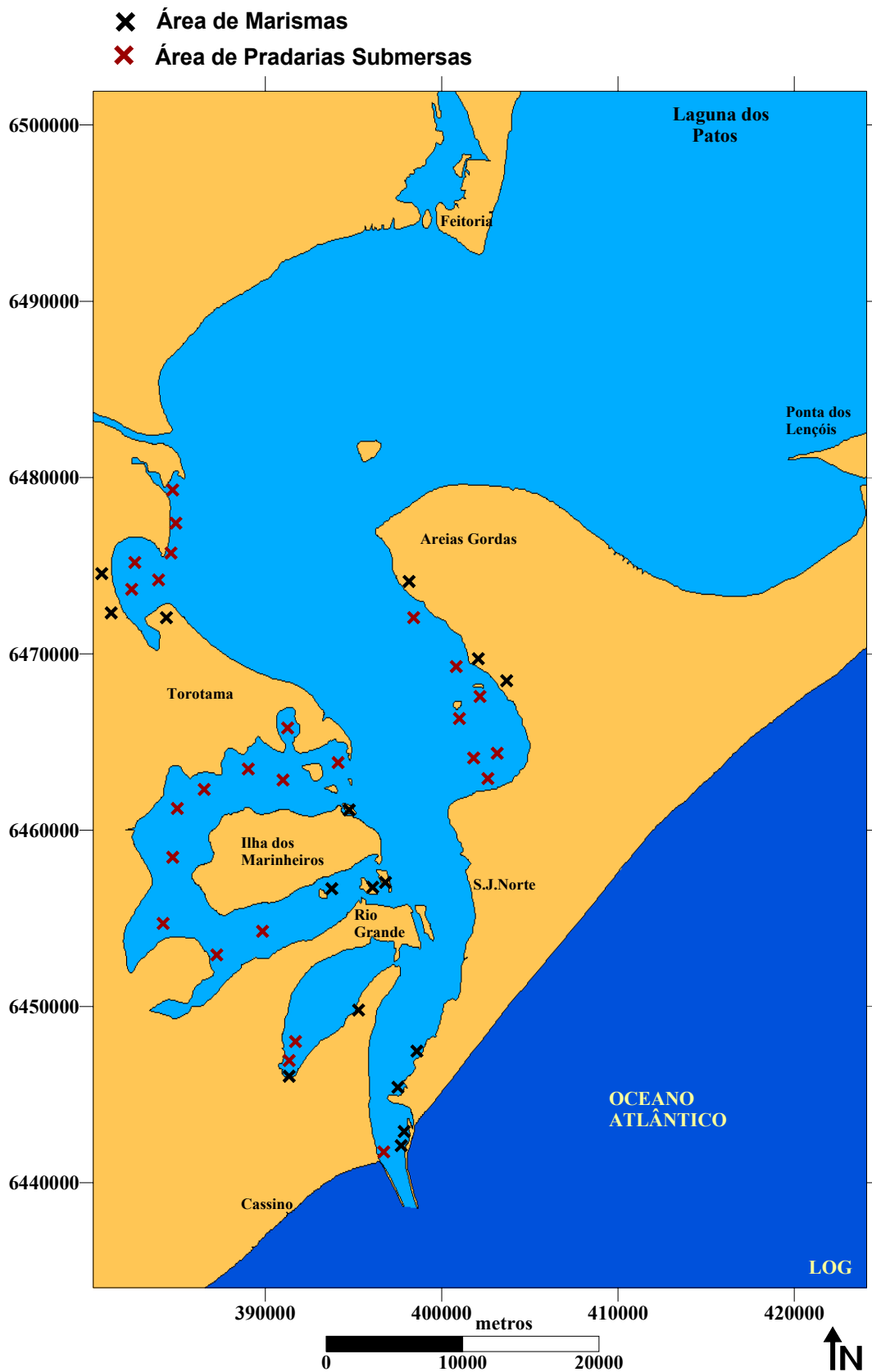
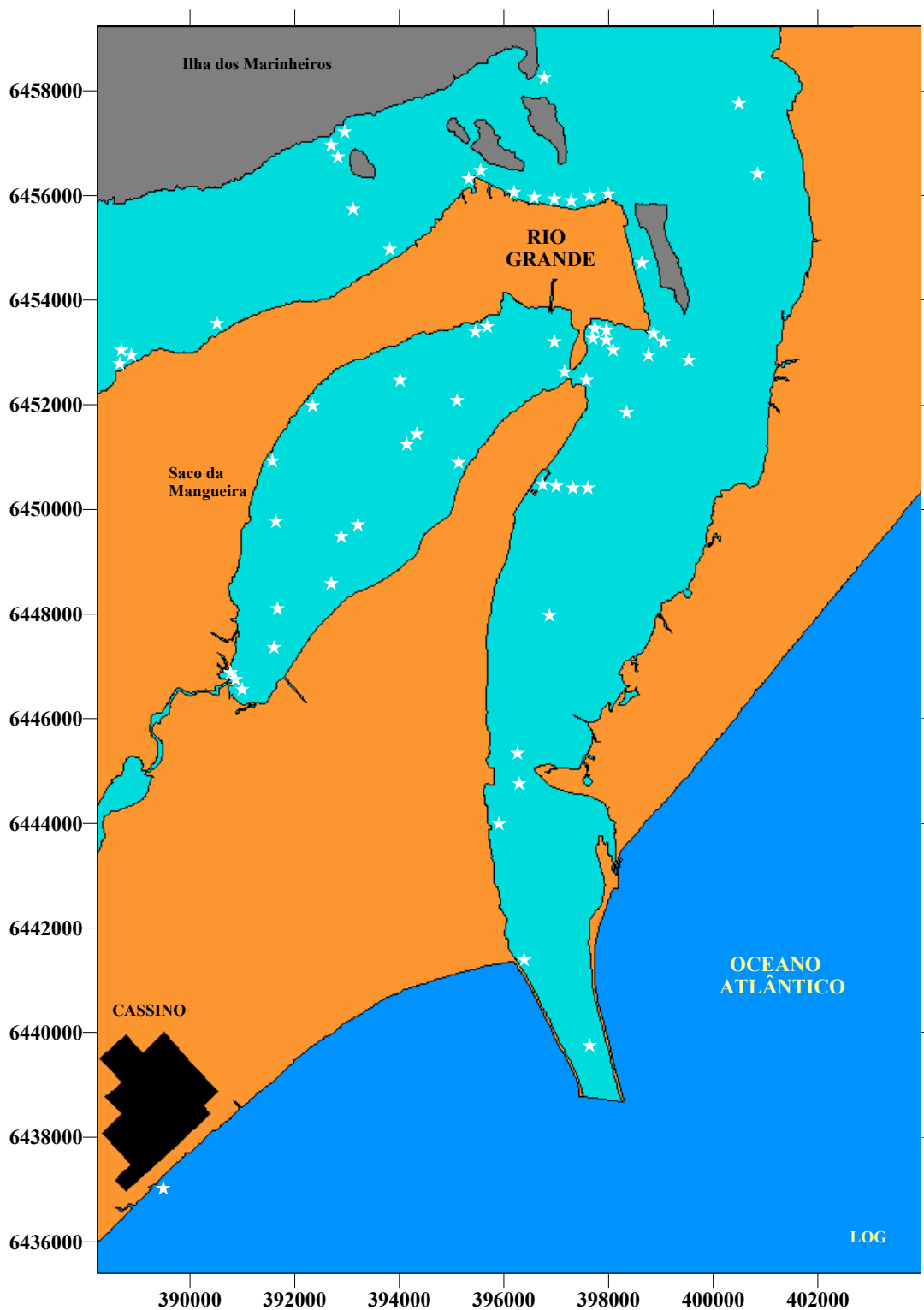


Figura 6. Localização das áreas onde foram desenvolvidos estudos anteriores sobre as marismas (preto) e fundos de plantas submersas (vermelho) no estuário da Lagoa dos Patos (veja texto).

# PROJETO SUPRG - FURG HIDROQUÍMICA

☆ Pontos de informação no estuário da Lagoa dos Patos





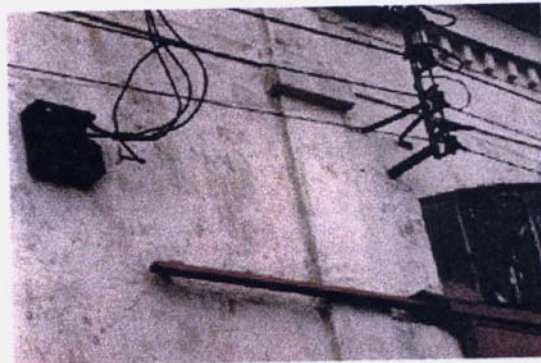
## **APÊNDICE D**

## **DEFICIÊNCIAS NA INFRAESTRUTURA**

FIGURAS 1, 2, 3 e 4. DEFICIÊNCIAS NO CALÇAMENTO INTERNO DO PORTO VELHO E PORTO NOVO.



FIGURAS 5 e 6. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PRECÁRIAS.



FIGURAS 7 e 8. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PRECÁRIAS.





FIGURAS 9, 10 e 11. ESTRUTURAS PORTUÁRIAS INOPERANTES.



FIGURAS 12, 13 e 14. ESTRUTURAS PORTUÁRIAS INOPERANTES.



FIGURAS 15, 16 e 17. ESTRUTURAS PORTUÁRIAS INOPERANTES.



FIGURAS 18, 19 e 20. ESTRUTURAS PORTUÁRIAS INOPERANTES.





FIGURAS 21, 22 e 23. PRÉDIOS.



FIGURAS 24, 25. VEÍCULOS EM CONDIÇÕES PRECÁRIAS DE  
MANUTENÇÃO.

