



Fundação Universidade Federal do Rio Grande

Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica

**Subsídios Técnicos para o Estabelecimento de um Plano de
Gerenciamento Ambiental Integrado do Processo de Dragagem do Porto
de Rio Grande - RS**

Oc. Flavia Cristina Granato

Dissertação apresentada para a obtenção do
título de Mestre em Oceanografia Física,
Química e Geológica

Orientador Prof. Dr. Milton Lafourcade Asmus

Rio Grande – RS

Setembro de 2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Dedico este trabalho aos meus pais, Dante e Vera Granato,
pelo apoio e carinho que sempre tive em todos os momentos.

Agradecimentos

Agradeço ao Dr. Milton L. Asmus por toda a paciência, apoio e orientação durante a realização deste trabalho.

Agradeço a todos os laboratórios envolvidos no monitoramento ambiental da dragagem do Porto de Rio Grande (período 2003 e 2004), por todos os dados que foram gerados por eles e estão apresentados nesta dissertação.

A todos os meus colegas de laboratório que sempre me incentivaram a desenvolver este trabalho.

Aos professores e colegas de mestrado que me acompanharam durante todo o período do curso.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado.

Agradecimento especial a minha família por todo o incentivo, apoio, amor e paciência dedicados ao longo destes anos.

SUMÁRIO

● 1. INTRODUÇÃO.....	1
● 2. METODOLOGIA.....	6
● 3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	7
● 4. LEGISLAÇÃO PERTINENTE.....	20
● 5. PORTO DE RIO GRANDE.....	27
● 6. DRAGAGEM.....	35
● 7. MONITORAMENTO AMBIENTAL.....	54
● 8. MONITORAMENTO AMBIENTAL DA OPERAÇÃO DE DRAGAGEM PARA O PORTO DE RIO GRANDE.....	58
● 8.1 Composição e qualidade do sedimento.....	65
● 8.2 Pluma de turbidez.....	76
● 8.3 Fitoplâncton.....	80
● 8.4 Zooplâncton.....	87
● 8.5 Macroinvertebrados bentônicos.....	92
● 8.6 Qualidade da água.....	98
● 9. AÇÕES DE MANEJO.....	111
● 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
● ANEXOS	

RESUMO

O Porto de Rio Grande – RS - está localizado no estuário da Lagoa dos Patos, um ecossistema que se destaca pela sua importância ecológica e sócio-econômica. Em Rio Grande é realizada a dragagem de manutenção, em média a cada 2 (dois) anos, que consiste na retirada do material sedimentar depositado recentemente, com a finalidade de manter a profundidade do canal propiciando a movimentação de embarcações de vários tamanhos (Bray, et al., 1997).

As operações de dragagem implicam em geração de impactos ambientais diretos e indiretos, causados pela operação propriamente dita e pela deposição do material dragado. Estes impactos acarretam uma série de efeitos secundários que tendem a afetar outros segmentos sociais e econômicos como, por exemplo, a pesca e o turismo.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma análise crítica sobre os dados técnicos levantados durante o monitoramento ambiental da dragagem de manutenção na região estuarina-portuária de Rio Grande, que foi compreendida no período entre junho de 2003 e setembro de 2004, com vistas a gerar subsídios técnicos para a gestão ambiental integrada desta atividade para o Porto de Rio Grande, RS. O período de acompanhamento foi efetuado antes, durante e depois da operação de dragagem que envolveu um total de aproximadamente 2.900.000m³ de sedimento dragado.

Para isso foi realizada análise documental e bibliográfica, consulta a legislação pertinente sobre o tema, consulta aos agentes que integraram o monitoramento ambiental da dragagem como a empresa responsável pela obra (Dragaport), demais laboratórios envolvidos nesta operação e assessoria ambiental do Porto (assessor ambiental). Interação direta (vivência) durante todo o processo que compôs o monitoramento ambiental desta atividade, atuando como gerente técnico-administrativa. E posteriormente a compilação e análise crítica das informações geradas para sugerir ações de manejo para esta atividade de dragagem. A partir desta análise críticas dos dados ambientais do monitoramento propomos ações de manejo para serem tomadas previamente a dragagem, durante esta operação e posterior a essa atividade.

1. INTRODUÇÃO

Os portos brasileiros são considerados como um dos fatores de maior risco ambiental na zona costeira, tendo em vista que agregam atividades potencialmente impactantes, tanto do ponto de vista operacional, quanto pelas atividades de expansão ou implantação de novos sítios portuários (PNMA, 1996). Um porto pode ser interpretado como um sistema, ou seja, é constituído por diversas partes, que atuam juntas para um propósito comum, e pode ser representado através da sua estrutura (componentes) e dinâmica (fluxos entre os componentes) (Kitzmann, 2000).

Historicamente, os portos têm ocupado os centros econômicos e urbanos das nações litorâneas. Com o passar do tempo, ocorreram mudanças na economia global, avanços na tecnologia e uma percepção de que o meio ambiente foi profundamente alterado, em virtude da natureza das atividades portuárias e a sua relação com a comunidade e a região (Porto e Teixeira, 2002). Entende-se porto como um sistema que consiste em um 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). 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.

Muitos administradores dos portos modernos estão conscientes de que, além de manobrar navios e cargas, eles estão desenvolvendo oportunidades de serviços complementares, diversificando suas atividades para atrair novos clientes. Como tal, pode ser considerado que as indústrias do porto constituem um único grande complexo, comportando um expressivo potencial para impactos ambientais na costa, no oceano e na atmosfera. Neste contexto, muitas áreas portuárias agora exibem trabalhos ambientais (Wooldridge *et al.*, 1999). Entretanto, a sustentabilidade das atividades do porto, somente pode ser atingida tendo protocolos de manejo efetivos, que integrem as áreas sócio-econômicas, legal, técnica e ambiental dentro do qual o porto moderno deve funcionar.

Reconhecendo o fato de que o maior desafio que permeia o espaço que existe entre a política ambiental e a atual proteção ambiental é a implementação do plano, o papel da ciência baseado em procedimentos de monitoramento é criticamente importante para a execução das responsabilidades ambientais. As respostas apropriadas aos desafios ambientais das atividades e operações portuárias, somente serão alcançadas a partir do entendimento científico das complexas interações do meio, envolvendo e identificando determinantes, pelos quais a qualidade ambiental pode ser avaliada. Adequados legalmente e cientificamente, os critérios podem ser as metas para a proteção ambiental, por prover meios e padrões de referência. Aprovados e aceitos os critérios científicos, estes podem servir como unidades comuns para os freqüentes debates entre conservação e lucro, legislação e complacência (Wooldridge *et al.*, 1999). A reestruturação em andamento das Autoridades Portuárias, responsáveis pelos portos organizados, abre um espaço para a inserção definitiva da questão ambiental na atividade portuária (Porto e Teixeira, 2002).

A expansão das atividades portuárias geralmente requer significativas alterações no meio ambiente, seja através de dragagens e disposição de materiais (resíduos), assim como pelas próprias operações, que têm potencial de impactar a qualidade do ar, solo e recursos hídricos. Mais recentemente, os portos têm estado mais conscientes da sua responsabilidade em preservar, proteger e limpar o ambiente em que estão inseridos. Estão fazendo isto por razões econômicas, ecológicas, estéticas (paisagísticas) e de segurança, para melhorar a integração e a compatibilidade com a comunidade adjacente. Muitas autoridades portuárias têm começado a tomar medidas urgentes para remediar áreas contaminadas e prevenir futuros acidentes relacionados à poluição, empregando métodos, tecnologias e práticas de manejo, que melhor se adaptem ao desenvolvimento do porto e que minimizem os impactos negativos para com o ambiente e comunidade a sua volta (APPA, 1998).

Há a tendência de agravamento desta situação, devido ao incremento do setor portuário nacional, decorrente das reformas implementadas através da Lei de Modernização dos Portos (Lei nº 8.630/1993). Esta lei alterou profundamente o regime jurídico e administrativo dos portos e a relação entre capital e trabalho, com o objetivo de melhorar a competitividade, produtividade e eficiência do setor, caracterizando o que Bussinger (1998) definiu como o “novo modelo portuário brasileiro”.

Este contexto de reformas e mudanças, que inicialmente não previu a gestão ambiental no processo, propiciou o espaço para o setor público, agora um regulador do sistema, buscar a inserção da variável ambiental na atividade portuária, através da definição de políticas públicas específicas, a partir das atividades voltadas para o gerenciamento costeiro.

Os principais atores envolvidos no processo de formulação e/ou implementação dessas políticas são o Ministério do Meio Ambiente (Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos), através do Programa de Gerenciamento Costeiro e Oceânico – GERCOM e do Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO)¹; Marinha do Brasil (Comissão Interministerial pra os Recursos do Mar – CIRM) e o Ministério dos Transportes (através da Agência Nacional de Transporte Aquaviário – ANTAQ, criada em 2001).

Os principais instrumentos de políticas públicas existentes para o estabelecimento da gestão ambiental portuária são a Agenda Ambiental Portuária e o marco jurídico nacional pertinente ao tema. A Agenda é a principal política governamental para a gestão ambiental no setor portuário.

O Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO) preparou a Agenda Ambiental Portuária, aprovada no âmbito da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), que prevê a adequação do setor portuário aos parâmetros ambientais vigentes no país, estabelecendo mecanismos que possibilitem o acompanhamento e o cumprimento das normas de preservação ambientais, em todos os portos públicos e terminais portuários privados (CIRM, 1998). Recomenda ainda, que tais mecanismos estejam inseridos em um plano de gerenciamento costeiro integrado.

A principal preocupação quanto à questão ambiental nos portos é com os elementos poluentes e com os efeitos da poluição nesses ambientes. Nem toda atividade portuária que trabalha com elementos poluentes deve produzir poluição. Uma atividade sustentável sob esse aspecto atua sem agredir o meio ambiente ou o faz raramente e acidentalmente. Mas o conseqüente trânsito de substâncias potencialmente poluentes pelo porto determina que a

¹ Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro – GI-GERCO, inserido na estrutura da CIRM, com a missão de "promover a articulação das ações federais incidentes na Zona Costeira, a partir da aprovação dos planos de ação federal".

atividade seja tratada dentro do conceito de risco. Contudo, não são somente os riscos e a poluição fatores a serem tratados. A intervenção no meio ambiente, na sua natureza e extensão, pela atividade portuária, como as dragagens, é outra área de atuação, dentro de um conceito mais amplo, que engloba a alteração ou modificação do meio, com perda da qualidade dos recursos naturais (Porto e Teixeira, 2002).

A dragagem consiste na retirada de um terreno natural sob a lâmina d'água, para dar lugar, ou não, a outro solo importado. Quando não há substituição por outro solo, a dragagem tem a função de retirar obstáculos para a passagem de embarcações ou para atracação das mesmas. Servem para implantar canais de acesso aos portos, bacias de evolução e zonas de atracação, assim como manter a profundidade do canal ao longo da vida útil do porto. A dragagem de manutenção é necessária para retirar material decorrente de assoreamento (Porto e Teixeira, 2002).

No entanto, apesar do avanço da concepção da necessidade de uma dragagem com sustentabilidade ambiental, não existe um modelo de gestão ambiental adequado e devidamente testado para tratar problemas ambientais relativos a dragagens em áreas portuárias. Os problemas associados a ela não são analisados (caracterizados) em todos os seus aspectos ecológicos, econômicos, sociais e legais, além de não serem entendidos como um processo dinâmico no sistema portuário. Ao contrário, os problemas são vistos de maneira fragmentada e as propostas de sua gestão não possuem um caráter integrado. No aspecto legal, a legislação relacionada é inexistente, inadequada ou mal interpretada. Pessoas envolvidas com a gestão não possuem uma formação adequada. Como não há uma clara definição do procedimento de gestão dos problemas ambientais relacionados à dragagem, é necessário definir o que deve ser feito, porque, como, quando, quem e com que base legal. Com base neste contexto, este projeto pretende trabalhar um modelo de gestão de soluções para o processo de dragagem, utilizando como estudo de caso o Porto de Rio Grande, RS.

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver uma análise crítica sobre os dados técnicos levantados durante o monitoramento ambiental da dragagem na região estuarina-portuária de Rio Grande com vistas a gerar subsídios para a gestão ambiental integrada da operação de dragagem de manutenção para o Porto de Rio Grande, RS.

Objetivos Específicos

- (1) Caracterizar o processo de dragagem realizado no Porto de Rio Grande a partir de um enfoque integrado;
- (2) Identificar/definir diretrizes de gestão aplicadas ao Gerenciamento Ambiental da Dragagem (GAD);
- (3) Propor ações para a implementação do GAD no Porto de Rio Grande a partir da análise realizada;
- (4) Propor ações de manejo nas fases específicas do processo de dragagem para o Porto de Rio Grande;
- (5) Avaliar a aplicabilidade da proposta do GAD na gestão ambiental integrada do Porto de Rio Grande.

2. METODOLOGIA

A análise documental e bibliográfica consistiu na leitura de relatórios técnicos direcionados a dragagens em outras localidades, consulta a planos de manejo não somente sobre esta atividade como para outros problemas portuários que integrem a visão de gerenciamento costeiro.

Consulta a legislação pertinente sobre o tema. A criação de um trabalho inicial que contenha base legal emerge na literatura como fundamental para o sucesso e a própria sustentabilidade do projeto. Estes vínculos estabelecem de forma clara os direitos, as responsabilidades e as possíveis limitações dos tomadores de decisão. A legislação e as políticas para realizar o co-gerenciamento estão embutidas em uma ampla rede de leis, políticas e procedimentos administrativos tanto a nível nacional como local (Pomeroy & Berkes, 1997).

A harmonização das leis oriundas dos diversos níveis desde as internacionais, nacionais e locais deverá ter um caráter de complementação e não de contradição, provavelmente influenciando a implementação das políticas. As leis regulamentam os usos dos recursos costeiros como o desenvolvimento do litoral. A efetiva compreensão e execução das leis estão intimamente dependentes em como as próprias leis e os processos envolvidos na sua formulação são percebidos (McCay & Jentoft, 1996).

Consulta aos agentes que integraram o monitoramento ambiental da dragagem. Estes agentes constituem-se da: empresa responsável pela obra de dragagem (Dragaport), demais laboratórios envolvidos nesta operação e assessoria ambiental do Porto (assessor ambiental).

Interação direta (vivência) durante todo o processo que compôs o monitoramento ambiental da operação de dragagem, atuando como gerente técnico-administrativa.

Compilação e análise crítica das informações geradas para sugerir ações de manejo para esta atividade de dragagem

3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Lagoa dos Patos e seus entornos, particularmente o estuário e águas adjacentes, destacam-se entre as regiões costeiras do Atlântico Sudoeste pela sua importância ecológica (zona de produção biológica e biodiversidade) e sócio-econômica (atividades portuárias, industriais, agrícolas, pesqueiras e turísticas). Historicamente, as demandas sócio-econômicas tendem a colidir com os interesses de preservação ecológica e o incremento das atividades humanas ameaçam a qualidade da Lagoa dos Patos, estuário e costa. Por isso, se faz necessário um uso sustentável e racional destes entornos, para evitar conflitos.

O município de Rio Grande está localizado na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, 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 uma área de 3.338,335 km². Limita-se ao Norte com o município de Pelotas e a Lagoa 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.

O Porto de Rio Grande está localizado no baixo estuário da Lagoa dos Patos (o estuário é delimitado pela área compreendida entre a barra de Rio Grande e uma linha imaginária, unindo extremidade leste da ilha da Feitoria à Ponta dos Lençóis) (Figura 3.1). Os dois principais ambientes estuarinos são constituídos por baías costeiras rasas e protegidas, e pelo corpo de água central aberto e profundo do estuário (Bonilha e Asmus, 1994). A área estuarina no sul da Lagoa é de 971 Km², na qual existe uma troca de água com o Oceano Atlântico, através de um canal com 20 Km de comprimento e 0,5-3 Km de largura. A atividade de dragagem tem se concentrado no Canal de Acesso e nos portos marginais desde 1833 (Fonte: Superintendência do Porto de Rio Grande).

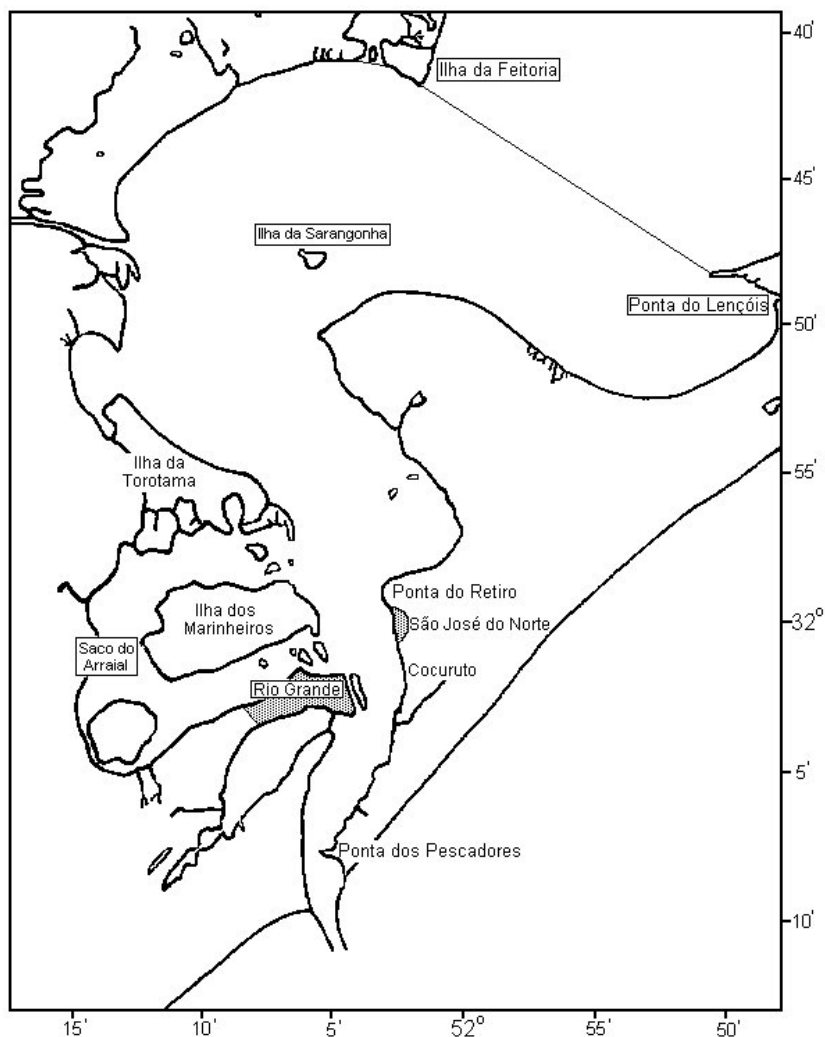


Figura 2.1: Localização do estuário da Lagoa dos Patos.

As áreas e setores portuários, definidos 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 se situam os centros administrativos 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 3.2). Os Planos de Desenvolvimento e Zoneamento dos Portos (PDZs), constituem-se um instrumento básico de planejamento estratégico dos portos e deverão incorporar o ordenamento ambiental do porto e estar compatibilizados com o planejamento da região (Lei 8.630/93).

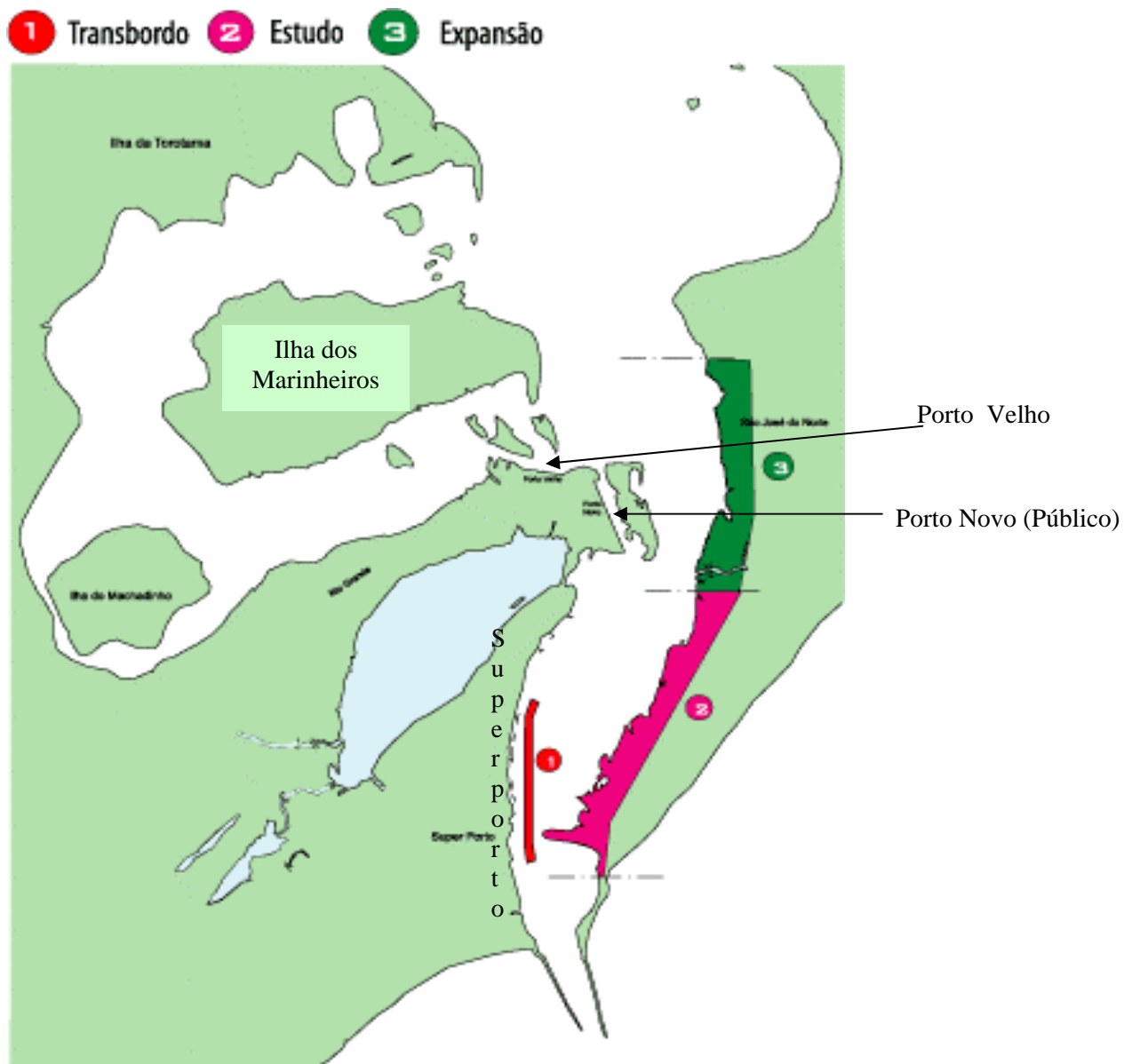


Figura 3.2: Localização das partes do Porto conforme o Plano de Zoneamento do Porto de Rio Grande.

Características Depositionais:

A introdução de grande quantidade de sedimentos em suspensão, originários do corpo principal da Lagoa dos Patos, juntamente com as extensas enseadas rasas estuarinas recobertas com pradarias submersas de *Ruppia marítima* e com suas marismas marginais,

propicia um cenário ideal para os processos deposicionais no estuário da Lagoa dos Patos. Nos últimos 150 anos, a área do estuário inferior decresceu aproximadamente 11%, o que enfatiza o caráter deposicional deste ambiente. A erosão natural ocorre tanto nas margens à oeste do estuário, como nas margens próximas ao canal de acesso, tendo sido estimada a remoção anual de sedimentos para a costa adjacente em cerca de 2.500.000 m³ (Calliari, 1980).

A perda considerável de áreas estuarinas não é apenas o resultado da sedimentação natural, mas também de processos mediados pelo homem. Devido à construção dos Molhes de estabilização do Canal de Acesso ao Porto, a sedimentação natural sobre as áreas intermareais provavelmente intensificou-se, após 1917, no lado norte deste mesmo Canal. A expansão do Porto de Rio Grande, entre 1909-1914, gerou 8.776.000 m³ de material dragado, que foi utilizado para construção de ilhas (Ilha do Terrapleno), e também depositado ao longo das margens do estuário inferior. Adicionalmente, o grande volume de deposição de sedimento no estuário inferior tem interferido historicamente na navegação e, determinando que, desde 1833, as atividades de dragagem se concentram no Canal de Acesso e nos portos marginais.

Os navios modernos com grandes calados requerem águas profundas. Assim, entre 1980 e 1996, um total de 24.390.182 m³ de material foram dragados do fundo do estuário para a manutenção da navegação (Fonte: Superintendência do Porto de Rio Grande). Estas atividades humanas podem ter sido uma solução para problemas imediatos, mas também resultaram em mudanças, muitas vezes inesperadas e de longo prazo, por alterarem a profundidade, a circulação e o padrão de deposição dos sedimentos (Calliari, 1980). Visto que os efeitos acumulados das dragagens frequentes são comparáveis aos dos processos geológicos naturais, é provável que a exportação de sedimentos finos para a costa adjacente tenha aumentado (Willcock e Martins, 1972; Hartmann *et al.*, 1980; Calliari e Abreu, 1984; Borzone e Griep, 1991; Calliari e Fachin, 1993).

No estuário inferior, o aterro de áreas rasas intermareais e submareais, para desenvolvimento portuário, residencial e, mais recentemente, industrial, reduziu, ou mesmo destruiu várias áreas de habitats vitais de pradarias submersas e marismas (Costa *et al.*, 1997). Aterros ao longo das margens e de pequenas ilhas do estuário inferior já destruíram pelo menos 10% da área total das marismas. Pradarias submersas são particularmente

sensíveis a aterros, e o soterramento pela deposição de material dragado resulta na erradicação imediata destes habitats. O retorno do crescimento da vegetação sobre o sedimento depositado, somente poderá ocorrer se as plantas forem recobertas parcialmente e os sistemas de raízes e rizomas não forem danificados. Tanto o sedimento ressuspensionado durante atividades de dragagem, como os sedimentos de aterros, que muitas vezes são facilmente remobilizados, podem representar uma fonte de excesso de material em suspensão por um longo período de tempo. O aumento gradual da turbidez da água reduz a produção e a distribuição, em profundidade, das pradarias submersas. Conseqüentemente, a extensão das pradarias e suas funções vitais de habitat e de abrigo são prejudicadas (Seeliger, 1998).

Características Geológicas:

As características granulométricas dos sedimentos do fundo do estuário mostram correlação intrínseca com a profundidade da lâmina d'água.

Tabela 3.1: Tipos de sedimentos encontrados no estuário e regiões de ocorrência.

TIPO DE SEDIMENTO	LOCAL DE OCORRÊNCIA
Arenoso	Margem lagunar e grandes bancos
Areno-siltica	Regiões adjacentes à margem lagunar e aos grandes bancos
Areno-argilosa	Parte externa dos canais e parte interna das enseadas
Mixto (Areia+silte+argila)	Enseadas (sacos) e partes externas dos canais
Siltico-argiloso	Canais e adjacências
Argilo-siltico	Canais mais profundos e zonas internas dos sacos

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 e argila). Com a diminuição da profundidade de maneira progressiva ou abrupta, ocorrem zonas que contém sedimentos com quantidades variáveis de areia, silte e argila, caracterizando os diferentes tipos de substrato. O fundo arenoso, o qual constitui o recobrimento sedimentar predominante, está associado às porções rasas, que constituem a margem lagunar e os grandes bancos, os quais estão sujeitos à 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 à intensa hidrodinâmica local, como certas zonas do canal entre os molhes, Ponta dos Pescadores e adjacências de São José do Norte.

O fundo arenoso predominante na área é composto de grãos de areia, com granulometria compreendida entre 0.250 e 0.062 mm (2 a 4 *phi*), correspondendo à areia média, fina e muito fina na classificação de Wentworth. Os canais e as porções centrais das enseadas (sacos) apresentam sedimentos variando entre 0.0156 mm e 0.00049 mm (6 a 8 e > 8 *phi*), correspondendo às classes 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 entre 0.062 mm e 0.0156 mm (4 a 6 *phi*), caracterizados como 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 agrupamentos de amostras regionalmente 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 seção da Barra, junto ao molhe Oeste, marginada por silte-arenoso, similar ao dos bancos externos. Desde a 4ª seção, 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. Segundo Martins (1971), a transição dos tipos de fundo reflete as características deposicionais de cada área, em função das variações associadas com a predominância dos domínios, marinho, transicional e lagunar (Figura 3.3).

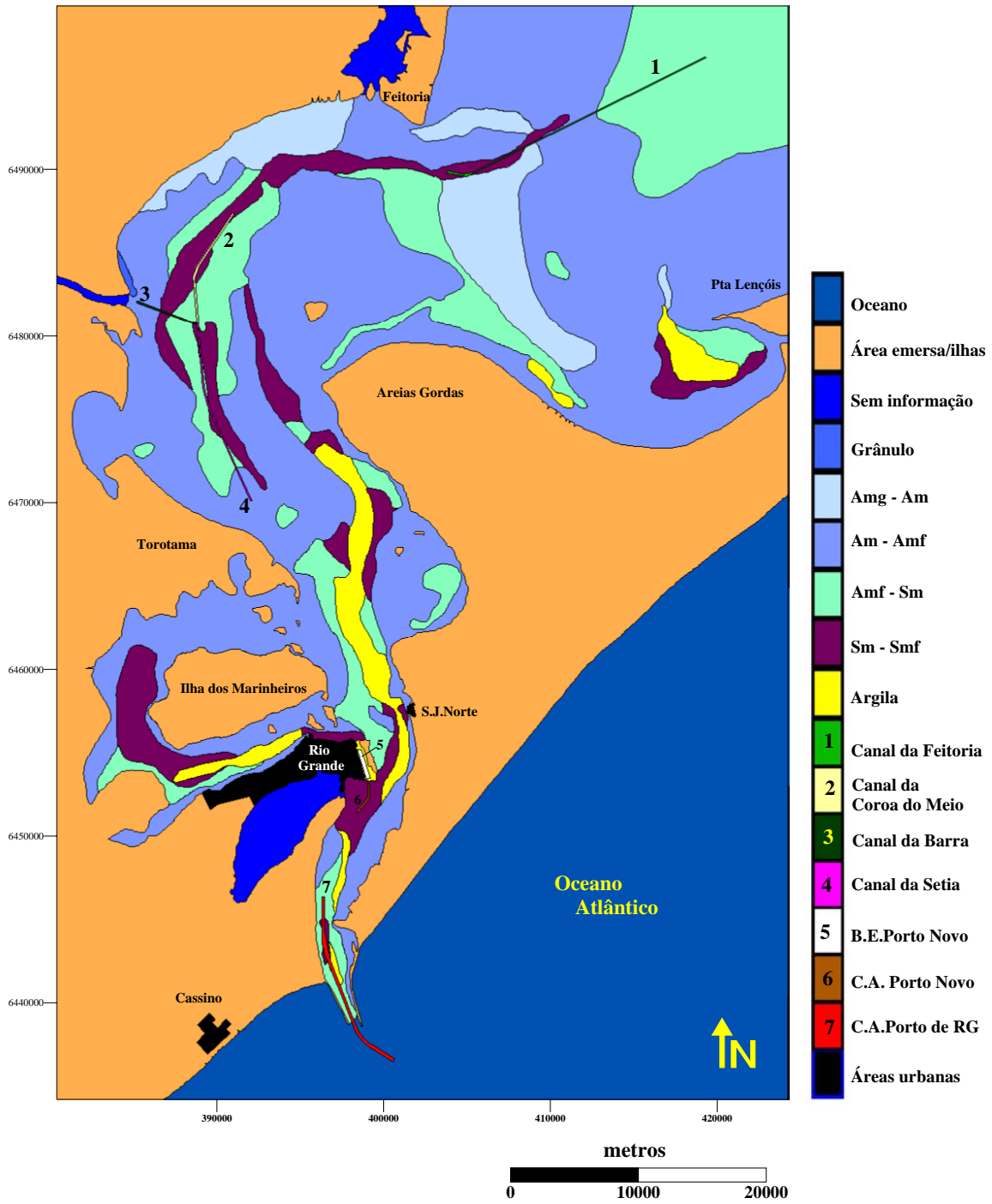


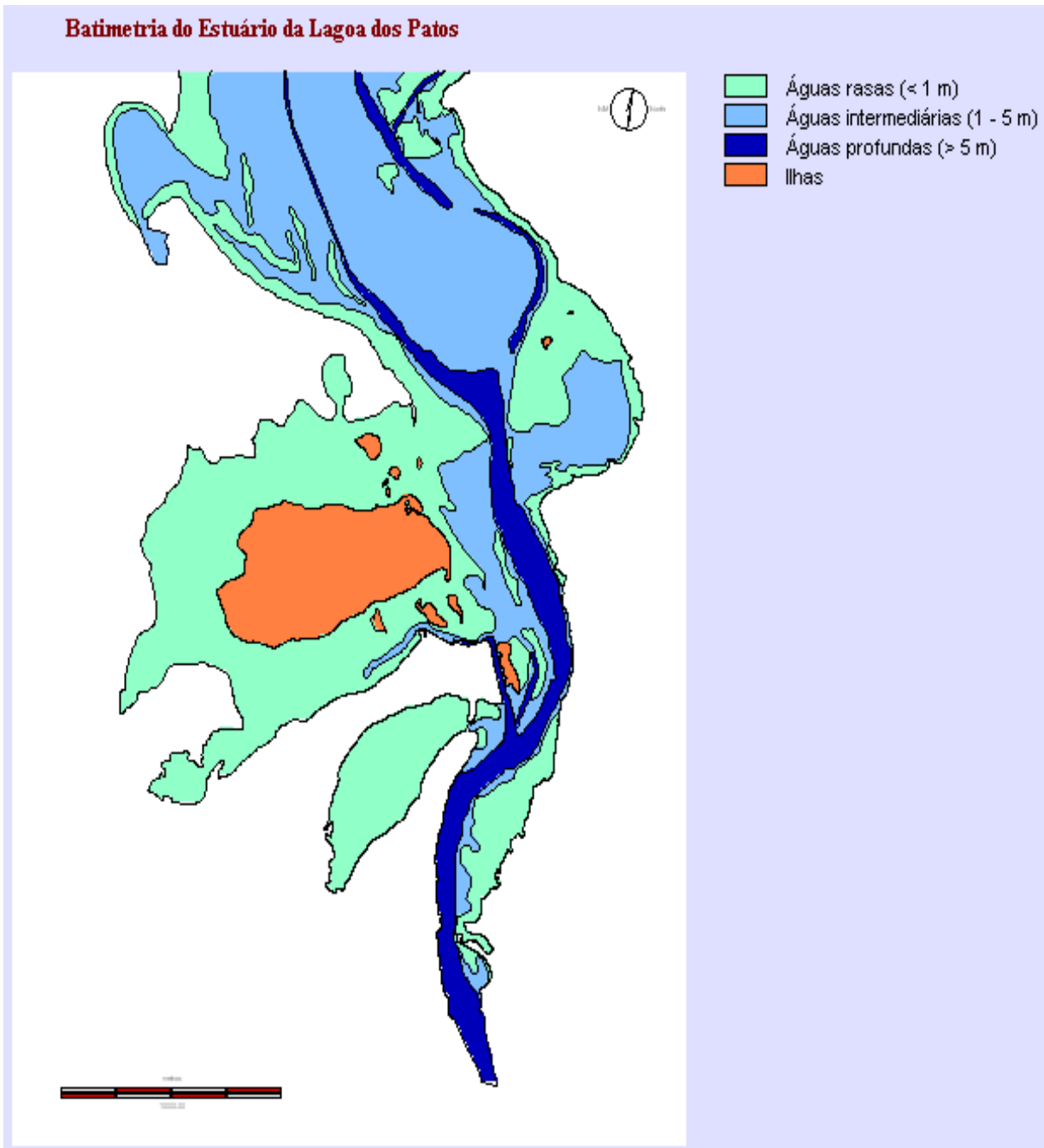
Figura 3.3 Distribuição dos sedimentos superficiais de fundo segundo tamanho de grão (Phi), segundo Calliari, 1984. (Fonte: Tagliani,1997)

Um dos aspectos importantes em relação à 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. 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, porque não segue a trajetória natural do canal (Figura 3.4). 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 3.2).

Tabela 3.2: Assoreamento médio mensal para a bacia do Porto Novo. Fonte (SUPRG)

janeiro a março	39.000 m ³
abril a junho	13.000 m ³
julho a setembro	14.000 m ³
outubro a dezembro	28.000 m ³

O assoreamento médio anual durante o período estudado situa-se na faixa de 20.000 metros cúbicos mensais.



3.4. Batimetria do Estuário da Lagoa dos Patos. (Fonte: Tagliani, 2004)

Geoquímica do sedimento

As principais fontes de origem antrópica de metais e de componentes orgânicos, são as indústrias de fertilizantes e os efluentes cloacais, ambos foram identificados 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).

O pH dos sedimentos apresenta em geral pouca variação, a maior parte dos valores situam-se entre 7,0 a 8,0, destacando o caráter 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 em 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, 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.

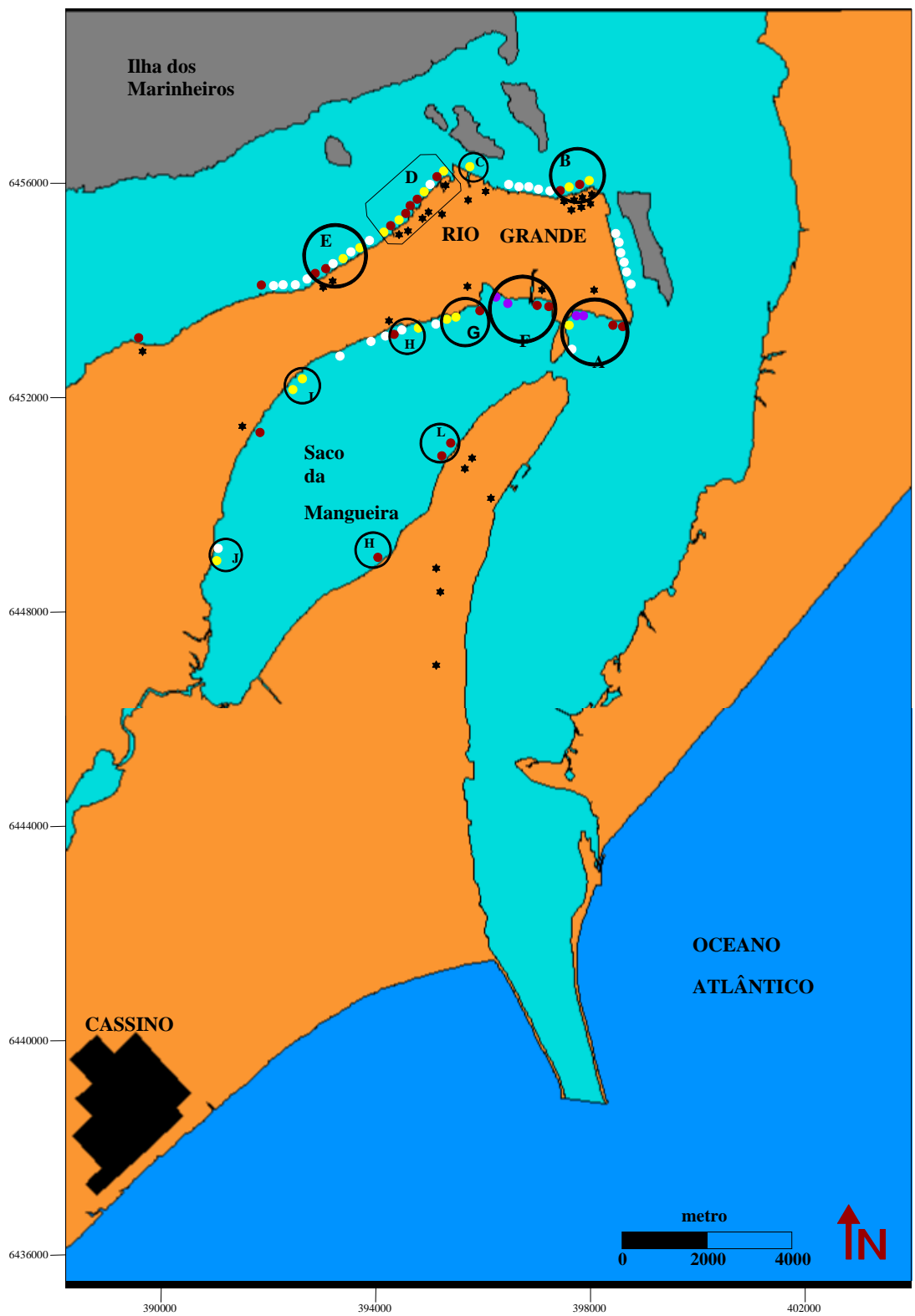
As regiões globalmente mais contaminadas (matéria orgânica e metais) do estuário são: região do Porto Novo, região adjacente ao Emissário Cloacal da Cidade, região do Saco da Mangueira próxima a desembocadura e região do Superporto próxima aos efluentes das indústrias de fertilizantes.

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. A região do Porto Velho aparece como a mais contaminada entre todas das regiões portuárias (Porto Novo, Superporto) (Figura 3.4). 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 (Asmus e Tagliani, 1997).

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.









- | | |
|---|--|
|  ESGOTO PLUVIAL |  ESGOTO MISTO |
|  ESGOTO INDUSTRIAL |  INDÚSTRIAS EM FUNCIONAMENTO |
|  ESGOTO DOMÉSTICO |  ÁREAS POTENCIALMENTE COMPROMETIDAS |

Figura 3.5. Fontes de contaminação das águas marginais a Rio Grande. Segundo Almeida, Baumgarten & Rodrigues, 1992. (Fonte: Tagliani, 1997).

Qualidade da Água

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. 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 pôr estes compostos.

4. LEGISLAÇÃO PERTINENTE

No Brasil, a regulamentação das questões pertinentes à gestão ambiental das atividades portuárias está fragmentada em diversos dispositivos legais, tais como, Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA e normatizações dos diversos órgãos governamentais que atuam na área portuária.

As principais regulamentações relativas ao setor portuário são:

A **Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA**, instituída pela **Lei 6.938 de 31/08/81**, tem como objetivo geral implantar no país "a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico" (Artigo 4o), "considerando o meio ambiente como um patrimônio público" e "tendo em vista o uso coletivo" (Artigo 2o). Esta lei organiza todo o sistema nacional de gestão ambiental do país, delegando ao Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA a atribuição de dar corpo legislativo às ações previstas na PNMA.

A **Política Nacional para os Recursos do Mar – PNRM**, instituída em 1980 por Medida Presidencial, tem por órgão executor a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar – CIRM, cujo Ministro Coordenador é o Ministro da Marinha. Tal política visa ser um elemento de articulação entre as diversas políticas setoriais federais em suas projeções nos meios costeiro e marinho, tendo "por finalidade fixar as medidas essenciais à promoção da integração do Mar Territorial e Plataforma Continental ao espaço brasileiro e à exploração racional dos oceanos". Em termos de atribuições, este documento especifica: "A implementação das atividades relativas aos Recursos do Mar se dá de forma descentralizada, através de diversos agentes, no âmbito de vários ministérios, estados, municípios e iniciativa privada, de acordo com as competências estabelecidas na PNRM". Essa política se consubstancia em Planos e Programas plurianuais, elaborados no âmbito da CIRM. Tais planos são o Plano Setorial para os Recursos do Mar – PSRM, o Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira - LEPLAC e o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, implementado através do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro –GERCO.

Lei 8.630/1993 (Lei de Modernização dos Portos): a *Lei dos Portos*, como veio a ser conhecida, trouxe uma profunda reformulação nos conceitos postos em prática na vida portuária brasileira, notadamente no que diz respeito à exploração das instalações portuárias, a prestação dos serviços portuários, as relações capital-trabalho, a Administração Portuária e a participação do Estado na atividade portuária. Esta Lei introduziu poderosos mecanismos, que ensejam:

- a privatização da exploração dos portos organizados, através da concessão;
- a construção, reforma, ampliação, melhoramento, arrendamento e exploração de instalações portuárias, mediante contrato de concessão ou autorização do Ministério competente; e
- a privatização da prestação dos serviços portuários, através de pré-qualificação de empresas operadoras portuárias.

No que concerne às relações capital-trabalho, as principais modificações dizem respeito à:

1. a transferência da gestão de mão-de-obra do trabalho portuário, dos sindicatos dos trabalhadores para órgãos gestores de mão-de-obra;
2. a transferência da prerrogativa de registro e identificação do trabalhador portuário, da União para uma entidade privada, no caso o Órgão Gestor de Mão-de-Obra (OGMO);
3. a subordinação de todos os aspectos das relações capital-trabalho no porto, inclusive a gestão da mão-de-obra, às normas que forem pactuadas em contrato, convenção ou acordo coletivo de trabalho.

No que tange à Administração do Porto, o aspecto mais revolucionário é a criação do Conselho de Autoridade Portuária (CAP), que traduz em toda a plenitude a intenção de delegar à comunidade local, tanto a supervisão da atuação da Administração do porto, quanto a atribuição do planejamento e das decisões sobre o desenvolvimento de cada porto organizado.

Dessa forma, a lei transfere atribuições, que tradicionalmente vinham sendo exercidas de forma centralizada em Brasília, para o nível da sociedade local, onde representantes do poder público (federal, estadual e municipal), dos operadores portuários, dos trabalhadores e dos usuários passam a ter prerrogativas, tais como:

- alterar o regulamento de exploração do porto;
- homologar o horário de funcionamento;
- opinar sobre orçamento, promover a racionalização e a otimização do uso das instalações portuárias;
- fomentar a ação industrial e comercial do porto;
- defender a prática da concorrência;
- atrair cargas;
- manifestar-se sobre programas de obras, aquisições e melhoramento;
- aprovar o plano de desenvolvimento e zoneamento do porto; e
- estimular a competitividade etc.

Quanto à proteção ambiental, estabelece que:

- a construção, reforma, ampliação, melhoria, arrendamento e exploração de instalações portuárias devem ser precedidas de aprovação do EIA/RIMA (Art. 4º);
- compete ao Conselho de Autoridade Portuária – CAP assegurar o cumprimento das normas de proteção ao meio ambiente (Art. 30, § 1º, XII);
- compete à Administração do Porto fiscalizar as operações portuárias, zelando para que os serviços se realizem com regularidade, eficiência, segurança e respeito ao meio ambiente (Art. 33, § 1º, VII).

Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, institui a **Política Nacional de Recursos Hídricos**, tendo como seus objetivos:

- 1) assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões adequados aos respectivos usos;
- 2) promover a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

3) prevenir e defender a população contra eventos hidrológicos críticos de origem natural, ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Natureza do impacto sobre o ordenamento territorial: o plano institui um sistema de gestão dos recursos hídricos, que prevê, por meio da instituição da bacia hidrográfica como unidade básica de gestão, a adequação do uso desses recursos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País.

Prevê, ainda, em relação ao sistema de gestão dos recursos hídricos:

- a) sua integração com a gestão ambiental e a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e das zonas costeiras;
- b) a articulação do planejamento de recursos hídricos com os setores usuários e com o planejamento regional, estadual e nacional.

Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1998, que instituiu o **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC**, com o objetivo de orientar a utilização racional dos recursos na Zona Costeira, de forma a contribuir para elevar a qualidade de vida de sua população e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural. O PNGC visa a orientar a utilização racional dos recursos na Zona Costeira, de forma a contribuir para elevar a qualidade da vida de sua população e proteger seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural. Visa, também, a prever o zoneamento de usos e atividades na Zona Costeira e a dar prioridade à conservação e proteção, entre outros, dos recursos naturais renováveis e não renováveis dos sítios ecológicos de relevância cultural e demais unidades de preservação permanente, bem como dos monumentos que integram o patrimônio natural, histórico, paleontológico, espeleológico, arqueológico, étnico, cultural e paisagístico.

Lei 9.966/2000 (Lei Do Óleo): esta lei dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.

Entre outras determinações, seus dispositivos exigem que:

- todo porto organizado, instalação portuária e plataforma, bem como suas instalações de apoio, disporá obrigatoriamente de instalações ou meios adequados para o recebimento e tratamento dos diversos tipos de resíduos e para o combate da poluição, observadas as normas e criterios estabelecidos pelo órgão ambiental competente.(Art 5º)
- estudos técnicos devem ser desenvolvidos para a definição das características das instalações mencionadas acima;
- as entidades exploradoras de portos organizados e instalações portuárias e os proprietários ou operadores de plataformas deverão elaborar Manual de Procedimento Interno para o gerenciamento dos riscos de poluição, bem como para a gestão dos diversos resíduos gerados, o qual deverá ser aprovado pelo órgão ambiental competente (Art.6º);
- Planos de Emergência Individual para o combate à poluição por óleo e substâncias nocivas ou perigosas, os quais serão submetidos à aprovação do órgão ambiental competente (Art.7º);
- a consolidação dos planos de emergência individuais (nos casos de áreas que se concentrem portos organizados ou instalações portuárias), na forma de um único plano de emergência para toda a área sujeita ao risco de poluição. Exige-se, então, que a partir dos planos individuais seja elaborado o Plano de Contingência local ou regional, sob a responsabilidade das entidades exploradoras de portos organizados e instalações portuárias, e da coordenação do órgão ambiental competente, em articulação com os órgãos de defesa civil (Parag.1º e 2º do Art. 7º; e art.8º);
- os planos de contingência locais e regionais devem resultar no Plano Nacional de Contingência;
- a realização de auditorias ambientais bienais independentes, pelas entidades exploradoras de portos e instalações portuárias;
- procedimentos a serem adotados pelos navios que transportam substâncias nocivas;
- medidas sobre as descargas de óleo e substâncias nocivas, conforme classificação e categorias especificadas no Art. 4º da lei;

Esta lei foi regulamentada pelo **Decreto no. 4.136/2002**, dispondo especificamente sobre as sanções aplicáveis as suas infrações Cabe ressaltar ainda que o escopo desta lei

está circunscrito aos problemas de geração de resíduos, sendo omissos em relação a outros aspectos ambientais das atividades portuárias, tais como as dragagens.

A Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outros Materiais, conhecida por **LC/72, de dezembro de 1992**, decorre sobre a gestão ambiental portuária, e sobre o fato de que dentre os materiais que normalmente são aliçados no mar, destacam-se sem dúvida, as dragagens portuárias.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)², 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

² O CONAMA órgão colegiado, composto de plenário e câmaras técnicas tem como competência propor as diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e recursos naturais; baixar normas necessárias à execução e implementação da Política Nacional do meio ambiente. Atua na região costeira através do estabelecimento de normas ambientais com repercussão direta ou indireta na mesma, discutidas em Câmara Técnica específica de gerenciamento costeiro, criada com a atribuição de avaliar os projetos de alto impacto nessa zona e gerar as regulamentações necessárias na matéria.

Ambiental - EIA, com a **Constituição Federal de 1988 (CF/88)**, passou a ter exigência constitucional.

O CONAMA através da **Resolução nº 344, de 25 de março de 2004**, considerando a necessidade da realização de atividades de dragagem para garantir a implantação e a operação de portos e terminais portuários, e as condições de navegabilidade de corpos hídricos, estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras.

Existem ainda as instituições e a legislação estadual, em que a competência por fiscalizar e controlar passa a ser do Estado. A legislação estadual está amparada na **Lei n. 7990 de 19.04.1985**, que 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 **05.10.1989**, 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 04.06.1990** institui a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), responsável pela política ambiental do Estado, conforme disposto no art. 252 da Constituição Estadual.

5. PORTO DE RIO GRANDE

A importância econômica do porto remonta às origens do município de Rio Grande, fundado por portugueses em 1737. Desde então, à exceção do período compreendido entre 1763 e 1776, quando da ocupação da cidade pelos espanhóis, este porto tem sido o escoadouro natural do comércio sul-rio-grandense (NEVES, 1980).

Durante longo período, o baixo calado e a instabilidade da barra do canal de ligação com o oceano, que mudava constantemente de posição, bem como a competição direta do Porto de Montevideú, que cobrava taxas menores, foram problemas para o funcionamento e desenvolvimento do Porto de Rio Grande (NEVES, *op cit*). Ainda assim, durante o ano de 1847, 668 embarcações transpuseram a barra (SUPRG, 1999), demonstrando a importância sócio-econômica do porto para a região naquela época.

A partir de 1875, foram iniciados os estudos para a fixação da barra. Em 1915, foram concluídos dois molhes convergentes, com comprimento aproximado de 4 Km, construídos pela *Cie. Française*, com o uso de mão-de-obra de aproximadamente 4.000 trabalhadores (NEVES, 1980). A partir de então, ocorreu uma contínua intensificação do comércio, não mais relacionado às atividades agro-pastoris (charqueadas e trigo), mas vinculado à industrialização do município, particularmente no período que vai de 1920 a 1970 (Domingues, 1995). Em 1934, a União renovou por mais 60 anos a concessão de administração do porto com o Estado do Rio Grande do Sul. Findo este prazo, em 1994 foi prorrogada a concessão para os ajustes requeridos pela Lei Nº 8.630/93. Finalmente, em 1997, o Convênio Nº 001/97 PORTOS/97 delegou ao Estado a administração e exploração dos Portos de Rio Grande, Porto Alegre e Cachoeira do Sul por mais 50 anos.

A necessidade de tornar a economia mais competitiva no mercado internacional, levou o governo brasileiro a implementar, a partir de 1969/70, o projeto do Superporto do Rio Grande (Domingues, 1995). Este projeto se inseria no contexto dos Planos Nacionais de Desenvolvimento – PND's dos governos militares, onde os portos eram instrumentos de prioridade exportadora (Bussinger, 1998). Apesar das boas condições naturais, com águas protegidas, baixa amplitude de maré, bom calado (40 pés ou 12 metros) e grande área para o retro-porto, o complexo industrial planejado para se instalar junto ao porto, no Distrito Industrial de Rio Grande (DIRG), não se concretizou como previsto, em razão da crise

econômica que se intensificou a partir do início dos anos 80. Assim, de acordo com Domingues (1995), este adquiriu as características de um Complexo Portuário-Industrial, com predomínio das atividades comerciais.

Uma das peculiaridades do Superporto de Rio Grande foi sua estruturação na forma de terminais especializados por tipologia de cargas (Domingues, 1995) (Figura 5.1). Os denominados terminais privativos, de natureza estatal ou privada, chegaram a 62 ao longo de todo litoral brasileiro. Instalados dentro ou perto dos grandes portos, eram independentes dos mesmos, tendo sido criados a partir de brechas na lei em vigor. Segundo Oliveira (1996), estes terminais podiam operar com mão-de-obra própria (não sindicalizada), o que garantiria agilidade e menores custos. Entretanto, não podiam operar com cargas de terceiros, sendo exclusivamente destinados ao uso próprio, fato alterado pela Lei Nº 8.630/93.

Atualmente, a Superintendência do Porto de Rio Grande (SUPRG), autarquia Estadual vinculada à Secretaria dos Transportes do Estado do Rio Grande do Sul, criada pela lei 10.722 de 18 de janeiro de 1996, tem por incumbência administrar o Porto do Rio Grande. Isso ocorre na qualidade de executor, da concessão da União ao Estado, como autoridade portuária, coordenando e fiscalizando as diversas entidades atuantes no Porto Organizado, nos termos da Lei Federal nº 8.630, de 25 de fevereiro de 1993. Esta autarquia exerce também as funções de exploração e administração do Porto do Rio Grande, na forma do Convênio de Delegação Nº 001 - PORTOS/97, firmado pelo Governo Federal com o Estado do Rio Grande do Sul em 1997, bem como o planejamento da política portuária, estudando, melhorando e conservando os canais de acesso do Porto do Rio Grande. Destacamos a conservação dos Molhes da Barra, canal de acesso ao Porto Novo e a manutenção de todo sistema hidro-portuário do Porto do Rio Grande.

Pela Portaria nº 1.011, de 16/12/93, do Ministério dos Transportes, foi estabelecida a área do Porto Organizado do Rio Grande, constituída: 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. Fazem parte desta área o Porto Velho, o Porto Novo e a Quarta Secção da Barra, abrangendo todos os cais, docas, píers, armazéns, pátios, edificações em geral, vias internas de circulação rodoviárias e ferroviárias, os terrenos ao longo dessas faixas marginais e em suas adjacências,

pertencentes à União, incorporados ou não ao Patrimônio do Porto do Rio Grande, ou sob sua guarda e 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°Sul. Ainda pela infra-estrutura de proteção e acesso aquaviários compreendendo, além do Molhe Oeste e do Molhe Leste, as áreas de fundeio, bacias de evolução, canal de acesso e áreas adjacentes a esse, 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. 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 à navegação de longo curso, que exige boas profundidades. A contextualização geográfica do Porto do Rio Grande é feita pela carta náutica nº 2101, da Diretoria de Hidrografia e Navegação, da Marinha do Brasil.

As dragagens no Porto de Rio Grande tiveram início em 1888 (fonte: Superintendência do Porto de Rio Grande) e atualmente ocorre a cada dois anos. Em Rio Grande, é realizada a dragagem de manutenção, que consiste na retirada do material sedimentar depositado recentemente, com a finalidade de manter a profundidade do canal propiciando a movimentação de embarcações de vários tamanhos (Bray, *et al.*, 1997).

A última dragagem de manutenção do Porto do Rio Grande foi finalizada em julho de 2004, quando foram removidos dos canais de acesso cerca de 2,4 milhões de m³ de sedimentos. A nova dragagem, que deverá ter início em outubro do presente ano, tem previsão de seis meses de duração, devendo remover do canal de acesso (Superporto e Porto Novo) cerca de 2,5 milhões de metros cúbicos. A dragagem tem um custo de cerca de R\$ 20 milhões.

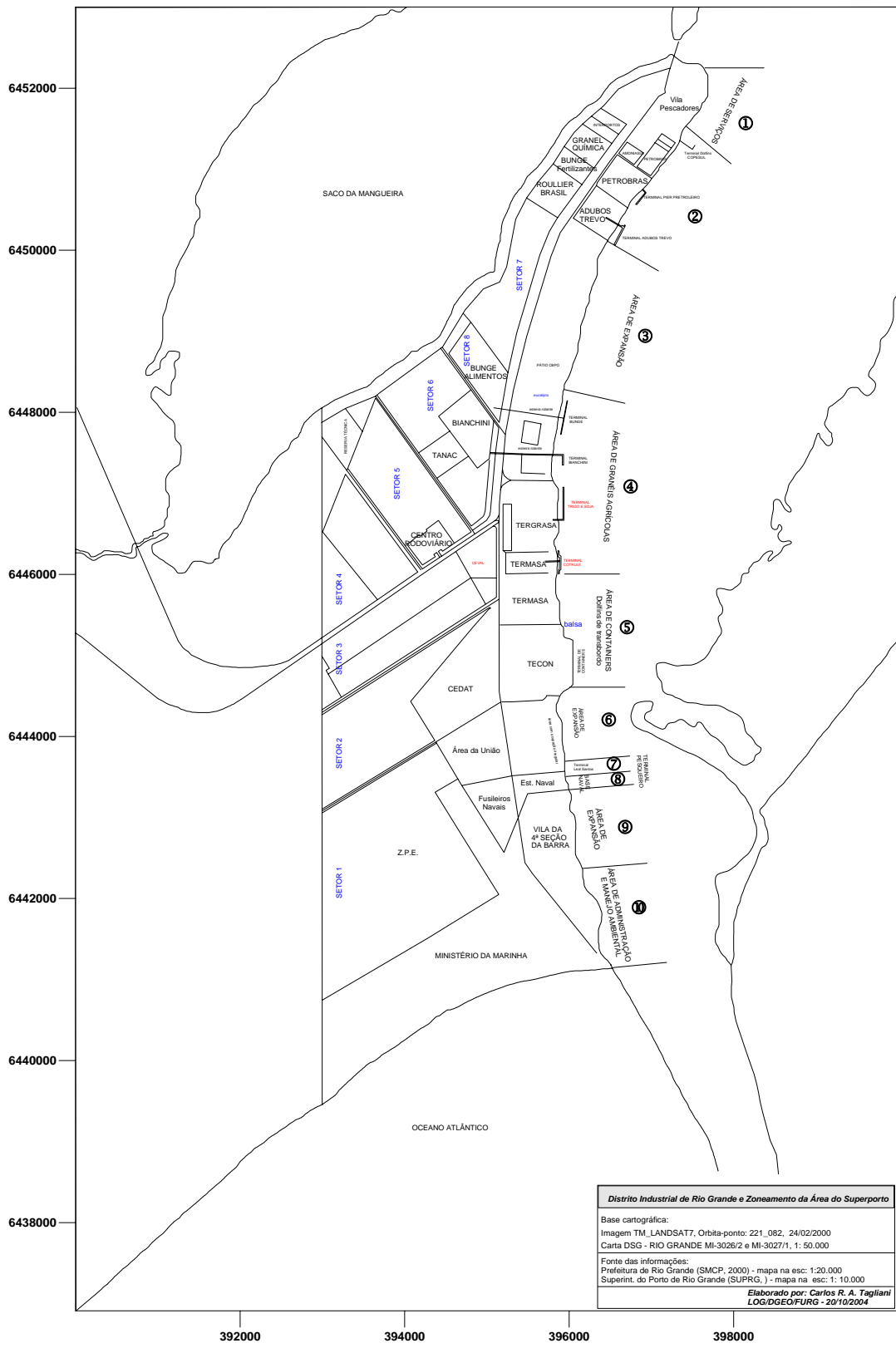


Figura 5.1: Distrito Industrial de Rio Grande e Zoneamento da Área do Superporto (Tagliani, 2004).

Os trabalhos de dragagem em canais e regiões portuárias podem afetar de diversas formas os ecossistemas onde se inserem, especialmente quando forem efetuados em sedimentos contaminados, pois podem provocar o aumento da poluição no sistema aquático, principalmente pela liberação de metais pesados para a coluna d'água. Por outro lado, prejuízos causados ao meio ambiente em muitos projetos portuários podem ser, aparentemente aceitáveis pela sociedade face aos benefícios econômicos oriundo dos mesmos (Porto, M.M. & Teixeira, S.G. 2002).

Impactos relacionados com a atividade portuária

A Agenda Ambiental Portuária (CIRM, 1998), baseada no Macro-diagnóstico da Zona Costeira na Escala da União (PNMA, 1996), elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA, relaciona os seguintes impactos ambientais em zonas portuárias:

Impactos diretos da implantação de infra-estruturas:

- (1) Alterações na dinâmica costeira, com indução de processos erosivos e de assoreamento e modificações na linha de costa;
- (2) Supressão de manguezais e de outros ecossistemas costeiros;
- (3) Efeitos de dragagens e aterros (incluindo impactos nas caixas de empréstimo);
- (4) Comprometimento do uso dos recursos ambientais em outras atividades (pesca, turismo, transporte local);
- (5) Alteração da paisagem.

Impactos diretos da operação portuária:

- (1) Ocorrência de acidentes ambientais (derrames, incêndios, perdas de cargas);
- (2) Dragagens e disposição de sedimentos dragados;
- (3) Geração de resíduos sólidos nas embarcações (taifas), nas instalações portuárias e na operação e descarte de cargas;
- (4) Contaminações crônicas e eventuais, pela drenagem de pátios, armazéns e conveses, lavagens de embarcações, perdas de óleos durante abastecimento e aplicação de tintas anti-incrustantes e outros produtos tóxicos;

- (5) Introdução de organismos nocivos ou patogênicos, por meio das águas de lastro ou pelo transporte de cargas ou passageiros contaminados;
- (6) Lançamento de efluentes líquidos e gasosos (incluindo odores);
- (7) Lançamento de esgoto oriundo de instalações portuárias e embarcações.

Impactos indiretos da atividade portuária:

- (1) Indução de ocupação de áreas retroportuárias e de áreas adjacentes aos eixos de transporte;
- (2) Adensamento da ocupação existente;
- (3) Desenvolvimento de áreas industriais e agrícolas.

Impactos ambientais decorrentes de dragagem:

- (1) Alteração das condições hidráulicas e sedimentológicas do escoamento, podendo alterar os padrões de circulação e mistura da água, de salinidade, turbidez, etc.;
- (2) Alteração das condições do local de lançamento do material dragado;
- (3) Poluição por substâncias tóxicas existentes no material de dragagem e sua suspensão e movimentação durante a dragagem, com alteração da qualidade da água;
- (4) Impactos indiretos sobre habitats da fauna aquática, podendo afetar a pesca da região.

O grau de impacto ambiental de qualquer atividade depende:

- (1) Proximidade de áreas sensíveis naturais;
- (2) Fluxos entre a atividade e estas áreas;
- (3) Extensão da atividade;
- (4) Controles empregados na prevenção ou redução dos impactos.

O Macro-diagnóstico da Zona Costeira na Escala da União (PNMA, 1996 a) define que os planos de expansão da capacidade portuária são vetores de exploração econômica de alto impacto litorâneo, destacando os portos de Vitória (ES) e de Rio Grande (RS), onde ocorrem processos combinados de expansão da capacidade instalada e diversificação das atividades relacionadas aos novos fluxos de produtos do país (grãos, principalmente). Em todos esses casos estão previstos, ou em fase de execução, obras de grande porte envolvendo ampliação do cais de atracação, instalação de novos terminais, adensamento de

fluxos, etc., com repercussões diretas na dinâmica populacional e urbana, principalmente, e conseqüências ambientais nem sempre adequadamente avaliadas e mitigadas (PNMA, 1996 a).

O Plano de Ação Federal para a Zona Costeira (CIRM, 1998 b), com base no documento acima mencionado, cita as áreas prioritárias para o planejamento corretivo, definido em termos do potencial de risco e dos níveis de criticidade para a gestão. Das 19 localidades indicadas, 16 estão situadas em estuários e baías e 12 têm atividades portuárias importantes, entre as quais está o município do Rio Grande.

O modelo econômico industrial, implementado a partir dos anos 50, voltado para as exportações, determinou a localização de indústrias pesadas (química, petroquímica e fertilizantes) em estuários e baías e perto de outros ecossistemas frágeis, onde geralmente se localizam os portos (Moraes, 1999). Somado a isto, tendo em vista a sua natureza intrínseca, a atividade portuária “exige as vantagens comparativas do meio urbano”, determinando “a imbricação entre as dinâmicas urbana e portuária” (Costa, 1995). Este autor considera que os complexos portuários estaduais multi-especializados, como os existentes no estado de Santa Catarina (com 3 portos) e Espírito Santo (com 6 portos), evitam a hiper-aglomeração e suas conseqüências indesejáveis, em um único centro urbano, diminuindo o conflito de usos dos espaços litorâneos entre as atividades portuária/industrial e turística. Entretanto, este não é o caso do Rio Grande do Sul, que tem em Rio Grande o seu único porto marítimo. Devido às características da costa gaúcha, uma planície costeira exposta, com praias de baixa declividade (Calliari, 1998), a região não é favorável à instalação de sítios portuários marítimos.

Segundo Oliveira (1996), cidades-porto como Santos, Paranaguá e Rio Grande, “vivem quase exclusivamente em função do porto e por certo, inexistiriam ou seriam inexpressivas, caso não dispusessem das operações do cais”. Mesmo assim, não podem ser desconsiderados os efeitos negativos das atividades portuárias e industriais, que estão interagindo em um mesmo espaço com as urbanas e pesqueiras (pesca artesanal estuarina), potencializando o seu grau de impacto. Como resultado, segundo o Macro-diagnóstico da Zona Costeira na Escala da União (PNMA, 1996 a), os portos são um dos fatores mais críticos e de maior risco ambiental na zona costeira brasileira.

Apesar desta realidade, os impactos originados pelas atividades portuárias na região do Porto de Rio Grande só foram definidos e sistematizados pela primeira vez no "Estudo de Impacto Ambiental do Porto de Rio Grande, RS", realizado pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG (Tagliani & Asmus, 1997). Este estudo foi realizado para que o Porto de Rio Grande obtivesse o seu Licenciamento Ambiental para continuar desenvolvendo suas atividades, sendo que foi o primeiro porto brasileiro a se adequar e a realizar um estudo desta magnitude.

O licenciamento ambiental foi instituído como um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/81) e está previsto na Constituição Federal de 1988. Visa introduzir uma abordagem preventiva desde a fase de planejamento dos projetos de intervenções e atividades potenciais causadoras de impactos ao meio ambiente. A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA N°237/97, que regulamentou e ampliou seu escopo, define: Licenciamento ambiental é o procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

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 Superintendência do Porto de Rio Grande (SUPRG), contribui com uma parcela. 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.

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.

6. DRAGAGEM

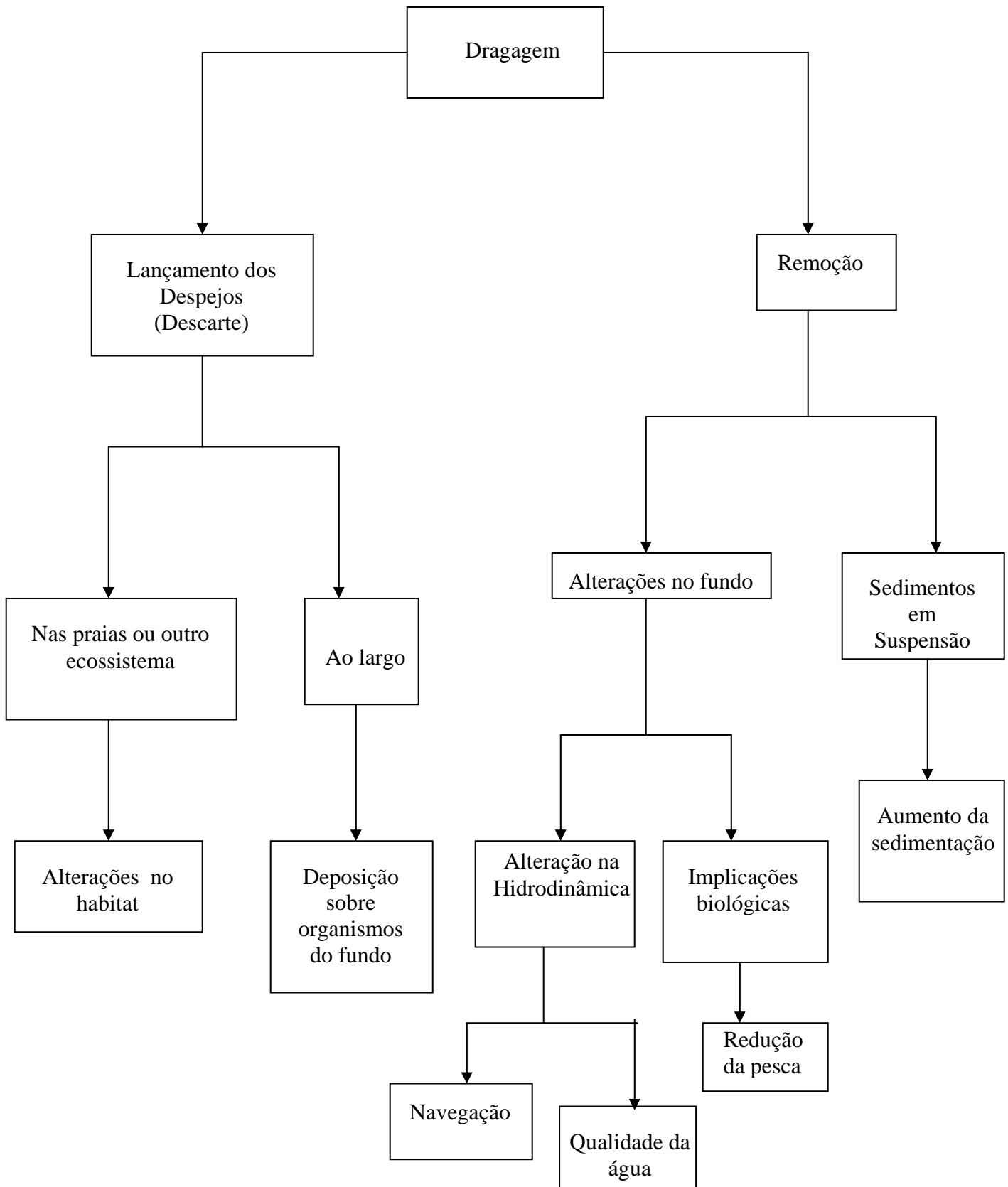
A dragagem consiste na retirada de um terreno natural sob a lâmina d'água para dar lugar, ou não, a outro solo importado. Quando não há substituição por outro solo, a dragagem tem a função de retirar obstáculos para a passagem de embarcações ou para atracação das mesmas. Serve para implantar canais de acesso aos portos, bacias de evolução e zonas de atracação, assim como manter a profundidade do canal ao longo da vida útil do porto. A dragagem de manutenção é necessária para retirar material decorrente de assoreamento (Porto e Teixeira, 2002). A dragagem de manutenção consiste na retirada do material sedimentar depositado recentemente, com a finalidade de manter a profundidade do canal propiciando a movimentação de embarcações de vários tamanhos (Bray, *et al.*, 1997).

Os trabalhos de dragagem em canais e regiões portuárias como já foi discutido anteriormente, podem afetar de diversas formas os ecossistemas onde se inserem, especialmente quando forem efetuados em sedimentos contaminados, pois podem provocar o aumento da poluição no sistema aquático, principalmente pela liberação de metais pesados para a coluna d'água. Por outro lado, prejuízos causados ao meio ambiente em muitos projetos portuários podem ser, aparentemente aceitáveis pela sociedade face aos benefícios econômicos oriundo dos mesmos.

Os impactos ambientais decorrentes de dragagem incluem diversas alterações ambientais tais como: alteração das condições hidráulicas e sedimentológicas do escoamento podendo alterar os padrões de circulação e mistura da água, de salinidade, turbidez, entre outros; alteração das condições do local de lançamento do material dragado; poluição por substâncias tóxicas existentes no material de dragagem e sua suspensão, e movimentação durante a dragagem, com alteração da qualidade da água; impactos indiretos sobre habitats da fauna aquática, podendo afetar a pesca da região.

O diagrama de Frankel, adaptado por Fialho (1990), ilustra a relação entre dragagem e meio ambiente.

Diagrama de Frankel, adaptado por Fialho (1990)



Operação de Dragagem e Alternativas de Descarte do Material Dragado

O componente primário do processo de dragagem é a remoção ou escavação, transporte e disposição do sedimento dragado para outra área. No *design* (estilo, modo) e na implementação de qualquer projeto de dragagem, cada componente deste processo deverá ser coordenado para garantir o sucesso da operação. As fases ou etapas que constituem uma operação de dragagem estão evidenciadas no gráfico 6.1.

O processo de escavação comumente referido como dragagem envolve a remoção do sedimento que foi recentemente depositado. Depois que o sedimento foi escavado, este é transportado do sítio de dragagem até o local de descarte (área de deposição). Esta operação de transporte, em muitos casos, pode ser acoplada a draga ou utilizar equipamentos adicionais como barcaças, dutos ou canos (*Framework for Dredged Material Management – May 2004 Capítulo 2: Overview of dredging operations and dredged material management alternatives.*).

Uma vez que o material dragado foi coletado e transportado, o passo final do processo é o local de descarte que pode ser em mar aberto (*offshore*), próximo à costa ou em terra (sítio seco). A escolha do local envolve uma variedade de fatores, relacionados aos processos de dragagem, incluindo a acessibilidade ambiental, praticabilidade técnica e econômica (gráfico 6.2). Deve existir uma compatibilidade entre os equipamentos de dragagem, as técnicas usadas para escavação, transporte do material e as alternativas de manejo consideradas. As dragas podem ser classificadas de acordo com: a movimentação do material (mecânica ou hidráulica) e dos dispositivos utilizados para a escavação do sedimento (centrífuga, pneumático e aéreo). Neste contexto, as dragagens têm sido realizadas através de dois mecanismos:

- Dragagens Hidráulicas: ideais para remover sedimentos finos em uma forma fluídica, ou seja, material pouco compactado. Estes tipos de dragas são utilizados para projetos de manutenção da profundidade (dragagens de manutenção). Pode

ocorrer o que chamamos de *overflow*³, para aumentar a carga (volume) de material transportado, mas é totalmente desaconselhável, pois prejudica a qualidade da água.

- Dragagens mecânicas: ideais para sedimentos mais grosseiros, material compactado, sendo utilizadas tanto para projetos de manutenção ou aprofundamento. Removem o sedimento através da aplicação direta de força mecânica para desalojar e escavar o material. Geralmente os sedimentos escavados desta forma são transportados em barcaças até o sítio de deposição.

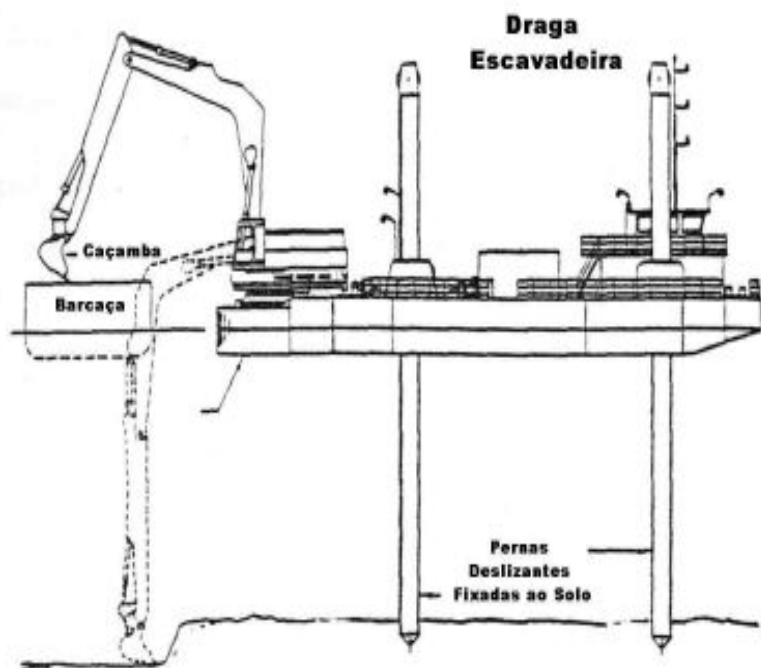
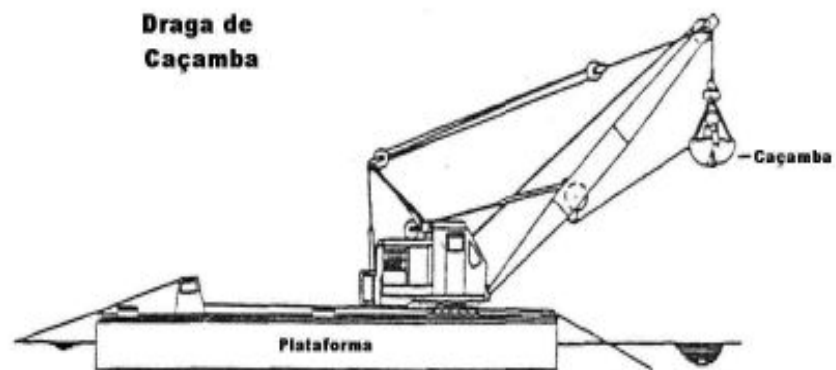
A seleção dos equipamentos e métodos a serem utilizados para a execução das atividades de dragagem depende das características físicas do material a ser dragado, quantidade do material a ser dragado, profundidade da área, distância do local de despejo, características físicas do ambiente que irá sofrer a dragagem e do local de despejo, nível de contaminação do sedimento, métodos de despejo que serão utilizados, tipos de dragas disponíveis (ou acessíveis) e os custos da operação.

Existem diversos tipos de dragas utilizadas para realizar a operação de dragagem, as quais são classificadas em mecânica, hidráulica e mista (mecânica/hidráulica), sendo que cada uma destas possui diferentes tipos de mecanismos e operação (ALAD/CBD, 1972, Bray *et al.*, 1997).

As dragas mecânicas são utilizadas para a remoção de cascalho, areia e sedimentos muito coesivos, como argila, turfa, e silte altamente consolidado. Estas dragas removem sedimentos de fundo através da aplicação direta de uma força mecânica para escavar o material, independente de sua densidade. Os principais tipos de dragas mecânicas são as escavadeiras flutuantes (tais como as de caçamba e as de garras) e as dragas de alcatruzes (também conhecidas por *bucket ladder*, estas dragas dispõem de uma corrente sem fim, com caçambas que trazem o material de fundo até uma esteira montada em uma lança, que eleva e projeta o material dragado a uma certa distância, ou o despeja em outra embarcação) (Figura 6.1). Os sedimentos escavados com a utilização de dragas mecânicas

³ Este tipo de draga ao aspirar o sedimento, traz junto uma grande quantidade de água e conforme o tanque enche, muitas vezes por motivos econômicos, para não realizar mais viagens até o local de descarte, realizam a eliminação desta água excedente carregada de sedimentos finos em suspensão, fazendo a transbordar para fora da embarcação, este processo é denominada “overflow”.

são geralmente transportados em barcas ou barcaças, dependendo do volume a ser transportado.



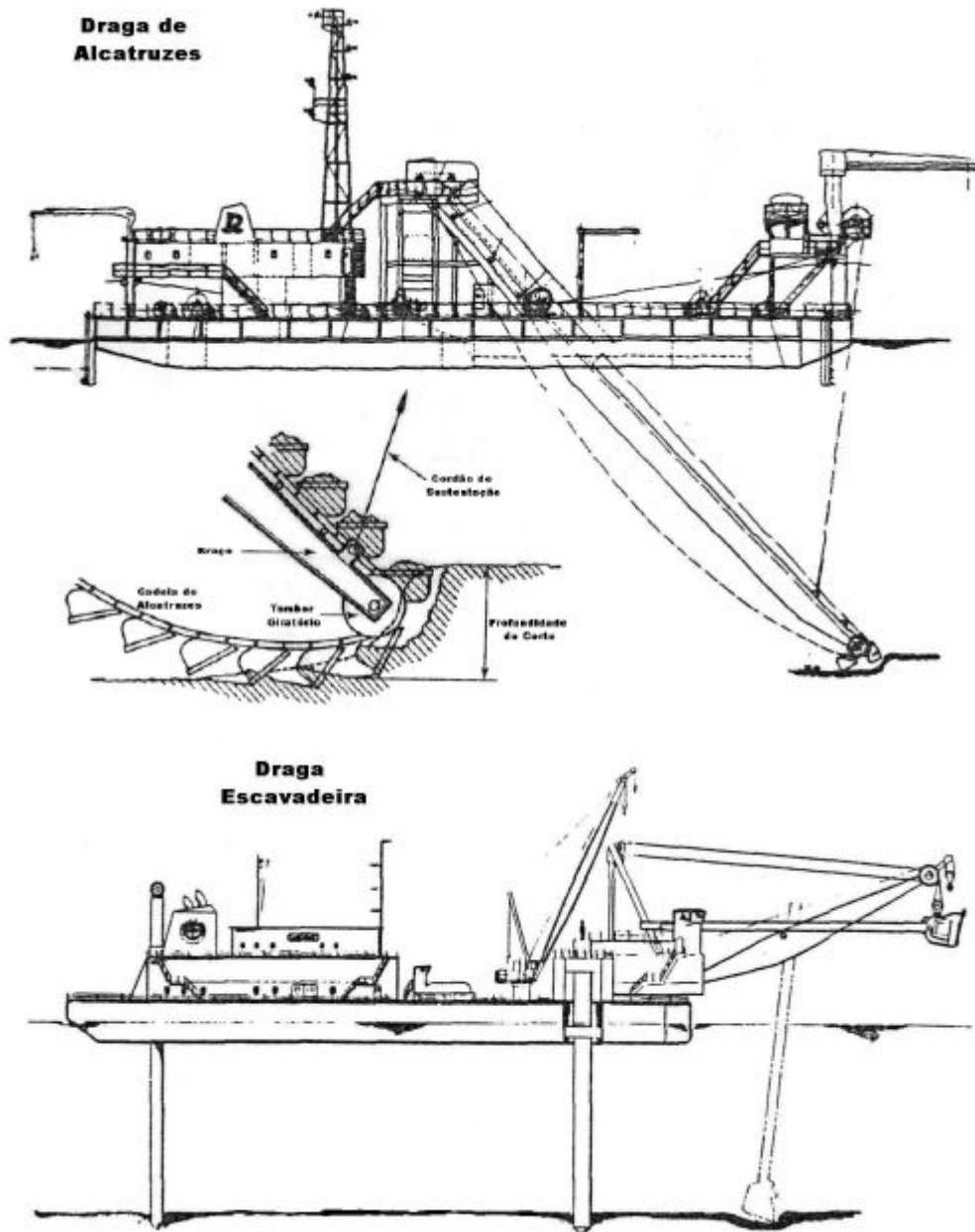
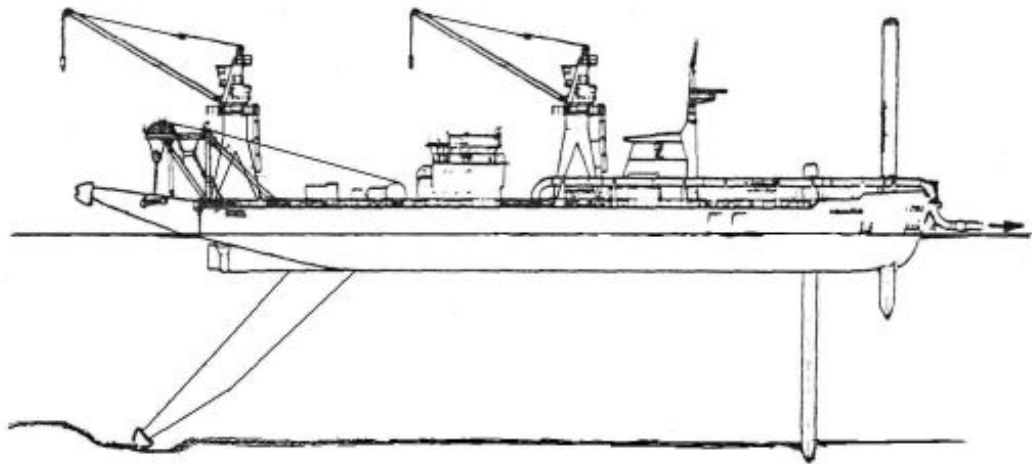


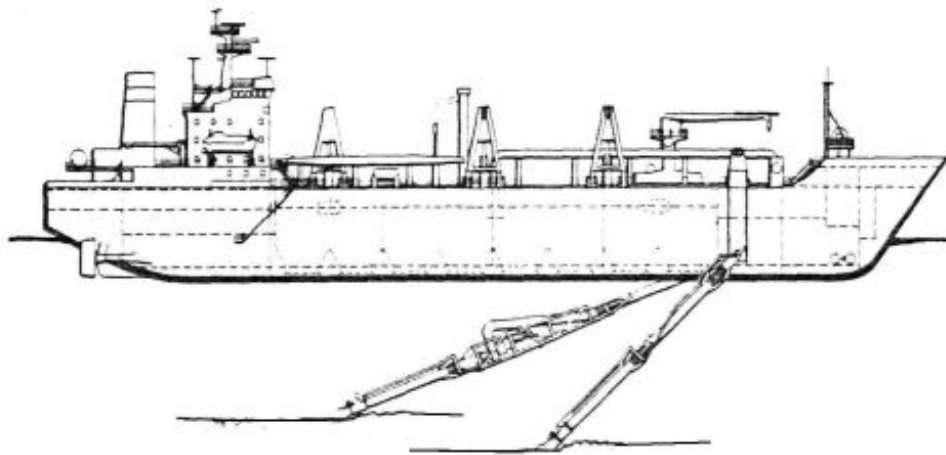
Figura 6.1: Dragas Mecânicas. Extraído de Bray *et al.* 1997.

As dragas hidráulicas respondem, nos Estados Unidos, por aproximadamente 95% das atividades de dragagem (Bohlen, 1990). Estas dragas são mais adequadas para a remoção de areia e silte pouco consolidado, removendo e transportando o sedimento na forma líquida. São em geral bombas centrífugas, acionadas por motores a diesel ou

elétricos, montadas sobre barcas e que descarregam o material dragado através de tubulações que variam de 0,15 m a 1,2 m de diâmetro, mantidas sobre a água através de flutuadores. A bomba produz vácuo na entrada da tubulação e a pressão da força d'água e sedimento através da tubulação. Estas dragas não podem operar com material que contenha grandes pedras (Figura 6.2).



Draga hidráulica



Draga de sucção auto-transportadora.

Figura 6.2: Dragas Hidráulicas. Extraído de Bray *et al.* 1997

Os tipos de draga de sucção são as aspiradoras e as cortadoras. Nas aspiradoras, a sucção é feita por meio de um grande bocal de aspiração, como o de aspiradores de pó. Com o auxílio de jatos de água, o material é desagregado e, através de aberturas no bocal, é aspirado e levado junto com a água aos tubos de sucção. A draga opera contra a corrente, podendo fazer cortes em bancos de material sedimentado de até 10 metros de largura. Cortes mais largos podem ser conseguidos por uma série de cortes paralelos. Este tipo de bocal é utilizado quando se tratar de material fino e de fraca coesão, em cortes rasos, não cortando material coesivo e não podendo fazer cortes em bancos cujo material pode desmoronar sobre o bocal e impedir a sucção. As características específicas de uma draga dependem das bombas e da fonte de energia escolhida. A máxima extensão de corte que uma draga desse tipo pode realizar é da ordem de 1.100 metros. Como essas dragas se deslocam corrente acima com bastante rapidez, não é conveniente dispor de tubulação em terra ligada a elas, e sim ligada a barcas; e para maior eficiência, a tubulação de recalque não deve ter mais de 300 metros de comprimento, nem se elevar acima de 1,5 metros do nível da água (Linsley e Franzini, 1978).

As dragas de sucção cortadoras dispõem de um rotor aspirador, equipado com lâminas que desagregam o material já consolidado para que este possa ser aspirado para o interior do tubo de sucção que se insere no núcleo do rotor. O funcionamento é idêntico ao da aspiradora, porém apresentam maior eficiência, e ao invés de atuarem numa linha reta, o movimento da draga descreve a trajetória de um arco. Uma variação deste tipo de draga são as auto-transportadoras, as quais são navios, com tanques (cisterna) de fundo móvel, onde o material dragado é depositado, sendo a seguir transportado para o mar onde é descarregado, dispensando o uso de barças. Para a dragagem no porto de Rio Grande é utilizado este tipo de draga tem sido eventualmente utilizada.

As dragas hidráulicas, ao aspirar o sedimento, trazem junto uma grande quantidade de água. Conforme os tanques das barças e de dragas auto-transportadoras vão se enchendo, é necessário eliminar esta água excedente fazendo-a transbordar para fora da embarcação. Este processo chama-se *overflow*, que deve ser evitado para que não aja a contaminação do meio através da pluma de turbidez que é formada pelos sedimentos finos que podem estar contaminados. Esta mistura de sedimento/água deve ser mantida na cisterna da embarcação, conforme a resolução nº 344 do Conama.

Alternativas de Locais de Descarte

As três maiores alternativas de locais de descarte (despejo) são as seguintes:

- despejo em mar aberto (*open-water disposal*);
- confinamento;
- usos benéficos.

Cada uma das alternativas envolve considerações únicas e a forma de manejo deve ser feita com base nas características ambientais, técnicas e econômicas.

Opções de Manejo para o Sedimento Dragado

Antes de optar por uma estratégia de manejo é necessário realizar a caracterização do sedimento, observar a sua constituição, granulometria e se possui alguma contaminação. Em geral existem três alternativas de disposição deste material dragado: disposição em mar aberto, o confinamento deste material (geralmente realizado em sítio seco), e a terceira alternativa seria utilizar este material de modo benéfico (engordamento de praias, aterros e reconstrução de ambientes). A seleção de alguma destas alternativas depende das considerações dos aspectos ambientais, de engenharia e econômicos (University of Massachusetts 2000).

A disposição do material dragado em mar aberto (*open-water disposal*) seria a realocação deste material em rios, lagos, estuários, ou no oceano adjacente a costa. Tal disposição deve envolver ações de manejo apropriadas. O material dragado pode ser transportado pela própria draga (draga auto-transportadora), através de balsas ou de dutos. O potencial para impacto ambiental está relacionado com o tipo da dragagem e tipo da operação empregada, a natureza do material (características geoquímicas) e a hidrodinâmica do sítio de descarte.

Os sítios de descarte podem ser predominantemente dispersivos ou não dispersivos. Em locais predominantemente não dispersivos, deseja-se que a maioria do material permaneça no fundo, formando ou não pequenas elevações, sem que haja dispersão deste. Em locais predominantemente dispersivos, o material pode ser realocado (disperso) durante o despejo, ou erodido ao passar do tempo e transportado pela ação das correntes e/ou ondas

para outros locais. Ambos sítios de despejo podem ser gerenciados para atingir os objetivos ambientais preteridos e reduzir o potencial operacional de conflitos.

Para o controle do material contaminado em um sítio de mar aberto é necessário recobri-lo e/ou isolá-lo com material livre de contaminação (limpo). A viabilidade deste procedimento depende da batimetria, ação de correntes, clima das ondas, características físicas do sedimento contaminado e técnicas e equipamentos de despejo, e se faz necessário a utilização de medidas de monitoramento.

Sítios de despejos confinados normalmente são localizados próximos a costa ou em ambientes continentais, esses sítios são utilizados para maximizar a retenção de sólidos e controlar a liberação dos contaminantes para o meio.

Usos benéficos incluem uma ampla variedade de opções, que incluem desde a restauração de habitats (marismas, ilhas), engordamento de praias (regiões que sofrem erosão), aquacultura, parques e recreação (comercial e não comercial), agricultura, reflorestamento e horticultura, estabilização da linha de costa e controle da erosão (recifes artificiais, enrocamentos, bermas submersas), construção e uso industrial (incluindo o desenvolvimento portuário, urbano e residencial), e transferência deste material (aterros para estacionamentos, rodovias, diques etc).

Licenciamento Ambiental e Dragagem

Como foi discutido no Capítulo sobre o Porto de Rio Grande, o Licenciamento Ambiental é de extrema importância para garantir a qualidade ambiental da área e controlar possíveis impactos, devido que as instalações portuárias produzem intervenções significativas desde a fase de construção, envolvendo dragagens para canal de acesso, quebra-mares e outras obras civis indispensáveis às suas operações de embarque/desembarque, então mediante a Resolução N° 237/97, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, estão sujeitas ao licenciamento ambiental,:

- marinas
- portos e instalações portuárias
- terminais de minério, petróleo e derivados e produtos químicos
- depósitos de produtos químicos e produtos perigosos

- dragagem e derrocamentos em corpos d'água
- obras civis envolvendo hidrovias, aberturas de barra, embocaduras de barras e serviços de utilidade.

Procedimentos Básicos para o Licenciamento

A Resolução 237/97, do CONAMA, estabelece como procedimentos básicos:

I - Definição pelo órgão ambiental competente, com a participação do empreendedor, dos documentos, projetos e estudos ambientais, necessários ao início do processo de licenciamento correspondente à licença a ser requerida;

II - Requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, dando-se a devida publicidade;

III - Análise pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA⁴, dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas, quando necessárias;

IV - Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, uma única vez, em decorrência da análise dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados, quando couber, podendo haver a reiteração da mesma solicitação caso os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;

V - Audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente;

VI - Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, decorrente de audiências públicas, quando couber, podendo haver reiteração da solicitação quando os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;

⁴ Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, Instituído através de lei federal, estrutura as competências das três instancias de governo, estabelecendo os órgãos executivos e colegiados que atuarão na gestão ambiental, e conseqüentemente na gestão da zona costeira.

VII - Emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico;

VIII - Deferimento ou indeferimento do pedido de licença, dando-se a devida publicidade.

No procedimento de licenciamento ambiental deverá constar, obrigatoriamente, a certidão da Prefeitura Municipal, declarando que o local e o tipo de empreendimento ou atividade estão em conformidade com a legislação aplicável ao uso e ocupação do solo e, quando for o caso, a autorização para supressão de vegetação e outorga para o uso da água, emitidas pelos órgãos competentes.

§ 2º - No caso de empreendimentos e atividades sujeitos ao estudo de impacto ambiental - EIA, se verificada a necessidade de nova complementação em decorrência de esclarecimentos já prestados, conforme incisos IV e VI, o órgão ambiental competente, mediante decisão motivada e com a participação do empreendedor, poderá formular novo pedido de complementação.

Os estudos necessários ao processo de licenciamento deverão ser realizados por profissionais legalmente habilitados, às expensas do empreendedor. O empreendedor e os profissionais que subscrevem os estudos previstos no caput deste artigo serão responsáveis pelas informações apresentadas, sujeitando-se às sanções administrativas, civis e penais. O órgão ambiental competente definirá, se necessário, procedimentos específicos para as licenças ambientais, observadas a natureza, características e peculiaridades da atividade ou empreendimento e, ainda, a compatibilização do processo de licenciamento com as etapas de planejamento, implantação e operação.

Na perspectiva de inserir a abordagem preventiva na política ambiental, foi instituído, como instrumento de controle, o *licenciamento ambiental* e a *avaliação de impactos ambientais* (traduzido na elaboração do estudo de impacto ambiental – EIA e seu respectivo *relatório* síntese, o RIMA).

Para o licenciamento, foi estabelecido que o Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as licenças: Licença Prévia, Licença de Instalação e a Licença de Operação.

Licença Prévia (LP) – Concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade, aprovando sua localização e concepção, e estabelecendo os requisitos básicos a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação. Nessa fase, poderá ser exigida a elaboração de EIA.

Licença de Instalação (LI) – autoriza a instalação do empreendimento ou atividade, de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo medidas de controle ambiental.

Licença de Operação (LO) – autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental para a operação. A licença está sujeita a renovação periódica.

O licenciamento tem um caráter preventivo quando antes da implantação das atividades é realizada uma avaliação da localização e dos potenciais impactos, buscando-se adequar os projetos executivos às condicionantes do meio ambiente, ou mesmo não viabilizando a implantação do empreendimento. O licenciamento é mais eficaz como instrumento preventivo quando vem associado a um zoneamento ou outras regras de uso dos recursos ambientais (esta resolução encontra-se na íntegra no Anexo I).

Existe uma Minuta de Resolução que “Dispõe sobre as Normas para Licenciamento Ambiental de Obras de Dragagem e Gestão do Material Dragado em Águas Jurisdicionais Brasileiras” de 18 de abril de 2002, que oferece maiores informações sobre como obter o licenciamento para a operação de dragagem, inclusive define o que é dragagem de manutenção⁵. Conforme consta no item 3.2 desta minuta define os procedimentos para seu licenciamento que: a dragagem de manutenção dependerá somente da renovação da LOD, se a necessidade tiver sido prevista e devidamente analisada quando da elaboração do EIA/RIMA da dragagem de implantação, e não houver ocorrido na área em questão nenhum fato de relevância ambiental, que altere ou invalide os tópicos abordados naquele estudo.

⁵ dragagem de manutenção: é aquela executada para manter as condições originalmente existentes ou projetadas.

Documentação exigida para a emissão da LOD para as obras de dragagens de manutenção necessárias em empreendimentos já instalados ou em rios na data de publicação destas Normas, não previstas quando da implantação:

- a) dados formais do responsável pelo empreendimento;
- b) projeto de dragagem nos termos destas Normas.

As obras de dragagem de manutenção que serão realizadas posteriormente no mesmo empreendimento, ou nas obras em rios nos trechos onde antes foram executadas e autorizadas, dependerão somente da renovação da LOD, desde que não tenha ocorrido na área em questão nenhum fato de relevância ambiental, que altere ou invalide os tópicos abordados naquele estudo.

Documentação exigida para a emissão da LOD para as obras de dragagem de manutenção em andamento na data da publicação desta Resolução e que não possuem licença ambiental para sua execução, e que estão sendo executadas com base, exclusivamente, em contrato firmado entre o empreendedor e o prestador de serviço:

- a) O empreendedor deverá encaminhar, em até 15 (quinze) dias, após a entrada em vigor desta Resolução, requerimento ao Órgão Ambiental Competente, solicitando a celebração de um Termo de Ajuste de Conduta (TAC) para a obtenção da LOD. O TAC deverá ser estabelecido sem prejuízo da continuidade obra de dragagem a não ser que seja comprovada pelo Órgão Ambiental Competente a existência de significativo impacto à saúde humana e ao meio ambiente. (esta minuta encontra-se na íntegra no Anexo II).

Estudo de Caso: Porto Canaveral, Flórida

O Porto de Canaveral foi construído no início de 1950 para facilitar a comercialização de produtos. O canal de acesso ao oceano tinha uma profundidade de 46 pés, estabilizados por 2 molhes de pedras. Não demorou muito para perceberem que os molhes interrompiam a deriva natural de areia, causando uma significativa erosão na praia ao sul do canal. Foram estimados que a cada ano aproximadamente 200 mil metros cúbicos de areia eram acrescidas ao longo da linha de costa ao norte dos molhes e outros 200 mil metros cúbicos de areia acumulada no canal.

A entrada e ao longo do canal são dragados pela US Army Corps of Engineers. Tradicionalmente a dragagem de manutenção tem sido realizada com a draga auto-transportadora e o volume total do material dragado tem sido disposto em mar aberto a 9 milhas da costa. Em 1991 de US Fish e o Serviço de Proteção a Vida Silvestre proibiu o uso desse tipo de dragagem pelo seu potencial de impacto sobre as tartarugas marinhas que habitam esta área. A autoridade portuária de Canaveral desenvolveu um plano alternativo conhecido como Projeto de Disposição da Berma Próximo a Costa, a proposta era suprir o déficit de sedimento causado pelos projetos de navegação. Desde que esse projeto foi implementado no estado da Flórida, os engenheiros portuários têm convencido várias agências estaduais que sua proposta é segura e possível operacionalmente.

O plano seria segregar (separar) sedimentos do canal dragado, compatíveis com os da praia, transporta-los e deposita-los ao sul do Porto cerca de ½ milha offshore da cidade de Cocoa Beach. A areia foi removida do canal com uma draga clamshell que diferentemente da draga autotransportadora, segrega a areia das frações silte e argila. Depois da separação o material arenoso que contém menos de 10% de silte e livre de contaminantes, foi transportado por rebocador e balsa para o local de despejo. A areia foi colocada em uma configuração de berma com uma expectativa que esta migre para a linha de costa e se torne parte ativa desta, engordando a região erosionada. Mais de 158 mil metros cúbicos de areia tem sido depositadas na berma.

Com esse projeto o Porto de Canaveral definiu uma solução para reter a areia em seu sistema costeiro. A areia que era transportada através do canal por processos físicos

naturais não ocorre mais, mas agora engorda a linha de costa ao sul do porto. O engordamento de praia fornece habitats para espécies ameaçadas como as tartarugas marinhas e proporciona proteção as praias contra tempestades.

O Porto tem conduzido monitoramento constante para avaliar os efeitos do projeto no litoral um ano após a implementação do projeto, o monitoramento indica que a berma de areia tem se tornado uma parte ativa do sistema costeiro.

O Projeto Orion, Portos de New York e New Jersey

Usos Benéficos para o Sedimento Contaminado

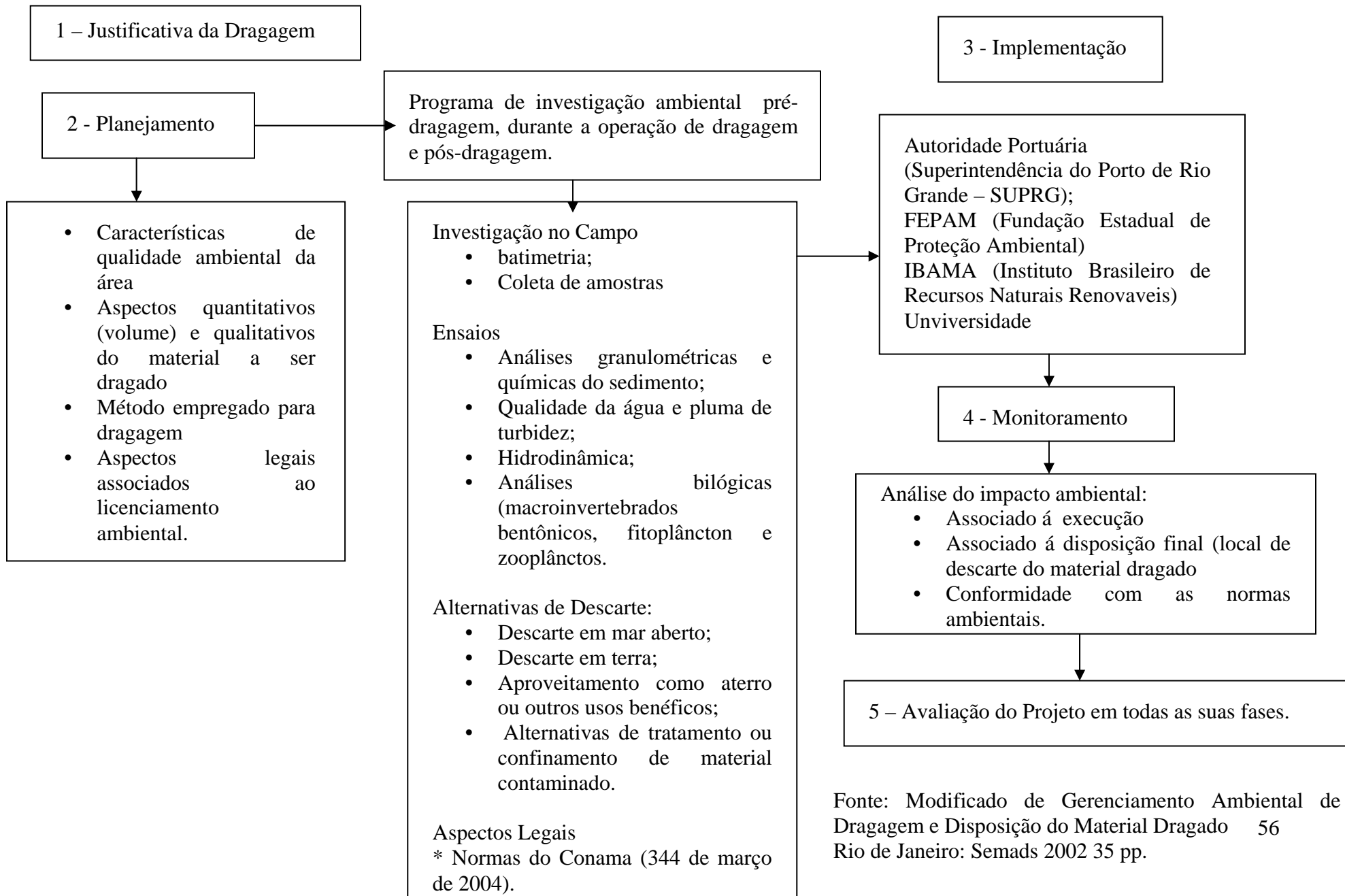
Os Portos de New York e New Jersey são naturalmente rasos com elevada taxa de deposição sedimentar. Os sedimentos entram no sistema a partir de uma bacia de drenagem de uma cadeia de canais aprofundados artificialmente. Para aprofundar estes canais e manter uma navegação segura, o Porto draga aproximadamente três a cinco milhões de metros cúbicos de sedimento a cada ano.

Locais apropriados para o descarte deste sedimento são determinados de acordo com os níveis de toxicidade e fauna bentônica presente neste. Historicamente todo o material dragado tinha sido descartado no oceano. Entretanto, sob a ótica da regulamentação federal existente, nem todo sedimento dragado destes portos encontra-se nos padrões para o HARS (Remediation Material at the Historic Area Remediation Site). De fato menos que um terço deste material dragado encontra-se nos padrões exigidos. Padrões mais rígidos tem requerido que o porto procure outras alternativas de locais para o descarte deste material. Com estas restrições exigidas para o descarte do material e a inexistência de um local adequado em terra para o descarte, o Porto iniciou uma procura de novas maneiras para a alocação deste material dragado. Como resultado desta busca, o Porto identificou um sítio seco (upland) onde se poderia converter este material dragado em produtos de uso benéfico. Este sítio de descarte seco denominado Projeto Orion detém a tecnologia para transformar 1,5 milhões de metros cúbicos de sedimento dragado para o abastecimento da fundação (aterro, base) de um estacionamento para veículos.

Para criar a fundação a partir destes sedimentos, o Porto primeiramente transportou este sedimento dragado de diversas regiões do porto para uma área comum. Em seguida o material foi filtrado para separar escombros ou todo material que não fosse sedimentos. O sedimento é então bombeado para um outro local na costa (em terra) em New Jersey onde este foi misturado com cimento para aumentar a força compressiva desta mistura. Após este processo este sedimento foi utilizado para abastecer 60 acres de fundação de um estacionamento. O asfalto foi aplicado em cima do material tratado como uma cobertura final.

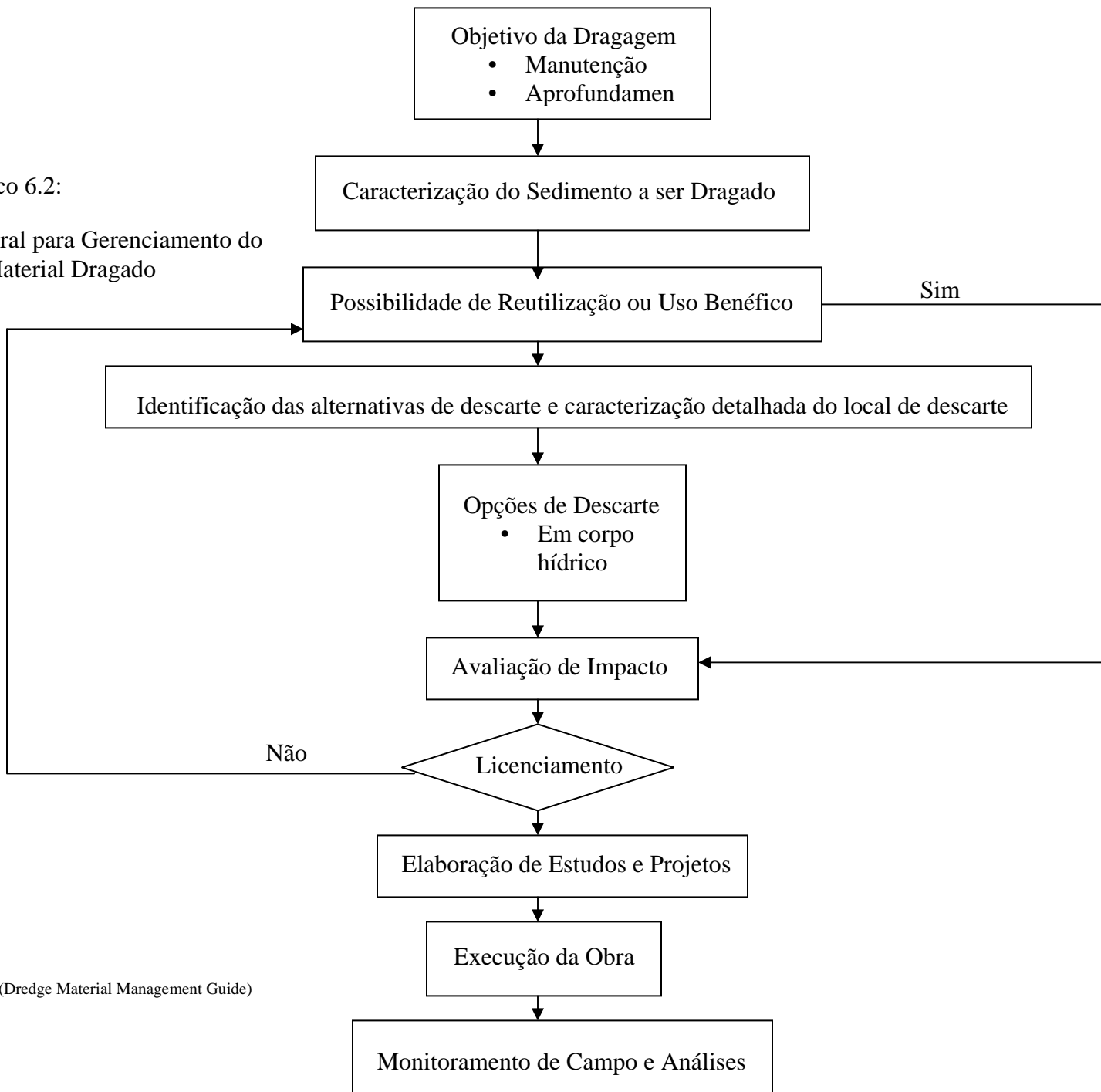
O Projeto Orion tem disponibilizado ao porto uma opção de descarte para o material que deve ser dragado para garantir uma navegação segura. Sem este projeto, a dragagem poderia ter sido parada e muito navios redirecionados para outros portos. Além de que permitindo a dragagem e o descarte deste material, o Projeto Orion providencia um uso benéfico para este sedimento. E como um dos resultados não é necessário a obtenção de materiais novos para a construção da fundação do estacionamento.

Gráfico 6.1: Fases de um Projeto de Dragagem



Fonte: Modificado de Gerenciamento Ambiental de Dragagem e Disposição do Material Dragado 56
Rio de Janeiro: Semads 2002 35 pp.

Gráfico 6.2:
Estrutura Geral para Gerenciamento do
Material Dragado



Fonte: PIANC, 1997 (Dredge Material Management Guide)

7. MONITORAMENTO AMBIENTAL

O monitoramento ambiental é um instrumento para avaliar, entre outros, se as previsões de impactos e as medidas de prevenção e controle sugeridas nos estudos ambientais mostraram-se adequadas, durante a implantação e operacionalização do empreendimento. O objetivo do monitoramento é planejar o controle permanente da qualidade ambiental, a partir do momento em que se inicia a implantação de um empreendimento (Ibama, 1995).

O monitoramento tem por princípio cinco ações:

- identificação dos parâmetros a serem monitorados;
- definição dos pontos de amostragem (rede de amostragem);
- estabelecimento da frequência de amostragem;
- escolha dos métodos de coleta e análise;
- interpretação dos resultados.

Cada porto, segundo suas particularidades ambientais e organizacionais, deverá estabelecer uma normatização dos procedimentos da operação portuária de forma a evitar impactos ao meio ambiente. Esta normatização deverá ser compatibilizada com a legislação vigente e normas de segurança à navegação e aos demais instrumentos de atuação da Marinha Brasileira. Deverá ser uma meta do processo de normatização portuária a implantação das normas de qualidade como as ISO 9.000 e ISO 14.000, as quais têm reflexos amplos e positivos para o ambiente portuário, além de aumentar a competitividade do porto em mercados cada vez mais exigentes. Neste sentido, a certificação de operadores e prestadores de serviço deverá ser exigida a médio e longo prazos e acompanhada pela unidade gerencial ambiental do Porto.

Esses programas deverão prever, minimamente, ações nos seguintes campos

1. Monitoramento ambiental (marés, ventos, correntes, qualidade ambiental)
2. Controle de erosão e assoreamento (incluindo o gerenciamento das dragagens)
3. Risco ambiental e prevenção de acidentes (análises de risco, plano de contingências)
4. Resíduos sólidos portuários (coleta, tratamento e destinação final de taifa, resíduos perigosos, cargas apreendidas ou descartadas e outros resíduos decorrentes da operação portuária)

5. Controle de efluentes líquidos e gasosos (coleta, tratamento e disposição dos esgotos do porto e das embarcações, sistemas preventivos em drenagens, lançamentos de efluentes de lavagem de porão e de tanques, entre outros)
6. Controle da introdução de espécies marinhas exóticas, por água de lastro
7. Conservação dos recursos naturais (pesca, ecossistemas costeiros na área de influência do porto, entre outros)
8. Treinamento e extensão ambiental (treinamento da comunidade portuária visando à prevenção de impactos e melhoria da qualidade ambiental).

Procedimentos para o Monitoramento nos Portos

Como já foi explicitado, cada porto deverá dispor, como instrumento de gestão, de um Programa de Monitoramento. Este programa deverá contemplar o acompanhamento de parâmetros importantes para o desenvolvimento das atividades portuárias, como: ventos, marés, correntes, resíduos sedimentáveis e batimetria. Bem como parâmetros de qualidade ambiental, como: oxigênio dissolvido, matéria orgânica e produtos tóxicos (nos corpos d'água), diversidade biológica e cobertura vegetal; ou ainda particulados e outros poluentes atmosféricos.

O programa de monitoramento deverá ser desenvolvido caso a caso, partindo do conhecimento das características ambientais locais, das fontes poluidoras e dos poluentes gerados. Deverão ser adequadamente avaliados os "parâmetros-chave" a serem acompanhados e a frequência das amostragens/medições, evitando-se custos desnecessários. É recomendado o desenvolvimento de um programa interinstitucional que aproveite, de forma articulada, a capacidade instalada dos órgãos ambientais, de universidades e de institutos de pesquisa (University of Massachusetts. 2000).

A sustentabilidade das atividades em áreas portuárias, pode ser alcançada elegendo protocolos de manejo que integrem aspectos sócio-econômico, legais, técnicos e ambientais dentro do qual os portos modernos devem funcionar. Fundamentalmente, a administração do meio ambiente é realizada através de monitoramentos. Neste sentido, na ordem de saber o que está acontecendo com o meio ambiente portuário e o que poderá acontecer sob uma circunstância ambiental particular, é essencial se ter muitas informações sobre a qualidade ambiental da área, tanto no passado quanto no presente. Embora habitats e espécies

possuam seu próprio valor intrínseco, estes podem ser utilizados como indicadores do estado e da qualidade do ambiente (Wooldridge et al. 1999).

O monitoramento dos parâmetros físicos e químicos é importante para determinar a natureza e nível (grau) do impacto no ambiente. Por sua vez, o monitoramento biológico provê uma indicação da ação (curto ou longo período) dos possíveis impactos que o ecossistema pode estar sofrendo. Richards (1996) observou que mapeando o ambiente de uma determinada área, não somente apresentava uma clara visão do meio, pois “necessita-se de trabalhos de base para monitorar as alterações e também para providenciar informações valiosas, o que é fundamental para o manejo e identificação de áreas mais sensíveis á poluição e a distúrbios”.

A Agenda Ambiental Portuária (CIRM 1998) conta com um instrumento de gestão ambiental, denominado de Programa de Monitoramento. Este programa deverá contemplar o acompanhamento de parâmetros importantes para o desenvolvimento das atividades portuárias, como: ventos, marés, correntes, resíduos sedimentáveis e batimetria. Bem como parâmetros de qualidade ambiental, como: oxigênio dissolvido, matéria orgânica e produtos tóxicos (nos corpos d'água), diversidade biológica e cobertura vegetal; ou ainda particulados e outros poluentes atmosféricos. O programa de monitoramento deverá ser desenvolvido caso a caso, partindo do conhecimento das características ambientais locais, das fontes poluidoras e dos poluentes gerados. Deverão ser adequadamente avaliados os "parâmetros-chave" a serem acompanhados e a frequência das amostragens/medições, evitando-se custos desnecessários. É recomendado o desenvolvimento de um programa. Entretanto a sustentabilidade das atividades do porto, somente pode ser atingida tendo protocolos de manejo efetivos que integrem as áreas sócio-econômicas, legal, técnica e ambiental dentro do qual o porto moderno deve funcionar. Reconhecendo o fato que o maior desafio que permeia o buraco que existe entre a política ambiental e a atual proteção ambiental é a implementação do plano, o papel da ciência baseado em procedimentos de monitoramento é criticamente importante para a execução das responsabilidades ambientais.

As respostas apropriadas aos desafios ambientais das atividades e operações portuárias, somente serão alcançadas a partir do entendimento científico das complexas interações do meio, envolvendo e identificando determinantes que pelo qual a qualidade

ambiental pode ser avaliada. Adequados legalmente e cientificamente, os critérios podem ser as metas para a proteção ambiental por prover meios e padrões pelo qual qualidade pode ser testada. Uma vez, aprovados e aceitos os critérios científicos podem servir como unidades comuns para os freqüentes debates entre conservação e lucro, legislação e complacência.

8. MONITORAMENTO AMBIENTAL DA OPERAÇÃO DE DRAGAGEM PARA O PORTO DE RIO GRANDE

O procedimento adotado para construir as propostas de manejo, que serão apresentadas neste capítulo, para a operação de dragagem do Porto de Rio Grande, foram elaboradas a partir dos dados técnicos brutos ou previamente tratados disponibilizados pelos diferentes laboratórios envolvidos neste último monitoramento da dragagem (período compreendido entre 2003 e 2004). A principal meta foi realizar uma análise crítica sobre estes dados levantados, para avaliar seu significado ambiental e sugerir recomendações sucintas e assim, a partir do resumo de cada parâmetro analisado definir ações a serem tomadas.

Portos e terminais marítimos realizam periodicamente atividades de dragagem a fim de evitar acúmulo excessivo de sedimentos nas áreas de trânsito, manobra e atracação de navios, para que não se perca a navegabilidade na área.

Na última dragagem realizada no Porto de Rio Grande, no período de junho de 2003 a setembro de 2004, foi utilizada uma draga autotransportadora de capacidade de cisterna de 5.600 m³, da Empresa Dragaport S.A. (Tabela 8.1). Estas dragas serão equipadas com sistema de posicionamento computadorizado, baseado em um sistema de localização geográfica de precisão (DGPS - Differential Global Positioning Service). As dragas autotransportadoras são navios com tanques (cisternas) de fundo móvel, nos quais o material dragado é depositado, sendo a seguir transportado para o mar, onde é descarregado, dispensando o uso de barcaças. A mesma é equipada com duas hélices variáveis e dois tubos de sucção montados na proa. O material dragado é depositado por meio de comportas no fundo do barco, operadas hidráulicamente. O processo de dragagem é realizado através de tubos de sucção, que aspira o material desagregado por um bocal que lança jatos de água sobre o sedimento. A draga opera contra a corrente, podendo fazer cortes em bancos de material sedimentado de até 10 metros de largura.

Tabela 8.1: Especificações técnicas referentes a draga Boa Vista I.

Armador:	Dragaport Ltda.
Construtor:	IHC - SMIT BV - HOLLAND
Ano de construção:	1976 - rebuilt 2000
Tipo:	Draga Autotransportadora TSHD
Classificação:	Bureau Veritas I 3/3 E + Deep Sea
Bandeira:	Brasileira
Porto de registro:	Rio de Janeiro
Número de registro:	381- 026307-9
Comprimento:	106,60 m
Boca:	18,30 m
Pontal:	9,70 m
Calado:	8,50 m
Capacidade de carga:	10.000 ton
Volume da cisterna:	5.600 m ³
Potência total instalada:	15.500 HP
Bomba de dragagem:	4.000 HP
Potência de desagregação hidráulica:	1.500 HP
Bowthuster:	500 HP
Profundidade de dragagem:	24/32 m (2 tubos)
Velocidade:	12 nós
Controle de dragagem:	Posicionamento por satélite e medição computadorizada do material dragado.

Para facilitar tanto o licenciamento da operação de dragagem, como para fins de monitoramento e controle, o canal foi dividido em trechos a serem dragados, a Tabela 8.2 descreve evidencia este procedimento.

Tabela 8.2: Identificação dos trechos, volume e descrição das áreas a serem dragadas.

Trecho	Volume	Descrição da Área
Trecho I	1.085.000 m ³	Canal Externo
Trecho II	1.100.000 m ³	Canal Interno (entre os Molhes da Barra)
Trecho III	15.000 m ³	Base dos Molhes até Terminal do Tecon
Trecho IV	95.000m ³	Terminal Tecon até Bacia de Evolução
Trecho V	435.000 m ³	Bacia de Evolução (entrada Saco da Mangueira)
Trecho VI	200.000 m ³	Porto Público (toda a sua extensão)

A batimetria e a determinação do volume de sedimento que foram dragados, foram efetuadas pela empresa INTERNAVE Engenharia Ltda., no período compreendido entre maio de 2002 e fevereiro de 2003, realizadas no local de dragagem estabelecido na tabela 7.2 acima.

O período de acompanhamento (monitoramento) da operação de dragagem foi efetuado antes (pré-dragagem), durante (ciclo de dragagem) e depois da operação de dragagem (pós-dragagem), de acordo com as características de cada parâmetro a ser monitorado. A estratégia de monitoramento contemplou pontos fixos de controle na entrada das enseadas, ao longo da área de dragagem e no local de descarte. Além destes pontos fixos, foram acompanhados dois ciclos de dragagem, entendendo-se como ciclo de dragagem uma operação de dragagem completa, escavação do sedimento, transporte e o descarte deste material. As frequências amostrais nesses pontos fixos dependeram do tipo de parâmetro a ser monitorado. Em cada ciclo de dragagem foram efetuados monitoramentos em períodos imediatamente antes, durante e depois de cada operação.

Para alcançar estes propósitos anteriormente citados, os seguintes estudos foram conduzidos:

Nos locais de dragagem:

- 1) Avaliação da estrutura e biomassa da comunidade de bentos nas áreas de canal antes e depois da dragagem.
- 2) Avaliação e controle dos impactos sobre a biomassa fitoplanctônica (clorofila-a), em superfície e fundo, na área de dragagem.
- 3) Determinação da densidade zooplantônica e biomassa, em superfície e fundo, por separação do material zooplantônico na plataforma proximal e entrada dos molhes.
- 4) Avaliação e controle do pH, Eh, Condutividade, Salinidade, Turbidez, Amônia, Nitrito, Nitrato, Fosfato, Óleo e Graxas, DBO, OD, Pb, Cu, Zn, Cd, Ni, Cr, Hg, As na água nas áreas de dragagem e na entrada das enseadas.
- 5) Monitoramento do pH, Eh, C-orgânico, N-inorgânico, Fator de Enriquecimento, Óleo e Graxas, Pb, Cu, Zn, Cd, Ni, Cr, Hg, As no sedimento e granulometria nos canais de dragagem antes da operação ao longo do canal. Análise dos mesmos elementos na boca das enseadas estuarinas.
- 6) Acompanhamento da direção e extensão da pluma de dispersão de sedimentos.

7) Acompanhamento da direção e velocidade das correntes no canal

No local de descarte:

- 1) Avaliação da estrutura e biomassa da comunidade de bentos nas áreas de deposição antes e depois da dragagem.
- 2) Acompanhamento da direção e velocidade das correntes e ventos.
- 3) Acompanhamento da direção e extensão da pluma de dispersão de sedimentos com o acompanhamento da qualidade da água.
- 4) Avaliação batimétrica do sítio de deposição e da estabilidade do banco de deposição.

Para o monitoramento dos parâmetros ambientais foram adotados os descritos no termo de referencia (em anexo III), e os pontos de amostragem e bem como, o local para descarte do material dragado também estão descritos neste termo. Os locais em que foram realizadas as coletas, denominadas pontos fixos, e a delimitação do quadrilátero para descarte do material dragado estão na tabela 8.3.

Tabela 8.3: Descrição dos pontos de monitoramento

<i>Ponto</i>	<i>Descrição do local</i>	<i>Coordenadas (Lat/Long)</i>
1	Ponta da Marambaia	32°00'22" S / 52°04'39" W
2	Bacia de Evolução do Porto Novo	32°02'12" S / 52°04'33" W
3	Bóia 1	32°03'35" S / 52°04'16" W
4	Entrada do Saco da Mangueira	32°05'37" S / 52°05'07" W
5	Bóia 13	32°06'00" S / 52°06'00" W
6	Praticagem	32°08'11" S / 52°06'03" W
7	Base dos molhes	32°09'28" S / 52°05'43" W
8	Ponta dos molhes	32°10'51" S / 52°05'48" W
9	Local de descarte	E (32°14'12" S / 51°58'54" W) F (32°14'45" S / 51°58'12" W) G (32°15'42" S / 52°00'42" W) H (32°16'13" S / 52°00'06" W)

Sendo que o ponto 1 (Ponta da Marambaia) é o local controle, e o ponto 9 constitui-se do quadrilátero de descarte do material dragado, e os demais pontos (2 a 8) correspondem a área submetida a operação de dragagem. A amostragem e coleta dos diferentes dados foram efetuadas no período compreendido entre os meses de junho de 2003 a setembro de 2004. A Superintendência do Porto de Rio Grande (SUPRG) cedeu

uma carta náutica em que os trechos submetidos a operação de dragagem estão coloridos para facilitar a identificação (Figura 8.1).

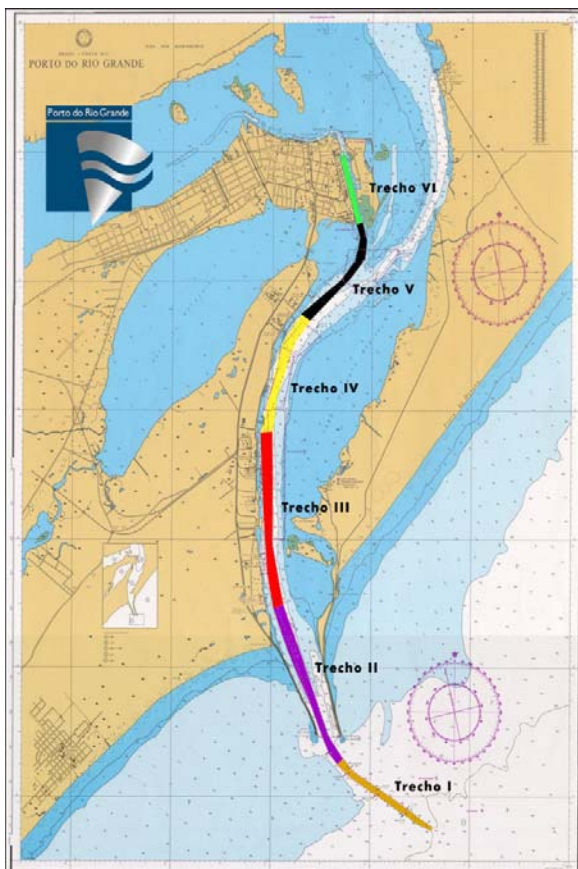


Figura 8.1: Identificação dos trechos que foram submetidos a operação de dragagem. Período compreendido entre junho de 2003 a setembro de 2004.

Durante o período em que o Porto de Rio Grande foi submetido a operação de dragagem houveram alguns contratemplos, como a interrupção desta devido ao período de entrada das larvas de camarão rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) no estuário, o qual ocorre de outubro a janeiro (primavera início do verão). Esta interrupção nas atividades de dragagem poderia ter sido evitada se houvesse o monitoramento da penetração destas larvas no estuário, concomitantemente as operações de dragagem. Somente deste modo poderíamos realmente identificar se a operação de dragagem deve ou não ser interrompida durante este período.

Este monitoramento ambiental da operação de dragagem contou com a participação de 7 (sete) laboratórios pertencentes a Fundação Universidade Federal de Rio Grande – FURG, em que foi desenvolvido um relatório técnico com todas as informações geradas

durante o acompanhamento desta atividade (Asmus & Granato⁶ eds, 2004). Laboratório de Gerenciamento Costeiro, responsável pela coordenação das atividades (organização logística), compilação, organização e integração das informações geradas, envolvimento com os órgãos responsáveis pelo controle e fiscalização das atividades (Fepam e IBAMA), executor (Dragaport) e mandante (Superintendência do Porto de Rio Grande); Laboratório de Geologia, responsável pelo acompanhamento dos níveis de turbidez e qualidade dos sedimentos em suspensão durante a atividade de dragagem, acompanhamento pré-dragagem e dos dois ciclos de dragagem; Laboratório de Geoquímica, responsável pela análise granulométrica e da qualidade do sedimento nos períodos pré e pós – dragagem; Laboratório de Oceanografia Física, responsável pela medição de velocidade e direção das correntes, e aspectos como salinidade e temperatura da água (caracterizar a hidrodinâmica no local), durante todo o período da dragagem; Laboratório de Hidroquímica, responsável pela análise dos parâmetros relacionados a qualidade da água durante todas as fases da dragagem; Laboratório de Fitoplâncton, responsável por analisar a biomassa fitoplanctônica durante todas as fases da dragagem; Laboratório de Zooplâncton, responsável por analisar a biomassa zooplantônica durante todas as fases da dragagem; e Laboratório de Macroinvertebrados Bentônicos, responsável por caracterizar a fauna bentônica e possíveis alterações na composição e abundância destes organismos durante todas as fases da dragagem.

Para facilitar a visualização das atividades de cada laboratório envolvido e dos embarques dos mesmos no transcorrer do tempo, a Tabela 8.4 ilustra os dias e as atividades desenvolvidas pelos laboratórios.

⁶ A autora Flavia Granato foi a gerente técnico-administrativo do monitoramento ambiental da operação de dragagem para o Porto de Rio Grande (período de 2003 a 2004), atuou no laboratório de gerenciamento costeiro e sua função era o de planejamento estratégico e acompanhamento da execução do trabalho.

Tabela 8.4: Ilustra os dias, os laboratórios e atividades desenvolvidas.

Data	Laboratório	Atividade
26/jun/03	Geoquímica	Pré-dragagem
27/jun/03	Hidroquímica	Pré-dragagem
27/jun/03	Macroinvertebrados Bentônicos	Pré-dragagem
30/jun/03	Física	Pré-dragagem
30/jun/03	Fitoplâncton	Pré-dragagem
30/jun/03	Zooplâncton	Pré-dragagem
30/jun/03	Macroinvertebrados Bentônicos	Pré-dragagem
01/ago/03	Macroinvertebrados Bentônicos	Pontos Fixos
05/ago/03	Geologia (Pluma de Turbidez)	Pontos Fixos
05/ago/03	Física	Pontos Fixos
05/set/03	Fitoplâncton	I Ciclo de Dragagem
05/set/03	Zooplâncton	I Ciclo de Dragagem
05/set/03	Hidroquímica	I Ciclo de Dragagem
23/set/03	Geologia (Pluma de Turbidez)	I Ciclo de Dragagem
23/set/03	Física	I Ciclo de Dragagem
25/set/03	Física	Pontos Fixos
25/set/03	Hidroquímica	Pontos Fixos
25/set/03	Fitoplâncton	Pontos Fixos
25/set/03	Zooplâncton	Pontos Fixos
03/mai/04	Física	II Ciclo de Dragagem
03/mai/04	Geologia (Pluma de Turbidez)	II Ciclo de Dragagem
22/jun/04	Macroinvertebrados Bentônicos	Pontos Fixos
06/jul/04	Hidroquímica	II Ciclo de Dragagem
06/jul/04	Fitoplâncton	II Ciclo de Dragagem
06/jul/04	Zooplâncton	II Ciclo de Dragagem
13/set/04	Hidroquímica	Pós-dragagem
13/set/04	Fitoplâncton	Pós-dragagem
13/set/04	Zooplâncton	Pós-dragagem
17/set/04	Geoquímica	Pós-dragagem
22/set/04	Macroinvertebrados Bentônicos	Pós-dragagem
11/out/04	Macroinvertebrados Bentônicos	Pós-dragagem

Descrição dos resultados obtidos por laboratório (neste caso cada laboratório será tratado como um capítulo).

8.1.COMPOSIÇÃO E QUALIDADE DO SEDIMENTO

A utilização dos sedimentos para estudos de caracterização de impacto ambiental apresenta 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.

Nesta análise serão examinados e comparados os dados geoquímicos dos sedimentos anteriores (pré-dragagem) e posteriores (pós-dragagem) ao trabalho de dragagem. A comparação dos parâmetros geoquímicos e sedimentares dessas duas diferentes etapas servirá de base para a identificação e caracterização de possíveis modificações na região estuarina induzidas pela atividade de dragagem.

Todas as amostras de sedimentos foram coletadas com o auxílio de uma draga do tipo Van Veen livre de contaminação metálica ou orgânica. As frações dos sedimentos destinadas as análises químicas (alguns metais e matéria orgânica) foram secas em estufa à 80 °C, enquanto que para as análises de Hg e As os sedimentos foram secos a temperatura máxima de 30 °C para evitar perdas por volatilização.

Os resultados dos metais são apresentados em mg/kg de sedimento seco.

Granulometria dos sedimentos

A comparação dos resultados obtidos antes e depois da dragagem, mostra que no período após a dragagem os sedimentos da região portuária - estuarina apresentaram, em média, um aumento da percentagem das classes: areia muito grossa, areia média, areia fina, areia muito fina, e silte grosso; silte muito fino, argila grossa, argila média, argila fina, argila muito fina; e uma redução da percentagem das classes: grânulo (e maior), areia grossa, silte médio e silte fino.

No entanto, as modificações mais expressivas das características granulométricas dos sedimentos da região dragada ficam por conta do aumento dos teores das classes: silte grosso e silte muito fino, e uma redução de areia muito fina. Considerando-se apenas as grandes classes granulométricas, verifica-se que após a dragagem os sedimentos do estuário apresentam um aumento da fração > 2 mm (grânulo ou maior) de 1,89 % antes para 0,23 %, a fração areia diminuiu de 46,82 % para 34,43 %, a fração silte aumentou de 27,90 % para 37,33 % e a fração argila aumentou de 23,39 % para 28,01 % (Tabela 8.5).

Esses dados mostram que depois dos trabalhos de dragagem os sedimentos superficiais do estuário tornaram-se, em média, mais finos, resultante da redução de 12,4 % da fração arenosa, associado ao aumento de 14,1 % das frações de menor tamanho de grão (silte e argila). Esse fato pode ter importantes desdobramentos de natureza ambiental, visto que grande dos poluentes, especialmente os metais pesados, se acumulam nas frações mais finas dos sedimentos (Salomons e Forstner, 1984; Forstner e Wittmann 1979, Salomons et al., 1988).

Tabela 8.5: Variação dos teores das frações Granulo ou maior (> 2mm), Areia, Silte e Argila nos sedimentos do estuário no período anterior e posterior aos trabalhos de dragagem.

Período	Anterior a dragagem			
Classes granulométricas	Granulo ou maior	Areia	silte	argila
Média	1,8944	46,8172	27,9028	23,3855
Desvio-padrão (dp +/-)	3,8727	36,3071	20,4761	18,8507
Máximo	10,3655	91,8765	45,3836	45,5279
Mínimo	0,0000	9,0885	0,8339	0,7684
Período	Posterior a dragagem			
Classes granulométricas	Granulo ou maior	areia	silte	argila
Média	0,2321	34,4287	37,3279	28,0114
Desvio-padrão (dp +/-)	0,3600	25,1108	15,0834	10,7582
Máximo	0,7259	73,8324	57,3497	39,3312
Mínimo	0,0000	5,3689	12,9619	13,2057

PH e Eh

Os valores de pH medidos nos sedimentos do estuário antes da dragagem apresentaram uma variação de 7,17 a 7,48, com uma média de 7,29 ($\pm 0,12$), enquanto que depois da dragagem variaram de 7,11 a 7,19, com uma média de 7,15 ($\pm 0,03$) (Tabela 8.6).

Esses resultados mostram que não houve uma variação importante do pH dos sedimentos entre os períodos, anterior e posterior a dragagem. Em termos estatísticos, as médias de pH dos períodos pré e pós dragagem são consideradas iguais, assim conclui-se que a dragagem não causou, em média, modificações desse parâmetro geoquímico. A pequena variação de pH encontrada nos sedimentos da área de estudo é uma característica natural desse sistema, pois a maior parte dos valores oscila entre 6,5 a 7,5 (Baisch, 1987, Baisch, 1996, Baisch, 1997, Baisch, 2000b; Baisch e Mirlean, 2001).

Os valores de Eh do estuário antes da dragagem variaram entre -146 a -119 mV, com uma média de -29,8 (\pm 115,6) mV, passando a variar entre -35 a 105 mV, com uma média de 31,7 (\pm 51,9) mV (Tabela 8.6). Esses dados revelam que os sedimentos do estuário apresentaram valores mais elevados depois da dragagem, indicando que as condições tornaram-se mais oxidantes nesses dois ambientes. Em média, os sedimentos do estuário passaram de fracamente redutores (antes da dragagem) para fracamente oxidantes depois da dragagem.

O aumento das condições oxidantes dos sedimentos estuarinos pode ser atribuído diretamente aos trabalhos de dragagem, que induzem um aumento da oxigenação pelo revolvimento das camadas superficiais dos sedimentos. A redução dos teores de matéria orgânica pode ser indicada como outro fator adicional para determinar a melhoria das condições oxidantes nos sedimentos.

Tabela 8.6 - Média aritmética, desvio padrão (d.p.+/-), valores máximos e mínimos de pH e Eh (potencial redox) dos sedimentos do estuário antes (A) e depois (P) da dragagem. A amostra 1 é o ponto controle localizado fora da área diretamente dragada.

Amostras	pH -A	Eh (mV) -A	pH -P	Eh (mV) -P
1	7,12	82	7,21	125
2	7,23	-113	7,14	-35
3	7,17	-75	7,19	-12
4	7,48	-76	7,16	28
5	7,19	-146	7,12	105
6	7,25	112	7,15	31
7	7,39	119	7,11	73
Média	7,29	-29,8	7,15	31,7
d.p. (+/-)	0,123	115,6	0,029	51,9
Máximo	7,48	119	7,19	105
Mínimo	7,17	-146	7,11	-35

Carbono e nitrogênio orgânico

Os teores de Carbono Orgânico Total (COT) dos sedimentos da região de estudo antes da dragagem apresentaram uma média de 1,47 % ($\pm 0,75$, oscilando de 0,46 a 2,16 %; enquanto que depois da dragagem apresentaram uma média de 1,35 % ($\pm 0,13$), oscilando de 1,13 a 1,35 % (Tabela 8.7). Antes da dragagem o Nitrogênio Orgânico Total (NOT) dos sedimentos apresentou média de 0,169 % ($\pm 0,063$), variando de 0,063 a 0,226 %; enquanto que depois da dragagem apresentou média de 0,129 % ($\pm 0,048$), variando de 0,072 a 0,217 % (Tabela 8.7). Os resultados revelam que os sedimentos depois da dragagem apresentaram uma diminuição dos teores em matéria orgânica, mostrando uma redução média de 0,12 % em COT e de 0,040 % dos teores em NOP. Esse fato pode ser imputado aos trabalhos de remoção dos sedimentos estuarinos mais superficiais, efetuados pelo trabalho de dragagem, os quais são reconhecidamente mais ricos em matéria orgânica.

A variação COT e NOT dos sedimentos antes da dragagem mostra que teores mais elevados estão localizados entre o Porto Novo e a boia 13 (Superproto). Esse quadro é o resultado do maior efeito das fontes antrópicas situadas especialmente nessa zona portuária-estuarina. Essa região estuarina está submetida a uma importante carga de efluentes de natureza cloacal, pluvial e industrial, que são responsáveis por um aumento dos níveis de contaminação orgânica nos sedimentos. Os elevados teores de COP e NOT observados nos pontos 2, 3 e 4 comprovam esse quadro, pois essa região localiza-se próxima a diversos pontos de emissão de efluentes orgânicos.

Tabela 8.7: Média aritmética, desvio padrão (d.p.+/-), valores máximos e mínimos do COT (carbono orgânico total) e de NOT (nitrogênio orgânico total) dos sedimentos da região estuarina antes (A) e depois (P) da dragagem. A amostra 1 é o ponto controle que está controle localizado fora da área diretamente dragada.

Amostras	COP (%) -A	NOT (%) -A	COP (%) - P	NOT (%) -P
1	1,55	0,175	1,27	0,104
2	1,98	0,209	1,51	0,124
3	2,16	0,226	1,42	0,217
4	1,92	0,202	1,13	0,072
5	1,70	0,199	1,32	0,116
6	0,58	0,081	1,34	0,125
7	0,46	0,098	1,36	0,120
Média	1,47	0,169	1,35	0,129
d.p. (+/-)	0,75	0,063	0,13	0,048
Máximo	2,16	0,226	1,51	0,217
Mínimo	0,46	0,081	1,13	0,072

Óleos e graxas

Os teores de Óleos e Graxas dos sedimentos anteriores e posteriores a dragagem da região da região portuária - estuarina de Rio Grande estão apresentados na tabela 8.8. Antes da dragagem os teores de Óleos e Graxas variaram de 1932 a 9816 mg/kg com uma média de 6074,3 mg/kg ($\pm 3396,7$); enquanto que após a dragagem oscilaram entre 3151 a 7486 mg/kg com uma média de 4871,3 mg/kg ($\pm 1835,8$).

Antes da dragagem a distribuição dos óleos e graxas apresentava uma forte tendência de diminuição em direção aos molhes, a partir de seus valores máximos verificados da região do Porto Novo e imediações. Depois da dragagem ocorreu um processo de homogeneização dos valores e o longo da região portuária, com a redução dos teores na região do Porto Novo e adjacências (pontos 2,3 e 4) associado com um pequeno aumento dos teores a partir do Superporto (bóia 13) até os molhes (ponto 7).

Tabela 8.8 - Média aritmética, desvio padrão (d.p.+/-), valores máximos e mínimos em Óleos e Graxas (mg/kg) dos sedimentos do Estuário e do Sítio de Deposição antes (A) e depois (P) da dragagem. A amostra 1 é o ponto controle localizado fora da área diretamente dragada.

Amostras	Óleos e Graxas -A (mg/kg)	Óleos e Graxas -P (mg/kg)
1	3026	3495
2	9816	6750
3	8995	4229
4	7662	3151
5	5897	7486
6	2144	3157
7	1932	4455
Média	6074,3	4871,3
d.p. (+/-)	3396,7	1835,8
Máximo	9816	7486
Mínimo	1932	3151

Metais Pesados

O estudo da qualidade dos sedimentos é uma fase indispensável para a condução de trabalhos de dragagem, no sentido de avaliar o nível de poluição sedimentar, e caracterizar as mudanças ambientais de curto e médio prazo, transitórias ou permanentes causadas por essa atividade. Os resultados dos teores dos metais pesados Pb, Cu, Zn, Cd, Ni, Cr, Hg e do As dos sedimentos da região de estudo com os respectivos dados estatísticos (médias, desvio-padrão, máximos e mínimos) do período pré e pós dragagem estão apresentados respectivamente nas tabelas 8.9 e 8.10. A comparação dos teores metálicos dos sedimentos do período anterior a dragagem em relação ao período posterior ao final dos trabalhos de dragagem mostra que os metais podem ser divididos em dois grupos.

O primeiro grupo é formado pelos metais (Pb, Cd e Hg) que apresentaram uma redução dos seus teores médios nos sedimentos de fundo, depois de terem sido concluídos os trabalhos de dragagem.

O segundo grupo é formado pelos metais (Cu, Zn, Ni, Cr e o As) que tiveram aumentos dos seus teores médios nos sedimentos de fundo depois do final dos trabalhos de dragagem. Contudo, mesmo com a remoção dos sedimentos teoricamente mais contaminados por metais pela dragagem, verificou-se um aumento dos teores médios de Cu, Zn, Ni, Cr e o As no final dessa atividade.

Tabela 8.9 - Teores e parâmetros estatísticos (média aritmética; desvio padrão - d.p.; valores máximos e mínimos) dos elementos metálicos e arsênio nos sedimentos da região portuária – estuarina de Rio Grande antes da dragagem. A amostra 1 é o ponto controle localizado fora da área diretamente dragada

Teores dos metais dos sedimentos no período anterior a dragagem				
Amostras	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cd (mg/kg)
1	17,5	20,8	61,9	0,090
2	32,5	30,4	97,6	0,110
3	30,6	31,8	105,0	0,080
4	31,1	33,6	93,4	0,100
5	11,2	22,3	55,0	0,080
6	2,4	8,7	12,6	0,030
7	6,5	9,6	14,2	0,040
Média	19,05	22,73	62,97	0,073
d.p. (+/-)	13,83	11,21	42,12	0,032
Máximo	32,5	33,6	105,0	0,110
Mínimo	2,4	8,7	12,6	0,030
Amostras	Ni (mg/kg)	Cr (mg/kg)	As (mg/kg)	Hg (mg/kg)
1	17,3	24,6	4,2	0,0253
2	22,9	37,2	19,5	0,0493
3	25,5	38,0	8,0	0,0689
4	20,8	29,5	5,8	0,0485

5	16,4	20,0	4,4	0,0215
6	7,6	5,1	1,2	0,0096
7	11,6	11,3	1,4	0,0121
Média	17,47	23,52	6,72	0,0350
d.p. (+/-)	6,90	13,66	6,78	0,0240
Máximo	25,5	38,0	19,5	0,0689
Mínimo	7,6	5,1	1,2	0,0096

Tabela 8.10 - Teores e parâmetros estatísticos (média aritmética; desvio padrão - d.p.; valores máximos e mínimos) dos elementos metálicos e arsênio dos sedimentos da região portuária - estuarina de Rio Grande após a dragagem.

Teores dos metais dos sedimentos no período posterior a dragagem				
Amostras	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cd (mg/kg)
1	9,0	28,4	89,4	0,018
2	10,8	31,9	87,6	0,063
3	12,0	33,4	91,5	0,024
4	8,1	30,1	88,6	0,024
5	11,6	34,0	88,6	0,005
6	14,5	33,5	85,3	0,012
7	10,7	33,3	93,6	0,012
Média	11,28	32,69	89,22	0,023
d.p. (+/-)	2,082	1,434	2,928	0,021
Máximo	14,5	33,95	93,6	0,063
Mínimo	8,1	30,11	85,34	0,005

Amostras	Ni (mg/kg)	Cr (mg/kg)	As (mg/kg)	Hg (mg/kg)
1	17,8	100,9	15,3	0,019
2	20,0	42,0	12,7	0,019
3	18,8	44,1	12,2	0,051
4	21,0	50,1	12,8	0,017
5	19,2	42,0	28,5	0,014
6	20,8	52,6	28,0	0,015
7	18,1	46,6	21,7	0,017
Média	19,64	46,24	19,33	0,022

d.p. (+/-)	1,14	4,38	7,75	0,014
Máximo	20,96	52,63	28,5	0,051
Mínimo	18,06	42,02	12,2	0,014

Antes da dragagem os teores mais elevados dos metais pesados foram encontrados nos sedimentos do Porto Novo até a entrada do Saco da Mangueira, diminuindo em direção aos molhes da barra. Esse quadro é causado pelos vários pontos de emissão de efluentes de natureza cloacal, pluvial e industrial, que ocasionam o aumento dos níveis de contaminação metálica nos sedimentos nesse segmento da região portuária-estuarina

Todavia, depois da dragagem ocorreu uma considerável redução dos teores de Pb, Zn, Ni, Hg, e menor para o As, na região do Porto Novo e adjacências, de forma semelhante ao já observado para o COT, NOT e óleos e graxas. Esse fato é o resultado dos trabalhos de dragagem, na remoção e descarte dos sedimentos mais ricos em contaminantes metálicos, os quais caracterizam esse setor do ambiente estuarino - portuário.

Depois da dragagem também desaparece a tendência geral da redução gradativa dos teores metálicos do Porto Novo em direção aos molhes. Com exceção ao Cd, As e Hg, no período pós dragagem os demais metais (Pb, Cu, Zn, Ni e Cr) apresentam teores muito homogêneos ao dos sedimentos da região portuária. A pequena variação dos teores desses metais é comprovada pela forte redução dos desvios-padrões do período pré dragagem em relação ao pós dragagem.

A constância dos valores dos teores metálicos pode ter origem na textura dos sedimentos, pois depois da dragagem, a granulometria dos sedimentos apresentou-se menos variável e mais rica nas frações silticas e argilosas.

As distribuições de Cd e o Hg anteriores e posteriores a dragagem mantiveram a mesma tendência de diminuição dos teores do Porto Novo em direção aos molhes. Já o arsênio mudou de comportamento, uma vez que depois da dragagem os maiores teores foram encontrados na região do Superporto e molhes.

O aumento relativo dos teores de Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, As, Hg nos sedimentos do Superporto e base dos Molhes (pontos 6 e 7) do período pré dragagem em relação ao período pós dragagem, destaca o efeito granulométrico sobre a concentração dos metais. Antes da dragagem esses dois pontos eram constituídos essencialmente por areia, passando

para sedimentos siltico-argilosos depois da dragagem. Segundo Granato *et al* (2005) a carga mais fina em suspensão produzida pelo trabalhamento dos sedimentos e, portanto mais rica em metais, poderia ter sido redistribuída pela hidrodinâmica estuarina. A deposição desse material causaria o aumento dos teores de As na camada mais superficial dos sedimentos de fundo da região estuarina - portuária. Assim é de primordial importância realizar o monitoramento contínuo da qualidade ambiental do estuário e sua intensificação durante os períodos de dragagem. Tal recomendação vem ao encontro da proposta de manejo inserida no EIA/RIMA do Porto de Rio Grande (Tagliani & Asmus, 1997), onde se sugere que o material dragado eventualmente contaminado deve preferencialmente ser colocado em locais confinados (evitar locais submersos expostos à dinâmica de ondas e correntes). Além de diques de contenção, o material dragado pode ser isolado em escavações submersas ou em locais de baixa hidrodinâmica recoberto por sedimentos resistentes a erosão. Deve-se, contudo caracterizar o tipo de sedimento e seu grau de contaminação para tal procedimento de manejo.

Recomendações

- Monitoramento da qualidade do sedimento no local de descarte. Esta recomendação é de extrema importância para monitorar o comportamento deste sedimento.
- Considera-se de extrema relevância a implantação imediata de planos de monitoramento contínuo da qualidade do sedimento na região estuarina-portuária, para maior controle das modificações ambientais de curto e longo prazo na área.

8.2 PLUMA de TURBIDEZ

Conforme relatado no EIA/RIMA do Porto de Rio Grande (1997) dados a respeito da pluma de sedimentos finos (quantidade e composição) gerados 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). 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.

A partir do ano de 2000 por recomendação do EIA/RIMA do Porto de Rio Grande (1997) iniciou-se a medição da pluma turbidez na coluna d'água durante a operação de dragagem.

O monitoramento deste parâmetro consistiu de três cruzeiros: o primeiro foi a etapa de amostragem em pontos específicos do estuário para determinação dos valores normais (background); o segundo e terceiro acompanharam dois ciclos de dragagem.

Na primeira etapa do monitoramento os valores de turbidez medidos nos 5 pontos pré-determinados (base do molhe oeste, praticagem da barra, Bianchini, Entrada do Saco da Mangueira e Bacia de Evolução do Porto Novo) são considerados normais para a época do ano. Como padrão geral notou-se um aumento dos valores de turbidez em direção a Bacia do Porto Novo, provavelmente devido á entrada de água salgada que promoveu a diminuição dos níveis de turbidez por diluição principalmente nas estações mais próximas da embocadura lagunar. Esta conclusão é reforçada pelos dados de corrente que indicam a presença de água salgada entrando pelo fundo até a Bóia 13, com velocidades variando entre 40 e 70 cm/s enquanto que na superfície permaneceu um fluxo vazante de água doce com velocidades variando entre 40 e 100 cm/s. Os valores de turbidez na Bacia do Porto Novo são 20 % mais elevados em relação aos pontos onde detectou-se um leve incremento da salinidade de fundo, o que está em acordo com o esperado para a região considerando-se o comportamento das correntes medidas (Tabela 8.11).

A distribuição vertical da turbidez apresentou um comportamento normal com os valores aumentando junto ao fundo.

Tabela 8.11: Bacia de evolução do Porto Novo (32° 02' 12" S, 52° 04' 33" W);

Nível	Turb1	Turb2	Turb3	Méd	pH1	pH2	pH3	Méd	OD1	OD2	OD3	Méd	Sal	T
Sup	109,52	106,87	105,10	106,87	7,62	7,67	7,70	7,66	11,80	11,80	11,80	11,80	0,01	11,8
1	104,22	104,22	105,10	104,22	7,66	7,67	7,65	7,66	11,82	11,67	11,80	11,76	0,01	11,8
2	105,10	104,22	105,10	105,10	7,61	7,63	7,62	7,62	11,73	11,73	11,75	11,74	0,01	11,8
3	106,87	106,87	107,75	106,87	7,59	7,58	7,61	7,59	11,74	11,68	11,70	11,71	0,02	11,8
4	108,63	109,52	112,17	110,40	7,57	7,59	7,58	7,58	11,76	11,76	11,69	11,74	0,02	11,8
5	112,17	110,40	112,17	111,28	7,55	7,58	7,58	7,57	11,67	11,78	11,76	11,74	0,02	11,9
6	115,70	110,40	116,58	113,93	7,54	7,55	7,59	7,56	11,68	11,68	11,73	11,70	0,02	11,9
7	115,70	115,70	114,81	115,70	7,54	7,56	7,57	7,56	11,63	11,65	11,65	11,64	0,02	11,9
8	116,58	123,64	117,46	119,23	7,54	7,54	7,56	7,55	11,69	11,72	11,67	11,69	0,02	11,9

A segunda etapa do monitoramento consistiu em acompanhar dois ciclos de dragagem. Os valores de turbidez amostrados foram mais elevados atingindo níveis semelhantes aos encontrados para a Bacia do Porto Novo durante a realização do primeiro cruzeiro. Até onde foi possível amostrar (12 m) os valores de turbidez obtidos durante a operação de dragagem não ultrapassaram os valores naturais medidos antes da mesma (Figura 8.2). No momento era observada a presença de cunha salina dentro do estuário provavelmente em função da presença do vento Leste que atuava no momento das estações.

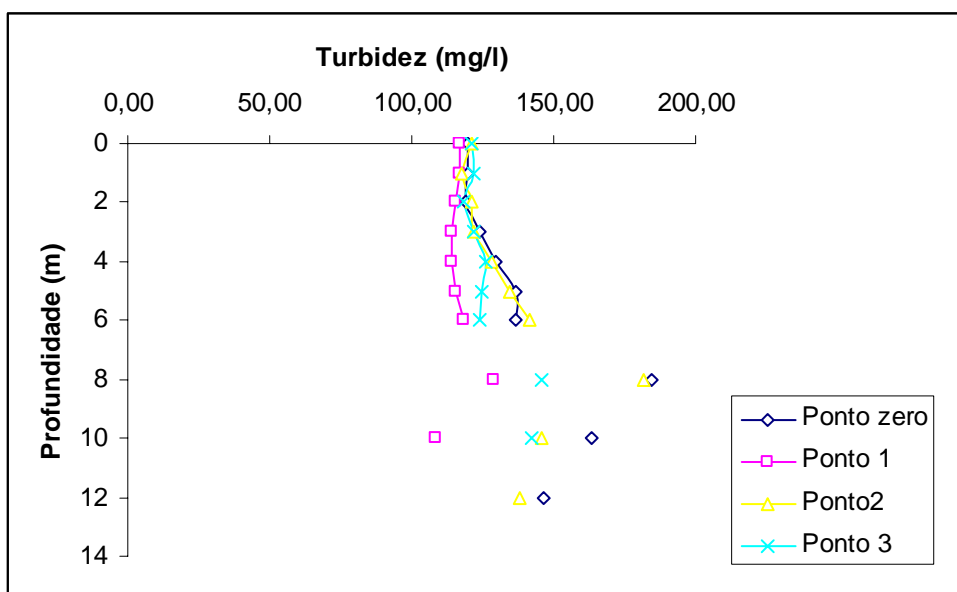


Figura 8.2 – Comparação entre os perfis de distribuição vertical da Turbidez nos pontos amostrados.

Durante o monitoramento do segundo ciclo de dragagem pode ser observado que antes da operação de dragagem iniciar, notou-se níveis de turbidez inferiores aos observados nos monitoramentos anteriores. Tal situação pode representar um maior nível de salinidade em função da entrada de água salgada devido ao vento sudoeste reinante no dia de monitoramento.

As medições feitas (atrás da draga) durante o percurso desta a favor da corrente (estações 1 e 2) não evidenciaram alterações nos valores de turbidez, entretanto as medições realizadas durante o percurso da draga deslocando-se contra a corrente (estações 3 e 4) evidenciaram valores de turbidez duas a três vezes superiores aos valores obtidos antes do início da operação de dragagem. Essa situação mostra que operações de dragagem podem aumentar os valores de turbidez em relação ao background natural observado (Figura 8.3). O fato de não termos observado valores maiores quando a draga se deslocou a favor da corrente indica que uma falha amostral provavelmente devido ao transporte mais rápido do material por advecção impedindo assim a sua detecção.

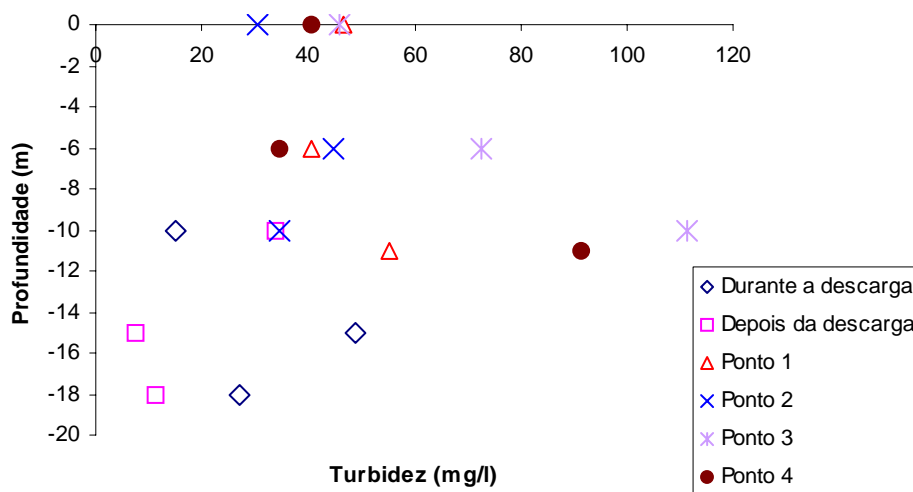


Figura 8.3: Comparação entre os perfis de distribuição vertical da Turbidez nos pontos amostrados.

No descarte tomou-se o cuidado de verificar o sentido da corrente de forma que as amostras foram tomadas a jusante da draga evitando incorrer no mesmo tipo de falha amostral observada anteriormente dentro do estuário. A amostragem evidenciou um aumento da concentração na meia água tendo as concentrações apresentado um rápido decréscimo (Tabela 8.12).

Tabela 8.12: Local de descarte – fora da Barra (32° 14' 43''S, 51° 58' 54'' W)
 Profundidade: 19 m

Momento	Nível (m)	Turbidez (mg/l)	pH	DO	Salinidade (%)	Temperatura (°C)
	10	15,1	8,72	8,75	3,05	17,8
Durante o despejo	15	48,80	8,68	7,80	3,14	17,8
	18	27	8,65	8,35	3,14	17,8
	10	34	8,72	8,10	3,15	17,9
Depois do despejo	15	7,4	8,68	7,80	3,14	17,8
	18	11,4	8,65	8,75	3,14	17,8

Recomendação

- A periodicidade amostral não seguiu os padrões necessários para uma avaliação ambiental precisa. Para que os dados possam ser compartilhados entre os demais laboratórios, é necessário que as coletas sejam estabelecidas de maneira harmônica, que o período amostral seja compatível entre os laboratórios.

8.3 FITOPLÂNCTON

O monitoramento desta operação foi iniciado em 30/junho/2003 com as coletas da fase de Pré-dragagem, seguida ordenadamente pelas fases de I Ciclo de Dragagem (05/setembro/2003), Monitoramento de Pontos Fixos (25/setembro/2003), II Ciclo de Dragagem (06/julho/2004) e posteriormente a fase de pós-dragagem (13/setembro/2004).

A metodologia adotada foi coleta com balde em superfície e com o uso de garrafa Van Dorn (capacidade de 2 L) para as amostras de fundo, ou quando disponível, com a utilização de bomba de sucção para ambas profundidades amostradas. A biomassa dos organismos fitoplanctônicos, em superfície e próximo ao fundo, foi estimada através do teor de clorofila *a* ($\mu\text{g/L}$). O volume de amostra (entre 20 e 100 mL) foi determinado de acordo com análise visual prévia da concentração de material em suspensão, sendo filtrado com o uso de bomba a vácuo e sistema de filtração, sobre filtros de fibra de vidro Whatman GF/F (porosidade 0,7 μm), em duplicata. Os filtros foram imediatamente acondicionados e guardados em freezer a fim de evitar a degradação do pigmento.

Em laboratório, esses filtros foram postos em frascos de vidro contendo 10 mL de acetona 90% e deixados a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ no escuro, para extração de clorofila *a* durante 24 horas. O teor deste pigmento foi estimado através do método de fluorescência (Welschmeyer, 1994), com o fluorímetro Turner Designs, modelo TD-700, previamente calibrado com clorofila *a* pura (Sigma®).

A concentração de clorofila *a* em todas as estações ficou, em média, abaixo de 3,0 $\mu\text{g/L}$, sendo que as maiores concentrações foram obtidas próximas ao fundo. Ao comparar as três estações de coleta, foi observado que as estações localizadas na Entrada do Saco da Mangueira (#04) e na Base dos Molhes (#07) apresentaram valores relativamente maiores que os da estação Ponta da Marambaia (#01) (Tabela 8.13, gráfico 8.1), denotando provavelmente apenas diferenças de micro-habitats.

Tabela 8.13 - Estação, profundidade de coleta (m), temperatura da água (°C), salinidade, visibilidade do disco de Secchi na água (m) e concentração média de clorofila *a* (µg/L) durante a fase de Pré-dragagem do Porto de Rio Grande (30/junho/2003).

Estação	Prof. (m)	T (°C)	Salinidade	Secchi (m)	Média [cloA]
#01	superfície	16	1	0,6	1,0
	“““ .				
	“““ .				
	4	16	1		1,3
	“““ .				
#04	superfície	16	1	0,4	1,5
	“““ .				
	10	16	1		2,3
	“““ .				
#07	superfície	16	1	0,3	1,8
	“““ .				
	12	16	1		2,0
	“““ .				

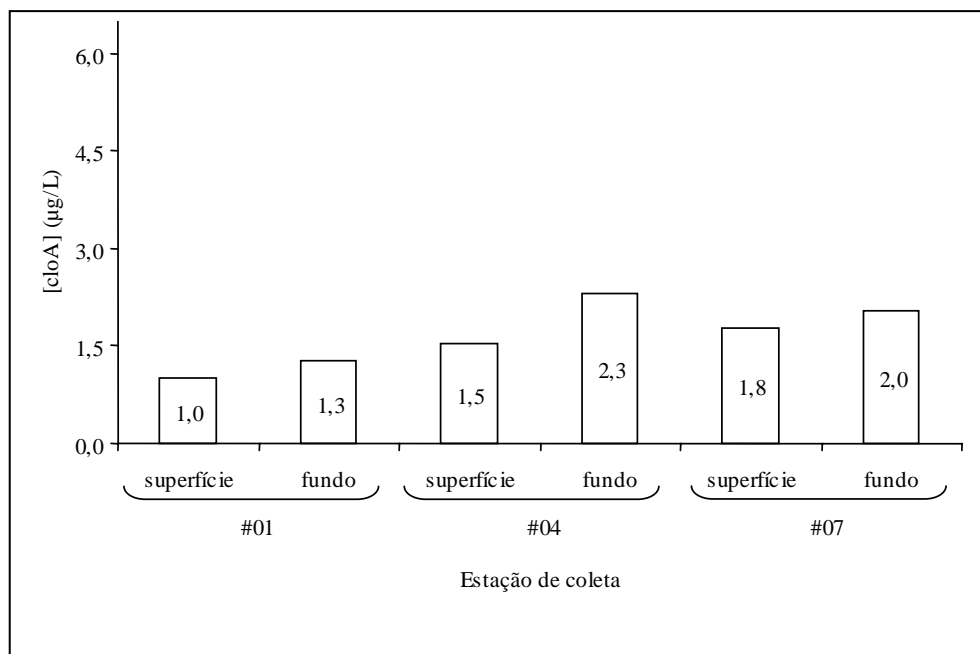


Gráfico 8.1- Biomassa fitoplanctônica expressa em teor de clorofila *a* (µg/L), nas estações #01, #04 e #07 e respectivas profundidades de coleta (fase Pré-dragagem; 30/junho/2003).

No acompanhamento dos ciclos de dragagem, ao comparar as concentrações obtidas, observou-se uma similaridade entre os valores em superfície nas estações #antes, #durante e #depois da operação de dragagem (tabela 8.14, gráfico 8.2).

As concentrações de clorofila *a* do estrato próximo ao fundo foram geralmente maiores que as obtidas em superfície; e a maior diferença entre teor em superfície e próximo ao fundo foi determinada na estação #depois da dragagem. isto provavelmente se deve à re-suspensão de indivíduos em melhores condições fisiológicas, indicando maior densidade de organismos fotossintetizantes em estratos mais profundos naquela região do estuário.

Tabela 8.14 - Estação, coordenadas geográficas, profundidade de coleta (m), temperatura da água (°C), salinidade, visibilidade do disco de Secchi na água (m) e concentração média de clorofila *a* (µg/L) durante a fase de I Ciclo de Dragagem do Porto de Rio Grande (05/setembro/2003).

Estação	c. geográficas	Prof. (m)	T (°C)	Salinidade	Secchi (m)	Média [cloA]
#antes	32°10,987' S	superfície	13	0,45	0,3	2
	52°04,790' W	“				
	(hora: 11:53)	fundo	13	12,39		3,2
		“				
#durante	32°10,050' S	superfície	13	0,76	0,3	2
	52°05,281' W	“				
	(hora: 12:45)	fundo	13	1,06		2,1
		“				
#depois	32°10,246' S	superfície	13	0,77	0,3	2,1
	52°05,189' W	“				
	(hora: 13:10)	fundo	13	1,09		5,2
		“				

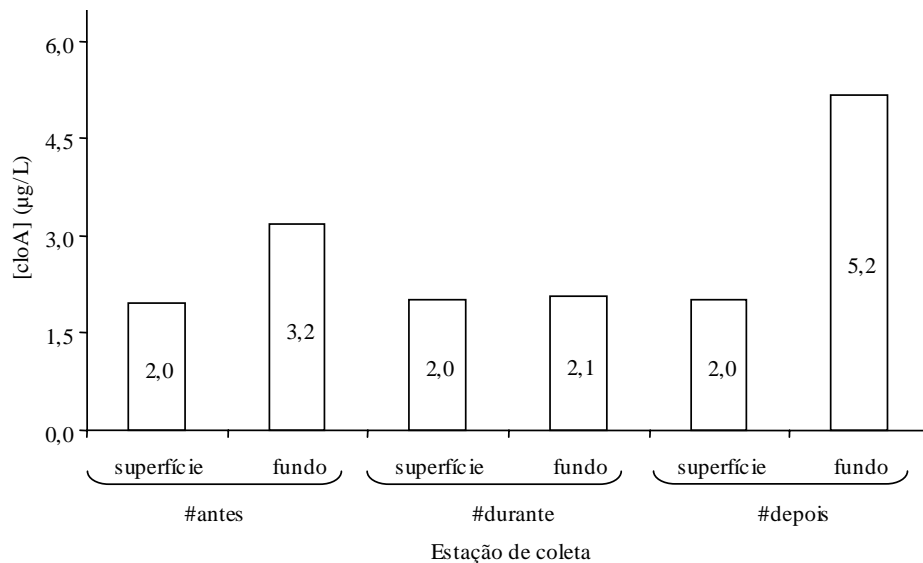


Gráfico 8. 2- Biomassa fitoplanctônica expressa em teor de clorofila *a* (µg/L), nas estações #antes, #durante e #depois e respectivas profundidades de coleta (fase I Ciclo de Dragagem; 05/setembro/2003).

Quando comparamos os resultados obtidos no acompanhamento do segundo ciclo de dragagem podemos observar que durante este ciclo, observou-se uma concentração um pouco maior de clorofila *a* no estrato próximo ao fundo do que em superfície, na estação #antes da dragagem, o que não foi observado #durante e #depois (tabela 8.15, gráfico 8.3). no entanto, esta condição é semelhante à encontrada na amostragem pré-dragagem (tabela 8.14), que também foi realizada no inverno, quando houve semelhança entre os valores de superfície e fundo. é provável que no inverno haja pouco desenvolvimento de biomassa no fundo, devido à limitação por luz, levando á valores relativamente baixos de biomassa em profundidade, evidenciado nas estações #durante e #depois nesta região de coleta (próxima ao tecon).

Tabela 8.15- Estação, profundidade de coleta (m), temperatura da água (°C), salinidade, visibilidade do disco de Secchi na água (m) e concentração média de clorofila *a* (µg/L) durante a fase de II Ciclo de Dragagem do Porto de Rio Grande (06/julho/2004).

Estação	Prof. (m)	T (°C)	Salinidade	Secchi (m)	Média [cloA]
#antes	superfície	12	20,8	0,8	2,9
	“ fundo	13	25,7		4,3
#durante	superfície	13	19,9	0,6	2,8
	“ fundo	13	23,5		2,3
#depois	superfície	13	18,1	0,8	3,9
	“ fundo	14	24,7		2,8

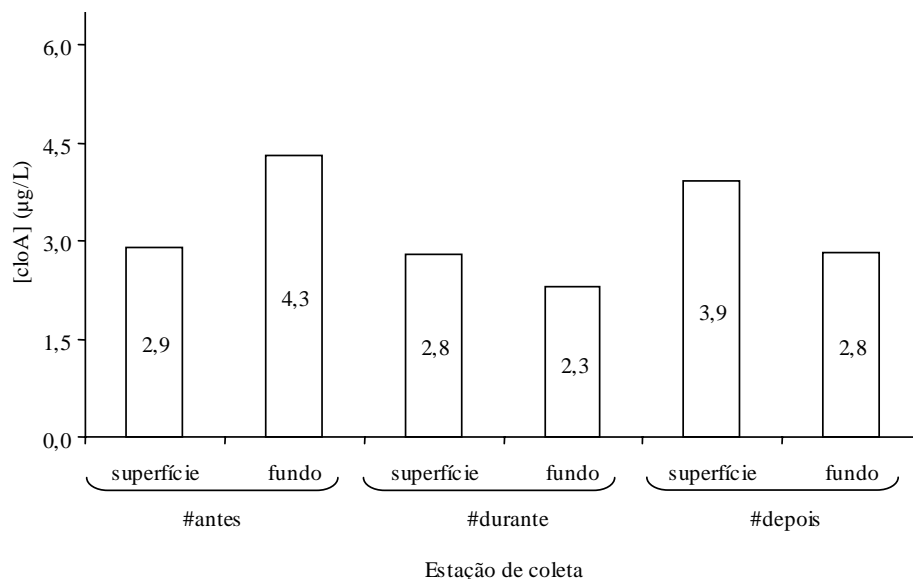


Gráfico 8.3- Biomassa fitoplanctônica expressa em teor de clorofila *a* (µg/L), nas estações #antes, #durante e #depois e respectivas profundidades de coleta (fase II Ciclo de Dragagem; 06/julho/2004).

Em termos comparativos e tendo em vista o grande intervalo de amostragem, pode-se visualizar que o teor de clorofila *a* (geralmente <5 µg/L) nas coletas da Pré-dragagem, e principalmente no I e II Ciclo de Dragagem, denota a importância da vazão do

estuário da Lagoa dos Patos e a influência de condições ambientais relacionadas com o inverno (por exemplo, limitação por luz) (Abreu *et al.*, 1994).

No monitoramento posterior a dragagem (pós-dragagem) a concentração de clorofila *a* em todas as estações ficou acima de 2,0 µg/L, sendo que as maiores concentrações (>3,0) foram obtidas em direção ao alto-mar (3,6 em superfície e 4,3 µg/L próximo ao fundo na #09 (Tabela 8.16, gráfico 8.4). Todavia, ao comparar as quatro estações de coleta, não foi observada uma diferença considerável de biomassa fitoplanctônica, a qual ficou em torno de 1 µg/L (Tabela 8.16). No estuário da Lagoa dos Patos, foram estimadas as maiores concentrações de clorofila *a* na Entrada do Saco da Mangueira (#04) e na Base dos Molhes (#07), as quais foram similares às obtidas na estação costeira. Isto denota que provavelmente houve apenas diferenças de micro-habitats, e que a comunidade fitoplanctônica estava relativamente mais diluída na estação Ponta da Marambaia (#01).

Tabela 8.16 - Estação, profundidade de coleta (m), temperatura da água (°C), salinidade, visibilidade do disco de Secchi na água (m) e concentração média de clorofila *a* (µg/L) durante a fase de Pós-dragagem do Porto de Rio Grande (13/setembro/2004).

Estação	Prof. (m)	T (°C)	Salinidade	Secchi (m)	Média [cloA]
#01	superfície	15	17	0,4	2,4
	“				
	2,5	-	19		2,5
	“				
#04	superfície	15	24	0,3	3,5
	“				
	8	-	-		-
	“				
#07	superfície	16	27	0,2	3,5
	“				
	10	-	28		3,6
	“				
#09	superfície	17	31	2,0	3,6
	“				
	21	-	32		4,3
	“				

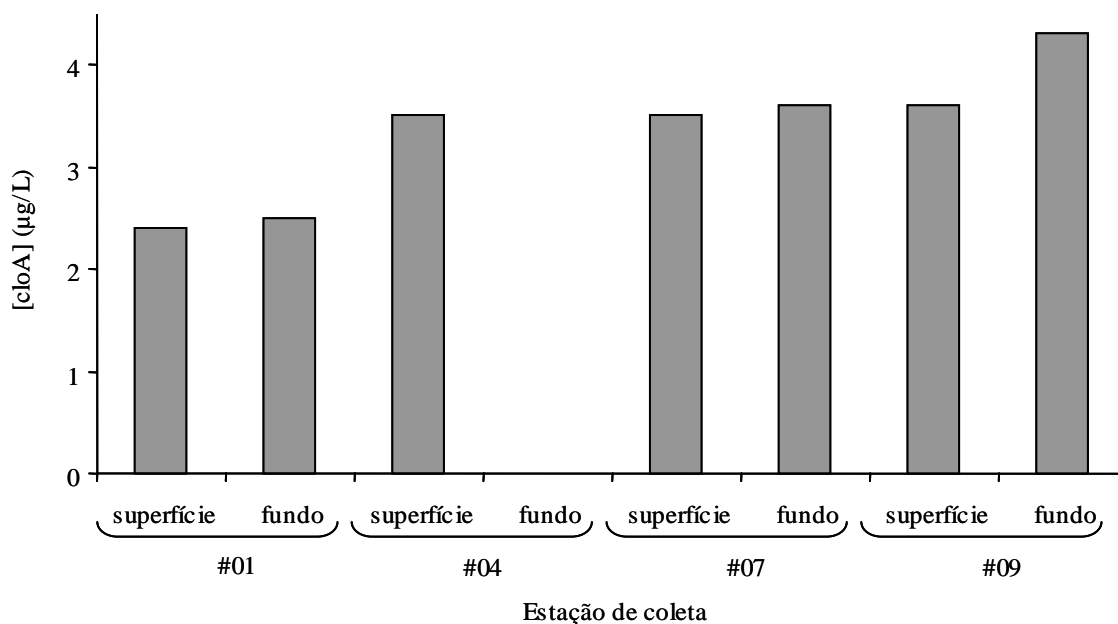


Gráfico 8.4 - Biomassa fitoplanctônica expressa em teor de clorofila *a* (µg/L), nas estações #01, #04, #07 e #09 e respectivas profundidades de coleta (fase Pós-Dragagem; 13/setembro/2004).

Recomendações

- A periodicidade amostral não seguiu os padrões necessários para uma avaliação ambiental precisa.
- Maior número de pontos amostrais (rede amostral).

8.4 ZOOPLÂNCTON

O estudo das comunidades zooplanctônicas é de grande utilidade para detecção de alterações no ambiente. Trocas significativas na composição, abundância e distribuição dos organismos plantônicos 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. Grandes alterações no ambiente podem ser detectados pela ausência desta comunidade ou presença de espécies tolerantes.

As amostras foram obtidas com rede cilindro-cônica de 224 µm de abertura de malha e 30 cm de diâmetro de boca com fluxômetro acoplado. O material foi fixado com formol a 4% neutralizado com borato de sódio e levado ao laboratório em garrafas de 1 litro para ser concentrado em vidros de 300 mL. Em cada estação os arrastos foram realizados na superfície e em meia água.

Os organismos foram identificados sempre que possível ao nível de espécie (por dissecação e tinção das partes diagnósticas) e contados em câmaras de Bogorov, a densidade foi expressa em nº de organismos por metro cúbico (nº org. m⁻³). A identificação dos organismos e a interpretação dos dados foram realizadas com o auxílio de bibliografia especializada (Montú, 1980; Montú & Gloeden, 1986; Boltovskoy, 1981; Boltovskoy, 1999).

Os índices de diversidade foram obtidos através da função Shannon-Wiener:

$$H' = \sum^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

onde: H' = Índice de diversidade, s = Número de espécies e p_i = Proporção da referida espécie na amostra total

Os valores foram expressos em bits por indivíduos, já que se utilizou log-base 2 (Krebs, 1989).

As amostras destinadas à determinação da biomassa foram quarteadas, o material (zooplâncton + seston) filtrado em filtros GF/C e posteriormente pesados em uma balança de precisão de cinco casas decimais Sartorius – modelo Research R 160 P. Foram

determinados o peso seco (PS) e o peso da matéria orgânica (MO), seguindo metodologia descrita em Beers (1976) e Omori e Ikeda (1992). Os dados foram expressos em mg. m⁻³.

Para o período de pré-dragagem foram encontradas 8 espécies das quais 6 foram identificadas a nível específico (Tabela 8.17). O grupo Cladocera foi representado por duas espécies. *Moina micrura* é uma espécie holoplanctônica freqüente em lagoas hipohalinas até mesohalinas. Na Lagoa dos Patos ela comporta-se como eurihalina e euritêmica. *Eubosmina tubicen* é espécie de presença constante no estuário da Lagoa dos Patos em águas com temperaturas que oscilam entre 14 e 20 °C e salinidade entre 0 e 23, é holoplanctônica e eurihalina limnética (Montú e Gloeden, 1986). Entre os Copepoda *Notodiaptomus incompositus* (Tabela 8.17) foi a espécie de maior densidade. É uma espécie de água doce encontrada em lagoas, banhados, lagos de águas rasas e rios. No estuário da Lagoa dos Patos é uma espécie quase permanente, chegando a ser dominante durante os períodos de intensas vazantes (fato que foi constatado no presente estudo), comporta-se como eurihalina (salinidades entre 0 e 31,5) e euritêmica termófila (13,5 a 29,0 °C) (Montú e Gloeden, 1986). Durante o ciclo os Cladocera não foram tão abundantes quanto à pré-dragagem, apesar das baixas densidades, *E. tubicens* foi registrada em todos os arrastos indicando a influência da água de baixa salinidade. Quanto aos Copepoda, *N. incompositus* esteve presente em todos os arrastos e estratos, confirmando também as baixas salinidades registradas. Notou-se uma certa diferença na composição das espécies durante o ciclo, porém, esta é atribuída à presença de uma cunha salina antes do processo de dragagem. As espécies *A. tonsa* e *Paracalanus parvus* foram observadas em grandes densidades justamente na amostra da estação Antes MA (salinidade 12,4), outro fator que mostrou a influência da água salgada na mesma estação, foi a presença do Chaetognatha *Sagitta sp*, organismo característico de águas marinhas. No estuário da Lagoa dos Patos, *A. tonsa* que é uma espécie eurihalina e euritêmica, típica de águas estuarinas e costeiras, geralmente é abundante e se faz presente durante grande parte do ano, encontram-se em águas com salinidades que variam entre 0 e 31,5 e temperaturas entre 14 e 29 °C (Björnberg, 1981; Montú e Gloeden, 1986). *P. parvus* é uma espécie costeira e de plataforma, típica de região subtropical temperada (Björnberg, 1981). Observou-se que durante e após a dragagem (estações Durante Sup e MA e Após Sup e MA), *A. tonsa* foi registrada em menores

densidades e *P. parvus* praticamente esteve ausente provavelmente devido às baixas salinidades registradas (entre 0,9 e 1,1).

O Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') dado em bits.indivíduo⁻¹, calculado para superfície (Sup) e meia água (MA) em cada estação amostrada está representada na Tabela 8.18. A Tabela 8.19 indica a biomassa (zooplâncton + seston) expressa em mg.m⁻³ de Peso Seco (PS) e Matéria Orgânica (MO) das estações amostradas na superfície (Sup) e meia água (MA).

Recomendações

- Necessário estudo mais detalhado e intensivo para avaliar um possível impacto das dragagens na comunidade zooplancônica. O estuário da Lagoa dos Patos é um ambiente bem complexo, sendo que a entrada e saída de água estão intimamente relacionadas com o regime de ventos. Intensas amostragens durante o funcionamento da draga sob diferentes condições hidrológicas ajudariam bastante a conclusão do estudo.

Espécies	Estações Pré-dragagem						Estações Ciclo						Estações Pós-dragagem							
	1 Sup	1 MA	4 Sup	4 MA	7 Sup	7 MA	Antes Sup	Antes MA	Durante Sup	Durante MA	Após Sup	Após MA	1 Sup	1 MA	4 Sup	4 MA	7 Sup	7 MA	10 Sup	10 MA
Hydrozoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Véliger de Gastropoda	0	4	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	7	30	18	19	0	0
Larva de Polychaeta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0
Cladocera																				
<i>Pleopsis polyphemoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	43
<i>Diaphanosoma</i> sp.	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Moina micrura</i>	22	21	37	25	25	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eubosmina tubicens</i>	36	52	20	21	17	5	5	4	7	2	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudevadne tergestina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	15
Copepoda																				
<i>Notodiaptomus incompositus</i>	155	235	98	254	83	171	202	62	302	25	266	53	5	8	25	9	0	0	0	0
<i>N. incompositus</i> copepoditos	146	204	154	193	292	120	343	82	293	16	239	53	16	8	39	0	0	0	0	0
<i>Pseudodiaptomus richardi</i>	0	2	0	2	0	7	2	12	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
<i>P. richardi</i> copepoditos	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labidocera fluviatilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	6	0	0
<i>Labidocera</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ctenocalanus vanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	29	0	0
<i>Ctenocalanus citer</i>	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ctenocalanus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	10	0	0
<i>Calanoides carinatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0
<i>Paracalanus parvus</i>	0	0	0	0	0	0	27	548	2	0	0	0	0	0	18	787	251	1245	7	25
<i>Paracalanus parvus</i> cop	0	0	0	0	0	0	0	665	0	0	0	0	0	0	0	293	81	588	35	15
<i>Acartia tonsa</i>	0	0	0	0	4	0	21	62	2	9	6	2	8	2	1200	98	81	29	0	0
<i>A. tonsa</i> copepoditos	0	0	0	0	0	0	57	66	29	11	17	2	9	25	3705	94	417	3	0	0
<i>Halicyclops</i> sp.	0	0	0	0	0	0	23	226	0	9	0	0	0	0	29	247	0	334	0	3
Cyclopoida de água doce.	0	0	0	0	0	0	16	0	58	2	22	9	6	3	0	0	0	0	0	0
Nauplios de Copepoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
Copepoditos (geral)	0	0	0	0	0	0	0	16	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Cirripedia																				
Nauplius	0	0	0	0	25	0	27	89	5	0	4	0	5	5	1165	119	269	22	46	0
Cypris	0	0	0	0	0	0	7	43	0	4	0	0	162	127	39	68	59	89	5	10
Decapoda (larvas)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	3	0	2
Chaetognatha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sagitta tenuis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0
<i>Sagitta</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	13	0	13	0	2

Tabela 8.17: Lista e densidade ($n^{\circ}\text{org.m}^{-3}$) das espécies holo e meroplânctônicas encontradas nas amostragens realizadas durante a pré-dragagem, ciclo e pós-dragagem. Sup. = superfície; MA = meia água.

Índice de Diversidade	Estações pré-dragagem						Estações ciclo						Estações pós-dragagem							
	1 Sup	1 MA	4 Sup	4 MA	7 Sup	7 MA	Antes Sup	Antes F	Durante Sup	Durante MA	Após Sup	Após MA	1 Sup	1 MA	4 Sup	4 MA	7 Sup	7 MA	10 Sup	10 MA
H'	1,63	1,68	1,65	1,47	1,56	1,44	2,29	2,81	1,75	2,89	1,61	1,62	1,48	1,54	1,60	2,57	2,51	2,10	2,55	2,53

Tabela 8.18: Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') dado em $\text{bits.indivíduo}^{-1}$, calculado para superfície (Sup) e meia água (MA) em cada estação amostrada.

BIOMASSA	Estações pré-dragagem						Estações ciclo						Estações pós-dragagem							
	1 Sup	1 MA	4 Sup	4 MA	7 Sup	7 MA	Antes Sup	Antes F	Durante Sup	Durante MA	Após Sup	Após MA	1 Sup	1 MA	4 Sup	4 MA	7 Sup	7 MA	10 Sup	10 MA
PS	22,7	26,2	10,6	10,6	23,9	36,6	7,6	24,3	7,8	7,5	6,2	3,4	8,9	3,6	16,6	11,5	7,8	32,8	1,6	1,0
MO	13,0	17,9	6,2	5,8	11,1	17,6	5,0	18,5	5,0	3,5	3,9	1,7	7,9	2,8	15,7	9,7	7,1	30,4	1,3	0,9

Tabela 8.19: Biomassa (zooplâncton + seston) expressa em mg.m^{-3} de Peso Seco (PS) e Matéria Orgânica (MO) das estações amostradas na superfície (Sup) e meia água (MA).

8.5 MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

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).

As dragagens podem remover grandes quantidades de sedimento, alterar suas características e influenciar inclusive na hidrodinâmica estuarina. Pelo seu efeito direto sobre o fundo, as dragagens podem alterar a estrutura e a dinâmica de comunidades bentônicas de fundos moles (Kenny & Rees, 1996; Lewis *et al.* 2001). Devido a essa razão se faz necessário o monitoramento sobre esta comunidade.

Foram realizadas amostragens em três locais na região estuarina da Lagoa dos Patos correspondentes as áreas da: 1) Marambaia (3m de profundidade), localizada a montante da área dragada e considerada área controle neste estudo; 2) na entrada do Saco da Mangueira (11m de profundidade); 3) Raiz dos molhes da Barra de Rio Grande (11m de profundidade). No ambiente marinho foram realizadas amostragens tanto dentro da área determinada para o descarte do material dragado quanto em um local fora desta região para controle, ambas a 19 m de profundidade. O primeiro Cruzeiro foi definido como “Pré-Dragagem” e o segundo como “Pós-Dragagem”.

Em cada um dos locais em estudo foram obtidas quatro amostras (réplicas) com um pegador de fundo tipo Van Veen com 19x41cm de abertura ($0,076\text{m}^2$) para análise dos macroinvertebrados bentônicos e uma amostra para caracterização do sedimento. As amostras biológicas foram peneiradas a bordo com uma malha de nylon com poros de 0,5mm para assegurar a retenção da macrofauna, sendo os organismos retidos fixados em formalina a 5%. Em laboratório, os organismos foram separados do sedimento sob microscópio estereoscópio, após o macrozoobentos foi identificado e quantificado para determinação da densidade, que será expressa em ind./ $0,076\text{m}^2$. Após esta etapa o material foi conservado em álcool etílico a 70%.

Em cada um dos locais de coleta foram registradas a profundidade com ecosonda, a transparência com disco de Secchi, a salinidade com refratômetro ótico, a direção e a velocidade do vento, a temperatura do ar e da água com termômetro de mercúrio e a caracterização visual do sedimento.

Composição da Fauna Macrobenfônica na Região Estuarina

Foram registradas 11 espécies no cruzeiro pré-dragagem, 9 após o início das atividades de dragagem, 10 no terceiro Cruzeiro e 9 no quarto e último Cruzeiro (Tabela 8.20). O número de espécies encontradas em cada um dos cruzeiros foi bastante semelhante, não sendo observada diferença significativa. Também não foi observada diferença significativa no número de espécies entre as três estações amostrais.

O baixo valor no número de espécies coincide com o que tem sido registrado nos últimos anos na região estuarina da Lagoa dos Patos. Trabalhando em dois pontos fixos, situados na Ponta do Retiro no interior da área estuarina e na Ponta dos Pescadores próximo a desembocadura, durante dois anos de coletas bimestrais, Bemvenuti *et al.* (1992) registraram a coleta de apenas 21 spp. de macroinvertebrados.

A média do índice de diversidade variou de 1,17 (Marambaia) a 0,57 (Entrada do Saco da Mangueira) no Cruzeiro 1; de 1,29 (Marambaia) a 0,54 (Base dos Molhes) no Cruzeiro 2; de 1,28 (Entrada do Saco da Mangueira) a 0,63 (Base dos Molhes) no Cruzeiro 3 e de 0,26 (Base dos Molhes) a 1,2 (Saco da Mangueira) no 4º cruzeiro. Como descrito acima, o índice de diversidade tendeu a ser maior na estação controle (Marambaia), exceto no Cruzeiro 3, onde foi levemente superior na entrada do Saco da Mangueira. No Cruzeiro 1 (pré-dragagem) não houve diferença entre estes índices. Já no segundo Cruzeiro a diversidade foi significativamente maior na entrada do Saco da Mangueira em relação à Base dos Molhes. No Cruzeiro 3 o valor de diversidade na estação controle foi significativamente maior comparado ao valor registrado na Base dos Molhes. E no último cruzeiro (4) a diversidade do Saco da Mangueira foi significativamente maior que na Base dos Molhes.

Os cruzeiros foram dominados por espécies tipicamente estuarinas, sendo registrado apenas três espécies que podem ser consideradas marinhas, as quais foram sempre observadas na estação localizada na Base dos Molhes, por sua proximidade ao mar.

Tabela 8.20: Composição e número de indivíduos encontrados nos quatro cruzeiros.

CRUZEIRO 1												
Data: 27/06/2003	Marambaia (Controle)				Mangueira				Base Molhes			
Espécie	#A	#B	#C	#D	#A	#B	#C	#D	#A	#B	#C	#D
POLYCHAETA												
<i>Nephtys fluviatilis</i>	8	4	21	24	7	10	11	15	0	1	0	13
<i>Heteromastus similis</i>	0	15	0	12	73	57	104	258	0	10	2	46
<i>Laeonereis acuta</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Neanthes succinea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Parandalia tricuspis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
MOLLUSCA												
<i>Anachis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Erodona mactroides</i>	289	16	387	341	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heleobia australis</i>	60	12	185	147	27	11	0	8	0	0	0	2
CRUSTACEA												
<i>Kalliapseudes schubartii</i>	75	2	205	119	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sinelobus stanfordi</i>	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
HIRUDINEA												
	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NEMERTINEA												
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Total	433	49	800	645	108	78	116	281	0	14	2	71

CRUZEIRO 2												
Data: 28/07/2003	Marambaia (Controle)				Mangueira				Base Molhes			
Espécie	#A	#B	#C	#D	#A	#B	#C	#D	#A	#B	#C	#D
POLYCHAETA												
<i>Heteromastus similis</i>	46	38	16	96	76	85	71	99	1	19	8	3
<i>Parandalia tricuspis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Nephtys fluviatilis</i>	20	24	5	20	17	20	38	23	0	0	1	0
MOLLUSCA												
<i>Anachis sp.</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	2	1	0	0
<i>Macra sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Heleobia australis</i>	30	25	32	19	263	248	48	17	20	2	0	1
<i>Erodona mactroides</i>	11	12	9	11	7	26	4	4	0	0	0	0
CRUSTACEA												
<i>kalliapseudes schubartii</i>	2	6	0	5	13	44	0	0	0	0	0	0
NEMERTINEA												
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	110	105	62	152	376	424	161	143	24	23	9	4

CRUZEIRO 3												
Data: 22/06/2004	Marambaia (Controle)				Mangueira				Base Molhes			
Espécie	#A	#B	#C	#D	#A	#B	#C	#D	#A	#B	#C	#D
POLYCHAETA												
<i>Nephtys fluviatilis</i>	30	24	0	14	3	10	3	1	1	0	1	1
<i>Heteromastus similis</i>	55	52	110	154	1	2	6	0	101	16	1	0
<i>Neantes succinea</i>	0	0	0	0	0	9	1	2	8	2	5	0
<i>Parandalia tricuspis</i>	0	0	0	0	10	20	4	9	4	0	4	4
Glycerideo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
MOLLUSCA												
<i>Anachis sp.</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erodona mactroides</i>	19	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heleobia australis</i>	570	517	120	295	27	67	12	11	1	0	0	0
CRUSTACEA												
<i>Kalliapseudes schubartii</i>	910	500	289	345	0	0	0	0	0	0	0	0
NEMERTINEA												
	0	0	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0
Total	1584	1099	519	812	52	110	28	24	118	18	11	6

	CRUZEIRO 4											
Data: 22/09/2004	Marambaia (Controle)				Mangueira				Base Molhes			
Espécie	#A	#B	#C	#D	#A	#B	#C	#D	#A	#B	#C	#D
POLYCHAETA												
<i>Nephtys fluviatilis</i>	28	16	12	15	3	3	5	3	0	1	13	2
<i>Heteromastus similis</i>	40	15	26	27	0	8	16	8	33	29	43	30
<i>Laeonereis acuta</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neantes succinea</i>	0	0	0	0	0	7	1	7	0	0	0	0
<i>Parandalia tricuspis</i>	0	0	0	0	1	10	0	3	0	1	0	1
MOLLUSCA												
<i>Erodona mactroides</i>	13	14	10	24	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heleobia australis</i>	546	212	305	123	21	0	24	9	0	0	0	0
CRUSTACEA												
<i>Kalliapseudes schubartii</i>	520	484	305	156	0	3	1	0	0	0	0	0
NEMERTINEA												
	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Total	1147	742	658	345	25	32	47	30	33	31	56	33

Composição da Fauna Macrobentônica na Região de Descarte

Foram identificadas, no Cruzeiro Pré-Dragagem, na estação controle, 14 espécies da macrofauna bentônica, sendo composta por espécies de Polychaeta (11 spp), Mollusca (02 spp) e Nemertinea (01 spp). Já na estação localizada no sítio de deposição foram encontradas 26 espécies da macrofauna, sendo 20 de Polychaeta, 04 de Mollusca, 01 de Crustacea e 01 Nemertinea (Tabela 8.21). No Cruzeiro Pós Dragagem, foram encontradas, na estação controle, 19 espécies da macrofauna, sendo 15 de Polychaeta, 02 de Mollusca, 01 de Crustácea e 01 de Nemertinea. Já no sitio de deposição, foram identificadas 19 espécies de bentos, sendo 16 de Polychaeta, 02 de Molusca e 01 de Nemertinea (Tabela 8.22).

Tanto a área controle, quanto no sitio de descarte, foram representadas por espécies tipicamente marinhas. Mesmo a estação de descarte do Cruzeiro Pré-Dragagem ter apresentado quase o dobro de espécies que o controle, não foi encontrado diferenças significativas entre estas áreas ($p < 0,05$). O mesmo ocorreu no Cruzeiro Pós-Dragagem, onde não foi encontrada diferença significativa entre as áreas controle e sitio de descarte.

Os valores dos índices de diversidade e equitatividade do Cruzeiro Pré-Dragagem foram similares entre as amostras coletadas nas estações controle e no sítio de depósito ($p < 0,05$). Os valores médios de diversidade variaram entre 1,76 e 2,14 no controle, e entre 1,98 e 2,14 na área de depósito. O índice de equitatividade variou entre 0,8 e 0,93 no controle e 0,78 e 0,90 no sítio de deposição. Também não foi encontrado diferença

significativa para as estações controle e descarte do Cruzeiro Pós-Dragagem, para os valores de diversidade e equitatividade. Para este Cruzeiro, índice de diversidade variou entre 1,86 e 2,44 no controle e 1,56 e 2,04 no sitio de depósito. Já o índice de equitatividade variou entre 0,83 e 0,96 no controle e 0,77 e 0,82 no sitio de descarte.

Tabela 8.21: Composição e número de indivíduos registrados nas áreas Controle e Descarte (Pré-dragagem).

30/6/2003	AREA - PRÉ-DRAGAGEM							
	CONTROLE				DESPEJO			
Espécie	A	B	C	D	A	B	C	D
POLYCHAETA								
<i>Arabelloneris sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Aricidea sp.</i>	0	0	0	0	1	1	5	0
<i>Cabira sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Cerathocephale sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Gyptis sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
LUMBRINERIDAE	0	0	2	0	0	3	1	1
<i>Magelona sp.</i>	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Myriochelis oculata</i>	0	0	0	0	1	2	1	0
MALDANIDAE	0	0	0	0	2	13	0	0
NEREIDAE	0	1	1	0	0	2	4	1
ONOPHIDAE	11	9	8	8	11	23	4	1
PARAONIDAE	2	6	2	1	22	43	7	10
<i>Parandalia tricuspis</i>	5	5	6	10	9	1	6	5
<i>Paraprionospio pinnata</i>	0	0	0	0	0	3	1	0
<i>Pheruza sp.</i>	8	1	0	1	15	17	1	0
<i>Pilargis sp.</i>	1	1	0	0	0	1	1	0
<i>Schistomeringos sp.</i>	0	0	0	0	0	6	0	0
<i>Scoloplos rubra</i>	0	2	1	0	0	2	0	0
<i>Sigambra grubei</i>	5	2	1	1	14	6	0	2
TEREBELLIDAE	0	0	0	0	0	2	0	0
MOLLUSCA								
<i>Anachis sp.</i>	4	1	4	2	1	3	5	5
<i>Natica sp.</i>	6	0	4	1	0	1	8	2
<i>Mactra sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Tellina sp.</i>	0	0	0	0	1	4	1	0
CRUSTACEA								
<i>Pinnixa patagoniensis</i>	0	0	0	0	1	10	0	0
NEMERTINEA								
Nemertineo	8	3	4	6	6	6	5	5

Tabela 8.22: Composição e número de indivíduos registrados nas áreas Controle e Descarte (Pós-dragagem).

11/10/2004	AREA - POS DRAGAGEM							
	CONTROLE				DESPEJO			
Espécie	A	B	C	D	A	B	C	D
POLYCHAETA								
<i>Aricidea sp.</i>	0	3	0	0	0	9	0	0
CAPITELIDAE	13	3	0	2	2	2	3	2
<i>Laonice branquiata</i>	0	0	0	0	1	0	2	0
LUMBRINERIDAE	1	9	0	0	0	1	2	2
<i>Gyptis sp.</i>	0	1	1	2	0	0	0	0
<i>Magelona sp.</i>	0	3	0	0	1	0	1	2
MALDANIDAE	0	1	0	0	4	5	0	2
NEREIDAE	1	5	2	5	5	3	5	4
ONOPHIDAE	6	7	5	6	1	1	0	16
PARAONIDAE	2	4	2	2	23	44	13	14
<i>Parandalia tricuspis</i>	2	6	3	4	6	4	0	8
<i>Paraprionospio pinnata</i>	0	2	1	3	3	1	1	0
<i>Pheruza sp.</i>	0	0	0	3	2	0	0	0
<i>Scoloplos rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sigambra grubei</i>	0	0	1	2	0	0	0	0
TEREBELIDAE	1	1	0	0	1	0	0	0
Poliqueta 1	0	0	0	0	0	1	0	0
Poliqueta 2	0	0	0	0	0	1	0	0
Poliqueta 3	0	0	2	0	0	0	0	0
MOLLUSCA								
<i>Anachis sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Natica sp.</i>	7	0	5	0	0	0	2	1
<i>Mactra sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
CRUSTACEA								
<i>Pinnixa patagoniensis</i>	0	2	2	0	0	0	0	0
NEMERTINEA								
Nemertineo	4	4	2	4	3	4	2	5

Recomendações:

- As estações controle devem ter a mesma profundidade das demais e, se possível, substratos com as mesmas características;
- Os pontos amostrais e as réplicas foram poucas para cobrir toda a extensão da área;
- A periodicidade amostral não seguiu os padrões necessários para uma avaliação ambiental precisa.

8.6 QUALIDADE DA ÁGUA

Monitoramento Espaço-Temporal

O monitoramento da qualidade da água no estuário constou de três cruzeiros para amostragem de água de superfície no estuário, incluindo a área submetida a dragagem e a área oceânica utilizada para descarte do material dragado. A frequência desses cruzeiros foi: um antes da dragagem começar, um durante a realização das operações de dragagem e um último, após a dragagem terminar (denominado de amostragem espaço-temporal). Além desses cruzeiros com vistas ao monitoramento espaço-temporal, foram realizados mais dois cruzeiros com estratégias diferenciadas, que acompanharam dois ciclos de dragagem no estuário e os respectivos descartes na área oceânica.

As concentrações foram comparadas com os limites máximos recomendados pela legislação ambiental estadual (FEPAM, 1995) para águas do estuário da Lagoa dos Patos, seguindo as recomendações da Resolução nº 20 do CONAMA (1986).

Nesse processo de enquadramento, as águas da área portuária de Rio Grande foram classificadas como Classe C (equivalente a Classe 7 da referida Resolução).

Águas classificadas como Classe C são destinadas:

a) à proteção das comunidades aquáticas; b) à recreação de contato primário e secundário e à navegação. Nas águas dessa classe serão tolerados lançamentos de despejos, desde que, além de atenderem aos padrões de emissão (artigo 21, Resolução nº20 do CONAMA, 1986), não venham a fazer com que os limites estabelecidos para a respectiva classe sejam ultrapassados.

As concentrações de arsênio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), ferro (Fe), manganês (Mn), mercúrio (Hg), níquel (Ni) e zinco (Zn) da fração total analisados na superfície da coluna d'água durante os três períodos de monitoramento no estuário da Lagoa dos Patos, referem-se a soma da fração dissolvida com a fração associada ao material em suspensão.

Os resultados destes elementos foram comparados com os teores máximos permitidos pela legislação do CONAMA (1986), para águas salobras de Classe C, visto que o Canal de Rio Grande está enquadrado nesta classe de água.

As concentrações de As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb e Zn durante os três monitoramentos apresentaram valores na mesma ordem de grandeza e bem abaixo dos limites estabelecidos pela legislação. Os valores máximos permitidos são os seguintes: 5 ppb de cádmio, 50 ppb cobre, 100 ppb níquel, 10 ppb de chumbo e 170 ppb de zinco.

Os limites estabelecidos para o Cr na legislação referem-se não aos teores totais na água, mas os teores de Cr na forma hexavalente (50 ppb), já que esta forma do Cr é a mais tóxica. Entretanto, os teores da forma total deste elemento na água mostraram resultados muito baixos, portanto, não trazendo qualquer preocupação quanto a este elemento na água ou mesmo na fração hexavalente.

A legislação não contempla limites nas concentrações de Fe e Mn na água salobra, mas os resultados se encontram dentro das concentrações esperadas para a zona do Canal do Rio Grande e em conformidade com os teores encontrados em outras localidades estuarinas.

Mercúrio e arsênio abaixo do limite de detecção analítica dos métodos utilizados (<0,1 µg/L para o mercúrio e <0,7 µg/L para o arsênio). O teor máximo permitido pela legislação para o mercúrio é de 0,1 µg/L e para o arsênio 50 µg/L.

Os resultados de todos elementos metálicos estão extremamente baixos em relação aos valores estipulados pela legislação e semelhantes nos três monitoramentos, portanto é apresentada apenas a Tabela 8.23 referente ao monitoramento mais atual do estuário.

Tabela 8.23. Concentrações (ppb) de metais totais analisados na coluna d'água durante o cruzeiro de 13/09/2004.

Estação	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
1	0,05	0,75	0,54	1253,73	4,65	0,51	0,32	20,71
2	0,07	0,96	0,96	336,37	4,28	0,61	0,29	23,42
3	0,07	0,82	1,24	306,57	5,84	0,96	0,30	21,37
4	0,05	2,07	1,45	656,30	10,13	0,93	0,38	25,48
5	0,05	1,62	1,01	843,81	11,16	0,90	0,21	19,44
6	0,07	1,89	0,99	933,39	28,76	1,52	0,33	21,38
7	0,16	2,51	1,04	1496,99	15,38	1,22	0,31	13,54
8	0,11	4,46	1,00	2185,99	13,55	1,65	0,29	20,59
9	0,23	0,63	0,70	151,22	0,36	1,62	0,24	6,77
Legislação	5	50	50	-	-	100	10	170

Antes da dragagem (primeiro cruzeiro): registraram-se as altas concentrações de material em suspensão e as maiores turbidez e, ainda, altas concentrações de silicatos, sendo as elevações das concentrações desses parâmetros uma característica normal para as águas continentais que dominaram o estuário na ocasião desse cruzeiro (inverno) (Tabela 8.24). Por outro aspecto, a forte vazante e a alta hidrodinâmica ocorrentes contribuíram para a autodepuração dos nutrientes aportados de forma antrópica para o estuário (esgotos domésticos e industriais não suficientemente tratados).

Em termos de contaminação, destacou-se a relativa alta concentração em óleos e graxas, principalmente na área mais próxima à desembocadura do estuário, como consequência de atividades de navegação. Convém salientar que as águas continentais já chegam no estuário contaminadas nesses compostos e aqui se enriquecem mais ainda.

A contaminação por óleos e graxas não foi verificada nos dois outros cruzeiros em função da diluição e dispersão desses compostos pela água salina que estava presente no estuário.

Durante a dragagem (segundo cruzeiro): ocorreram alterações na qualidade da água do estuário, principalmente em termos de nutrientes (Tabela 8.25). Destacaram-se os altos valores de amônio nas áreas mais ao redor de Rio Grande e fosfato nas áreas mais próximas ao distrito industrial.

Quanto a causa, deve-se enfatizar que, nessa ocasião, o estuário esteve submetido ao somatório de várias pressões de alterações ambientais. Dentre essas, se destacam atividades antrópicas rotineiramente ocorrentes como lançamentos de efluentes urbanos inadequadamente tratados (domésticos ou industriais), atividades portuárias e, ainda, particularmente para essa época, as dragagens no canal.

Somando-se a tudo isso, nessa ocasião, ocorreu a presença de água costeira no estuário (salinidades entre 15 e 27), apesar de se registrar regime de vazante em superfície. Isso sugere que poderia estar havendo uma estratificação de massas de água no estuário durante esse cruzeiro, aumentando a salinidade da água de superfície, havendo uma baixa hidrodinâmica, favorecendo a manutenção no estuário dos compostos aportados para suas águas. Deve-se considerar que, de forma similar à dragagem, a penetração da cunha salina no estuário preferencialmente pelo fundo, pode remobilizar os sedimentos e liberar para a coluna d'água a água intersticial. Essa será tanto mais enriquecida em nutrientes, quanto

maior for a contaminação da coluna sedimentar a qual ela pertence e, por conseqüência, maior será a contaminação da coluna d'água. Portanto, ressuspensões de sedimentos contaminados, contamina a coluna d'água em compostos químicos. Se não houver diluições, a contaminação se mantém na coluna d'água.

Todas essas situações em conjunto, ou cada uma isoladamente pode ter sido a causa do enriquecimento de amônio e fosfato e a eutrofização da coluna d'água no segundo cruzeiro, época da realização das atividades de dragagens. Por isso, para a distinção da real causa dessa contaminação e para a quantificação da contribuição de cada atividade, é recomendado que o monitoramento precisaria ter sido mais freqüente temporalmente e as amostragens terem sido realizadas em diferentes níveis da coluna d'água (pelo menos em superfície e no fundo).

Depois da realização da dragagem (terceiro cruzeiro): as amostragens foram realizadas muito tempo depois das atividades de dragagens (1 ano) e, assim, fica difícil uma correlação dos resultados entre os cruzeiros, pois as massas de águas presentes no estuário tinham características muito diferentes. Se algum efeito de contaminação ficou no estuário pela atividade de dragagens, esse já teria se dissipado quando o terceiro cruzeiro foi realizado, pois o tempo de residência das águas do canal é relativamente pequeno.

Nesse terceiro cruzeiro, a salinidade esteve bem mais alta que no segundo cruzeiro, embora novamente tenha se registrado regimes de vazante em superfície, à exemplo do segundo cruzeiro (Tabela 8.26). Entretanto, ocorreram altos níveis de turbidez, de material em suspensão e baixa transparência, à exemplo do verificado no primeiro cruzeiro, quando o estuário estava dominado por águas doces e não havia dragagens. Isso evidenciou que a causa foi a forte hidrodinâmica, que proporcionou um alta capacidade de transporte de suspensões pela coluna d'água e uma grande diluição dos nutrientes aportados de forma antrópica para as águas do estuário, cujas concentrações ficaram muito baixas.

Devido às concentrações dos elementos metálicos terem apresentado resultados muito baixos na água de superfície, não houve distinção nítida destas concentrações durante os três monitoramentos.

Tabela 8.24. Resultados dos parâmetros físico-químicos e nutrientes analisados na coluna d'água – PRIMEIRO CRUZEIRO
27/06/2003.

latitudes	latitude	longitude	Temp	Sal.	Eh	pH	oxig mg/l	Sat.oxig. %	DBO mg/L	MS mg/l	turbidez NTU	transp. cm	óleos mg/L	amônio µM	fosfato µM	nitrito µM	nitrato µM	silício µM	NP	
	27/06/2003																			
1	32 00 252	52 04 765	19,00	0,10	171	7,38	9,26	99,94	0,89	80,40	39,70	40,00	1,50	2,72	0,73	0,27	12,78	90,07	21,72	
2	32 02 309	52 04 486	19,00	0,10	190	6,79	9,73	105,02	1,06	83,20	46,20	40,00	2,10	3,28	0,77	0,35	10,82	84,71	18,86	
3	32 03 609	52 04 277	19,00	0,20	189	7,12	9,73	105,02	0,91	77,20	47,20	40,00	0,60	2,44	0,90	0,54	17,80	93,13	23,20	
4	32 04 177	52 04 572	19,00	0,30	232	7,10	9,89	106,71	1,06	60,80	37,80	40,00	0,60	3,49	1,04	0,28	23,54	103,84	26,36	
5	32 06 000	52 05 796	19,00	0,30	236	7,10	9,89	106,71	0,91	23,20	39,50	40,00	1,10	3,28	1,35	1,37	19,81	105,75	18,12	
6	32 08 173	52 06 033	18,00	0,20	234	7,19	9,89	104,61	0,91	71,60	41,20	40,00	1,40	2,51	1,26	1,17	16,48	88,54	16,06	
7	32 09 472	52 05 459	18,00	0,30	238	7,21	9,89	104,61	0,76	53,60	37,20	30,00	5,00	2,44	0,73	0,49	16,46	104,22	26,71	
8	32 10 286	52 05 150	18,00	0,20	204	7,13	10,05	106,27	1,22	81,60	48,70	30,00	6,50	3,28	6,70	0,80	21,31	103,46	3,79	
9	32 14 257	51 58 759	14,00	16,90	168	7,83	9,26	99,17	1,73	20,80	6,88	130,00	0,50	2,23	0,61	0,22	13,13	57,17	25,69	
10	32 13 773	51 59 988	14,00	17,40	152	7,68	9,26	100,40	1,73	16,00	2,99	150,00	0,20	2,03	0,56	0,20	4,04	62,90	11,25	

Tabela 8.25. Resultados dos parâmetros físico-químicos e nutrientes analisados na coluna d'água –SEGUNDO CRUZEIRO
25/09/2003

latitudes	latitude	longitude	Temp	Sal.	Eh	pH	oxig mg/l	Sat.oxig. %	DBO mg/L	MS mg/l	turbidez NTU	transp. cm	óleos mg/L	amônio µM	fosfato µM	nitrito µM	nitrato µM	silício µM	NP	
	25/9/03																			
1	32 00 252	52 04 765	15,00	3,90	226	6,94	10,05	100,93	0,61	32,00	18,50	40,00	1,50	13,63	2,18	0,43	13,34	98,29	12,54	
2	32 02 309	52 04 486	14,00	8,80	304	7,52	8,63	88,00	1,63	23,00	9,02	80,00	0,20	14,81	1,78	0,54	10,49	83,56	14,56	
3	32 03 609	52 04 277	14,00	11,80	246	7,84	10,05	105,00	3,05	21,50	7,60	80,00	0,20	16,97	1,98	0,51	13,36	81,65	15,54	
4	32 04 177	52 04 572	15,00	7,90	291	7,73	10,05	104,69	3,05	26,00	9,28	80,00	0,10	26,14	6,27	0,71	15,80	69,98	6,80	
5	32 06 000	52 05 796	15,00	12,20	233	8,01	10,05	107,25	3,35	22,00	5,95	125,00	0,20	12,73	3,17	0,56	13,46	81,84	8,43	
6	32 08 173	52 06 033	14,00	16,90	270	8,08	8,32	89,09	7,56	16,80	1,59	130,00	0,40	9,39	2,91	0,57	9,38	74,00	6,64	
7	32 09 472	52 05 459	14,00	18,40	261	8,14	9,42	102,10	2,57	21,33	0,91	130,00	0,10	8,77	2,66	0,58	12,42	63,86	8,17	
8	32 10 286	52 05 150	14,00	17,90	265	8,18	8,63	93,59	2,24	24,33	5,94	120,00	0,10	10,09	2,75	0,42	10,86	66,73	7,76	
9	32 14 257	51 58 759	14,00	25,60	296	8,35	10,05	114,41	2,84	16,76	0,69	230,00	0,20	2,51	0,70	0,39	6,44	47,98	13,41	
10	32 13 773	51 59 988	14,00	25,70	283	8,35	8,16	92,96	1,27	13,78	1,31	160,00	0,10	2,79	1,27	0,46	11,45	50,28	11,61	

Tabela 8.26. Resultados dos parâmetros físico-químicos e nutrientes analisados na coluna d'água –TERCEIRO CRUZEIRO

13/09/2004

	latitude	longitude	Temp	Sal.	Eh	pH	oxig mg/l	Sat.oxig. %	DBO mg/L	MS mg/l	turbidez NTU	transp. cm	óleos mg/L	amônio µM	fosfato µM	nitrito µM	nitrato µM	silício µM	NP	
	13/09/04																			
1	32 00 252	52 04 765	14,00	16,80	180,00	7,58	9,89	105,89	4,72	47,00	12,00	60,00	0,10	0,24	0,94	0,16	4,52	189,91	5,26	
2	32 02 309	52 04 486	14,00	14,10	205,00	7,83	8,63	92,45	2,39	56,00	13,50	60,00	0,20	0,31	1,18	0,16	5,17	104,50	4,80	
3	32 03 609	52 04 277	14,00	18,00	241,00	7,80	9,89	105,89	2,28	106,50	26,50	40,00	0,20	0,51	1,17	0,16	3,85	132,14	3,88	
4	32 04 177	52 04 572	15,00	21,10	270,00	7,84	9,73	104,21	2,58	85,00	26,60	40,00	0,10	0,85	1,61	0,18	5,91	88,35	4,32	
5	32 06 000	52 05 796	15,00	20,60	237,00	7,85	8,79	94,13	4,07	60,40	28,80	40,00	0,00	1,12	1,28	0,17	7,77	102,59	7,09	
6	32 08 173	52 06 033	15,00	22,70	263,00	7,77	7,69	82,36	3,13	98,67	31,10	30,00	0,10	1,05	1,80	0,15	3,97	54,97	2,88	
7	32 09 472	52 05 459	15,00	25,00	250,00	7,62	9,10	97,49	2,87	113,00	39,30	20,00	0,10	0,51	1,54	0,16	5,43	82,18	3,98	
8	32 10 286	52 05 150	12,00	26,90	230,00	7,41	9,10	93,34	2,86	147,03	38,30	20,00	0,10	0,31	1,66	0,17	6,83	57,74	4,42	
9	32 14 257	51 58 759	11,00	30,20	168,00	7,34	7,53	74,62	1,13	16,20	3,35	200,00	0,00	0,31	1,54	0,07	2,06	8,42	1,60	
10	32 13 773	51 59 988	11,00	30,20	169,00	7,30	7,85	77,73	1,28	14,80	3,00	200,00	0,00	0,24	1,53	0,07	2,09	8,21	1,58	

Monitoramento dos Ciclos de Dragagem

I Ciclo de Dragagem

Para complementar o monitoramento espaço - temporal na área estuarina submetida à dragagem, a segunda parte desse estudo baseia-se em amostragens da água e do material em suspensão da área que estava sendo submetida a um ciclo completo de dragagem.

Denominou-se “um ciclo de dragagem” a atividade da draga na área portuária, desde o início da sua operação em um determinado local, até o preenchimento da sua cisterna com o material dragado, o qual foi descartado na plataforma continental adjacente. Usando-se uma lancha posicionada bem próxima à draga, foram obtidas amostras de água, em superfície e no fundo da coluna da água da área submetida à dragagem, em três momentos diferentes: antes de a draga começar a operar, durante a operação da dragagem e, depois de cessada esta operação. Além das amostragens concomitantes às atividades da draga no estuário, foi também efetuado um monitoramento na área oceânica onde foi descartado o material dragado no estuário, se seguindo a mesma estratégia utilizada durante a dragagem: coleta de água em superfície e fundo na área oceânica antes do descarte, durante e depois.

Os resultados da concentração de metais obtidos tanto no monitoramento como nos ciclos da dragagem apresentaram valores muito abaixo dos teores máximos permitidos pela legislação do CONAMA (1986), e em conformidade com os limites estabelecidos para águas salobras de Classe C, conforme enquadramento do Canal de Rio Grande. Os valores máximos permitidos são os seguintes: 5 ppb de cádmio, 50 ppb cobre, 100 ppb níquel, 10 ppb de chumbo e 170 ppb de zinco. A legislação não contempla limites nas concentrações na água salobra para os elementos alumínio, manganês e ferro, mas os resultados se encontram dentro das concentrações normais que se encontram em geral na zona do Canal do Rio Grande.

Mercúrio, arsênio e cromo encontraram-se abaixo do limite de detecção analítica dos métodos utilizados (<0,1 µg/L para o mercúrio, <0,7 µg/L para o arsênio e <5 µg/L para o cromo). O teor máximo permitido pela legislação para o mercúrio é de 0,1 µg/L, para o arsênio 50 µg/L e para o cromo 50 ppb. A tabela a seguir mostra os valores de metais encontrados na coluna d'água durante o primeiro ciclo de dragagem (Tabela 8.27).

A atividade de dragagem no estuário aumentou significativamente os níveis de nitrito e fosfato e material em suspensão nas águas de superfície da área submetida a essa atividade (Tabela 8.28). Possivelmente a origem tenha sido a partir da emissão do escape dos líquidos dragados, contendo água intersticial contaminada em compostos fosfatados e nitrogenados. Isso induz a que o nível desse tipo de contaminação depende da intensidade da contaminação da coluna sedimentar e da sua água intersticial. A liberação de fosfato nas águas de superfície pelo escape da draga tornou o ambiente propício para o desencadeamento de florações, pois acrescentou fosfato, que era o fator limitante na região, que tem conhecidos aportes de compostos nitrogenados.

Todos os aumentos das concentrações causados pela dragagem não foram muito acentuados, porque essa atividade foi desenvolvida durante o regime de vazante do estuário, quando o fluxo da água se encarrega de diluir os contaminantes e direcioná-los para a zona costeira, onde a diluição é muito intensa.

Tabela 8.27: Resultado das análises de metais para o primeiro ciclo de dragagem

ESTAÇÃO		LATITUDE	LONGITUDE	DATA	HORA	As ug/L	Cd ug/L	Cr ug/L	Cu ug/L	Fe ug/L	Hg ug/L	Mn ug/L	Ni ug/L	Pb ug/L	Zn ug/L
1	S	32 10 987	52 04 790	5/9/03	12:00	<0,7	1,01	<5	<8	1,03	<0,1	20,32	6,32	<1	2,08
2	S	32 10 050	52 05 281	5/9/03	12:45	<0,7	1,51	<5	<8	3,88	<0,1	58,06	3,16	<1	10,87
3	S	32 10 246	52 05 189	5/9/03	13:15	<0,7	1,02	<5	<8	2,88	<0,1	38,71	2,05	<1	10,87
4	S	32 15 975	52 00 409	5/9/03	14:00	<0,7	1,51	<5	18,46	0,36	<0,1	19,35	2,11	<1	22,73
5	S	32 15 975	52 00 409	5/9/03	14:10	<0,7	1,26	<5	2,77	0,11	<0,1	6,97	<1	5,73	11,57
6	S	32 15 975	52 00 409	5/9/03	15:05	<0,7	1,51	<5	2,77	0,11	<0,1	6,97	<1	5,73	8,01
1	F	32 10 987	52 04 790	5/9/03	12:00	<0,7	1,19	<5	9,23	2,52	<0,1	96,77	3,58	1,73	20,76
2	F	32 10 050	52 05 281	5/9/03	12:45	<0,7	1,70	<5	18,46	1,96	<0,1	116,13	3,58	6,30	48,43
3	F	32 10 246	52 05 189	5/9/03	13:15	<0,7	1,51	<5	2,77	0,64	<0,1	17,42	<1	<1	2,67
4	F	32 15 975	52 00 409	5/9/03	14:00	<0,7	1,51	<5	2,77	0,01	<0,1	0,00	<1	5,73	0,30
5	F	32 15 975	52 00 409	5/9/03	14:10	<0,7	2,26	<5	<8	0,05	<0,1	2,90	2,53	1,46	2,08
6	F	32 15 975	52 00 409	5/9/03	15:05	<0,7	1,51	<5	2,77	0,02	<0,1	5,23	2,53	2,19	5,04
Legislação						50	5	50	50		0,1		100	10	170

Tabela 8.28: Parâmetros hidroquímicos analisados durante o primeiro ciclo de dragagem .

AMOSTRA		LATITUDE	LONGITUDE	prof. Local m	TEMP	cond	SAL	CORRENTE		VENTO		pH	Eh	D. O mg/l	Sat. %	DBO mg/L	MES mg/l	turbidez NTU	transp. cm	OLEOS mg/L
					AGUA	mS		DIREÇÃO	VELOCIDADE	DIREÇÃO	VELOCIDADE									
					OC			NOS(+ ou -)		NOS										
estuário	S	32 10 987	52 04 790		13,00	1,60	0,77	vazante	2,00	nordeste	3	7,06	177	10,67	101,41	5,04	98,00	60,90		1,20
estuário	S	32 10 050	52 05 281		13,00	1,58	0,76	vazante	2,00	nordeste	3	7,51	177	9,57	90,97	4,55	67,60	66,60		1,10
estuário	S	32 10 246	52 05 189		13,00	1,02	0,45	vazante	2,00	nordeste	3	7,94	176	6,75	64,13	1,12	11,60	61,90		1,80
oceano	S	32 15 975	52 00 409		12,00	23,40	14,11					7,92	180	9,42	95,44	6,07	32,00	7,87		0,90
oceano	S	32 15 975	52 00 409		12,00	30,90	19,16					8,00	183	9,10	95,73	5,76	18,80	7,44		2,40
oceano	S	32 15 975	52 00 409		12,00	28,10	17,26					7,77	180	9,57	99,49	6,23	28,80	7,64		1,70
estuário	F	32 10 987	52 04 790	16	13,00	2,19	1,09	vazante	2,00	nordeste	3	7,67	186	6,44	61,14	3,09	33,60	39,60	30,00	0,00
estuário	F	32 10 050	52 05 281	13	13,00	2,14	1,06	vazante	2,00	nordeste	3	7,53	188	9,42	89,48	2,85	100,80	55,20	30,00	0,20
estuário	F	32 10 246	52 05 189	13	13,00	20,8	12,4	vazante	2,00	nordeste	3	7,93	180	8,16	83,44	5,28	198,40	101,00	30,00	0,10
oceano	F	32 15 975	52 00 409		1,00	37,9	24					8,00	177	9,57	98,75	7,01	23,20	2,64		0,00
oceano	F	32 15 975	52 00 409		12,00	23,9	14,4					8,01	177	8,95	90,67	6,22	25,60	3,46	90,00	0,10
oceano	F	32 15 975	52 00 409		14,00	23,3	14					8,00	177	9,10	96,31	6,54	22,00	2,55		0,20

AMOSTRA		amônio	fosfato	nitrito	nitrato	silício	N/P
		µM	µM	µM	µM	µM	
estuário	S	2,72	0,27	0,14	18,18	71,51	78,92
estuário	S	3,28	1,31	0,56	15,84	61,95	15,07
estuário	S	2,44	2,49	1,04	13,43	52,77	6,78
oceano	S	3,49	0,17	0,10	12,90	22,54	98,85
oceano	S	3,28	0,21	0,11	13,09	36,13	79,73
oceano	S	2,51	0,17	0,10	14,45	33,83	102,29
estuário	F	3,28	0,14	0,09	6,06	45,12	68,91
estuário	F	2,23	0,15	0,09	13,54	47,98	108,08
estuário	F	2,03	0,09	0,07	7,74	34,40	113,24
oceano	F	2,03	0,14	0,09	3,68	21,78	42,35
oceano	F	2,03	0,10	0,07	3,95	20,25	62,47
oceano	F	2,03	0,08	0,06	2,83	27,71	63,93

II Ciclo de Dragagem

Como foi demonstrado acima, as concentrações de cada parâmetro foram analisadas ao nível de suas variações temporais em amostras de água do estuário, cujas coletas acompanharam a dragagem durante um ciclo dessa atividade.

Os resultados obtidos para este ciclo de dragagem apresentaram valores de metais muito abaixo dos teores máximos permitidos pela legislação do CONAMA (1986), e em conformidade com os limites estabelecidos para águas salobras de Classe C, conforme enquadramento do Canal de Rio Grande. Isto é um fato positivo e tranquilizador, uma vez que o ecossistema nada sofrerá por ação destes contaminantes e que esta ação antrópica não agiu com relação à alteração da concentração de metais totais (Tabela 8.29).

Tabela 8.29: Resultado das análises de metais para o segundo ciclo de dragagem

ESTAÇÃO		LATITUDE	LONGITUDE	As ug/L	Cd ug/L	Cr ug/L	Cu ug/L	Fe ug/L	Hg ug/L	Mn ug/L	Ni ug/L	Pb ug/L	Zn ug/L
1	S	32 04 995	52 05 660	<0,7	0,57	<5	<8	1,52	<0,1	11,61	2,87	<1	1,60
2	S	32 04 995	52 05 660	<0,7	0,39	<5	<8	3,21	<0,1	33,18	8,71	<1	8,36
3	S	32 04 995	52 05 660	<0,7	0,54	<5	<8	2,42	<0,1	22,12	9,57	<1	4,73
1	F	32 04 995	52 05 660	<0,7	0,67	<5	<8	1,98	<0,1	30,97	10,72	<1	9,14
2	F	32 04 995	52 05 660	<0,7	0,71	<5	<8	1,71	<0,1	9,95	<1	<1	2,05
3	F	32 04 995	52 05 660	<0,7	0,58	<5	<8	2,08	<0,1	0,00	<1	<1	0,23
Legislação				50	5	50	50		0,1		100	10	170

Durante o processo de dragagem no estuário foram observados aumentos das concentrações de material em suspensão, amônio, nitrato e fosfato, nas amostras coletadas junto ao fundo (Tabela 8.30). Este comportamento foi diferente do observado para o Ciclo 1, onde as concentrações maiores aconteceram na superfície.

Tabela 8.30 – Resultados dos parâmetros hidroquímicos analisados durante o segundo ciclo de dragagem

AMOSTRA	LATITUDE	LONGITUDE	prof. Local	DATA	HORA	TEMPERATURA		cond	SAL	CORRENTE		VENTO		pH	eH	
						AGUA	AR			DIREÇÃO	VELOCIDADE	DIREÇÃO	VELOCIDADE			
			m			OC	OC	mS			NOS(+ ou -)	NOS				
estuário	S	32 04 995	52 05 660	17	06/07/04	12:00	12	15	62,92	20,8	vazante	0,1	sul	2	7,64	177
estuário	S	32 04 995	52 05 660	17	06/07/04	12:15	13	15	31,81	19,9	vazante	0,1	sul	2	7,19	177
estuário	S	32 04 995	52 05 660	17	06/07/04	15:30	13	16	29,28	18,1	vazante	0,1	sul	2	7,52	176
estuário	F	32 04 995	52 05 660	17	06/07/04	12:00	13	15	40,22	25,7	vazante	0,1	sul	2	7,49	180
estuário	F	32 04 995	52 05 660	17	06/07/04	12:15	13	15	37,02	23,5	vazante	0,1	sul	2	7,87	183
estuário	F	32 04 995	52 05 660	17	06/07/04	15:30	14	16	37,96	24,7	vazante	0,1	sul	2	7,81	180

Recomendações

- Quando a operação de dragagem é realizada em regime hidrológico de vazante como foi no segundo cruzeiro, os valores de turbidez e do material em suspensão decresceram muito em toda a área amostrada, aumentando muito a transparência. Isso evidencia claramente que as atividades de dragagem não estavam afetando a coluna d'água nesses em termos desses parâmetros na época da amostragem. Os cruzeiros realizados durante o ciclo de dragagem evidenciaram que esse tipo de atividade, quando realizada em regime hidrológico de vazante, como foi o caso predominante, somente turva a coluna d'água durante poucas horas, voltando a situação original logo em seguida.

9. AÇÕES DE MANEJO

A gestão ambiental dos portos organizados e demais instalações portuárias do País deverá ser baseada num modelo institucional com uma estrutura gerencial ágil e adequada que privilegie a articulação entre todas as autoridades envolvidas e tenha, como fundamento, a Lei de Modernização dos Portos e a Legislação Ambiental. Para tal, deverá ter uma estrutura de gerenciamento que coordene as ações de planejamento, regulamentação e decisão relativas aos aspectos ambientais. Deverá, ainda, estabelecer interface eficaz para uma atuação integrada com as instituições responsáveis pela gestão ambiental no entorno da área portuária (Fialho, 1990).

Fica transparente, portanto, que um porto para ser bem sucedido, em termos de sustentabilidade, tem que dispor de um sistema de gestão ambiental contemplando múltiplos aspectos. Para isso é fundamental que os profissionais envolvidos no processo, particularmente aqueles ligados diretamente à gestão ambiental, possuam visão sistêmica e integrada dos fatores intervenientes que, utilizando as técnicas disponíveis, harmonizem eventuais conflitos e resultem em um desenvolvimento portuário consistente em termos técnicos, econômicos, financeiros e ambientais.

O monitoramento ambiental é um instrumento para avaliar, entre outros, se as previsões de impactos e as medidas de prevenção e controle sugeridas a partir dos estudos ambientais mostraram-se adequadas, durante a implantação e operacionalização do empreendimento. Desta forma o Programa de Monitoramento é um instrumento de gestão ambiental.

O monitoramento deverá ser desenvolvido caso a caso, partindo do conhecimento das características ambientais da região. Isto significa, adquirir conhecimentos prévios sobre a área e sobre atividades que são desenvolvidas para que se possa identificar as possíveis fontes poluidoras e os poluentes gerados. A partir destas informações, teremos subsídios para determinar as ações que estarão presentes no programa de monitoramento ambiental da região.

Deverão ser adequadamente identificados e avaliados os parâmetros-chave a serem acompanhados e a respectiva frequência dos levantamentos – amostragens/medições, evitando-se custos desnecessários. Nessa linha, é recomendável o desenvolvimento de um programa interinstitucional que aproveite, de forma articulada, a capacidade instalada dos

órgãos ambientais, de universidades e de institutos de pesquisa. Esse programa deverá contemplar o acompanhamento dos diversos parâmetros físicos importantes para o desenvolvimento das atividades portuárias, tais como: regime de ventos, marés, ondas (se for o caso), padrão de correntes (velocidade e direção), resíduos sedimentáveis (turbidez) e batimetria da região. Além destes itens físicos que devem ser acompanhados, existe ainda a avaliação dos parâmetros de qualidade ambiental, como: oxigênio dissolvido, presença de matéria orgânica tanto no sedimento quanto na coluna d'água, produtos tóxicos (metais, organoclorados, entre outros), diversidade biológica da área, cobertura vegetal, particulados e outros poluentes atmosféricos (Asmus & Granato, 2004).

Para manter um porto funcionando, geralmente faz-se necessário realizar operações de dragagem para manter a profundidade do canal de navegação evitando problemas, tanto econômicos como de segurança (navegabilidade). No Porto de Rio Grande é realizada a dragagem de manutenção (Bray, *et al.*, 1997) que consiste na retirada do material sedimentar depositado recentemente, com a finalidade de manter a profundidade do canal propiciando a movimentação de embarcações de vários tamanhos.

Os impactos ambientais decorrentes das atividades de dragagem incluem diversas alterações no ambiente, como já foram previamente discutidas neste trabalho. Em virtude disto é necessário ter um plano de monitoramento ambiental da dragagem, para diagnosticar e encontrar formas de gerenciar os impactos advindos desta atividade.

A extensão e o nível de detalhamento de um programa de monitoramento pode variar em função de fatores tais como: volume do material a ser dragado, nível de contaminação do sedimento, características geomorfológicas da área a ser dragada, fauna presente no substrato, entre outros. O programa de monitoramento deverá ser desenvolvido em etapas, consistindo: (1) saídas de campo para coleta de dados (material), (2) determinação de análises granulométricas e físico-químicas do sedimento a ser dragado, (3) investigações biológicas para caracterizar mais detalhadamente a qualidade da água e dos sedimentos a serem dragados, e (4) avaliação do programa de monitoramento. O levantamento das informações existentes sobre a área torna-se imprescindível como o referencial histórico das potenciais fontes de contaminação, incluindo dados existentes sobre as características físico-químicas e granulométricas do sedimento, e dados existentes sobre as espécies e comunidade bentônica presente na área.

A amostragem do sedimento será sempre necessária para efeito de caracterização física. A distribuição e a profundidade das amostras deverão ser representativas do tamanho da área e do volume a ser dragado. Em caso onde haja suspeita de contaminação do material a ser dragado, o planejamento da amostragem deve representar também a expectativa de variação da distribuição horizontal e vertical dos contaminantes (OSPAR CONVENTION, 1992). O número mínimo de amostras deve ser ajustado de acordo com o volume de material a ser dragado (Tabela 9.1).

Tabela 9.1: Número de amostras para caracterização dos sedimentos (OSPAR CONVENTION, 1992)

Volume a ser dragado (m ³)	Número de amostras
Até 25.000	3
Entre 25.000 e 100.000	4 a 6
Entre 100.000 e 500.000	7 a 15
Entre 500.000 e 2.000.000	16 a 30
Acima de 2.000.000	10 extras por 1.000.000 de m ³

As amostras de cada estação devem ser analisadas individualmente. Recomenda-se evitar o uso de amostras compostas, porque pode mascarar uma determinada área que tenha problemas pontuais de contaminação.

Previamente a dragagem (Pré-dragagem)

O programa de investigação, ou caracterização ambiental no momento pré-dragagem deverá conter de alguns itens como:

- Dados sobre batimetria da região para avaliar o grau de assoreamento da área e estimar quanto de material deverá ser dragado;
- Quantidade e qualidade do material a ser dragado, para avaliar o local de descarte mais indicado para o tipo de sedimento encontrado ou uma possível utilização benéfica do mesmo;
- Determinação da granulometria e características químicas do sedimento a ser dragado, tanto para decidir a melhor estratégia de dragagem, quanto para a escolha do tipo de draga e local de descarte;

- Obtenção de dados da qualidade da água e do sedimento para uma avaliação preliminar do corpo d'água (determinar a presença ou não de contaminantes e a sua concentração tanto no sedimento quanto na coluna d'água). A utilização dos sedimentos para estudos de caracterização de impacto ambiental apresenta 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 (Baisch, 1996);
- Características sobre diversidade e quantidade da macrofauna bentônica, fitoplâncton e zooplâncton. O estudo das comunidades fito e zooplanctônicas é de grande utilidade para detecção de alterações no ambiente. Trocas significativas na composição, abundância e distribuição dos organismos plantônicos 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. Grandes alterações no ambiente podem ser detectados pela ausência desta comunidade ou presença de espécies tolerantes. As dragagens pelo seu efeito direto sobre o fundo, podem alterar significativamente a estrutura e a dinâmica de comunidades bentônicas (Kenny & Rees, 1996; Lewis *et al.* 2001).

Além de obter e analisar os dados ambientais da região que sofrerá o processo de dragagem (itens dispostos acima), torna-se imprescindível avaliar o nível de impacto associado ao tipo de draga que irá realizar o trabalho. Deverá ser incluída uma avaliação prévia dos diversos tipos de equipamentos existentes para a execução da dragagem, discriminando os usos e vantagens específicas, conferindo-lhes produtividade e impactos ambientais diferenciados. A tabela 9.2 apresenta as características dos principais tipos de equipamentos utilizados.

Tabela 9.2: Características de alguns equipamentos de dragagem (Semads, 2002).

Atividade	Tipo	Equipamento	Características/Impactos			
			Turbidez	Precisão	% água material dragado	Produtividade
Dragagem	Mecânica	Bucket Dredge	baixo	alto	baixo	baixo
		Backhoe Dredge	mediano	alto	baixo	baixo
		Grab Dredge	baixo	alto	baixo	baixo
	Hidráulica	Hopper Dredge	baixo	mediano	alto	alto
		Gutter Head	baixo	mediano	alto	alto
	Agitação	Water Injection	alto	alto	alto	mediano
	Pneumática	*	baixo	alto	*	*

Para a dragagem realizada no Porto de Rio Grande, no período compreendido entre julho de 2003 e setembro de 2004, foi utilizada uma draga autotransportadora (Hopper Dredge) de capacidade de cisterna de 5.600 m³, da Empresa Dragaport S.A., maiores informações estão no capítulo sobre o monitoramento ambiental da dragagem no Porto de Rio Grande (capítulo 4).

A área portuária da cidade do rio Grande foi enquadrada pela FEPAM (1995) como Classe C de águas salobras, esse enquadramento foi estabelecido seguindo a Resolução número 20 do CONAMA (1986). Essa resolução, portanto, deve ser utilizada como referência para os níveis de controle de qualidade da água a ser exigido no monitoramento. Para a qualidade do sedimento deverá ser adotada a Resolução 344 de março de 2004.

Faz-se necessário, em todas as etapas da operação de dragagem, que a coleta das informações ambientais sejam realizadas de maneira que os diferentes dados possam ser utilizados por todos os laboratórios. Para que isto seja possível, é necessário que a frequência e periodicidade amostral sejam estabelecidas de forma harmônica entre os diferentes laboratórios, ou seja, que as coletas sejam realizadas num período que permita um compartilhamento de informações. Neste caso, o planejamento amostral passa a ser um importante instrumento de gestão ambiental para esta atividade, reduzindo gastos (fator econômico), proporcionando uma maior interação entre os laboratórios e entre as informações (resultados) geradas. Produz, desta maneira, uma visão mais completa do meio.

Outro item muito importante seria o estabelecimento de um maior número de pontos amostrais (rede amostral), tanto nas fases pré-dragagem, durante a dragagem e pós-

dragagem. Destacamos que somente oito pontos amostrais (dragagem 2003-2004 no Porto de Rio Grande) não são suficientes para monitorar de forma desejável toda a região do Porto de Rio Grande. Colocamos como exemplo a determinação de arsênio no sedimento com concentração um pouco acima do permitido pela Resolução Conama n° 344 (8,2 mg/Kg de sedimento seco), somente encontrado no ponto 2 (Bacia de Evolução do Porto Novo). Realizando esta única amostragem neste ponto, fica-se sem a base adequada para avaliar a extensão da área contaminada e se existem regiões com concentração deste metalóide superior a encontrada. Torna-se desejável para os futuros monitoramentos que seja estabelecida uma malha (rede) amostral maior, que contemple mais pontos de coleta para todos os laboratórios envolvidos, na medida que não onere excessivamente o processo de gestão.

Durante a Operação de Dragagem (Ciclo de Dragagem)

O “ciclo de dragagem” corresponde a uma operação completa de dragagem, que inclui a **escavação** do sedimento, **transporte** do material e **descarte** do mesmo. Em cada ciclo de dragagem foram efetuados monitoramentos em períodos imediatamente antes, durante e depois de cada operação (Termo de Referência – Anexo III).

Acompanhamos dois ciclos de dragagem neste último monitoramento (julho 2003 a setembro 2004), e podemos observar que existe a real necessidade de monitorar pelo menos mais dois ciclos de dragagem, correspondendo a no mínimo quatro ciclos de dragagem, que abrangeria os diferentes regimes hidrológicos apresentados pelo estuário (Möller, *et al.* 1991). O ciclo de dragagem corresponde a parte mais crítica do esforço de monitoramento ambiental, correspondendo ao momento em que a draga está operando (em funcionamento).

Com base no que foi supracitado realizar amostragens em diferentes regimes hidrológicos é necessário, devido ao fato de que, o estuário da Lagoa dos Patos é um ambiente bem complexo, sendo que a entrada e saída de água estão intimamente relacionadas com o regime de ventos. Intensas amostragens durante o funcionamento da draga sob diferentes condições hidrológicas ajudariam bastante a avaliar o melhor período para a realização desta atividade, sem comprometer em demasia a qualidade da água do estuário.

Pós - dragagem e Local de Descarte

Os resultados da caracterização física/físico-química/biológica fornecem uma base de dados para avaliar se o material dragado é adequado para uma das alternativas de descarte propostas inicialmente no trabalho. A avaliação da contaminação, considerando tais alternativas, deve ser feita caso a caso, e deve ser submetida à entidade ambiental competente antes da tomada de decisão. A decisão entre as alternativas propostas deverá levar em conta, além dos aspectos econômicos, os impactos ambientais. Como foi discutido no capítulo sobre dragagem, existem três maneiras de descarte: em mar aberto (descarte em corpos hídricos), uso benéfico ou confinamento (descarte em terra).

Na dragagem de manutenção do Porto de Rio Grande é utilizada a primeira alternativa. O descarte do material dragado é realizado em mar aberto a treze milhas náuticas da costa. Esta foi uma recomendação descrita no EIA/RIMA do Porto de Rio Grande (Tagliani & Asmus, 1997) para o descarte do material transportado. Anteriormente, o sedimento era disposto nas próprias margens do canal - muitas vezes soterrando áreas de marisma - ou em outras regiões do estuário sem preocupar-se com as possíveis alterações do meio como, alterações físicas, físico-químicas e biológicas.

Para o último monitoramento da operação de dragagem de manutenção em Rio Grande, o local de descarte foi determinado na carta náutica 2110 - DHN, em área situada no largo da costa, limitada pelo quadrilátero EFGH determinado pelas seguintes coordenadas:

Ponto	Latitude	Longitude
E	32° 14' 12" S	51° 58' 54" W
F	32 14' 45" S	51 58' 12" W
G	32 15' 42" S	52 00' 42" W
H	32 16' 13" S	52 00' 06" W

O Termo de Referência, segundo os parâmetros, rede e frequência amostrais ditados para a dragagem, não inclui a determinação da qualidade do sedimento (geoquímica) no local de descarte. Diante deste fato, se faz necessário que para os demais monitoramentos se realize a análise tanto geoquímica quanto granulométrica do sedimento no local de descarte, tanto nas fases de pré como pós-dragagem. Recomendamos ainda que seja realizada, não somente a amostragem superficial dos sedimentos, como também utilizado

testemunhadores, uma vez que o planejamento da amostragem deve também representar a expectativa de variação da distribuição horizontal e vertical dos possíveis contaminantes nos sedimentos.

Compilação das recomendações e Sugestões

Tendo como base os itens descritos anteriormente, realizamos uma compilação, de maneira sucinta, das recomendações que foram expostas acima.

- Avaliar o nível de impacto associado ao tipo de draga que irá realizar o trabalho
- As amostras de cada estação devem ser analisadas individualmente, recomenda-se que não faça uso de amostras compostas.
- Frequência e periodicidade amostral sejam estabelecidas de forma harmônica entre os diferentes laboratórios, ou seja, que as coletas sejam realizadas num período que permita um compartilhamento de informações.
- Determinante que a rede amostral seja maior, que contemple mais pontos de coleta para todos os laboratórios envolvidos.
- Necessidade de monitorar um maior número de ciclos de dragagem, analisamos que somente dois ciclos monitorados não são suficientes. Recomendamos no mínimo o acompanhamento de quatro ciclos de dragagem.
- Amostragens dos ciclos de dragagem durante diferentes condições hidrológicas determinariam maior discernimento sobre a área de estudo e como se comporta diante desta atividade.
- Considerar a melhor alternativa para o descarte do material dragado, conforme a sua qualidade (presença ou não de elementos contaminantes).
- Monitoramento da qualidade do sedimento no local de descarte, tanto no período pré e pós - dragagem. Esta recomendação é de extrema importância para monitorar o comportamento deste sedimento.
- Considera-se de extrema relevância a implantação imediata de planos de monitoramento contínuo da qualidade ambiental da região estuarina-portuária, para maior controle das modificações ambientais de curto e longo prazo nesta área.

Perspectivas Futuras

O Porto de Rio Grande foi o primeiro porto brasileiro a se adequar a legislação vigente (Lei 6.938/81), onde o licenciamento ambiental foi instituído como um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente. Para que o Porto obtivesse seu licenciamento foi desenvolvido o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA/RIMA) no ano de 1997, no qual a FURG teve um papel importante. Para a elaboração deste estudo contou-se com a participação de diversos laboratórios desta instituição. Para atender as solicitações no processo de renovação do licenciamento ambiental do Porto de Rio Grande (Renovação da Licença de Operação n° 03/97), faz-se necessário, além de outras condicionantes, um Programa de Monitoramento Ambiental Continuado. Nele a qualidade ambiental da região estuarina-portuária seria monitorada constantemente nos seus aspectos físicos, químicos da água, microcontaminantes orgânicos, geoquímica do sedimento, macroinvertebrados bentônicos, fito e zooplâncton e testes ecotoxicológicos.

Uma questão a ser proposta seria a integração dos programas e informações ambientais em um Sistema de Gestão Ambiental – SGA, que proponha a evolução dos programas ambientais, interação entre os diferentes dados gerados e aperfeiçoamento das ações em uma perspectiva temporal, e que tenha uma equipe de profissionais que fiquem responsáveis pela sua implantação. Faz-se necessário que esta equipe de profissionais esteja inserida na estrutura administrativa do porto e permaneça responsável pela avaliação e cumprimento das recomendações propostas nos diferentes planos. Diferentes planos estes que contemplam não somente o monitoramento ambiental continuado para o porto, mas programas de educação ambiental, manejo da água de lastro, gerenciamento de resíduos sólidos, gerenciamento de risco, entre outros. Através do estabelecimento de tal sistema proposto, acreditamos que o Porto de Rio Grande – ou outro porto brasileiro – obterá uma condição básica para a criação de um programa de gestão ambiental eficiente e sustentável.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABREU, P.C.; GRANÉLI, H.W. & ODEBRECHT, C. 1995. Produção fitoplanctônica e bacteriana na região da pluma estuarina da Lagoa dos Patos – RS, Brasil. *Atlântica*, 17: 35-52.

ABREU, P.C.; ODEBRECHT, C. & GONZÁLEZ, 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(7): 737-753.

ALAD/CBD. 1972. Dragagem: Bibliografia. Associação Latino-Americana de Dragagem e Companhia Brasileira de Dragagem.

ALMEIDA, M.T.A.; BAUMGARTEN, M.G.Z. & 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

AMERICAN ASSOCIATION OF PORT AUTHORITIES (APPA). 1998. Environmental Management Handbook. Disponível em: <http://www.aapa-ports.org/govrelations/resources/index.htm>.

ANDRADE, R.O.B.; TACHIZAWA, T. & CARVALHO, A.B. 2000. Gestão Ambiental. Enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável. São Paulo: Makron Books, 206 p.

ASMUS, M.L. & GRANATO, F.C. (Eds). 2004. Relatório técnico referente às atividades desenvolvidas no monitoramento ambiental da operação de dragagem no canal de acesso ao Porto de Rio Grande. 230 p.

BAISCH P.R., PESTANA M. H. D. & FORMOSO M. L. L. 1997. Importância da atividade mineira como fonte e condicionamento geoquímico dos metais pesados na bacia

versante do Rio Camaquã – RS. VI Congr. Brás. Geoquímico. Salvador – Bahia 123-126 pp.

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

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

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

BAISCH, P.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.; 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.

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. & 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.

BEERS, J.R. 1976. Determination of zooplankton biomass.. In: Zooplankton fixation and preservation, Steedman,H.F. (ed..) UNESCO, Paris. 35-84 pp.

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.

BENNETT, J. R. 1987. The physics of sediment transport, resuspension and deposition. Hydrobiologia. 149, 5-12pp.

BJÖRNBERG, T.K.S. 1981. Copepoda. In: Atlas del Zooplancton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo con el zooplancton marino. D. Boltovskoy (ed), INIDEP, Mar del Plata, p.587-679.

BOHLEN, W.F. 1990. Ocean Disposal of Particulate Wastes: Practices, Properties, and Processes, in Geotechnical Engineering of Ocean Waste Disposal, ed. by K.R. Demars and R.C. Chaney, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 21-49pp.

BOLTOVSKOY, D. 1981. Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplancton Marino. INIDEP, Mar del Plata, Argentina. 936 pp.

- BOLTOVSKOY, D. 1999. South Atlantic Zooplankton. vol 1 e 2. Backhuys Publishers, Leiden 1706 pp.
- BONILHA, L.E. & M. L. ASMUS. 1994. Modelo ecológico do fitoplâncton e zooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos, RS. Publ. Acad. Ciências Est. (S. Paulo) 87 (1): 347-362.
- BORGUESE, E.M. 1994. Training and education in ocean management for the 21st century: Regional and global aspects. Paper present at the Second International Conference on Oceanography: Toward Sustainable Use of Ocean and Coastal Zones. November 14-19. Lisbon, Portugal.
- 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, pp 71-78.
- BOWEN, H.J.M. 1979. Environmental geochemistry of the elements. Academic Press. London. New York. Toronto. 333 p.
- BRASIL. CIRM/GIGERCO e MMA/SIP/DEMAI/GERCO. PAF – Plano de Ação Federal para a Zona Costeira do Brasil: Brasília, 1998.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente ,dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal / Secretaria de Coordenação dos Assuntos do Meio Ambiente. Perfil dos estados litorâneos do Brasil. Subsídios à implantação do Programa nacional de Gerenciamento Costeiro. Brasília, 1996.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal / Secretaria de Coordenação dos Assuntos do Meio Ambiente. Macrodiagnóstico da zona costeira do Brasil na escala da União. Brasília,1996.

BRAY, R.N., A. D. BATES. & J. M. LAND. 1997. Dredging, a Handbook for Engineers. John Wiley & Son, Inc. Second edition. New York, 434 p.

BUSSINGER, F. 1998. Reformas e regulação portuária. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 115 p

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.

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.

CALLIARI, L.J. & FACHIN, S. 1993. Laguna dos Patos influência nos depósitos lamíticos costeiros. Pesquisas, 20(1): pp 57-69.

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 . pp 1553-1564.

CENDRERO, A. 1988. Técnicas e instrumentos de análisis para la evaluación, planificación y gestión del medio ambiente. Seminario sobre Ciencia, Investigación y Medio Ambiente. C.I.F.C.A., RED – PNUMA, COLCIENCIAS. Bogotá, 85p.

CENDRERO, A.U. 1988. Geologia Ambiental, ITGE. Ministerio de industria y energia Ministerio de industria y energia. Madri. Espanha.

CICIN-SAIN, B. 1993. Sustainable development and integrated coastal management. *Ocean & Coastal Management*, 21:11-43.

CICIN-SAIN, B. & R.W. KNECHT. 1998. *Integrated Coastal and Ocean Management: Concepts and Practices*. Island Press, Washington, DC and Covelo, California. 517p.

CLARK, J.R. 1977. *Coastal Ecosystem Management*. JohnWiley & Sons, Inc. New York.

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR – CIRM. Agenda ambiental portuária. CIRM, GI-GERCO e Sub-Grupo Agenda Ambiental Portuária. Brasília, DF, 1998 b. 11 pp.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO-CMMAD. Agenda 21 - Resumo. Rio de Janeiro, 1992.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, 2004. Resolução nº 344, de 25 de março de 2004. Diretrizes gerais para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, visando o gerenciamento de sua disposição. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. 10pp.

COSTA, C.S.B.; SEELIGER, U.; OLIVEIRA, C.P.L. & MAZO, A.M.M. 1997. Distribuição, funções e valores das marismas e pradarias submersas no estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil). *Atlântica (Rio Grande)* 19: pp 65-83.

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

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.

DOMINGUES, M. V. R. 1995. Superporto de Rio Grande: plano e realidade. Elementos para uma discussão. Rio de Janeiro: UFRJ, 312p. [Dissertação de Mestrado em Geografia, UFRJ].

EPA (Environmental Protection Agency). 1992. Framework for Ecological Risk Assessment. EPA/630/R92/001. Washington, DC: Environmental Protection Agency.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 1991. Development of coastal areas and enclosed seas. UN Conference on Environment and Development Research Paper No. 4. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FIALHO, G.O.M. 1990. Aspectos legais, institucionais e gerenciais da gestão ambiental portuária. Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

FORSTNER, U. & WITTMANN, G. 1979. Metal Pollution in the Aquatic Environment. Springer, 2 Ed. 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.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE ROESSLER (FEPAM). Enquadramento dos recursos hídricos da parte sul do Estuário da Laguna dos Patos. Portaria SSMA n. 7 de 24/05/95. Norma Técnica 003/95. Diário Oficial da União, 1995.

GEMPO - Grupo Executivo para Modernização dos Portos. 1996. *Plano de Dragagem e Companhia Brasileira de Dragagem*.

GESAMP (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). 1996. Report of the task force on integrated coastal management. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

GRANATO, F.C., BAISCH, P.R. & ASMUS, M.L. 2005. Dinâmica ambiental do arsênio (As) no processo de dragagem na região estuarina-portuária de Rio Grande – RS, Brasil. XI Congresso Latinoamericano de Ciências Del Mar. Viñas Del Mar (Chile), 292 p.

GRASSHOF, K; EHRHARDT, M & KREMLING K 1983. Methods of seawater analysis. 2nd edition revised and extended. Verlag Chemie. Basel. 419 p.

GRUPO EXECUTIVO PARA MODERNIZAÇÃO DOS PORTOS – GEMPO. 1996. PIMOP 2ª FASE. Plano da ação governamental para o subsetor portuário. Brasília: MM, 20 p.

HARTMANN, C. 1988. Utilização de dados digitais do Mapeador Temático para obtenção dos padrões de distribuição do material em suspensão na desembocadura da Laguna dos Patos. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE. São José dos Campos. 155p.

HARTMANN, C.; CALLIARI, L. J.; CHARPY-ROUBAUD, C.J.; BAUMGARTEN, M.G.Z. & KANTIN, R. 1980^a. Estudo do Material em suspensão e do material dissolvido das águas de superfície da plataforma continental do Rio Grande do Sul, entre Torres e Rio Grande. Operação GEOMAR XIII, 1980. In: Cong. Bras. Geol., 31, Camboriú, Anais, SBG, 2: pp 956-967.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Avaliação de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas. Brasília, DF: IBAMA, 1995. 136 p.

KENNY, A J. & REES, H. L. 1996. The effects of marine gravel extraction on the macrobenthos: results 2 years post-dredging. *Marine Pollution Bulletin*, 32 (8/9), 615-622.

KITZMANN, D.I.S. 2000. Capacitação e educação ambiental dos trabalhadores Portuários avulsos (TPA's) do Porto do Rio Grande, RS: Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Dissertação de Mestrado em Educação Ambiental.

KREBS, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row (eds), New York SA. 654 p.

LACERDA, L.D., PFEIFFER, W.C. & FISZMAN, M. 1982. Níveis naturais de metais pesados em sedimentos marinhos da Baía do Ribeiro, Angra dos Reis. *Ciência e Cultura*, 34(7): 921-924.

LEWIS, M.A; WEBER, D.E.; STANLEY, R. S. & MOORE, J.C. 2001. Dredging impact on an urbanized Florida bayou: effects on benthos and algal-periphyton. *Environmental Pollution*, 115, 161-171.

LINSLEY, R.K. & FRANZINI, J.B. 1978. *Engenharia de Recursos Hídricos*. McGraw-Hill do Brasil. São Paulo. 798p.

MAIMON, D. 1996. *Passaporte verde. Gestão ambiental e competitividade*. Rio de Janeiro: Quality Mark Ed, 120p

MARRONI, E.V. & ASMUS, M. 2003. *Educação Ambiental: da participação comunitária ao gerenciamento costeiro integrado*. Pelotas: Ed. Gráfica Universitária/UFPEL. 200 pg.

MARTINS, I.R.L. 1971. *Sedimentologia do Canal do Rio Grande*. Tese de Mestrado. Instituto de Geociências. UFRGS. Porto Alegre. 38p.

MATA, M.M. & MOLLER Jr., O.O. 1993. Sobre o tempo de descarga do estuário da Lagoa dos Patos, RS-Brasil. *Atlântica*, 15: 37-48.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº. 20. Diário Oficial da União, 30 de jul. 1986. p. 11356.

MÖLLER, O.O.; PAIM, P.S.G. & SOARES, I.D. (1991). Facteurs et mecanismes de la circulation des eaux dans l'estuarie de la Lagune dos Patos (RS, Bresil). Bull Inst Geol Basin Aquitaine (Bordeaux) 49: 15-21.

MONTÚ, M. & GLOEDEN, I. M. 1986. Atlas dos Cladocera e Copepoda (Crustacea) do estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande, Brasil). Nerítica, Pontal do Sul, PR, 1 (2): 134 p.

MONTÚ, M. A. 1980. Zooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos. I. Estrutura e variações temporais e espaciais da comunidade. Atlântica. Rio Grande. 4:53-72.

NEVES, H. A. P. 1980. A importância do Porto do Rio Grande na economia do Rio Grande do Sul (1890-1930). Curitiba: UFPR. 197 p. Dissertação de Mestrado em História do Brasil, UFPR.

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.

OLIVEIRA, C. T. 1996. Modernização dos portos. 2ª ed. São Paulo: Aduaneiras, 250 p.

OLIVEIRA, F.M.; SOARES, P.A.A. & ANDRADE, L.R.B. 1998. Estudo das condições de saúde e segurança dos trabalhadores no Superporto de Rio Grande. Terminal de granéis secos. Porto Alegre: FUNDACENTRO/CERS, 1998. 49 p.

OLIVEIRA, M. K. 1993. Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento – Um processo sócio-histórico. Série Pensamento e Ação no Magistério. São Paulo: Scipione, 1993. 109 p.

OLSEN, S. 2003. Crafting coastal governance in a changing world. CRC/USAID, The University of Rhode Island, 375pg.

OMORI, M. & IKEDA, T. 1992. Methods in marine zooplankton ecology. Krieger Publishing Company. Malabar. 332 p.

PERNETTA, J.C. & ELDER, D.L. 1992. Climate, sea level rise and the Coastal Zones: Management and Planning for Global Changes.. Ocean & Coastal Management: 18. 113-160pp.

PLANO NACIONAL DE GERENCIAMENTO COSTEIRO. Lei 7.661, de 16 de maio de 1988, Resolução nº 01/90 da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), de 21/11/90.

POMEROY, R.S. & BERKES, F. 1997. Two to tango: the role of government in fisheries co-management. Marine Policy, 21: 465-480 pp.

PORTO, M.M. & TEIXEIRA, S.G. 2002. Portos e Meio Ambiente. Ed. Aduaneiras. pp 178.

PROCESSES AND TOOLS FOR INTEGRATED COASTAL MANAGEMENT – Social Analysis pág. 61. Properties, and Processes, in Geotechnical Engineering of Ocean Waste

RICHARDS, M. 1996. Foreward'. In: F. Bunker and R. Foster-Smith, eds, A Field Guide for Seashore Mapping, English Nature, Scottish National Heritage, Countryside Council Wales, Joint Nature Conservation Committee and BioMar.

SALOMONS W. & FORSTNER U. 1984. Metals in the hydrocycle. Springer-Verlag Berlin, 349 p

SCURA, L.F., CHUA, T.E., PIDO, M.D. & PAW, J. N. 1992. Lessons for integrated coastal zone management: The ASEAN experience. In Integrative Framework and Methods for Area Management, ed. T.E. Chua and L.F. Scura, 1-70. ICLARM Conference Proceedings 37. Manila: International Centre for Living Aquatic Resources Management.

SEELIGER, U. & COSTA, C.S.B. 1998. Impactos naturais e humanos. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J.P. (Eds.). Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Rio Grande: Ed. Ecocientia, 326 p. (219-226).

SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J.P. (Eds.). 1998. Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Rio Grande: Ed. Ecocientia, 326 p.

SEMADS, 2002. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Gerenciamento ambiental de dragagem e disposição do material dragado. Rio de Janeiro 35p.

STICKLAND I.D.H. & PARSONS T.R. 1972. Determination of particulate carbon. In: A Practical Handbook of Seawater Analyses. 2^{ème} Ed. Fisheries Research Board Canada. pp. 207-211.

SUPERINTENDÊNCIA DO PORTO DO RIO GRANDE – SUPRG. Página eletrônica do Porto do Rio Grande: www.portoriogrande.com.br.

TAGLIANI, C.R.A. 1997. Proposta para o manejo da exploração de areia no município costeiro de Rio Grande – RS, dentro de um enfoque sistêmico. Tese de Mestrado – UNISINOS. São Leopoldo, 158 pp.

TAGLIANI, C.R.A. 2002. A mineração na porção média da planície costeira do Rio grande do Sul: estratégias para a gestão sob um enfoque de manejo costeiro integrado. PhD Thesis. UFRGS. Porto Alegre.

TAGLIANI, P.R.A. & ASMUS, M.L. (Coords.). 1997. Estudo de impacto ambiental do Porto de Rio Grande, RS. Fundação Universidade do Rio Grande, RS. Documento Técnico, 850 p.

TOMAZELLI, L.J. & VILLWOCK, J.A. 1992. Considerações sobre o ambiente praias 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. pp 3-12.

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.

UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS. 2000. Green Ports – Environmental Management and technology at US Ports, Technical Document, Urban Harbors Institute, 66 pp.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. 1992. Evaluating Environmental Effects of Dredged Material, Management Alternatives, a Technical Framework. EPA 842-B-92-008. Office of Water (4504F). Washington. 79p.

VILLWOCK, J.A. & MARTINS, L.R.S. 1972. Depósitos lamínicos de pós-praia, Cassino, RS. Pesquisas. Instituto de Geociências da UFRGS, Porto Alegre.1: pp 69-85.

WELSCHMEYER, N.A. 1994. Fluorometric analysis of chlorophyll *a* in the presence of chlorophyll *c* and phaeopigments. Limnology and Oceanography, 39(8): 1985-1992.

WILLWOCK, J.A., MARTINS, I.P. E FORMOSO, M.L.L. 1972. Contribuição ao estudo de argilas dos sedimentos de fundo da Lagoa dos Patos (RS – Brasil). Estudos Sedimentológicos. Natal 2 (1/2) 13-14 pp.

WOOLDRIDGE, C.F., MCMULLEN, C. AND HOWE, V. 1999. Environmental management of ports and harbours – implementation of policy through scientific monitoring. *Marine Policy*, Vol. 23, No 4-5, pp 413-425.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)