

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE BIOINVASORES EM PORTOS
BRASILEIROS COMO SUBSÍDIOS À GESTÃO AMBIENTAL NO
PORTO DE SUAPE (IPOJUCA, PERNAMBUCO, BRASIL).**

Valmir Pessoa Campos

Recife, fevereiro de 2010

Valmir Pessoa Campos

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE BIOINVASORES EM PORTOS
BRASILEIROS COMO SUBSÍDIO À GESTÃO AMBIENTAL NO
PORTO DE SUAPE (IPOJUCA, PERNAMBUCO, BRASIL)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Pernambuco vinculado ao PRODEMA, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Mestrando: Valmir Pessoa Campos.

Orientador: Prof. Dr. José Zanon de Oliveira Passavante.

Recife, fevereiro de 2010.

Campos, Valmir Pessoa

Distribuição geográfica de bioinvasores em portos brasileiros como subsídio à gestão ambiental no Porto de Suape (Ipojuca, Pernambuco, Brasil) / Valmir Pessoa Campos.
- Recife: O Autor, 2010.

103 folhas : il., fig., quadros, tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Desenvolvimento e Meio Ambiente, 2010.

Inclui: bibliografia e anexos.

1. Meio ambiente. 2. Gestão ambiental. 3. Espécies marinhas – Distribuição geográfica. 4. Bioinvasão. 5. Água de lastro. 6. Porto de Suape. I. Título.

**504
577**

**CDU (2. ed.) UFPE
CDD (22. ed.) BCFCH2010/64**



Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Filosofia e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Área de Concentração: Gestão e Políticas Ambientais



**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE BIOINVASORES EM PORTOS
BRASILEIROS COMO SUBSÍDIO À GESTÃO AMBIENTAL NO PORTO DE
SUAPE (IPOJUCA, PERNAMBUCO, BRASIL)**

VALMIR PESSOA CAMPOS

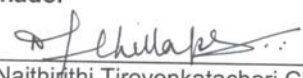
Data de aprovação: 25/02/2010

Orientador

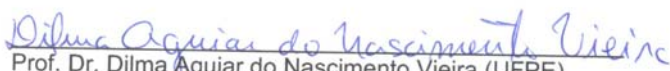

Prof. Dr. José Zanon de Oliveira Passavante (UFPE)

Examinadores:

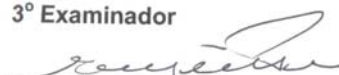
1º Examinador


Prof. Dr. Naithirithi Tirovenkatachari Chellappa (UFRN)

2º Examinador


Prof. Dr. Dilma Aguiar do Nascimento Vieira (UFPE)

3º Examinador


Prof. Dr. Eugênia Cristina Gonçalves Pereira (UFPE)

Dedicatória

Esse trabalho é dedicado a todos que se preocupam com o futuro da terra. Dedicado especialmente a Darivam Barros Campos, minha esposa, Antonioni Barros Campos e Laila Barros Campos, meus filhos. Em memória de Francisco Pereira Campos, meu pai e Luzia Pessoa Campos, minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me manter com saúde durante toda essa empreitada e ter me concedido um pouquinho de sorte quando tudo parecia que ia dar errado.

Agradeço a todos aqueles que torceram e me apoiaram na realização desse trabalho e me suportaram quando eu não tinha outro assunto.

Incansável, **Itamar Herculano da Silva**, que não mediu esforços para manter os horários de maré, a embarcação na água e tudo mais que foi preciso.

O piloto da embarcação **Amauri José de Mesquita**, mais preciso que o GPS, pelo apoio incondicional na água e em terra na preparação de nossa “Área de apoio em terra”.

Valdir Alves de Lima e **Milton Luiz de França Filho** pelo apoio de mar e em terra.

A **Lillyan Virgínia Lessa do Nascimento** pelas coletas precisas, organização impecável, amizade, alegria e trabalho incansável.

A **Lucas Figueiredo** pelo desprendimento e apoio inestimável nas coletas e análises no laboratório de fitoplâncton.

Professor, orientador, **Dr. José Zanon de Oliveira Passavante** pela orientação, compreensão, atenção, apoio, alegria e amizade.

Professor **Dr. José Roberto Botelho de Souza** (Betinho) do Centro de Ciências Biológicas (UFPE), pelo incentivo em estudar o assunto.

SUMÁRIO

Resumo	7
Abstract	8
Lista de quadros e tabelas	9
Lista de Figuras	10
Lista de abreviaturas e siglas	11
1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO GERAL	18
2.1 Objetivos específicos	18
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
3.1. Revisão da literatura	19
3.2. Principais vetores de bioinvasão marinha	25
3.3. Identificação da legislação	27
3.4. Convenção internacional de água de lastro	28
3.5. Legislação brasileira	29
4. MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1. Descrição da área de estudo	35
4.2. Definição dos pontos de monitoramento	37
4.3. Coletas amostragens e análises	37
4.4. Parâmetros bióticos	38
4.5. Identificação de invasões nos portos brasileiros	40
5. RESULTADOS	41
5.1. Introdução no estado do Piauí	41
5.2. Introdução no estado de Pernambuco	41
5.3. Introdução no estado do Rio de Janeiro	41
5.4. Introdução no estado de São Paulo	43

5.5. Introdução no estado de Santa Catarina	43
5.6. Introdução no estado do Rio Grande do Sul	44
5.7. Introdução na costa brasileira	45
5.8. Complexo Industrial Portuário de Suape	46
5.9. Ecologia e check list das espécies invasoras	57
5.10. Parâmetros ambientais do estuário e área do porto	71
5.11. Gestão ambiental de bioinvasores em portos brasileiros	79
6. DISCUSSÃO	86
7. CONCLUSÕES	90
8. PERSPECTIVAS	91
9. REFERÊNCIAS	93
10. ANEXOS	100

RESUMO

As invasões de espécies marinhas exóticas são hoje uma preocupação mundial, principalmente para os países que tem suas atividades econômicas baseadas em movimentação de produtos através de seus portos. As embarcações que viajam por todo o planeta, transportando produtos em grandes quantidades, são ao mesmo tempo vetores de transporte de várias espécies marinhas nos seus tanques de água de lastro e também incrustadas em seus cascos. Várias espécies marinhas não-nativas foram introduzidas ao longo do tempo em vários países assim como em toda a costa brasileira. Foram pesquisadas espécies, na costa brasileira, introduzidas através de atividades portuárias sejam através de água de lastro ou incrustação de casco das embarcações. Os estados impactados por bioinvasões na costa brasileira foram: Piauí – Porto Pedra do Sal; Pernambuco – Porto do Recife; Rio de Janeiro – Baía da Guanabara, Arraial do Cabo, Campos, Ilha Grande; São Paulo – Porto de Santos; Santa Catarina – Baía de Paranaguá; Rio Grande do Sul – Praia do Cassino, Rio Guaíba, Lagoa dos Patos, Rio São Lourenço do Sul, Rio Paraná, Rio Jacuí, Lagoa Mirim. As espécies identificadas na pesquisa nestes estados como invasoras foram **cracas** *Chirona amaryllis*, *Megabalanus coccopoma*, *Amphibalanu reticulatus*; **mexilhões** *Mytilopsis leucophaeta*, *limnoperna fortunei*, *Isognomon bicolor*, *Corbicula flumínea*, *Perna perna*; **copepodes** *Paracyclopina longifurca*, *Apocyclops borneoenses*, *Temora turbinata*; **crustáceos** *Charybdis hellerii*, *Cancer pagurus*, *Pyromaia tuberculata*, *Limnoperna vannamei*; **ascídias** *Ascidia sydneiensis*, *Ciona intestinalis*; **microalgas** *Coscinodiscus wailesii*, *Alexandrium tamarense*, *Gymnodinium caenatum*; **corais** *Tubastraea coccínea*, *Stereonephthya* aff. *Curvata*, *Tubastraea tagusensis*. Foram avaliados os parâmetros ambientais da área do Porto de Suape em seis pontos distribuídos no estuário dos rios Massangana, Tatuoca e área de movimentação do porto e coletadas as informações de precipitação pluviométrica no período (2009), altura de marés, profundidades, transparência da água, temperatura de superfície e fundo, salinidade e biomassa fitoplanctônica. Foram encontradas variações espaciais importantes na salinidade apenas no período chuvoso e na baixa-mar. No período seco não houve variações significativas de salinidade tanto na preamar quanto na baixa mar favorecendo a intrusão salina.

PALAVRAS-CHAVE: Meio ambiente; Gestão ambiental; Espécies marinhas – Distribuição geográfica; Bioinvasão; Água de lastro; Porto de Suape.

ABSTRACT

The invasions of exotic marine species are now a global concern, especially for countries that have economic activities based on movement of goods through its ports. Vessels traveling across the globe, transporting goods in large quantities, are both vectors of transporting several marine species in their ballast water tanks and also embedded in their hulls. Several non-native marine species have been introduced over time in various countries as well as throughout the Brazilian coast. Were investigated species, in the Brazilian coast, introduced through the port activities is through ballast water or hull fouling of ships. The states impacted by bio-invasions on the Brazilian coast were Piauí – Porto Pedra do Sal; Pernambuco – Porto do Recife; Rio de Janeiro – Baía de Guanabara, Arraial do Cabo, Campos, Ilha Grande; São Paulo – Porto de Santos; Santa Catarina – Baía de Paranaguá; Rio Grande do Sul - Praia do Cassino, rio Guaíba, Lagoa dos Patos, rio São Lourenço do Sul, rio Paraná, rio Jacuí, Lagoa Mirim. The species identified in research in these states were as invasive barnacles *Chirona amaryllis*, *Megabalanus coccopoma*, *Amphibalanus reticulatus*; mussels *Mytilopsis leucophaeta*, *Limnoperna fortunei*, *Isognomon bicolor*, *Corbicula fluminea*, *Perna perna*; copepods *Paracyclops longifurca*, *Apocyclops borneoensis*, *Temora turbinata*, crustaceans *Charybdis hellerii*, *Cancer pagurus*, *Pyromaia tuberculata*, *Limnoperna vannamei*; *sydneiensis* ascidian *Ascidia*, *Ciona intestinalis*; microalgae *Coscinodiscus wailesii*, *Alexandrium tamarense*, *Gymnodinium caenatum*; coral *Tubastraea coccinea*, *Stereonephthya aff. Curvata*, *Tubastraea tagusensis*. Environmental parameters were evaluated area Suape at six points distributed in the estuary of the rivers Massangana, Tatuoca and movement area of the port and the information collected rainfall in the period (2009), tidal height, depth, water transparency, bottom and surface temperature, salinity and phytoplankton biomass. We found significant spatial variations in salinity only in the rainy season at low tide. In the dry period there were significant variations in salinity at both high tide and in low tide favoring the saline intrusion.

KEY WORDS: Environment; Environmental management; Marine species – Geographic distribution; Biological invasion; Ballast water; Port of Suape.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1 – Número de espécies invasoras inventariadas	p. 24
Tabela 2 – Distribuição geográfica das espécies	p. 46
Tabela 3 – Movimentação anual de navios em operações de carga na RNEST	p. 53
Quadro 1 – Check list de espécies de cracas invasoras	p. 57
Quadro 2 – Check list de espécies de mexilhões invasores	p. 58
Quadro 3 – Check list de espécies de copepodas invasores	p. 72
Quadro 4 – Check list de espécies de crustáceos invasores	p. 63
Quadro 5 – Check list de espécies de ascídias invasoras	p. 66
Quadro 6 – Check list de espécies de microalgas invasoras	p. 67
Quadro 7 – Check list de espécies de corais invasores	p. 69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Operações de carga e descarga de lastro em navios	p. 26
Figura 2 – Localização do estado de Pernambuco	p. 33
Figura 3 – Mapa de Pernambuco e localização do CIPS	p. 34
Figura 4 – Foto aérea do CIPS	p. 34
Figura 5 – Localização das estações de coleta no estuário de Suape	p. 35
Figura 6 – Vista aérea do projeto final do EAS	p. 49
Figura 7 – Construção da estrutura de suporte dos dutos da RNEST	p. 52
Figura 8 – Foto aérea do Terminal de Contêineres	p. 55
Figura 9 – Precipitação pluviométrica no ano de 2009	p. 72
Figura 10 – Variação sazonal das alturas das marés no Porto de Suape	p. 72
Figura 11 – Variação sazonal da profundidade	p. 74
Figura 12 – Variação sazonal da transparência da água no estuário	p. 75
Figura 13 – Variação sazonal da temperatura da água no estuário	p. 76
Figura 14 – Variação sazonal e espacial da temperatura da água no estuário	p. 76
Figura 15 – Variação sazonal e espacial da salinidade do estuário durante a baixa-mar	p. 77
Figura 16 – Variação sazonal e espacial da salinidade do estuário durante a baixa-mar	p. 78
Figura 17 – Variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica no estuário de Suape durante a baixa-mar e preamar	p. 79
Figura 18 – Portos participantes do programa Globalballast	p. 80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADEMADAN – Associação de Defesa do Meio Ambiente e do Desenvolvimento de Antonina;

ALARME – Água de Lastro: Análise de Risco, Plano de Manejo Ambiental e Monitoramento de Espécies Exóticas no Porto de Paranaguá;

AJB – Águas Jurisdicionais Brasileiras;

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária;

CAP – Conselho de Administração Portuária;

CCJ – Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania;

CDB – Convenção sobre a Diversidade Biológica;

CFN – Companhia Ferroviária Nacional;

CHM – Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil;

CIPS – Complexo Industrial Portuário de Suape;

CMU – Cais de Múltiplos Usos;

CONDEPE – Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco;

COPENE – Petroquímica do Nordeste S.A.;

COPEL – Companhia Petroquímica do Sul S.A.;

CPRH – Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos;

DECAL – Terminal de Armazenamento de Derivados de Petróleo;

DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação;

DPC – Diretoria de Portos e Costas;

EAS – Estaleiro Atlântico Sul;

EEI – Espécie Exótica Invasora;

EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural;

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations;

FNMA – Fundo Nacional de Meio Ambiente;

FPSO – Sistemas Flutuantes de Produção Armazenamento e Transferência de Petróleo (Sigla em inglês);

GEF – Global Environmental facility;

GISP – Global Invaders Species Programm;

GLOBALLAST - Global Ballast Water Management Program;

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo;

GPS – Global Positioning System;

I3N – Banco de Dados da rede Temática sobre Espécies Exóticas Invasoras;

IABIN – Rede Inter-americana de Informação sobre a Biodiversidade (Sigla em inglês);

IAP – Instituto Ambiental do Paraná;

ICTSI - International Container Terminal Service Incorporated;

IMO – International Marine Organization;

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis;

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

MMA – Ministério do Meio Ambiente;

MPEC – Marine Environment Protection Committee;

NIM – Necrose Idiopática Muscular;

NORMAM – Norma da Autoridade Marítima;

OMS – Organização Mundial de Saúde;

PANDE – Beneficiamento de Arroz e Envasamento de Óleo Comestível;

PCD – Pink Crab Disease – doença do caranguejo cor-de-rosa;

PDVSA – Petróleos de Venezuela S. A.;

PETROBRAS – Petróleo brasileiro S. A.;

PGL – Píer de Granéis Líquidos;

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento;

PROBIO – Projeto Nacional de Ações Integradas Público-Privadas para a Biodiversidade;

REVAP – Refinaria do Vale do Paraíba;

RNEST – Refinaria Abreu e Lima do Nordeste;

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada – ANVISA;

SIMEPAR – Instituto Tecnológico do Paraná;

SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente;

TRANSPETRO – Petrobras Transporte S.A.;

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco;

UFRP – Universidade Federal do Paraná;

UNDP – United Nations Development Program;

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
(Sigla em inglês);

UNIVALI – Universidade do Vale do Itajaí;

USP – Universidade de São Paulo;

TECON – Terminal de Contêineres;

TPB – Toneladas de Porte Bruto;

1. INTRODUÇÃO

O homem e a natureza têm introduzido ao longo do tempo, e de várias formas, espécies exóticas pelo mundo alterando significativamente a diversidade e as relações ecológicas entre as espécies. A invasão de espécies exóticas é uma das maiores ameaças à integridade dos ecossistemas locais e atualmente a água de lastro dos navios tem sido um dos principais vetores (RODRIGUES; PRIMACK, 2002).

A grande maioria de espécies exóticas não se estabelece, já que o novo ambiente geralmente não é adequado às suas necessidades. Uma grande porcentagem consegue se instalar e muitas conseguem crescer, se tornar abundantes e até dominantes, à custa dos recursos das espécies nativas, podendo levar ao deslocamento ou até extinção de algumas espécies locais, principalmente quando se trata de introdução de animais predadores ou que possam desenvolver essa relação com as espécies nativas (RODRIGUES; PRIMACK, op. cit.).

O aumento do tráfego de embarcações, principalmente em navegações de longo curso, e os procedimentos para carga e descarga de lastro, utilizando água, tem introduzido espécies de vários continentes nos portos de outras regiões, principalmente em portos de movimentação de cargas nas modalidades de importação e exportação. O transporte a longas distâncias contribui para eliminar ou reduzir as barreiras naturais dos ecossistemas, contribuindo para a homogeneização da flora e faunas em todo o planeta trazendo prejuízos significativos ao meio ambiente em sua diversidade assim como à saúde humana (SILVA; SOUZA, 2004).

A primeira referência à invasão de espécies exóticas se deu em 1908 por Ostefeld, após a ocorrência da floração de alga diatomácea *Odotella sinenses* no Mar do Norte endêmica do Indo-Pacífico. Apenas 70 anos mais tarde foram feitas as primeiras amostragens, e estudos em tanques de lastro em navios (MEDCOF, 1975 apud SILVA et al, 2004). Estima-se que hoje cerca de 3.000 espécies de animais e plantas sejam transportadas por dia em todo o mundo, em 10 bilhões de metros cúbicos de água. Vários estudos demonstram que 50.000 organismos zooplântonicos e 10 milhões de células de fitoplâncton podem ser encontrados em cada metro cúbico de água (CARLTON; GELLER, 2003).

Embora tenham sido identificados outros meios de transferências de espécies entre espaços geográficos distintos e diversos, a água de lastro parece ser o vetor mais importante. A possibilidade da água de lastro causar malefícios ao ambiente natural reconhecida pela Organização Marítima Internacional – IMO, é reconhecida também pela Organização Mundial de Saúde – OMS, preocupada com a propagação de vírus, fungos e bactérias, possíveis causadores de doenças epidêmicas. O Comitê de Proteção ao Ambiente Marinho do IMO (MEPC) em 1991, adotou orientação voluntária, através de diretrizes internacionais para a prevenção da introdução de organismos aquáticos nocivos e patogênicos, oriundos da água de lastro e seus sedimentos descarregados dos navios (IMO, 1997).

Segundo a Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil (DPC), os portos brasileiros movimentam mais de 400 milhões de toneladas por ano e assim, estima-se que cerca de 40 milhões de toneladas de água de lastro sejam descarregadas por ano no país. Dentre as espécies introduzidas no Brasil, podemos destacar: o siri *Charybdis hellerii* Milne-Edwards (1867) coletado na Baía de Todos os Santos/BA e na Baía de Guanabara/RJ; o bivalve *Limnoperna fortunei* Dunker (1857) introduzido no Lago Guaíba/RS, tendo sua presença sido detectada em abril de 2001 em uma das unidades da Usina Hidroelétrica de Itaipu, PR; o bivalve *Isognomon bicolor* Adams (1845) e os corais *Nephthea curvata* Kükenthal (1910) e *Tubastraea coccinea* Lesson (1829) encontrados na Região dos Lagos e na Baía da Ilha Grande (IBAMA, 2009).

O termo lastro representa todo e qualquer material utilizado como peso adicional com o objetivo de levar um corpo ao equilíbrio: um contra-peso. A utilização de lastro nem sempre esteve associado a embarcações. Os navios eram construídos de forma a manter sempre carga a bordo, comercializada em todos os portos, não havendo a possibilidade de tráfego com a embarcação vazia. Quando não era possível realizar comércio em um determinado porto, os espaços vazios eram preenchidos com cargas que eram lançadas ao mar sem perda comercial significativa. Os navios eram preenchidos com cargas inertes sólidas como: areia, pedras e outros materiais baratos e pesados mantendo a estabilidade das embarcações durante a navegação (ASTUDILLO, 2009).

As operações de carga e descarga desses materiais de lastro eram bastante lentas, perigosas e, portanto, tornaram-se dispendiosas. Esses usuais sistemas de lastro não puderam, com o tempo, acompanhar as novas tecnologias da engenharia

naval e, assim, a introdução da água como lastro foi à alternativa mais adequada para substituir as cargas sólidas. As primeiras tentativas do uso de água como lastro data de 1840, e o seu uso uma década após com a construção de navios com tanques específicos para tal. O uso da água em lastro teve o seu uso regular a partir de 1880 (CARLTON, 1985).

Este novo sistema de lastro trouxe enormes facilidades para a navegação e o comércio mundial, já que a água, recurso abundante, se adaptava facilmente as formas dos tanques destinados a lastro e de fácil movimentação nas operações de carga e descarga das embarcações. A água, como lastro, trouxe também facilidades nas operações de lastreamento nos portos reduzindo o tempo de estadia das embarcações. Com a possibilidade de manejo da água durante as viagens, as estruturas das embarcações ficaram muito mais estáveis trazendo maior segurança à navegação. (ASTUDILLO, op. cit.).

As incrustações em cascos de embarcações e estruturas flutuantes de plataformas consistem em um antigo problema de ordem mundial e gera ônus considerável ao ramo da navegação e outras atividades. O uso de tintas anti-incrustantes não garante, na sua totalidade, que espécies não sejam transportadas por esse vetor, visto a eficiência desse recurso possuir tempo de validade e ser testado geralmente em escala regional. Existem várias partes de navios e plataformas onde a tinta não é aplicada, como por exemplo, ralos de aspiração e hélices. Adicionalmente, as docagens e raspagens das estruturas de plataformas são normalmente realizadas em locais distantes de onde operam, o que pode facilitar a introdução de espécies no novo ambiente (FERREIRA et al., 2004). Deve-se considerar, ainda, que grande parte das tintas anti-incrustantes são a base de TBT (tributil-estanho) e estão em processo de banimento mundial, sem que seja disponível, no presente, nenhuma alternativa eficaz e economicamente viável para esse produto (GOLLASCH, 2002).

Ainda associado ao problema das incrustações, existem os vetores materiais sólidos flutuantes - madeira, plástico, borracha, isopores e materiais orgânicos variados -, que podem cruzar oceanos, rios, introduzindo espécies. Muitos tipos de organismos, particularmente briozoários, cracas, poliquetas, hidrozoários e moluscos, usam os restos marinhos dispersos nas massas d'água como flutuantes aumentando a oportunidade de dispersão das espécies. Nos anos recentes, devido à explosão na produção de lixo humano, especialmente plástico, o problema tem se

agravado. Estima-se que a propagação de espécies devido ao lixo de origem humana dobrou nos subtrópicos e triplicou nas latitudes maiores do que os 50° (BARNES, 2002).

O Porto de Suape tem um posicionamento geográfico estratégico para rotas de cabotagem e de longo curso por estar localizado em um dos mais importantes Estados do nordeste e de grande importância econômica para o País. O Porto de Suape tem mais atividades de importação considerando que o Estado é importante distribuidor, no nordeste de produtos oriundos de outros centros nacionais (sudeste e sul) e internacionais.

Após a construção da Refinaria Abreu e Lima (RNEST), e outros empreendimentos já sinalizados na mídia, haverá uma tendência natural de variação na balança comercial que indicará maior volume de produtos exportados principalmente de produtos acabados, derivados de petróleo da indústria petroquímica, assim como combustíveis oriundos da refinaria. Esses navios, que receberão carga, necessariamente terão que aliviar lastro, elevando o risco de contaminação da área com espécies exóticas de outras regiões.

Para o ser humano, além da saúde pode haver conseqüências financeiras, como por exemplo, no ecossistema marinho, pois a bioinvasão de espécies exóticas traz conseqüências desastrosas para a biodiversidade local influenciando de maneira significativa nas comunidades que tenham o seu sustento baseado na pesca e coleta, maricultura e turismo. As espécies de reconhecido processo invasor, no Brasil e no mundo, tem assumido o lugar de várias espécies endêmicas, através de predação ou disputa por recursos naturais com as nativas e estabelecimento de grandes populações, e na maioria dos casos, por não possuírem valor comercial, reduzem ou esgotam os recursos de pesca ou coleta, causando grande impacto socioeconômico nas populações locais.

O Porto de Suape é posicionado entre rotas de importações de produtos dos portos da Europa, Estados Unidos e América central, internalizando produtos para o interior e outros estados do Nordeste assim como também, na internalização de Gás Liquefeito de Petróleo transferindo, por cabotagem, para os estados do da Região Nordeste e Região Norte. As movimentações características em Suape são de descarga considerando que o estado é importante distribuidor, no Nordeste, de produtos importados e dos centros produtores do sudeste e sul do país.

2. OBJETIVO GERAL

Estudar a dispersão de espécies exóticas marinhas nos portos brasileiros e a possibilidade de sua invasão no Porto de Suape.

2.1 Objetivos específicos

- elaborar um check-list das espécies invasoras marinhas;
- elaborar mapas temáticos com as espécies invasoras marinhas;
- analisar os procedimentos de contenção dos bioinvasores em outros portos;
- atualizar os conhecimentos dos parâmetros ambientais do Porto de Suape a fim de possibilitar a análise de quais as espécies são mais susceptíveis de invasão;

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Revisão da literatura

A introdução de espécies exóticas é um fenômeno que tem se agravado com o comércio no mundo globalizado. A quantidade de espécies invasoras citadas por vários autores e entidades oficiais e não-governamentais é gigantesca. Essa introdução pode ser de modo intencional ou acidental e pode estar vinculada a vários meios e atividades. O transporte marítimo e fluvial através de água de lastro e incrustações nos cascos, construção de canais de navegação, rejeitos sólidos flutuantes de origem humana, aquicultura, aquarofilia, transporte de alimentos e plantas ornamentais. Atualmente em torno de 80% dos bens de consumo são transportados de navios através dos oceanos (IMO, 2003 apud TAVARES e MENDONÇA, 2004).

A água de lastro e a bioincrustação em estruturas navais estão entre os principais agentes de veiculação de espécies exóticas aquáticas no mundo (TAVARES; MENDONÇA, 2004).

O estabelecimento de uma espécie depende dos meios ecológicos, das características biológicas das espécies e das condições físicas do meio ambiente, como o clima, o número de indivíduos capaz de estabelecer uma população, a competição com as espécies nativas e a disponibilidade de alimento. As características dos portos de descarga da água de lastro - portos abrigados e com maior similaridade ecológica com o porto de origem, apresentam maior risco e são pontos-chave para o sucesso do estabelecimento dessas espécies. A mudança no regime hidrográfico através de dragagens e drenagens causando degradação cria oportunidades para a colonização de novas espécies (SILVA et al., 2004).

A partir do final dos anos 90, foi identificada no Lago Guaíba (RS), a presença de um pequeno mexilhão de água doce não nativo da família Mytilidae, *Limnoperna fortunei* Dunker (1857), conhecido como mexilhão dourado. A introdução desse pequeno bivalve tem trazido impactos significativos para os ecossistemas locais, assim como impactos sócio-econômicos significantes. Este é um caso de introdução não-intencional de organismo oriundo do sudeste asiático através de água de lastro no Brasil (MANSUR et al., 2004).

A espécie *L. fortunei* ocupou os rios da bacia do Prata e do rio Paraná. Devido ao seu alto poder reprodutivo e a falta de predadores, formam grandes aglomerados causando problemas de entupimentos nos sistemas coletores de água, tubulações e refrigeração de sistemas. Dois anos após o aparecimento da espécie no rio Guaíba, surgiram os primeiros registros de problemas nas grades dos poços captadores de água de Porto Alegre e nas indústrias de celulose no município de Guaíba em grades, poços e trocadores de calor. No rio Guaíba é frequente os problemas causados por *L. fortunei* às embarcações onde se aglomeram no casco, no interior das embarcações, nos motores, nas vedações e nas hélices (MANSUR et al., 2004).

Até a década de 80 o bivalve *Isognomon bicolor* Adams (1845) não apresentava nenhum registro sobre sua ocorrência no Brasil. Fernandes et al. (2004) se propuseram a estudar a suas características e suas relações com a comunidade dos costões rochosos, no Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro e seus estudos apontaram para o estabelecimento da espécie invasora naquele local. A maior densidade relativa deu-se na região de médio litoral inferior. O fato de que o *I. bicolor* estar se estabelecendo nesta faixa do costão pode representar risco a espécie *Perna perna* Linnaeus (1758) que possui importância econômica.

Mais um bivalve, agora da família Corbiculidae, de origem asiática, foi introduzido na América do sul e desta vez o primeiro registro cabe a Ituarte em 1981, no Rio da Prata nas proximidades de Buenos Aires. Estudos recentes têm definido a distribuição de Corbiculidae por todo interior do Brasil de Norte a Sul, no Uruguai, Norte da Argentina, Norte do Peru, Equador e Colômbia. Em todas as bacias invadidas, em cinco anos, a espécie apresentou uma maior densidade populacional do que as espécies nativas diminuindo gradativamente as populações de bivalves nativos. No Rio Grande do Sul houve casos de obstrução de hidrelétricas e problemas causados em barragens do Paranapanema. Apesar de haver muitos trabalhos publicados sobre o gênero *Corbicula*, pouco se sabem sobre o comportamento e dinâmica das espécies *Corbicula fluminea* Muller (1774) e *Corbicula largillierti* Philippi (1844) no Brasil e no Norte do continente sul-americano. Observou-se que a reprodução do *C. fluminea* é bianual na Ásia e anual na bacia do rio da Prata (MANSUR et al., 2004).

Diversos crustáceos decápodes foram introduzidos no litoral brasileiro. Atualmente a fauna de decápodes marinhos introduzidos no Brasil inclui seis espécies originárias do Indo-Pacífico: *Charybdis hellerii* Milne-Edwards (1867),

Metapenaeus monocerus Fabricius (1798), *Marsupenaeus japonicus* Bate (1888), *Penaeus monodon* Fabricius (1798), *Fenneropenaeus penicillatus* Alcock (1905), *Scylla serrata* Forskal (1775). Todos esses crustáceos foram introduzidos após a abertura do Canal de Suez em meados do século XIX que facilitou o contato entre espécies do indo-pacífico proveniente do mediterrâneo oriental até o Atlântico Ocidental. Embora pouco se saiba sobre o impacto do *C. Hellerii* sobre comunidades nativas, as consequências ecológicas de sua introdução em habitats sensíveis como os recifes de coral no litoral brasileiro poderiam ser graves. A colonização bem-sucedida de *M. japonicus* em águas brasileiras poderia resultar numa competição com algumas espécies nativas. *M. japonicus* contaminados com vírus exóticos constituem um segundo fator de risco para os decápodes nativos importantes economicamente no Brasil. *P. monodon* e *F. penicillatus* hospeda diversos vírus que em contato com espécies brasileiras de peneídeos de importância comercial, podem vir a transmitir essas várias doenças (TAVARES; MENDONÇA, 2004).

Bactérias e algas são organismos ideais para transporte em água de lastro. São pequenas e algumas aptas a sobreviver nos tanques de lastro ou tanques de carga de navios por muitos dias através da formação de células de resistência. As microalgas marinhas são organismos fotossintetizantes e representam o recurso alimentar essencial a uma grande variedade de organismos invertebrados e vertebrados, nas diferentes teias alimentares dos ecossistemas pelágicos e bênticos. Em certas situações algumas espécies podem ser nocivas produzindo toxinas que podem causar impactos nocivos ao ecossistema. Essas espécies podem se reproduzir intensivamente em espaço de tempo relativamente curto aumentando significativamente sua biomassa. Isso causa as grandes florações que altera a coloração das águas de acordo com a cor desses organismos gerando as famosas marés vermelhas, verdes, marrons, douradas e outras (PROENÇA; FERNANDES, 2004).

A presença de larvas e cistos de organismos marinhos na água de lastro de navios é usualmente apontada como principal vetor da introdução e proliferação de espécies exóticas. O mercado ornamental, a aquicultura e incrustações em cascos de embarcações também incrementam importante contribuição. Muitos organismos com tempo de larva curto no plâncton têm sido dados como introduzidos em várias partes do mundo. Nestes casos somente através de incrustações em cascos tais invasões seriam possíveis. As larvas destes organismos não são resistentes o

suficiente para sobreviver a longas viagens em água de lastro de navios. A presença de organismos patogênicos em águas de lastro tem sido motivo de preocupação fazendo com que grande fluxo de recursos para a pesquisa tenham sido priorizados para água de lastro. Segundo Ferreira et al. (2004), vários autores tem apontado para o vetor incrustação como o principal via de introdução de espécies exóticas em muitos países costeiros. Apesar de muitas espécies conseguirem sobreviver a longas viagens incrustadas nos cascos das embarcações, iniciativas de pesquisas nacionais e internacionais têm desconsiderado as incrustações em navios e plataformas como vetores importantes (FERREIRA et al., 2004).

Segundo relatório do MMA – Ministério do Meio Ambiente (2006) as espécies exóticas invasoras são consideradas a segunda maior causa de extinção de espécies no planeta, afetando diretamente a biodiversidade, a economia e a saúde humana. Através desse reconhecimento a Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB estabeleceu em seu artigo oito que cada parte envolvida deve, na medida do possível, impedir a introdução, controlar ou erradicar as espécies exóticas que ameaçam ecossistemas, habitats e espécies. Em 2001, o Brasil promoveu em Brasília, a “Reunião de Trabalho sobre Espécies Exóticas Invasoras”. Foi promovido pelo Governo Brasileiro, através do Ministério do Meio Ambiente - MMA e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa e contou com a participação dos países da América do Sul. A reunião contou ainda com a colaboração do Governo dos Estados Unidos da América, por meio do Departamento de Estado e da Embaixada dos Estados Unidos da América no Brasil, além de apoio do Programa Global para Espécies Exóticas Invasoras - GISP.

Os especialistas que participaram da reunião, representando a Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Guiana Francesa, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela, chegaram a várias conclusões entre elas:

- necessidade de promover maior intercâmbio de informações, começando pela elaboração de diagnósticos nacionais, pesquisa, capacitação técnica, fortalecimento institucional, sensibilização pública, coordenação de ações e harmonização de legislações;
- dar atenção urgente ao problema de introdução de espécies exóticas invasoras nas diferentes bacias hidrográficas da região e ecossistemas transfronteiriços;

- necessidade de promover maior coordenação e cooperação entre os setores agrícolas, florestais, pesqueiros e ambientais nacionais, criando comissões nacionais sobre espécies exóticas invasoras e envolvendo os setores da saúde, turismo, transporte e comércio;
- é essencial à cooperação global para o controle das espécies exóticas invasoras, sob a liderança da FAO, CDB e GISP, enfatizando o desenvolvimento de uma estratégia regional sul-americana;
- existe pouca conscientização pública para a importância desse tema, propiciando a introdução acidental de espécies exóticas invasoras;
- a efetiva prevenção e controle de espécies exóticas invasoras na América do Sul, necessitam de apoio financeiro e técnico adequado.

O MMA produziu um Informe Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras - EEI no país, visando sistematizar e divulgar a informação já existente sobre o tema, através do PROBIO. O Informe Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras é o primeiro diagnóstico nacional relacionado à distribuição destas espécies e à capacidade instalada no país para tratar o problema. O PROBIO lançou em agosto de 2003, para a elaboração do Informe Nacional, carta consulta para a seleção de 5 subprojetos para a produção de informes sobre as espécies exóticas invasoras, atuais ou potenciais, que afetam o ambiente terrestre, o ambiente marinho, as águas continentais, a saúde humana e os sistemas de produção. Ao término de cada subprojeto foi apresentado um “Diagnóstico das Espécies Exóticas Invasoras Atuais e Potenciais”, um “Diagnóstico da Estrutura Existente para a Prevenção e Controle” e a realização de reunião para a validação dos dados obtidos (MMA, 2008).

Através desses projetos foram inventariadas 66 espécies exóticas invasoras que afetam o ambiente marinho dividido nos subgrupos em três fitoplâncton, 10 macroalgas, 10 zooplâncton, 38 zoobentos, quatro de peixes e uma bactéria pelágica. Foram identificadas 49 espécies exóticas invasoras que afetam as águas continentais, envolvendo um crustáceo; seis macrófitas aquáticas, um microrganismo, quatro moluscos e 37 de peixes. Foram identificadas, também, 97 espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana, envolvendo 14 vírus, 11 bactérias, sete protozoários, oito fungos, 12 helmintos, sete moluscos, 18 artrópodes e 20 plantas (MMA, 2006).

Tabela 1 – Número de espécies invasoras inventariadas (MMA, 2006).

Subprojeto	Nº de Espécies
Organismos que afetam o ambiente terrestre	176
Organismos que afetam o ambiente marinho	66
Organismos que afetam águas continentais	49
Organismos que afetam os sistemas de produção	155
Organismos que afetam a saúde humana	97
Total	543

As atividades portuárias brasileiras são compostas por 13 portos e os de maior movimento são: Belém/PA, Itaqui/MA, Aratu/BA, Vitória-Tubarão/ES, Rio de Janeiro/RJ, Sepetiba/RJ, Angra dos Reis/RJ, São Sebastião/SP, Santos/SP, Paranaguá/PR, São Francisco do Sul/SC, Porto Alegre/RS e Rio Grande/RS. Estão localizados ou intimamente articulados com as suas regiões metropolitanas (IBAMA, 2006). A maioria dos portos brasileiros não possui estrutura adequada para a gestão ambiental, nem no que se refere ao controle de resíduos e outros impactos ambientais nem planos de contingência para acidentes. O Porto de Suape não possui instalações para receber resíduos das embarcações, não possui gestão de resíduos sólidos, estações de tratamento de esgoto ou efluentes e nem controle sobre as operações com água de lastro. O mesmo se aplica aos portos importantes do Nordeste e Norte.

Com a implantação da refinaria e os empreendimentos que ora se apresentam e que dela dependerão, o Porto de Suape passará ser considerado um dos grandes portos brasileiros e assim, também sujeito às mesmas demandas operacionais, problemas de gestão ambiental e principalmente o importante aumento do risco de introdução de espécies exóticas.

3.2. PRINCIPAIS VETORES DE BIOINVASÃO MARINHA

3.2.1. Água de lastro em navios

O lastro consiste em qualquer material usado para dar peso e/ou manter a estabilidade de um objeto. Os navios utilizam atualmente água nos tanques de lastro para manter a estabilidade, segurança e eficiência operacional, especialmente quando o navio não está carregado.

A grande maioria das espécies marinhas, em seu um ciclo de vida, se apresentam em formas diversas sejam ovos, cistos e larvas de organismos maiores, juntamente com bactérias, espécies planctônicos e pequenos invertebrados, que são carregados com a água do local onde os navios enchem os tanques de lastro após o descarregamento. Estes organismos são liberados com a água em outros portos, quando o navio é novamente carregado com mercadorias.

A grande maioria das espécies marinhas carregadas na água de lastro não sobrevive à jornada, entretanto, quando todos os fatores são favoráveis, uma espécie exótica introduzida pode estabelecer uma população viável no ambiente invadido e tornar-se invasora, ou seja, podem ser capazes de adaptar-se e reproduzir-se a ponto de ocupar o espaço de organismos residentes.

O risco de uma introdução transformar-se em colonização aumenta muito se os portos de carga ou descarga (ou de coleta e descarte da água de lastro) forem ecologicamente semelhantes. Modificações ou degradações ambientais também favorecem a sobrevivência e a permanência das espécies introduzidas, criando novas oportunidades para seu estabelecimento (CARLTON; GELLER,1985).

A divulgação dos problemas associados à água de lastro no Brasil era escassa até pouco tempo atrás onde, eventualmente, surgiam relatos a respeito de espécies exóticas introduzidas em águas brasileiras. A invasão via água de lastro mais conhecida refere-se ao molusco bivalve de água doce e salobra, *Limnoperna fortunei*, originário dos rios asiáticos, em especial da China. O mexilhão provoca redução de diâmetro e obstrução de tubulações das companhias de abastecimento de água e entupimento de turbinas em hidrelétricas. Os prejuízos causados por essa introdução são enormes, demandando manutenções frequentes com custos extraordinários, além de afetar a pesca de populações tradicionais e prejudicar o

sistema de refrigeração e motores de pequenas embarcações (CARLTON; GELLER, op. cit.).

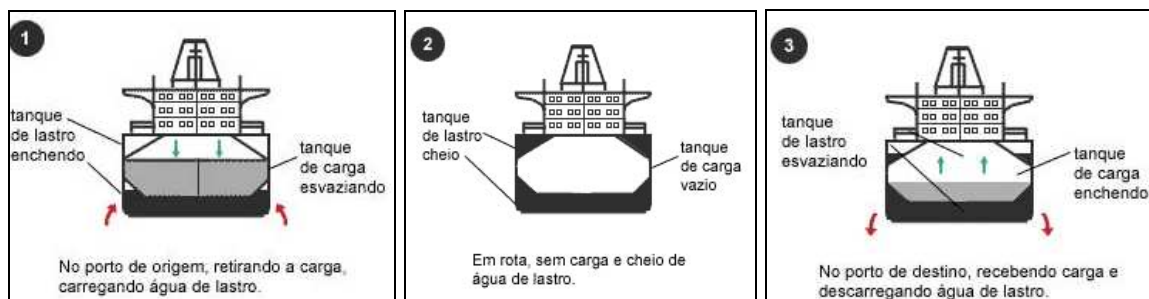


Fig. 1 – Operações de carga e descarga de lastro em navios (Programa Globallast IMO, 2009)

3.2.2. Incrustação em cascos de embarcações e plataformas

As embarcações com cascos de madeira, largamente utilizadas durante a expansão europeia, cruzaram os mares durante séculos e, como consequência, iniciaram um período de intensa invasão e mistura de fauna entre os continentes. A natureza cosmopolita de espécies perfuradoras de madeira, como *Limnoria sp.* e *Teredo navalis*, é uma forte evidência da ocorrência deste processo (JOHNSON; RICCIARDI; CARLTON, 2001).

A maioria das embarcações envolvendo comércio nacional e internacional começou a ser construída com aço, diminuindo o transporte de organismos perfuradores. No entanto, pesquisas recentes indicam que a bioincrustação em navios internacionais e domésticos ainda é um vetor importante no transporte de espécies incrustantes, além de gerar prejuízos consideráveis às atividades de navegação relacionadas com aumento do consumo de combustível, sobrecarga dos motores e maior tempo de manutenção e limpeza (GOLLASCH, 2002).

Os cascos de embarcações podem abrigar comunidades incrustantes que são geralmente caracterizadas por espécies que possuem hábito escavador (se os cascos forem construídos com madeira), estágio bentônico sésil ou incrustante e mobilidade dos adultos ou estágios larvais, que permitem a dispersão. Os organismos incrustantes mais frequentemente encontrados nos cascos são cirripédios, bivalves, hidrozoários, anêmonas, briozoários, esponjas, tunicados e algas, além de organismos errantes associados, como gastrópodes, isópodos, anfípodos e caranguejos.

Várias tintas com composições antiincrustantes foram e estão sendo desenvolvidas, entre elas as tintas a base de tributil-estanho (TBT), que apesar de sua eficiência, foram proibidas em muitos países a partir de 2003, em função da alta toxicidade e persistência no ambiente. Embora haja tentativas de melhorar o desempenho das tintas antiincrustantes, os resultados obtidos ainda não são satisfatórios. Dessa forma, a possibilidade de transporte de espécies nos de cascos de embarcações ainda é grande (FERREIRA; GONÇALVES; COUTINHO, 2004).

Embarcações que permanecem longos períodos próximos a portos infectados, exercem papel fundamental na distribuição e espalhamento de espécies exóticas. Essas embarcações permitem o transporte de organismos sedentários e incrustantes para longe dos portos onde foram primeiramente introduzidos.

As plataformas para exploração de petróleo também consistem em vetores importantes no aumento da distribuição de várias espécies marinhas já que podem passar longos períodos estacionadas ou serem arrendadas de outros países, como no caso do Brasil. O exemplo da introdução de *T. coccinea*, um coral escleractíneo, por plataforma no Brasil é um caso conhecido.

O mecanismo de introdução de espécies por bioincrustação pode atuar de várias formas, entre elas as desovas de espécies exóticas incrustadas em cascos de embarcações e em plataformas em uma nova região, deslocamento de espécies incrustantes para outras áreas onde é feita a limpeza periódica de estruturas infectadas (como cascos, âncoras, hélices e estruturas flutuantes), afundamento deliberado ou acidental de navios com cascos infectados ou ainda por meio de equipamentos de aquicultura (HOSTIN et al., 2002).

A recente introdução do mexilhão *Mytilopsis sallei* na região nordeste da Austrália, assim como a introdução da alga *Undaria pinnatifida* no sudeste da Tasmânia e Nova Zelândia por embarcações pequenas e a distribuição do poliqueta *Sabella spallanzanii* no noroeste da Austrália são exemplo da importância deste vetor na introdução e espalhamento de espécies exóticas (HOSTIN, op. cit.).

3.3. Identificação da legislação

A comunidade marítima mundial tem realizado esforços para combater a transferência de espécies e organismos patogênicos por meio de água de lastro. As primeiras discussões tiveram início a partir de 1988 e as primeiras diretrizes para

prevenção e controle da introdução dessas espécies, foram elaboradas em 1993 com o objetivo de orientar os países no manejo de água de lastro. Em 1997 foram adotadas medidas abrangentes através da resolução IMO A868(20) – Diretrizes para Controle e Gerenciamento da Água de Lastro de Navios para Minimizar a Transferência de Organismos Aquáticos Nocivos e Agentes Patogênicos. São medidas de caráter voluntário e incluem: limpeza regular de tanques de lastro; evitar captação de água de lastro em áreas que tenham ocorrido irrupções ou infestações de organismos nocivos ou agentes patogênicos ou próximos à descarga de esgotos sanitários; evitar a descarga desnecessária de água de lastro na área portuária; realizar a troca de lastro em águas oceânicas; e, descarregar a água de lastro em instalações adequadas. Em fevereiro de 2004 foi assinada, entre países membros da comunidade marítima internacional, a convenção Internacional sobre Controle e Gestão da Água de Lastro e Sedimentos de Navios. Mesmo tendo caráter voluntário, o Brasil assinou em janeiro de 2005 essa convenção (ALMEIDA; LEAL, 2005).

3.4. Convenção internacional de água de lastro

Com a inexistência de tecnologia viável para tratamento de água de lastro a bordo, suficiente para descarte seguro, foi estabelecida uma padronização global desse gerenciamento e indicadores de qualidade de água conforme descritos abaixo:

- todos os navios devem implementar um Plano de Gestão de Água de Lastro e manter livro de registros dos procedimentos de carga e descarga de água de lastro. O Plano deverá conter também procedimentos de manejo do sedimento contido nos tanques;
- todos os navios deverão ser inspecionados e certificados por autoridade de seu país quanto à manutenção desse Plano. As certificações deverão ser exigidas por qualquer porto de destino;
- estabelecimento de padrão de troca de água de lastro devendo este atingir uma eficiência de 95% de troca do volume do lastro. Para o processo de fluxo contínuo o bombeamento corresponde a três vezes o volume de cada tanque;
- estabelecimento de padrão de qualidade da água de lastro: (1) Organismos maiores ou iguais a 50 micrômetros ou menos de 10 organismos viáveis por

metro cúbico. (2) Organismos com dimensões entre 10 e 50 micrômetros ou menos de 10 organismos viáveis por mililitro. (3) *Vibrio cholerae*: menos que uma unidade formadora de colônia (UFC) por 100ml ou 1g de amostra de zooplâncton. (4) *Escherichia coli*: menos que 250 UFC por 100 ml. (5) *Enterococos fecalis*: menos de 100 UFC por 100 ml;

- a troca de água de lastro deve ser feita pelo menos a 200 milhas náuticas de distância da costa e em profundidades mínimas de 200 metros. Quando não for possível essa troca pode ser feita a 50 milhas desde que a mesma profundidade. Não há obrigação de desvio de rotas para a realização dessa troca;
- os navios estão sujeitos a inspeção em qualquer porto ou outra verificação que a autoridade competente julgar necessária;
- em portos onde é realizado reparo ou limpeza de tanques são exigidas instalações para recebimento dos sedimentos dos tanques de lastro.

3.5. Legislação brasileira

A agenda 21 inclui no seu capítulo 17, a adoção de medidas apropriadas para prevenir a introdução e dispersão de espécies exóticas através da descarga de água de lastro. No que se refere à legislação brasileira, específica sobre o tema, a NORMAM 08 aprovada pelo DPC, através da portaria nº 0009 de 11 de fevereiro de 2000, foi pioneira no estabelecimento de um item, embora tímido, a respeito do controle de água de lastro. Essa norma cria o “Relatório de Água de Lastro” que tem como objetivo orientar a tripulação dos navios a controlar o processo de lastro da embarcação, assim como, mantém esses registros disponíveis às autoridades portuárias. Esses relatórios permitem identificar a origem e destino do lastro, os Portos receptores e doadores, e as quantidades movimentadas e, com essas informações, programas de controle e monitoramento podem ser realizados.

A portaria DPC nº 52 de 14 de junho de 2005, divulga a Norma da Autoridade Marítima para o Gerenciamento da Água de Lastro de Navios - NORMAM-20/DPC - e cancela o anexo da NORMAM-08/DPC. A NORMAM 20 (anexo 2) segue as diretrizes básicas da Resolução A.868(20), anteriormente citada. Estabelece requisitos referentes à prevenção da poluição por parte das embarcações em Águas

Jurisdicionais Brasileiras - AJB, no que tange ao Gerenciamento da Água de Lastro (DPC, 2005).

Inicialmente terá como base fundamental à troca da Água de Lastro de acordo com a Resolução de Assembléia da Organização Marítima Internacional (IMO) A.868(20), de 1997 e com a Convenção Internacional de Controle e Gestão da Água de Lastro e Sedimentos de Navios, adotada em fevereiro de 2004 e assinada pelo Brasil em 25 de Janeiro de 2005, e será aplicado a todos os navios que possam descarregar Água de Lastro nas AJB.

A lei nº 9966, de 28 de abril de 2000 (MEDAUAR, 2004), embora conhecida como “lei do óleo”, em seu artigo 2º, define como substância nociva ou perigosa, qualquer substância que descarregada nas águas, seja capaz de gerar riscos ou causar danos à saúde humana, ao ecossistema aquático ou prejudicar o uso da água do seu entorno. Enquadra-se nesse caso a água de lastro como substância nociva. Os esforços no Porto de Suape, para o atendimento a essa norma, não inclui o controle ou gestão das operações com água de lastro dos navios no Porto.

A resolução ANVISA RDC nº 217, de 21 de novembro de 2001, nos artigos 6º e 19º, exige aos navios o “Formulário para Informações sobre Água de Lastro” que devem ser entregues a autoridade sanitária do porto. Determina que sejam inspecionados os navios que captaram água de áreas de risco à saúde pública e ao meio ambiente. A ANVISA é responsável pelo controle e análise desses relatórios. As inspeções são realizadas apenas com relação às condições de higiene e saúde. As ações sobre água de lastro se restringem apenas à solicitação dos relatórios preenchidos pelos tripulantes dos navios.

A Lei nº 9.605/1998 de crimes ambientais (MEDAUAR, 2004), trata dos crimes ambientais e das sanções administrativas. Definiu no art. 70, de forma genérica, a infração administrativa ambiental, e estabeleceu que o não cumprimento de normas de prevenção ambiental constitui motivo para a aplicação de penalidades. O Decreto nº 3.179/1999, que regulamentou a lei em referência, além de definir o que é infração ambiental, facultou a autoridade marítima como órgão competente, no art. 61, a expedir atos administrativos normativos para a aplicação das penalidades.

“Art. 70 - considera-se infração administrativa ambiental toda ação ou omissão que viole regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente.”

§1º - São autoridades competentes para lavrar auto de infração ambiental e instaurar processo administrativo os funcionários de órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, designados para as atividades de fiscalização, bem como os agentes das Capitânicas dos Portos, do Ministério da Marinha.”

Há perspectivas de aprovação em breve de um tratado internacional para regular o tratamento de água de lastro. Também há incertezas quanto às opções tecnológicas para controle ou tratamento da água de lastro. Qualquer medida legislativa disciplinando a matéria, não parece ser oportuna atualmente. O mínimo de legislação existente, ainda assim, esbarra na baixa capacidade operacional dos órgãos de fiscalização e o controle (MARTINS JURAS, 2003).

A Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania - CCJ aprovou o Projeto de Decreto Legislativo 1053/08, da Comissão de Relações Exteriores e de Defesa Nacional, que ratifica a Convenção Internacional para Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios.

A proposta torna obrigatória a inspeção da água de lastro em navios. As autoridades navais deverão dispor de meios para coleta e análise de amostras do lastro usado pelas embarcações. O projeto proíbe a descarga de água de lastro à noite e em baixas profundidades.

De acordo com a convenção, a troca de água de lastro deve ser feita, sempre que possível, a 200 milhas náuticas da terra e a uma profundidade de 200 metros. A distância poderá cair para até 50 milhas se o navio encontrar alguma dificuldade para cumprir esse procedimento.

Os navios serão obrigados a encaminhar formulários específicos para controle da água de lastro às autoridades navais. Em tramitação o projeto segue para o Plenário.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Descrição da área de estudo

O Complexo Portuário Industrial de Suape está localizado no estuário do rio Ipojuca a cerca de 60km ao sul da cidade do Recife, Estado de Pernambuco (08°15'00" e 08°30'00" S, 34°55'00" e 35°05'00" W), Figuras 6 e 7. O rio Ipojuca nasce na Serra do Pau D' Arco no município de Arcoverde. Sua bacia hidrográfica total é de 3.800km², tendo sua área estuarina extensão aproximada de 15km. Até atingir o Oceano Atlântico, percorre duas regiões fitogeográficas, sendo temporário na região do Agreste e perene na zona da Mata (CONDEPE, 1980).

O clima é quente e úmido pseudo-tropical do tipo As', segundo Köppen. O regime pluviométrico varia entre 1.850 a 2.364mm anuais. A temperatura média anual é de 24°C, umidade relativa média anual superior a 80% e predominam os ventos de sudeste. O Ipojuca recebe forte carga poluidora, pois nenhuma das cidades da sua bacia possui sistema adequado de esgoto sanitário havendo, em algumas, pequenas extensões de redes coletoras com inadequada disposição final (CPRH, 1995).

No que se refere à vegetação Braga et al. (1989) mencionam que o manguezal sofreu um processo de degradação acentuado, decorrente de aterros, dragagens e represamentos com a implantação do porto, com cerca de 600 hectares destruídos. Com construção de molhes para atracação dos navios no Complexo Portuário foi bloqueada a comunicação dos rios Ipojuca e Merepe com o mar, ocasionando inundações nas áreas utilizadas pela agroindústria da cana-de-açúcar. Para minimizar esse impacto, uma abertura foi feita no próprio Recife, próxima à desembocadura do rio Ipojuca, para permitir a penetração do mar. Como consequência, constatou-se um retardo de mais de duas horas na maré dinâmica, registrando-se atualmente 8 horas de baixa-mar e apenas 4 horas de preamar ao invés dos ciclos normais de 6 horas (KOENING et al, 2002).

As marés apresentam amplitude máxima em torno de 2 metros na desembocadura. As modificações provocaram ainda um forte assoreamento e grande deposição de sedimentos em suspensão na área estuarina, aumentando a turbidez da água e transformando a foz do estuário do rio Ipojuca numa laguna

costeira que, em consequência da diminuição da profundidade local, causou aumento da salinidade (NEUMANN; LEITÃO, 1994).

Dados hidrológicos obtidos antes da implantação do porto permitiram a classificação do ecossistema, em três zonas: a primeira, abrangendo a baía de Suape, caracterizada como marinha costeira; a segunda, compreendendo os rios Massangana e Tatuoca, caracterizada como zona estuarina com regimes salinos polialinos, e a terceira, estuário do rio Ipojuca, com regime de salinidade variando de polialino a limnético (CAVALCANTI, 1980 apud PESSOA et. al., 2009). Após a implantação do porto, a baía de Suape continua com características marinhas, os rios Massangana e Tatuoca apresentam altas salinidades em suas áreas mais internas, enquanto o rio Ipojuca continua polialino, porém com variações máximas e mínimas mais acentuadas e com ciclos extremamente irregulares, em consequência da alteração do ritmo das marés (NEUMANN-LEITÃO, op cit).

O rio Massangana serve de limite entre os municípios de Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca, tendo como formadores os rios Tabatinga e Utinga de Baixo, ambos com nascentes no município de Ipojuca. No primeiro situa-se a Barragem do Bita e, no segundo, a Barragem do Utinga, mananciais integrantes do sistema de abastecimento hídrico do Complexo Industrial Portuário de Suape. O rio Massangana deságua ao sul do Cabo de Santo Agostinho onde encontra o rio Tatuoca que nasce a 6 km da foz, constituindo, em quase toda a sua extensão, parte de uma complexa rede de canais e estuário afogados (PESSOA et al, op. cit.).



Figura 2 – Localização do estado de Pernambuco.

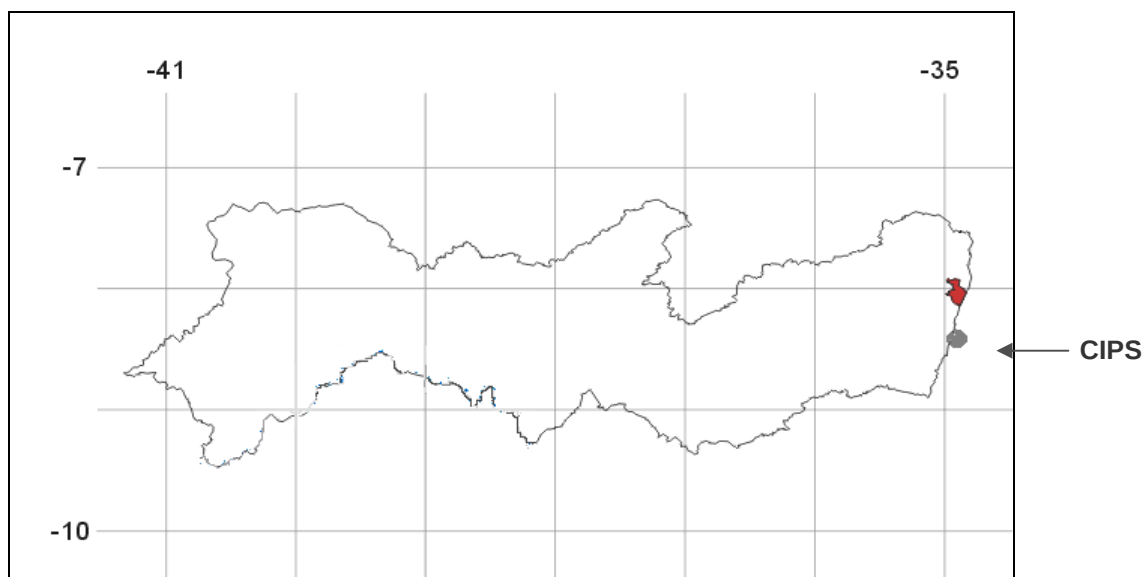


Figura 3 – Mapa de Pernambuco e localização do CIPS – Complexo Industrial Portuário de Suape (Fonte IBGE).



Figura 4 – Foto aérea CIPS – Complexo Industrial Portuário de Suape. (Fonte PETROBRAS)

4.2. Definição dos pontos de monitoramento

Com o objetivo de avaliar o ambiente onde ocorrerá o maior número de movimentações de navios e as operações de carga e descarga, definimos seis pontos (estações de coletas) para coleta de amostras para monitoramento sendo duas coletas no período de chuvas, baixa-mar e preamar, e duas na estação seca também, baixa mar e preamar.

As estações de coleta podem ser vistas na figura 5 como: **Estação 1** (8°21'07" Lat. S, 34°59'05" Long. O); **Estação 2** (8°21'35" Lat. S, 34°58'34" Long. O); **Estação 3** (8°21'54" Lat. S, 34°57'41" Long. O); **Estação 4** (8°21'56" Lat. S,

34°56'57" Long. O); **Estação 5** (8°23'17" Lat. S, 34°58'06" Long. O); **Estação 6** (8°23'39" Lat. S, 34°57'18" Long. O). Os parâmetros monitorados foram: profundidade, temperaturas de fundo e superfície, salinidade, transparência, fitoplâncton e clorofila.

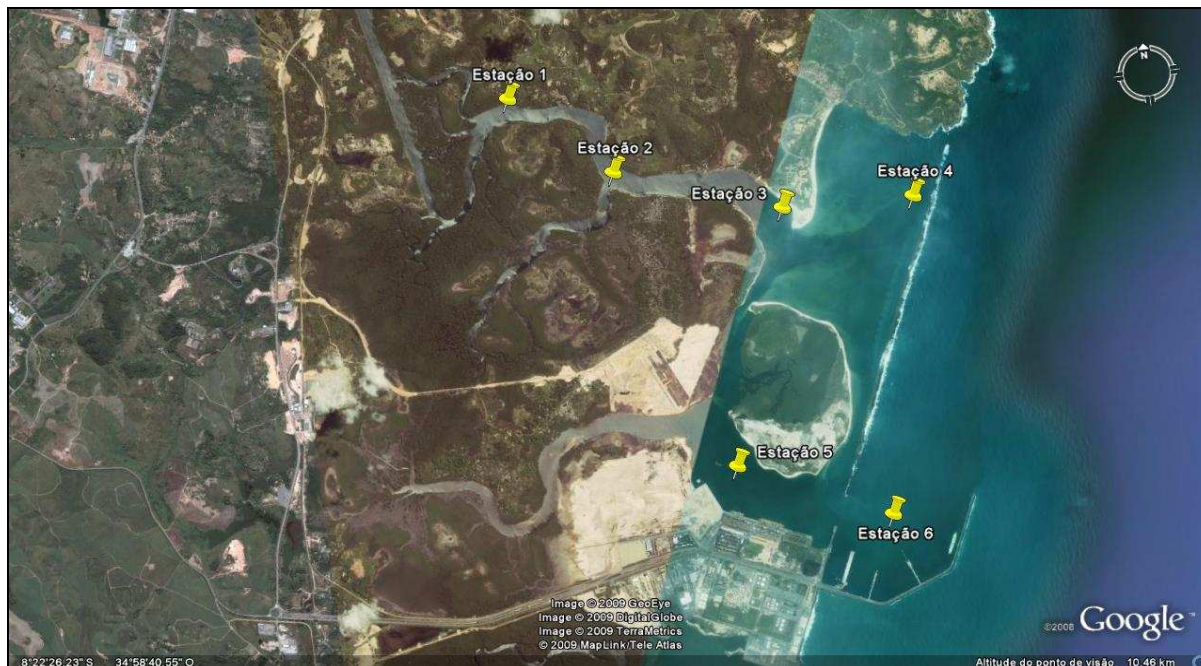


Figura 5 – Localização das estações de coleta no estuário de Suape.

Na fase de planejamento foi realizada uma avaliação do local através de embarcação e demarcação das estações de coleta e estruturar condições de preparação e acondicionamento das amostras e procedimentos de laboratórios em campo (filtração). Ficou definido então que o contêiner utilizado como apoio de escritório avançado do Centro de Resposta à Emergência - CRE da Petrobras Transporte S.A. seria o ponto de apoio para essas atividades de pós-coletas. As estações de coleta definidas podem ser visualizadas acima, na figura 9.

As estações de coleta foram demarcadas através de GPS Garmin modelo 76, levando-se em conta as características gerais da área, a disposição dos rios e seus canais, as prováveis áreas de descarga de lastro e a gradiente de salinidade. As coletas foram realizadas durante o período de chuvas e período de seca e variações máximas e mínimas de marés: 21 de julho, 3 de setembro, 18 de outubro e 14 de novembro. Foi utilizada uma embarcação do tipo MAX 26 de 26 pés de comprimento e motor de centro Volvo Penta com 200HP de potência.

Em cada estação de coleta, foram registradas em cada amostra, dados de temperatura da água de fundo e superfície, a profundidade máxima local e a penetração de luz. Foram coletadas amostras para determinação dos parâmetros biológicos, utilizando-se redes de plâncton e garrafa de Kitahara. As amostras para análise foram coletadas na camada superficial e profundidade máxima para salinidade e temperatura.

4.2.1. Localização e características das estações de coleta

4.2.1.1. Estação 1

Localizada no ponto mais extremo do estuário no rio Massangana nas coordenadas geográficas (8°21'07" Lat. S, 34°59'05" Long. O). Apresenta em suas margens vegetação característica de mangue, bastante preservada e reduzida influência antrópica. A profundidade média local foi de 2,65m na baixa-mar e de 4,10m na preamar. Ponto mais distante da área do porto.

4.2.1.2. Estação 2

Localizado na confluência do último afluente do rio Massangana nas coordenadas geográficas (8°21'35" Lat. S, 34°58'34" Long. O). Área ainda com pouca influência antrópica e com presença de navegação turística de baixa frequência. A profundidade média local foi de 3,50m na baixa-mar e de 4,00m na preamar.

4.2.1.3. Estação 3

Localizado na ponta da praia do Cabo às margens da praia artificial (aterro) do resort Blue Tree nas coordenadas geográficas (8°21'54" Lat. S, 34°57'41" Long. O). Área de recreação turística com frequentes embarcações e relevante influência antrópica. A profundidade média do local foi de 4,30m na baixa-mar e de 4,50m na preamar.

4.2.1.4. Estação 4

Localizado na desembocadura dos rios Massangana e Tatuoca, no canal e na saída dos arrecifes para o mar nas coordenadas geográficas (8°21'56" Lat. S, 34°56'57" Long. O). Área de maior profundidade do canal desses rios e com frequente navegação de embarcações de recreação. A profundidade média do local foi de 5,20m na baixa-mar e de 5,50m na preamar.

4.2.1.5. Estação 5

Localizado na frente cais 5 do Porto de Suape, em área totalmente dragada onde não havia curso natural de rio. Trecho inundado pelo mar e agora recebe descarga do rio Tatuoca em espaço bem maior que o seu encaminhamento natural anterior. Existe movimentação frequente de navios de carga e descarga de contêineres. Situa-se nas coordenadas geográficas (8°23'17" Lat. S, 34°58'06" Long. O). A profundidade média do local foi de 15,45m na baixa-mar e de 18,25m na preamar.

4.2.1.6. Estação 6

Localizado no meio da bacia de evolução de navio cargueiros de derivados de petróleo e contêineres em frente ao PGL 1 e PGL 2 e cais CMU do Porto, em área de mar aberto totalmente protegida pelo molhe e assim se apresenta com reduzida influência do trem de ondas. Existe movimentação frequente de navios de carga e descarga de contêineres. Situa-se nas coordenadas geográficas (8°23'39" Lat. S, 34°57'18" Long. O). A profundidade média do local foi de 16,40m na baixa-mar e de 18,70m na preamar.

4.3. Coletas, amostragens e análises

As amostras de plâncton para análises, após serem coletadas, foram acondicionadas em garrafas plásticas. Os parâmetros foram analisados no Laboratório do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

4.3.1. Tábua de Marés

A altura das marés (m) foi obtida através da Tábua de Marés editada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN (2009), Porto de Suape.

4.3.2. Profundidade Local

Para determinação da profundidade máxima local (m), foi utilizada uma ecossonda manual digital LCD *Sounder Plastimo Echotest*.

4.3.3. Transparência da Água

A transparência da água (m) foi mensurada em cada estação, utilizando-se um disco de Secchi de cor branca, com 30cm de diâmetro, suspenso por um cabo de náilon demarcado de 10 em 10cm.

4.3.4. Temperatura da Água.

Os dados relativos à temperatura da água (°C) foram registrados através de um termômetro de mercúrio com precisão de 0,5°C.

4.3.5. Salinidade.

A salinidade foi realizada através de medição direta com refratômetro para salinidade Instrutherm RTS-28, no local após a coleta.

4.4. Parâmetros bióticos

4.4.1. Biomassa Fitoplanctonica

As amostras para análise da biomassa Fitoplanctonica (mg.m^{-3}) foram coletadas no fundo e na superfície da coluna d'água com o auxílio de uma garrafa de Kitahara e em seguida transferidas para recipientes de plástico com capacidade

de 1 litro. A filtragem foi feita com o auxílio de uma bomba de vácuo. Foram utilizados, também, filtros membranosos de acetato de celulose de 47mm de diâmetro e porosidade de 0,45µm. O volume da água filtrada dependeu da quantidade de material em suspensão em cada amostra. Após a secagem, os filtros foram envolvidos em papel alumínio, acondicionados em envelopes de papel devidamente identificados e mantidos em freezer a uma temperatura de -18°C até a sua análise. O método para determinação da clorofila *a* foi o da análise espectrofotométrica, descrita pela UNESCO (1966).

A determinação da biomassa Fitoplanctonica foi realizada no Laboratório de Produtividade Primária do Departamento de Oceanografia da UFPE. Para extração dos pigmentos clorofilianos, foram utilizados tubos de ensaio de 10ml, com acetona a 90%, deixando-os em um freezer a uma temperatura de -18°C, por 24 horas, para possibilitar a extração dos pigmentos. Após esse período, o material foi centrifugado durante 10 minutos a 3000rpm e o sobrenadante colocado em cubetas ópticas de 1cm³, e realizadas as leituras de absorbâncias em espectrofotômetro. Para o cálculo da concentração de clorofila *a*, foi aplicada a equação de Parsons e Strickland (1963).

$$mg.m^{-3} = \frac{11,6 \cdot D_{665} - (1,31 \cdot D_{645} + 0,14 \cdot D_{630} + D_{750})}{V_2 \cdot L} \cdot V_1$$

V1 = volume de acetona 90%

V2 = volume da amostra filtrada (litros)

L = caminho óptico da cubeta (centímetros)

D = leitura das absorbâncias nos comprimentos de onda em referência

4.4.2. Microfitoplâncton

As amostras para o estudo do microfitoplâncton foram coletadas através de arrasto superficial horizontal, utilizando-se uma rede de plâncton cônica, de um metro de comprimento e 30cm de diâmetro de boca, com abertura de malha de 64µm. As coletas foram realizadas com barco funcionando em marcha lenta, em velocidade aproximada de 1 nó, durante 3 minutos, sempre em sentido contrário à maré. Em

seguida, as amostras foram preservadas em formol neutro a 4% seguindo a técnica de Newell e Newell (1963), e encaminhadas ao Laboratório de Fitoplâncton do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco.

4.5. Identificação de invasões nos portos brasileiros

Para a pesquisa qualitativa das espécies e os registros de invasão, foi utilizado o banco de dados da rede temática sobre espécies exóticas invasoras (I3N) que está ligada à Rede Inter-Americana de Informação sobre Biodiversidade (IABIN), criada por decisão dos países que integram o continente americano. O Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, ONG dedicada ao trabalho sobre invasões biológicas integra essa rede como representante brasileiro.

Foram elaborados mapas temáticos das invasões, fundamentados no checklist das espécies bioinvasoras, que ilustram as principais espécies exóticas, reconhecidas como invasoras, nos principais portos brasileiros, considerando como vetores a água de lastro e incrustação em casco de embarcações.

A taxonomia das espécies identificadas como invasoras foram descritas através de pesquisa no banco de dados *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2009 Annual Checklist* (BISBY et al., 2009).

5. RESULTADOS

5.1. Introdução no estado do Piauí

A espécie *Chirona amaryllis* (Craca) possivelmente foi introduzida no Brasil via incrustação e água de lastro. Indivíduos desta espécie foram coletados no Piauí (Pedra do Sal - Ilha de Santa Isabel e Praia do Coqueiro - Luis Correa) em agosto de 1982. Este também é considerado o primeiro registro desta espécie no Oceano Atlântico (YOUNG, 1989). Esta foi a única invasão identificada no Piauí através de água de lastro.

5.2. Introdução no estado de Pernambuco

Em Pernambuco foi introduzida (1990) por água de lastro ou incrustação em cascos de navios ou em plataformas de petróleo a espécie *Amphibalanus reticulatus* (Craca) que se estendeu em sua distribuição para Bahia em 1992 e até o Rio de Janeiro em 1996 (YOUNG, 1989). Foi encontrado pela primeira vez em julho de 2004 na região estuarina adjacente ao Porto do Recife (PE), incluindo desde a área portuária até os rios Tejió e Capibaribe (SOUZA et al., 2005). Outra espécie *Mytilopsis leucophaeta* (mexilhão) foi introduzida provavelmente no Brasil via água de lastro, sendo encontrado pela primeira vez em julho de 2004 na região estuarina adjacente ao Porto do Recife (PE), incluindo desde a área portuária até os rios Tejió e Capibaribe (SOUZA et al., op. cit.).

5.3. Introdução no estado do Rio de Janeiro

O Rio de Janeiro apresenta o maior número de introduções. A espécie *Isognomon bicolor* (ostra) se instalou provavelmente entre as décadas de setenta e oitenta, nas regiões sudeste e sul do Brasil. Segundo Martins (2000), esse bivalve é comumente encontrado em costões competindo por espaço com as espécies locais. Outra espécie, *Megabalanus coccopoma* (craca) tem o seu primeiro registro no litoral brasileiro na Baía de Guanabara (RJ), na década de 70, apesar de ser sugerido que a colonização de *M. coccopoma* no litoral do Brasil tenha se dado nos últimos 50

anos (YOUNG, 1994). Incrustações do gênero *Megabalanus* são comumente observadas em plataformas docadas em Niterói (RJ). Esta invasão também pode ter sido fruto de descargas de água de lastro contendo larvas de *M. coccopoma* (APOLINÁRIO, 2002)

Em Arraial do Cabo (RJ), em costão rochoso, foram detectadas as primeiras colônias do coral *Stereonephthya* aff. *curvata*. Esta espécie foi detectada no final da década de 80. Sua distribuição, no momento de detecção, estava restrita a uma área abrigada. Em 2004 a espécie já se encontrava distribuída numa significativa faixa de extensão. Esta espécie foi registrada apenas em Arraial do Cabo (RJ) tendo se desenvolvido somente nos arredores de onde foi inicialmente localizada. Há suspeita de *S. aff. curvata* ter sido introduzida via incrustações em plataformas de petróleo já que frequentemente tem sido reportada incrustando plataformas da região sudeste e sul do país e em outras regiões do mundo (FERREIRA et al., 2004)

Tubastraea coccinea (Coral Laranja) foi possivelmente introduzido por incrustação em plataformas de petróleo e pelo transporte em cascos de navios. É pouco provável que gametas ou larvas plânulas deste gênero possam sobreviver por muito tempo dentro de tanques de lastro, já que essas larvas têm cerca de 3 a 14 dias de viabilidade antes do assentamento (HARRISON; WALLACE, 1990). No Brasil, este gênero é reportado desde o final da década de 80, primeiramente observado em plataformas na Bacia de Campos e, mais recentemente, dominando costões da região da Ilha Grande, ao sul do estado do Rio de Janeiro. Em Arraial do Cabo, norte do estado do Rio de Janeiro, esta espécie foi registrada em 1998 também em costões rochosos da região (PAULA; CREED, 2004; FERREIRA et al., 2004).

Tubastraea tagusensis (Coral-Sol) foi reportado no Brasil desde o final da década de 80 sendo observada em plataformas na Bacia de Campos e, mais recentemente, dominando costões da região da Ilha Grande, ao sul do estado do Rio de Janeiro. Introdução possivelmente causada, acidentalmente, por incrustação em plataformas de petróleo também, possivelmente, pelo transporte em cascos de navios (PAULA; CREED, 2004).

5.4. Introdução no estado de São Paulo

A espécie *Cancer pagurus* (Caranguejola) tem apenas um único registro no litoral paulista. Na época em que *C. pagurus* foi encontrado no litoral santista, o Porto de Santos se encontrava em funcionamento há muito tempo. As primeiras operações no Porto de Santos impulsionadas pela exportação de café data de fevereiro de 1892 e desde à época e, até os dias de hoje, recebe água de lastro da Europa. Assim, é possível que *C. pagurus* represente o caso mais antigo no Brasil de introdução de espécie exótica através da água de lastro de navios (TAVARES; MENDONÇA, 2004).

Existem registros relativamente antigos da espécie *Ciona intestinalis* (ascídia) para São Paulo (MILLAR, 1958) e Rio de Janeiro (COSTA, 1969). Há material depositado na coleção de Ascidicea da UFPR proveniente do Paraná (MILLAR, op. cit.). No entanto, tanto em São Paulo como no Paraná esta espécie não foi mais encontrada. No Rio de Janeiro existe um registro mais recente (SIMÕES, 1981) para Urca e Ilha do Governador.

Ascidia sydneiensis (Ascídia) é espécie que foi introduzida também, possivelmente, via incrustação em cascos de navios. Rocha e Kremer (2005) foram as primeiras a citarem esta espécie como introduzida no litoral brasileiro. Contudo, outros trabalhos anteriores já registravam esta espécie para o Brasil: Bjornberg (1956), Millar (1958), Rodrigues (1962a) no litoral de São Paulo, Rodrigues (1962b) em Santa Catarina e Rocha e Nasser (1998) no Paraná. Recentemente foi registrada no Rio de Janeiro (ROCHA; COSTA, 2005).

Apocyclops broneoensis foi introduzida acidentalmente no estuário do rio Uma do Prelado, na estação ecológica Juréia-Itatins, município de Iguape (SP). Introduzida através de rotas de navegação e fluxo de água de lastro (INSTITUTO HORUS, 2009).

5.5. Introdução no estado de Santa Catarina

O Caranguejo aranha, *Pyromaia tuberculata* tem seu registro no Brasil primeiro para o Atlântico Oeste, em Santa Catarina, e se encontra estabelecida nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (TAVARES; MENDONÇA, 1996).

A espécie *Coscinodiscus wailesii* (diatomácea) ocorre em uma vasta área da costa brasileira (da Bahia ao Rio Grande do Sul) e já passou por período de floração, causando impactos ecológicos na Baía de Paranaguá (PR). Entre as décadas de 80 e 90 foi encontrada pela primeira vez nas costas da Europa e da América do Sul (FERNANDES et al., 2001).

Gymnodinium caenatum (dinoflagelado) tem a primeira citação para Santa Catarina em 1998 (PROENÇA; FERNANDES, 2004). A expansão desta espécie está associada à eutrofização do ambiente costeiro, ao aquecimento global e ao transporte por água de lastro, fatores que atuam individualmente ou de forma conjunta.

Paracyclopina longifurca foi encontrado na costa brasileira, no complexo estuarino de Paranaguá (PR), como possível introdução através de água de lastro. Ainda não é considerada como espécie invasora (INSTITUTO HORUS, op. cit.)

5.6. Introdução no estado do Rio Grande do Sul

A espécie *Alexandrium tamarense* (Dinoflagelado) tem o seu primeiro registro na região do Atlântico Sul Ocidental, na Argentina, em forma de floração no ano de 1980. No Brasil, a primeira ocorrência foi em agosto de 1996 na Praia do Cassino (RS). Pode ter sido introduzida no transporte por correntes marítimas e a partir da introdução por água de lastro (PERSICH, 2001).

O mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* tem a sua primeira ocorrência no Rio Grande do Sul foi em 1999 no rio Guaíba (ao norte da Lagoa dos Patos), sendo associada à água de lastro de navios vindos da Bacia do Prata. Em 2000, é registrado na lagoa dos Patos, em Arambaré, Rio Grande do Sul. Em 2001, o molusco é encontrado no rio São Lourenço do Sul. Nesse ano, são registrados os primeiros casos de entupimento das tubulações da estação de bombeamento de água de Belém Novo e em grades protetoras, tanques, trocadores de calor e tubulações da indústria Klabin-Riocell, em Guaíba. No trecho brasileiro do rio Paraná foi detectada a sua presença pela primeira vez na Usina Hidrelétrica de Itaipu em abril de 2001. Após esta data a espécie vem subindo progressivamente esse rio (MANSUR, et al., 2004).

O molusco *Corbicula fluminea* pode ter chegado acidentalmente ao rio De La Plata (Argentina) na década de 1960. No Brasil, a espécie foi registrada pela

primeira vez na bacia do rio Jacuí junto a bacia do rio Guaíba em 1978 na época identificado como *Corbicula manilensis*. Concluiu-se que a espécie foi introduzida na década de 1970. /Mansur e Garcez (1988) fizeram os primeiros registros em Lagoa Mirim, RS.

5.7. Introdução na costa brasileira

A pesquisa realizada na literatura apresenta informações de descrição da introdução, local e os principais ou possíveis impactos causados ao ambiente apresentados no Quadro 2. Uma das espécies pesquisadas, *Charybdis hellerii* (Siri capeta), apresenta distribuição atual por toda a costa brasileira. Pequenos desses espécimes podem ter sido transportados por água de lastro já que esta espécie tem sido encontrada em áreas onde há grande fluxo de navios petroleiros que partem ou chegam do Oriente Médio.

É sugerido que esta espécie foi introduzida em um ou mais locais e subseqüentemente dispersada via estágio larval para várias outras áreas da costa. Outra hipótese é que tenha sido introduzida via água de lastro no Caribe e a partir daí as larvas foram introduzidas no Brasil através da Corrente do Brasil (TAVARES; MENDONÇA, 2004). *C. hellerii* é considerada como estabelecida no Atlântico Leste, após verificação da presença da espécie ao longo da costa brasileira.

A espécie *Temora turbinata* foi identificada como introduzida no estuário do rio Vasa-Barris, no estado de Sergipe em 1993 e posteriormente em 1995 na Lagoa dos Patos (RS). Há ainda o registro da presença da espécie na baía de Paranaguá (PR) e posteriormente na plataforma do Rio de Janeiro, entre Cabo Frio e o Cabo de São Tomé. Espécie considerada de ampla distribuição em vários estuários na costa brasileira (INSTITUTO HORUS, op. cit.). Esta espécie apresenta cinco ocorrências apenas para o estado de Pernambuco (CEPAN, 2009).

Os mapas anexos 1, 2, 3 e 4 ilustram a distribuição das espécies invasoras identificadas na pesquisa nas regiões brasileiras litorâneas influenciadas pelas atividades portuárias.

Tabela 2 – Distribuição geográfica das espécies

Introdução	Data	Espécie
Piauí	1982	<i>Chirona amaryllis</i>
Pernambuco	1990	<i>Amphibalanus reticulatus</i>
	2004	<i>Mytilopsis leucophaeta</i>
Rio de Janeiro	'70/'80	<i>Isognomon bicolor</i>
	'70	<i>Megabalanus coccopoma</i>
	'80	<i>Stereonephthya aff. Curvata</i>
	N.D.	<i>Tubastraea coccínea</i>
	'80	<i>Tubastraea tagusensis</i>
São Paulo	N.D.	<i>Câncer pagurus</i>
	1958	<i>Ciona intestinalis</i>
	1956	<i>Ascidia sydneiensis</i>
	N.D.	<i>Apocyclops borneoensis</i>
Santa Catarina	N.D.	<i>Pyromaia tuberculata</i>
	N.D.	<i>Coscinodiscus wailasii</i>
	1998	<i>Gymnodinium caenatum</i>
	N.D.	<i>Paracyclops longifurca</i>
Rio Grande do Sul	1980	<i>Alexandrium tamarense</i>
	1999	<i>Limnoperna fortunei</i>
	1978	<i>Corbicula flumínea</i>
Costa do Brasil	N.D.	<i>Charybdis hellerii</i>
	N.D.	<i>Temora turbinata</i>

5.8 Complexo Industrial Portuário de Suape

5.8.1. Características operacionais do porto de Suape

O Porto de Suape tem posicionamento geográfico privilegiado em relação ao Brasil e a profundidade do Porto permite acesso a embarcações de vários calados em suas águas e, portanto, recebe navios de várias rotas marítimas mundiais ficando vulnerável à introdução de muitas espécies exóticas. Tem a característica

principal de Porto importador e, portanto, exportador de água de lastro. No ano de 2004 as operações exclusivas de exportação em conjunto com as operações conjugadas corresponderam a 17% do total de operações realizadas. Significa que os navios que potencialmente lançaram água de lastro giraram em torno de 100 navios por ano. (ALMEIDA; LEAL, 2005).

O Porto possui instalações fixas de acostagem, Cais para Múltiplos Usos – CMU, em concreto armado, com comprimento de 343 metros; 39 metros de largura; profundidade média 14 metros. Tem capacidade de atracação para navios de até 80.000 Toneladas de Porte Bruto. Possui rampa Ro-Ro¹ em concreto armado - no Cais de Múltiplos Usos (CMU) com comprimento de 20 metros, largura 17,50 metros e profundidade de 14,50 metros. O Píer de Granéis Líquidos – PGL, em concreto armado, tem comprimento de 84 metros de plataforma central e quatro dolphins laterais. É interligado ao molhe através de uma ponte de 195,5 metros e largura de 22 metros. Tem profundidade de 12 metros e tem capacidade de atracação para navios de até 30.000 Toneladas de Porte Bruto. O Cais de Rebocadores, em concreto armado, no Pier de Granéis Líquidos, tem comprimento de 15,50 metros, largura 3,00 metros e profundidade de 12,00 metros. O acesso aquaviário é feito através de canal natural com profundidades variando entre 12 e 17 metros. Não existem ligações fluviais ou lacustres (CAP, 1994).

5.8.2. Novos empreendimentos e suas características

Cerca de 100 empreendimentos existentes no Complexo Industrial Portuário de Suape – CIPS estão em fase de implantação ou operação. Podemos citar alguns mais relevantes como: Petrobras Distribuidora, Petrobras Transporte, Texaco, Esso, Shell, Ipiranga, DECAL, Terminal de Contêineres (TECON), PANDE - Beneficiamento de arroz e envasamento de óleo comestível, M&G - Grupo Mossi & Ghisolf, NORTE GÁS BUTANO, NOVOGÁS, ULTRAGAS e COPAGAZ - Distribuição de GLP, TEQUIMAR - Operadora portuária de produtos químicos e líquidos a granel, BUNGE – Produtos alimentícios, Petroquímica Suape, Estaleiro Atlântico Sul e Refinaria RNEST.

¹ Ro-Ro trata-se termo técnico utilizado nas estruturas de porto que significa: Roll on – Roll off. São plataformas em concreto que possibilitam a carga e descarga de caminhões das embarcações para terra.

Destacamos aqui os empreendimentos que podem ter contribuição mais relevante para as modificações das características do porto quanto à movimentação com água de lastro em operações com carga e descarga de navios melhor detalhados a seguir. São eles: Refinaria Abreu e Lima - RNEST, Estaleiro Atlântico Sul - EAS, Terminal de Contêineres - TECON e Petroquímica Suape.

5.8.2.1. Petroquímica de Suape

A Companhia Petroquímica de Pernambuco (Petroquímica Suape) é um empreendimento liderado pela Petrobras Química S.A. (Petroquisa), para implantar o Complexo Petroquímico de Suape, que reúne três unidades industriais integradas: uma para produção de Ácido Tereftálico (PTA), outra para produzir polímeros e filamentos de poliéster e uma terceira, que fabricará resina para embalagem PET. A obra já se encontra em fase de montagem e o início de operação das três plantas está prevista para iniciar no segundo semestre de 2010.

Esse investimento chega à ordem de US\$ 490 milhões e produzirá 80 toneladas por hora de PTA. Este empreendimento tem a perspectiva de gerar aproximadamente 1.800 empregos diretos e 5300 empregos durante o pico da construção (PETROQUÍMICA SUAPE, 2009).

Esse grande empreendimento não contribuirá de forma significativa com o aumento do fluxo de navios. Toda a produção foi planejada para o consumo da região local. As operações com navios serão na modalidade descarga de insumos com baixo risco de introdução de espécies exóticas.

5.8.2.2. Estaleiro Atlântico Sul

Estaleiro Atlântico Sul conta com capacidade de processamento de 160 mil toneladas de aço/ano, ocupa uma área de 1.620 mil metros quadrados de terreno, com área industrial coberta de 130 mil metros quadrados; um dique seco de 400 metros de extensão, 73 metros de largura e 12 metros de profundidade. O dique é servido por dois pórticos *Goliaths* de 1.500 toneladas/cada, dois guindastes de 50 toneladas cada e dois de 35 toneladas cada.

Quanto à área de cais, o Estaleiro Atlântico Sul possui um cais de acabamento com 730 metros de extensão, equipado com dois guindastes de 35

toneladas. Outros 680 metros de cais são utilizados para a construção e reparo de plataformas offshore (EAS, 2009).

Com um investimento de R\$ 220 milhões o EAS gera cinco mil empregos diretos e 20 mil indiretos. Com a implantação desse empreendimento será possível à construção de grandes navios e plataformas de petróleo e espera-se ativar todo um ciclo da economia que tem sua base na indústria naval (JC ON LINE, 2006).

O EAS produz todos os tipos de navios cargueiros de até 500 mil toneladas de porte bruto (TPB), além de plataformas *off shore* dos tipos semi-submersível, FPSO (Sistemas Flutuantes de Produção, Armazenamento e Transferência de Petróleo), TLP (Plataformas de Pernas Atirantadas) e SPAR, entre outras. Também oferece um amplo leque de serviços de reparo de embarcações e unidades de exploração de petróleo, valendo-se da sua localização estratégica no transporte marítimo global e privilegiado em relação a grandes regiões produtoras de óleo e gás em águas profundas (EAS, op. cit.).



Figura 6 – Vista aérea do projeto final do EAS.

5.8.2.3. Refinaria Abreu e Lima do Nordeste - RNEST

A Refinaria tem a capacidade para processar 200 mil barris de petróleo do tipo pesado por dia. Essa é a primeira refinaria construída no Brasil desde a

conclusão da Refinaria do Vale da Paraíba (REVAP), em 1979. O investimento total projetado é de US\$ 2,5 bilhões. O Esquema de refino será orientado para maximizar a produção de óleo diesel e gás liquefeito de petróleo, para atender o crescimento da demanda de derivados do Nordeste em 2011. Hoje o Nordeste é deficitário em combustíveis. O foco da produção da refinaria será prioritariamente substituir a importação de derivados como o óleo diesel, o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e a nafta. Outra característica do empreendimento será a utilização, como matéria prima, de petróleo pesado do Brasil e da Venezuela, países que possuem grandes reservas desse tipo de óleo. O projeto deverá capturar a margem de refino hoje existente na transformação de óleos pesados em destilados médios como gasolina e diesel (PETROBRAS, 2009).

Os principais produtos são: Óleo Diesel, Nafta para petroquímica, GLP, Gasóleo Pesado de Coque para produção de combustível marítimo, Ácido Sulfúrico, Coque Verde de Petróleo e Enxofre. A RNEST contará com 55 tanques de armazenamento de petróleo, derivados intermediários e produtos finais.

As movimentações de navios no Porto de Suape nos píeres de graneis líquidos PGL-1 serão com navios Panamax (50.000 TPB). No PGL-2 com navios Aframax e no PGL-3 com navios Aframax (90.000 TPB) e Suezmax (150.000 TPB). A descarga de petróleo para a RNEST será realizada através de Navios de petróleo da classe Suezmax 150 000 TPB e serão necessárias cerca de sete viagens de navios por mês para suprir a Refinaria (PETROBRAS, 2009).

Carga de navios com diesel

A maior parte da produção de Óleo Diesel da RNEST (cerca de 80%) será destinada aos mercados de Natal, Fortaleza, São Luiz, Belém e Manaus. Inicialmente poderá ocorrer envio para exportação e nas entressafras do mercado atendido, quando o consumo sofre queda acentuada. Outra possibilidade será o envio do produto para o Sudeste/Sul do País, para aproveitamento da alta qualidade do diesel em mercados com legislação mais restritiva. Tanto para cabotagem nacional como para exportação será utilizado conjunto de bombas e dois oleodutos de 24 polegadas exclusivos para esse serviço. O carregamento de navios contemplará as classes Panamax - até 50000 TPB e Aframax - até 90000 TPB. O

PGL-1 movimentará a classe Panamax, carregando para os mercados de cabotagem.

O PGL-2 poderá operar com Panamax para os mesmos mercados e Aframax para exportação ou cabotagem para o Sudeste/Sul do Brasil. O PGL-3 poderá operar com Aframax carregando Óleo Diesel, mas será utilizado preferencialmente para descarregamento de petróleo (PETROBRAS, op. cit.).

Carga de navios com nafta petroquímica

Os mercados principais para essa nafta deverão ser os pólos petroquímicos nacionais COPENE, Petroquímica União e COPESUL, substituindo parte das importações que hoje são efetuadas pela Petrobras e pelos pólos petroquímicos. O mercado local de gasolina, que atende Pernambuco, Alagoas e Paraíba, continuará sendo suprido pela Petrobras via Porto de Suape através de cabotagem. As movimentações de nafta petroquímica serão feitas da RNEST diretamente para os navios atracados no Porto de SUAPE com carregamento de um navio de 40.000m³ em 24 horas, nos PGL -1 e PGL-2 (PETROBRAS, op. cit.).

Carga de navios com gasóleo

Essas operações prevêm um conjunto de bombas na Refinaria e um oleoduto de 24 polegadas até o Porto de SUAPE com capacidade para carregar um navio de 40.000 m³ em 24 horas (PETROBRAS, op. cit.).

Carga de navios com ácido sulfúrico e coque

O ácido produzido será comercializado no sul e sudeste e deve ser movimentado via navio por meio de um duto de 14 polegadas. A produção mensal de ácido será 22.500 toneladas. É prevista a movimentação de um navio de 18.000 toneladas por mês sendo carregado em 54 horas.

Serão produzidas cerca de 183.000 toneladas de coque em base seca e 200.000 toneladas e base úmida. Projeto prevê estocagem de 140.000 toneladas na Refinaria, suficiente para 20 dias de operação considerando enchimento de 75% do pátio de coque. Haverá sistema de silos para carregamento de carretas na Refinaria.

As vendas serão feitas parcialmente no mercado local - cerca de 40.000 toneladas/mês e as demais 116.000 toneladas serão vendidas nos mercados da costa brasileira por cabotagem. O projeto prevê instalação de uma estrutura no Porto de SUAPE para receber carretas e carregar navios de granéis sólidos. A capacidade de carregamento de 10.000 toneladas/dia será suficiente para carregar um navio de 30.000 toneladas em três dias, sem considerar os tempos de atracação e desatracação. Uma saída de 120.000 toneladas/mês exigirá o carregamento de quatro navios por mês (PETROBRAS, op. cit.).

Carga de navios com enxofre

Serão produzidas cerca de 15.000 toneladas de enxofre por mês em forma de pastilhas para venda no mercado local utilizando logística rodoviária. Contará com um pátio para armazenamento de 38.000 toneladas que poderá também ser utilizado para carregamento de navios de 30.000 toneladas a cada 60 dias (PETROBRAS, op. cit.).

Considerando apenas as operações de carga, descritas acima, que necessitam controle de descarga de lastro, serão acrescentadas de operações com navios por mês no porto após a implantação da RNEST (Quadro 3).

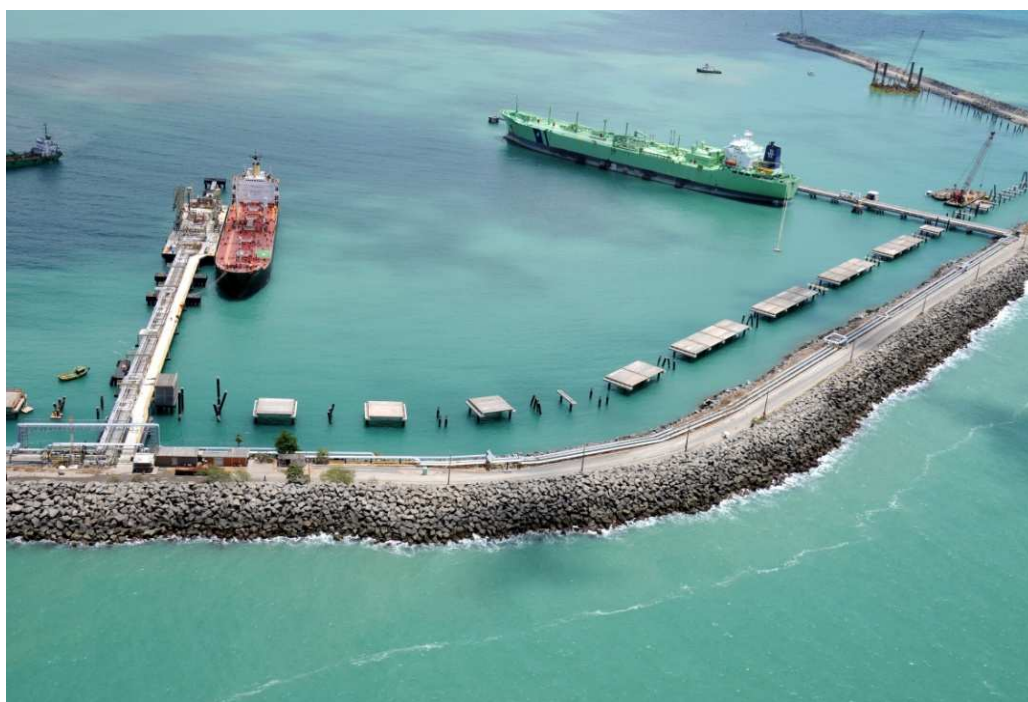


Figura 7 – Construção da estrutura de suporte dos dutos da RNEST (PETROBRAS, 2009).

Tabela 3 – Movimentação anual de navios em operações de carga na RNEST.

Produto	Navios/ano	Navios (TPB)	TPB/ano
Enxofre	6	30.000	180.000
Ácido sulfúrico	12	18.000	216.000
Coque de petróleo	48	30.000	1.440.000
Gasóleo	24	30.000	720.000
Nafta Petroquímica	12	40.000	480.000
Diesel	104	70.000	7.280.000
Totais	206	-	10.346.000

TPB – Toneladas de Porte Bruto. Fonte Petrobras (2009).

5.8.2.4. Terminal de contêineres

O Terminal de Contêineres de Suape (TECON) é um dos mais modernos do Brasil. Com o funcionamento do TECON, além de se fortalecer como o maior centro concentrador e distribuidor do nordeste, o Porto de Suape passa a disputar mercado com o Porto de Santos, o mais importante do país.

Com investimento de US\$ 20 milhões este empreendimento foi o vencedor da licitação promovida pelo Governo do Estado em 2001 para exploração do terminal portuário e está responsável por controlar a área durante um período de 30 anos. O grupo filipino ICTSI - *International Container Terminal Service Incorporated* é um dos grandes operadores de terminais de contêineres, atuando em vários países do mundo. A presença do terminal fortalece a tendência de Suape em transformar-se em um *hub port*, um porto concentrador e distribuidor de cargas no Atlântico Sul.

Com 660 metros de cais, numa área de 280 mil metros quadrados, o TECON tem capacidade para movimentar até 400 mil contêineres por ano, podendo atingir uma movimentação anual de até 1,5 milhão de contêineres. O pátio de vazios, dentro do Terminal, dispõe de uma área de 34 mil metros quadrados. Os equipamentos operam 24 horas diárias, 365 dias por ano. São eles:

- dois portêineres com capacidade de 40 toneladas e 25 movimentos por hora;
- dois transtêineres com capacidade de 35 toneladas;
- cinco *reach stackers* para 45 toneladas;
- quatro *Top Loader*, sendo dois para 35 toneladas e dois para 40 toneladas;

- três *side lifters*, para movimentação de contêineres vazios e três Fork Lifters com capacidade de até sete toneladas e meia.

O terminal ainda conta com área alfandegária, calado de 15,5 metros, cinco empilhadeiras, 291 tomadas *reefers*. O controle e planejamento do pátio e dos navios são realizados através do software, integrando atividades de escritório da alfândega dentro da área do terminal, galpão para verificação de mercadorias, balança rodoviária, entre outros.

O TECON está localizado no ponto de convergência das principais rotas comerciais marítimas ligando a Costa Leste da América do Sul a outros continentes e também no tráfego costeiro conectando o sul às regiões nordeste e norte do Brasil. Conta com acessos diretos para as principais rodovias de Pernambuco: a BR 101 e a BR 232, além de linha férrea que conecta o terminal à rede da Companhia Ferroviária do Nordeste (CFN).

O TECON possibilita multimodalidade de transportes: plataforma ferroviária dentro de sua área e conectada com vias de acesso às principais rodovias e ferrovias da região. Isso possibilita a oferta de prestação de serviços de complementação e sinergia com as necessidades logísticas dos importadores e exportadores, o que agrega valor às suas operações. A estrutura contempla ainda:

- escritório da alfândega do Complexo Suape;
- galpão para inspeção e armazenagem da Receita Federal;
- galpão para carga solta;
- galpão de manutenção de equipamentos;
- torres com 286 tomadas *reefers* e 50 para PTI e outras em construção ou em projeto de acordo com a demanda.

O TECON SUAPE já investiu cerca de 80 milhões de dólares em capital humano, tecnologia da informação, equipamentos, galpões e pátios para armazenagem de carga geral e contêineres, o que propiciou uma crescente e contínua demanda de movimentação de contêineres.

Atualmente o TECON possui escalas regulares de exportação e importação de longo curso para USA e Europa, alcançando, através de transbordo, uma vasta gama de países espalhados por todos os continentes. A cabotagem foi efetivamente

consolidada e funciona regularmente com escalas Norte e Sul, servindo de complementaridade aos serviços de longo curso (*feeder service*), incentivando o transbordo. Tudo atendido pelos mais diversificados serviços oferecido pelas Linhas Marítimas que aqui operam.

O TECON movimenta em média 57 navios de contêineres por mês das mais diversas nacionalidades, realizando atividade de carga, descarga e transbordo (CIPS, 2009).

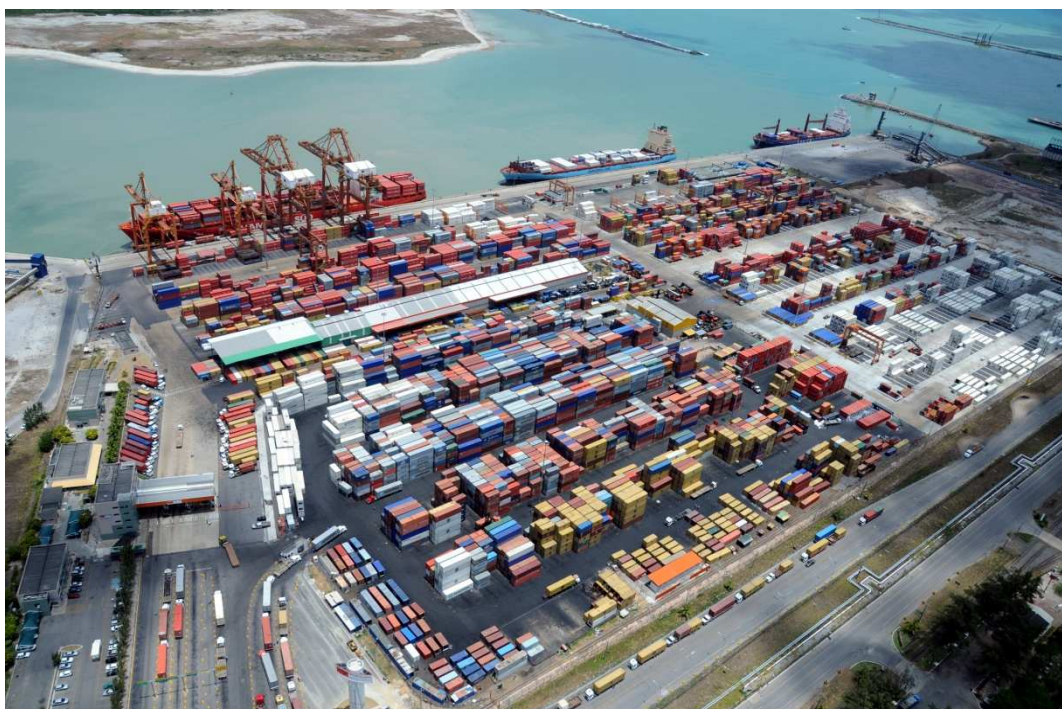


Figura 8 – Foto aérea do Terminal de Contêineres (Petrobras, 2009)

5.8.3. Gestão ambiental no Porto de Suape

O aumento das atividades impactantes e o contínuo crescimento populacional em áreas costeiras têm alterado consideravelmente o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. A região do porto de Suape tem apresentado uma série de alterações físicas e estruturais em função da industrialização e do crescimento desordenado da população, principalmente em zonas costeiras. De acordo com Fernandes (2000), os principais processos impactantes em Suape estão relacionados à sedimentação por dragagem, dinamitação do recife, aterros sobre a linha recifal, destruição do manguezal adjacente e tráfego de embarcações de grande porte.

Esse processo tem provocado uma disposição excessiva de materiais em suspensão que tem afetado a distribuição e composição dos organismos que habitam a coluna d'água. O mais grave no momento atual é a atividade de dragagem na baía de Suape, para proporcionar condição de tráfego às embarcações de grande porte. Os processos de dragagem afetam toda biota, principalmente a comunidade que vive na massa d' água, em particular o zooplâncton (PESSOA et al., 2009).

Algumas ações de proteção ambiental foram tomadas pelo Porto de Suape ou de cunho voluntário ou por força de Termos de Compromisso firmados com o Órgão Ambiental Estadual – CPRH (ALMEIDA, 2003). Seguem abaixo algumas dessas ações de maior relevância:

- reflorestamento de 640ha de floresta nativa e árvores frutíferas;
- promoção de atividades de educação ambiental;
- realização de 160ha de corredores florestais;
- monitoramento dos ambientes recifais;

Com a implantação dos grandes empreendimentos, aqui ressaltados (RNEST; EAS; PETROQUÍMICA SUAPE; TECON), muitas ações serão implementadas para gerenciar os riscos oriundos dos impactos causados pela implantação, assim como, das atividades operacionais de cada empreendimento. São ações voltadas para os meios físico, biológico e social e que farão parte essencial do processo de gestão ambiental do Porto de Suape. Não foram identificados nenhum projeto ou programa que envolva a proteção da área do porto contra espécies invasoras.

5.9. Ecologia e check list das espécies invasoras no Brasil

A ecologia e a distribuição das espécies invasoras do litoral brasileiro são parâmetros de relevante importância para inferir as possíveis invasões na área do porto de Suape em função dos grandes empreendimentos e conseqüente acréscimo de movimentações de navios.

A taxonomia das espécies descritas abaixo foi tomada do banco de dados *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2009 Annual Checklist* (BISBY et. al., 2009).

5.9.1. Espécies *Chirona amaryllis*, Pilsbry, 1907; *Megabalanus coccopoma*, Darwin, 1854; *Amphibalanus reticulatus*, Utinomi, 1967) (Cracas).

Quadro 1 – Check list de espécies de cracas invasoras no Brasil

Espécie	Taxonomia
<i>Chirona amaryllis</i>	Filo ARTHROPODA, Classe MAXILLOPODA, Ordem SESSILIA, Superfamília BALANOIDEA.
<i>Megabalanus coccopoma</i>	Filo ARTHROPODA, Classe MAXILLOPODA, Ordem SESSILIA, Superfamília BALANOIDEA.
<i>Amphibalanus reticulatus</i>	Filo ARTHROPODA, Classe MAXILLOPODA, Ordem SESSILIA, Superfamília BALANOIDEA.

Este grupo de espécies incrusta em substratos consolidados. Cascos de navios, plataformas de petróleo, entre outros substratos consolidados disponíveis no ambiente marinho, podem ficar totalmente cobertos por cracas o que causa a corrosão dos metais e um aumento nos custos de manutenção (CHAMP, 1987).

É mais comum na zona entre marés ou na região superior do infralitoral. Estão entre os animais marinhos capazes de tolerar as condições de estresse (dessecação, temperaturas extremas, turbulência intensa de ondas, e redução do tempo disponível para alimentação) de habitats rochosos dessa região entre marés. Algumas cracas são adaptadas para viver em zonas de borrifos em rochas batidas pelas ondas e acima da linha de maré alta. São adaptadas também a outros tipos de superfícies como macrófitas da zona entre marés e em áreas de mangue. Muitas são comensais, apresentando grande variedade de hospedeiros como esponjas, hidrozoários, antozoários (corais moles e duros), caranguejos e tartarugas marinhas.

As cracas recém-fixadas apresentam altas taxas de mortalidade e apenas 5% sobrevivem após o primeiro mês. As cracas que sobrevivem provavelmente vivem de 1 a 10 anos.

As cracas estão entre os organismos incrustantes mais prejudiciais em cascos de navios, bóias e atracadouros. A velocidade e a eficiência no consumo de combustível podem ser reduzidas em 30% em um navio infestados por cracas. Muito esforço e dinheiro tem sido gasto para desenvolver tintas especiais e em outras medidas anti-incrustantes. Muitas espécies têm sido transportadas pelo mundo através da navegação (RUPPERT; FOX; BARNES, 2005).

5.9.2. Espécies *Mytilopsis leucophaeta*, Conrad, 1831; *Limnoperna fortunei*, Dunker, 1857; *Isognomon bicolor*, Adams, 1845; *Corbicula flumínea*, Müller, 1774; *Perna perna*, Linnaeus, 1758 (Mexilhões).

Quadro 2 – Check list de espécies de mexilhões invasores do Brasil

Espécie	Taxonomia
<i>Mytilopsis leucophaeta</i>	Filo MOLLUSCA, Classe BIVALVIA, Ordem VENEROIDA, Família DREISSENIDAE
<i>Limnoperna fortunei</i>	Filo MOLLUSCA, Classe BIVALVIA, Ordem MYTILOIDA, Família MYTILIDAE
<i>Isognomon bicolor</i>	Filo MOLLUSCA, Classe BIVALVIA, Ordem PTERIOIDA, Família ISOGNOMONIDAE
<i>Corbicula flumínea</i>	Filo MOLLUSCA, Classe BIVALVIA, Ordem VENEROIDA, Família CORBICULIDAE
<i>Perna perna</i>	Filo MOLLUSCA, Classe BIVALVIA, Ordem MYTILOIDA, Família MYTILIDAE

Assim como as cracas este grupo de espécies também incrusta em substratos consolidados como: cascos de navios, plataformas de petróleo, entre outros substratos consolidados disponíveis no ambiente marinho. Podem causar corrosão dos metais e um aumento nos custos de manutenção (CHAMP, 1987). Podem também reduzir a velocidade e a eficiência no consumo de combustível das embarcações. Obstruem valas e canais de irrigação e degradam a qualidade da

areia e cascalho de rios usados para fins de construção (RUPPERT; FOX; BARNES, 2005).

Muitas famílias de bivalves podem tolerar baixas salinidades e invadir estuários e baixios lodosos de águas salobras. A maioria dos bivalves de água doce tem exigências muito específicas quanto ao seu hábitat e a corrente unidirecional de um rio transportaria larvas rio abaixo para condições menos favoráveis. Como não há mecanismos de compensação para recolonização no sentido da contracorrente, essa população estaria condenada ao desaparecimento. A baixa densidade específica da água doce torna difícil a manutenção da larva planctônica em suspensão na coluna d'água, principalmente no verão, quando a densidade da água é ainda mais baixa (RUPPERT; FOX; BARNES, 2005).

5.9.2.1. *Mytilopsis leucophaeta*

Esta espécie pode causar alterações na estrutura das comunidades nativas de costões rochosos do litoral brasileiro. Os ambientes preferenciais de invasão são o marinho costeiro, estuarino, substratos consolidados naturais (costões rochosos) e artificiais.

Em instalações fixas, tais como plataformas, a incrustação estimula a corrosão, aumenta a massa da instalação e confere uma distorção da configuração inicial da estrutura. Em instalações flutuantes e bóias de navegação, a bioincrustação atua aumentando o peso e reduzindo a flutuabilidade, entupindo orifícios ou tubulações (CHAMP; LOWENSTEIN, 1987).

5.9.2.2 *Limnoperna fortunei*

Os ambientes preferenciais de invasão são locais de águas oxigenadas. Coloniza as margens e o fundo dos ambientes em densidade que variam de 1 a 45.000 ind/m². Têm-se observado que a espécie coloniza vários tipos de substratos presentes no leito dos rios e lagos, com preferência para rochas, madeira, cordas, plásticos, pedaços de argila, concretados entre outros. Coloniza também raízes de macrófitas do gênero *Eichhornia*. A espécie tem referência por junções, fissuras, frestas e, sobretudo, na parte de baixo do substrato, na região sombreada (OLIVEIRA, 2004).

O mexilhão-dourado mata o junco (*Scirpus californicus*), planta típica de transição de mangues (apicum) envolvendo a raiz e apodrecendo a planta. Também ataca aguapés. Mata por sufocamento moluscos nativos como *Pomacea canaliculata* (caramujo), o *Diplodin koseritzi* (marisco-do-junco) e o *Leila brainvilliana* (marisco grande e raro, chamado de Leila), as espécies do gênero *Mycetopoda* e outros tipos. As populações dessas espécies estão diminuindo e as mais raras podem até desaparecer. Observa-se que, após o assentamento da espécie, toda a composição do bentos, do plâncton e das comunidades de peixes ficam alteradas drasticamente (MANSUR et al., 2004).

Tem provocado o aumento na corrosão de encanamentos pela proliferação de outros agentes biológicos indesejáveis (bactéria, fungos, etc.), obstrução de tubulações de captação de água, obstrução de filtros e sistemas de resfriamento em indústrias e usinas hidrelétricas, obstrução de sistemas de drenagem, danos a motores e embarcações.

A acumulação de valvas vazias e contaminação das vias de água por mortalidade massiva em sistemas de água destinados para potabilidade, refrigeração, sistema anti-incêndio, etc. É também vetor da *Salmonella sp.*, sendo inviável para consumo humano podendo causar forte diarreia (MANSUR, op. cit.).

5.9.2.3 *Isognomon bicolor*

Os ambientes preferenciais de invasão são o marinho Costeiro, substratos consolidados naturais (costões rochosos) e artificiais. São comumente encontrados vivendo fixos pelo bisso, em costões, ocorrendo desde o supra litoral até 7m de profundidade.

A espécie *I. bicolor* invadiu a região de entre marés no litoral brasileiro, sendo encontrado em alta densidade populacional nos costões. Pode ser observado facilmente durante as marés baixas. Esta espécie tem, aparentemente, causado alterações na estrutura das comunidades nativas de costões rochosos do litoral brasileiro. Destaca-se uma possível competição por espaço com o bivalve *Perna perna* causando a redução da abundância desta espécie nos costões brasileiros (FERNANDES et al., 2004).

No Brasil, o aumento da abundância de *I. bicolor* está, possivelmente, causando a redução da abundância do mexilhão comestível *Perna perna* (ROCHA,

2002, FERNANDES et. al., op.cit.). Esta espécie incrusta em substratos consolidados artificiais (por exemplo, plataformas de petróleo), podendo causar prejuízos às atividades marítimas aumentando o arrasto nas embarcações e conseqüentemente mais gastos com combustível. Para se ter uma idéia dos prejuízos causados pela bioincrustação, um aumento de apenas 10 microns na rugosidade média do casco de um barco resulta em um incremento de 0,3 a 1,0% do consumo de combustível (CHAMP; LOWENSTEIN, 1987). Em instalações fixas, tais como plataformas, a incrustação estimula a corrosão, aumenta a massa da instalação e confere uma distorção da configuração inicial da estrutura. Em instalações flutuantes e bóias de navegação, a bioincrustação atua aumentando o peso e reduzindo a flutuabilidade, entupindo orifícios ou tubulações (CHAMP; LOWENSTEIN, 1987)

5.9.2.4 *Corbicula flumínea*

Em todas as bacias ocupadas por *Corbicula*, a espécie passou a apresentar em poucos anos (aproximadamente cinco anos de ocupação de uma área) uma maior densidade populacional que os *Corbiculidae* nativos e demais espécies de bivalves de água doce, autóctones. Trabalhos realizados relatam que na região do Taim, as populações de *C. flumínea* que invadiram a área, após cinco anos, atingiram a densidade máxima de 5.191ind/m² em canais, superando a densidade de *Neocorbicula limosa*. Nos lagos as populações de *N. limosa* foram geralmente mais abundantes, com até 5.328ind/m², ocupando profundidades maiores. Outros estudos, sobre populações de *C. flumínea* no rio Paraná e Paranapanema, observaram uma diminuição drástica no número de moluscos nativos, após a entrada da invasora (MANSUR, op. cit.).

No Rio Grande do Sul há problemas de obstrução de tubulações de hidrelétricas por *C. flumínea*. Também são citados problemas causados pela espécie em barragens do rio Paranapanema e em Minas Gerais. Na Usina Hidrelétrica de Porto Colômbia, no Rio Grande (alto Paraná), houve em 1998, obstrução de canos e trocadores de calor por aglomerados de *C. flumínea*, sendo necessária a paralisação da usina para remoção desses animais (MANSUR, op. cit.).

5.9.2.5. *Perna perna*

Os ambientes preferenciais de invasão são o marinho costeiro, estuarino, substratos consolidados naturais (costões rochosos) e artificiais.

Esta espécie pode ter causado alterações na estrutura das comunidades nativas brasileiras de costões rochosos no passado. Incrusta em substratos consolidados artificiais, sendo um componente importante das bioincrustações. Cascos de navios, plataformas de petróleo, entre outros substratos disponíveis no ambiente marinho, podem ficar totalmente cobertos por mexilhões o que causa a corrosão dos metais e um aumento nos custos de manutenção. Podem acarretar prejuízos às atividades marítimas, aumentando o arrasto de embarcações e conseqüentemente os gastos com combustível.

Em instalações fixas, tais como plataformas, a incrustação estimula a corrosão, aumenta a massa da instalação e confere uma distorção da configuração inicial da estrutura. Em instalações flutuantes e bóias de navegação, a bioincrustação atua aumentando o peso e reduzindo a flutuabilidade, entupindo orifícios ou tubulações (CHAMP; LOWENSTEIN, op. cit.).

Há a possibilidade de uma toxinfecção humana através da ingestão de mexilhões contaminados por microorganismos patógenos (ARCHER; MORETTO, 1994).

5.9.3. Espécies *Paracyclops longifurca*, Sewell, 1924; *Apocyclops borneoensis*, Lindenberg, 1954; *Temora turbinata*, Dana, 1849 (Copepodes)

Quadro 3 – Check list de espécies de copepodes invasores no Brasil

Espécie	Taxonomia
<i>Paracyclops longifurca</i>	Filo ARTHROPODA, Classe MAXILLOPODA, Ordem CYCLOPOIDA, Família CYCLOPINIDAE
<i>Apocyclops borneoensis</i>	Filo ARTHROPODA, Classe MAXILLOPODA, Ordem CYCLOPOIDA, Família CYCLOPIDAE
<i>Temora turbinata</i>	Filo ARTHROPODA, Classe MAXILLOPODA, Ordem CALANOIDA, Família TEMORIDAE

Esse grupo de espécies tem ambiente costeiro, estuarino como preferencial de invasão. Distribuem-se prioritariamente em áreas tropicais e subtropicais e, com frequência são mais abundantes no plâncton de estuários, lagos e lagoas costeiras (doces, salobras ou hipersalinas). São amplamente distribuídos em águas tropicais, subtropicais e temperadas dos Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico, exceto nordeste do Pacífico. No Brasil ocorre em toda a costa. Tem havido diminuição da população da espécie nativa *Temora stylifera*. Há relatos do afastamento da população dessa espécie para fora da plataforma continental.

A maioria dos Copepodes é marinha, mas existem muitas espécies de água doce, além de umas poucas formas terrestres vivendo associadas a musgos, a películas de água no solo e em serrapilheiras. Copépodos parasitas atacam vários animais marinhos e dulciaquícolas, principalmente peixes. Copépoda é um dos táxons que dominam o zooplâncton na água doce. Foi aventado que os Copépodos são os metazoários mais abundantes da terra, com mais indivíduos que os insetos. Eles representam um elo essencial entre os mais importantes produtores do mundo (fitoplâncton marinho) e, níveis tróficos maiores nas cadeias alimentares do pelágico marinho. Constituem item predominante na dieta de muitos animais marinhos (RUPPERT; FOX; BARNES, op. cit.).

5.9.4. Espécies *Charybdis hellerii*, Milne Edwards, 1867; *Cancer pagurus*, Eurenienius, 1973; *Pyromaia tuberculata*, Lockington, 1877; *Litopenaeus vannamei*, Boone, 1931 (Crustáceos)

Quadro 4 – Check list de espécies de crustáceos invasores no Brasil

Espécie	Taxonomia
<i>Charybdis hellerii</i>	Filo ARTHROPODA, Classe MALACOSTRACA, Ordem DECAPODA, Superfamília PORTUNOIDEA, Família PORTUNIDAE
<i>Cancer pagurus</i>	Filo ARTHROPODA, Classe MALACOSTRACA, Ordem DECAPODA, Superfamília CANCROIDEA, família CANCRIDAE
<i>Pyromaia tuberculata</i>	Filo ARTHROPODA, Classe MALACOSTRACA, Ordem DECAPODA, Superfamília MAJOIDEA, Família INACHOIDIDAE
<i>Litopenaeus vannamei</i>	Filo ARTHROPODA, Classe MALACOSTRACA, Ordem DECAPODA, Superfamília PENAEOIDEA, Família PENAEIDAE

Os decápodes constituem cerca de um quarto dos crustáceos conhecidos. Em sua maioria comestível, são de relevante importância comercial. São na maioria marinhos e bentônicos. Alguns camarões e caranguejos invadiram a região de água doce, alguns são terrestres e alguns decápodes são planctônicos. A maior parte dos camarões apresenta hábito bentônico e andam sobre o substrato embora possa nadar como uso de seus pleópodes assim, com deslocamento intermitente. Esses animais vivem entre as algas e outras macrófitas, embaixo de pedras e conchas e dentro de buracos e fendas de corais e rochas. Os padrões de atividade podem estar relacionados como fotoperíodo e com os ciclos de marés (RUPPERT; FOX; BARNES, op. cit.).

5.9.4.1. *Charybdis hellerii*

Os ambientes preferenciais de invasão do *C. hellerii* são o marinho costeiro, estuarino, substratos consolidados e inconsolidados. Na costa brasileira sua presença tem sido mencionada em baías e estuários.

Embora pouco se saiba sobre o impacto de *C. hellerii* sobre as comunidades nativas, as consequências ecológicas de sua introdução em habitats sensíveis como os recifes coralinos brasileiros podem ser graves como a diminuição da diversidade (TAVARES; AMOUROUX, 2003). Estima-se que na Baía de Todos os Santos (BA), *C. hellerii* já seja mais abundante do que o portunídeo nativo *Callinectes larvatus*. *C. hellerii* pode competir com as espécies nativas por hábitat e alimento e pode afetar a produção pesqueira de espécies comercialmente importantes do gênero *Callinectes* (CARQUEIJA, 2000).

5.9.4.2. *Cancer pagurus*

Os ambientes preferenciais de invasão do *C. pagurus* é marinho e substratos inconsolidados. Pode ocasionar instabilidade da comunidade bentônica (infauna) devido a bioturbação pelo comportamento típico de revolver o sedimento, levantando material da coluna d'água e desalojando animais tubícolas (HALL et al., 1991). Podem ser infectados por *Fecampia erythrocephala* quando jovens, sendo um importante fator da mortalidade da espécie (KURIS et al., 2002). Podem afetar outras espécies quando infectados pelo dinoflagelado *Hematodinium* sp.,

responsável pela séria patologia PCD (Pink Crab Disease), quando ficam moribundos e de coloração rósea, geralmente morrem durante o transporte para o viveiro. O dinoflagelado parasita causa mortalidade sazonal em massa do lagostim *Nephrops norvegicus* (STENTIFORD et al., 2003).

As doenças associadas a *C. pagurus* baixam o custo de mercado devido a má aparência (hiperpigmentação da carapaça e apêndices) (STENTIFORD et al., op. cit.), o que pode ocorrer com espécies nativas infectadas, inviabilizando o consumo. As toxinas se acumulam nos órgãos digestivos do caranguejo, podendo acumular até 30% da toxina quando ingere mexilhão infectado (CASTBERG et al., 2004).

Já foram registrados vários casos de intoxicação humana após consumo de *C. pagurus*. O agente tóxico foi uma ficotoxina, geralmente encontrada em *Mytilus edulis* (CASTBERG et al., op. cit.).

5.9.4.3. *Pyromaia tuberculata*

Os ambientes preferenciais de invasão são marinhos e substratos inconsolidados. Populações de *P. tuberculata* foram identificadas em baías afetadas por poluição orgânica e ciclos de hipoxia. A espécie é considerada oportunista (FUROTA, 1996).

5.9.4.4. *Litopenaeus vannamei*

Os ambientes preferenciais de invasão são próximos a cultivos, regiões costeiras, manguezais e estuários. A espécie pode ameaçar as espécies nativas, e através do cultivo de camarão em viveiros, também pode causar a destruição em regiões de mangue e estuarinas. É um possível transmissor da Síndrome da Necrose Idiopática Muscular (NIM) que pode trazer sérios riscos a crustáceos nativos. Além de ser o portador do vírus da Mancha Branca.

Apesar de seu impacto positivo em um primeiro momento, gerando renda e empregos através do cultivo desta espécie. O problema de degradação ambiental, substituição dos manguezais por sistemas de cultivos e deterioração da qualidade de água das regiões próximas aos cultivos (devido ao grande aporte de nutrientes), podem transformar este cenário positivo em um grande problema econômico uma vez que a recuperação destes ambientes é extremamente dispendiosa e de difícil

recuperação. Outra possibilidade de impacto da introdução deste camarão, ainda não estudado, é a hipótese da substituição dos camarões nativos o que poderia causar um grande impacto na atividade pesqueira, principalmente para pequenas comunidades estuarinas de pescadores.

A contaminação de espécies nativas pode ser originária dos viveiros de cultivo (efluentes contaminados, inundação dos tanques, escapes e iscas vivas) ou de indivíduos adultos ou larvas contaminadas transportadas por água de lastro de navios. No caso de contaminação de espécies nativas por água de lastro, os camarões cultivados podem ser contaminados através de animais que freqüentam os viveiros (pássaros, crustáceos *thalassinídeos*) (TAVARES; MENDONÇA, 2004).

5.9.5. Espécies *Ascidias sydneiensis*, STIMPSON, 1855; *Ciona intestinalis*, Linnaeus, 1767 (Ascidias)

Quadro 5 – Check list de espécies de ascídias invasores no Brasil

Espécie	Taxonomia
<i>Ascidia sydneiensis</i>	Filo CHORDATA, Classe ASCIDIACEA, Ordem ENTEROGONA, Família ASCIDIIDAE
<i>Ciona intestinalis</i>	Filo CHORDATA, Classe ASCIDIACEA, Ordem ENTEROGONA, Família CIONIDAE

Ambientes preferenciais de invasão são o marinho costeiro, substratos consolidados naturais (costões rochosos) e artificiais, principalmente em regiões portuárias. Os impactos ecológicos ainda não foram estudados, mas possivelmente esta espécie compete com outras por espaço.

Algumas *ascídias* vivem em terrenos pouco consolidados são comedoras de depósitos de sedimentos acumulados ao seu redor. Algumas espécies são carnívoras e se alimentam de animais pequenos como *nemátodos* e *crustáceos* epibentônicos (RUPPERT; FOX; BARNES, 2005).

5.9.6. Espécies *Coscinodiscus wailesii*, Gran, Angst; *Alexandrium tamarense*, LEBOUR; *Gymnodinium catenatum*, Graham, 1943 (Microalgas)

Quadro 6 – Check list de espécies de microalgas invasores no Brasil

Espécie	Taxonomia
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	Filo OCHROPHYTA, Classe COSCINODISCOPHYCEAE, Ordem COSCINODISCALES, Família COSCINODISCACEAE
<i>Alexandrium tamarense</i>	Filo DINOPHYTA, Classe DINOPHYCEAE, Ordem GONYAULACALES, Família GONIODOMATACEAE
<i>Gymnodinium catenatum</i>	DINOPHYTA, DINOPHYCEAE, GYMNODINIALES, GYMNODINIACEAE

O fitoplankton marinho está sendo utilizado cada vez mais como alimento para de suporte ao crescimento do camarão, mariscos e outros produtos comerciáveis do mar. No ambiente marinho e de água doce quando da ausência de influência antrópica, as populações de fitoplankton são controladas geralmente por mudanças climáticas sazonais, limitação nutricional e predação. Na presença de poluição (influência antrópica) dos sistemas aquáticos, as populações de algumas algas crescem em proporções indesejáveis causando as “florações”. Essas florações são liberações de grandes quantidades de compostos tóxicos na água. São toxinas que podem ser defesa contra predadores protistas ou animais e podem causar doenças ao homem e mortandade massiva de peixes, aves ou mamíferos aquáticos.

Nos últimos anos a frequência de florações tem aumentado globalmente. Alguns ecologistas relacionam este aumento ao declínio mundial da qualidade das águas causada pelo aumento das populações humanas (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

5.9.6.1. *Coscinodiscus wailesii*

Os Ambientes preferenciais de invasão são costeiro, estuarino, em climas tropicais e temperados; a região costeira do Pacífico Norte (ocidental e oriental), Atlântico Norte (costa da Europa) e Atlântico Sul (ocidental), incluindo o litoral brasileiro entre os estados da Bahia e do Rio Grande do Sul.

Na Baía de Paranaguá (PR) a floração da espécie resultou em competição por nutrientes e exclusão temporária das demais espécies do fitoplâncton. A produção de mucilagem pode ter inibido a predação por consumidores e a depleção temporária de oxigênio afetou a biota marinha em geral (FERNANDES et al., 2001).

A floração da espécie e produção de mucilagem foi associada ao entupimento de redes de pesca o que afetou a indústria pesqueira na costa sul da Inglaterra (BOALCH; HARBOUR, 1977).

5.9.6.2. *Alexandrium tamarense*

Os ambientes preferenciais de invasão são o costeiro, tropical e temperado. Tem distribuição mundial segundo Taylor et al., 2003 e distribuição no Brasil segundo Proença & Fernandes, 2004; na região costeira do Pacífico Norte (ocidental e oriental), Indo-Pacífico, Austrália e Nova Zelândia, Caribe (Venezuela), Atlântico Norte (ocidental e oriental) e Atlântico Sul (ocidental) desde a Argentina até o litoral brasileiro (detectado no Paraná e Rio Grande do Sul).

Tem perigoso potencial de contaminação de recursos pesqueiros (ostras, mariscos) de importância econômica através de saxitoxinas e levando conseqüentes perdas econômicas devido à suspensão de consumo e comercialização destes produtos (TAYLOR et al., 2003). Ainda não há relatos de impacto no Brasil.

A saxitoxina produzida pode acumular em certos organismos marinhos como moluscos e crustáceos que servem de vetor para demais níveis tróficos; em animais de sangue quente, causa a intoxicação por PSP (*Paralythic Shellfish Poisoning*), com os sintomas clínicos como: diarreia, náusea, vômito levando a amortecimento da boca e lábios, fraqueza, dificuldade de fala e parada respiratória. Esse impacto ainda não foi relatado no Brasil.

5.9.6.3. *Gymnodinium catenatum*

A expansão desta espécie está associada à eutrofização do ambiente costeiro, ao aquecimento global e ao transporte por água de lastro, podendo estes fatores ter agido individualmente ou de forma conjunta. Os argumentos que favorecem a hipótese de introdução no Brasil são o fato de ser uma espécie conspícua (de grande porte, que forma cadeia de células) e apresentar capacidade

de formação de cistos de resistência durante o seu ciclo reprodutivo. A formação de cadeias pela espécie torna fácil a sua detecção nas amostras de plâncton (PROENÇA; FERNANDES, 2004).

Seus ambientes preferenciais de invasão são costeiro, tropical e temperado. Está relacionado à contaminação de moluscos com conseqüente problema de ordem econômica e de saúde pública. Há também perigo potencial de contaminação de recursos pesqueiros (ostras, mariscos) de importância econômica com saxitoxinas e conseqüentes perdas econômicas devido a suspensão de consumo e comercialização destes produtos (TAYLOR et al., 2003). Impacto ainda não relatado no Brasil.

Produce a saxitoxina que pode acumular em certos organismos marinhos como moluscos e crustáceos que servem de vetor para demais níveis tróficos; em animais de sangue quente, causa a intoxicação por PSP (*Paralythic Shellfish Poisoning*), com os seguintes sintomas clínicos: diarreia, náusea, vômito levando a amortecimento da boca e lábios, fraqueza, dificuldade de fala e parada respiratória (HALLEGRAEF et al., op. cit.). Impacto ainda não relatado no Brasil.

5.9.7. Espécies *Tubastrea coccínea* (LESSON, 1829), *Stereonephthya* aff. *Curvata* (KÜKENTAL, 1911), *Tubastrea tagusensis* (WELLS, 1982) (Corais)

Quadro 7 – Check list de espécies de corais invasores no Brasil

Espécie	Taxonomia
<i>Tubastrea coccínea</i>	Filo CNIDARIA, Classe ANTHOZOA, Ordem SCLERACTINIA, família DENDROPHYLLIIDAE
<i>Stereonephthya</i> aff. <i>Curvata</i>	Filo CNIDARIA, Classe ANTHOZOA, Ordem ALCYONACEA, Família NEPHTHEIDAE
<i>Tubastrea tagusensis</i>	Filo CNIDARIA, Classe ANTHOZOA, Ordem SCLERACTINIA, Família DENDROPHYLLIIDAE

Os ambientes nos quais os corais se desenvolvem são geralmente águas rasas dos trópicos, ensolaradas e pobres em nutrientes (RUPPERT; FOX; BARNES, 2005).

5.9.7.1. *Tubastraea coccinea*

Seus ambientes preferenciais de invasão são marinho costeiro, substratos consolidados naturais (costões rochosos) e artificiais. É muito competitivo devido a rápida reprodução assexuada e por apresentar substâncias químicas nocivas. Compete diretamente com o Coral-Cérebro da espécie *Mussismilia hispida*. Impede a fotossíntese de outros organismos. Esta espécie já citada como cosmopolita e habita áreas negativas de matações de pedra entre 5 a 10 metros de profundidade.

As evidências na região de Ilha Grande (RJ) e Arraial do Cabo (RJ) suportam a hipótese de que *T. coccinea* encontra-se adaptada às áreas estudadas com grande possibilidade de se expandir para outros locais da costa brasileira. Apresenta-se como real perigo de competição com outras espécies nativas (FERREIRA et. al., 2004).

5.9.7.2. *Stereonephthya* aff. *curvata*

Há suspeita de *S. aff. curvata* ter sido introduzida via incrustações em plataformas de petróleo já que frequentemente tem sido reportada incrustando plataformas da região sudeste e sul do país, bem como em outras regiões do mundo (FERREIRA et al., op. cit.)

Seus ambientes preferenciais de invasão são marinho costeiro e substrato não consolidado de áreas rasas. Esta espécie pode afetar, potencialmente, a biota de substratos inconsolidados e consolidados. No Brasil, foram verificadas, em experimentos, lesões em *Phyllogorgia dilatata*, *Mussismilia hispida* e *Palythoa caribaeorum* por contato com *Stereonephthya aff. curvata*. A ação alelopática de *S. aff. curvata* na competição por espaço com *P. dilatata*, octocoral conspícuo da região, levou a necrose e morte de seus tecidos. Ambas as estratégias de perpetuação ou expansão confirmaram o forte potencial invasor de *S. aff. curvata* permitindo pressupor que este coral constitui uma ameaça real como invasor (FERREIRA et al., op. cit.)

5.9.7.3. *Tubastraea tagusensis*

Seus ambientes preferenciais de invasão são marinho-costeiro e substratos consolidados naturais (costões rochosos) e artificiais. Há evidências de que esta espécie esteja competindo com organismos nativos no litoral sul do rio de janeiro, já que é reportado o alto poder competitivo de *T. coccinea* através de rápida reprodução assexuada e o potencial químico de competição deste gênero. Compete diretamente com o Coral-Cérebro da espécie *Mussismilia hispida*, que é nativo da região (FERREIRA et al., op.cit.).

Parece pouco provável que gametas ou plânulas deste gênero possam sobreviver por muito tempo dentro de tanques de lastro, já que suas plânulas têm cerca de 3 a 14 dias de viabilidade antes do assentamento.

5.10. Parâmetros ambientais do estuário e área do porto

5.10.1. Precipitação Pluviométrica (mm)

Os dados foram obtidos através das médias mensais de precipitação pluviométrica em 2009, registrados pela estação meteorológica de Porto de Galinhas – PE (Fig. 9) e evidenciaram um padrão sazonal típico da região, com dois períodos distintos: o período chuvoso, que se estende do mês de março a agosto, e o período de estiagem, que compreende os meses de setembro a dezembro.

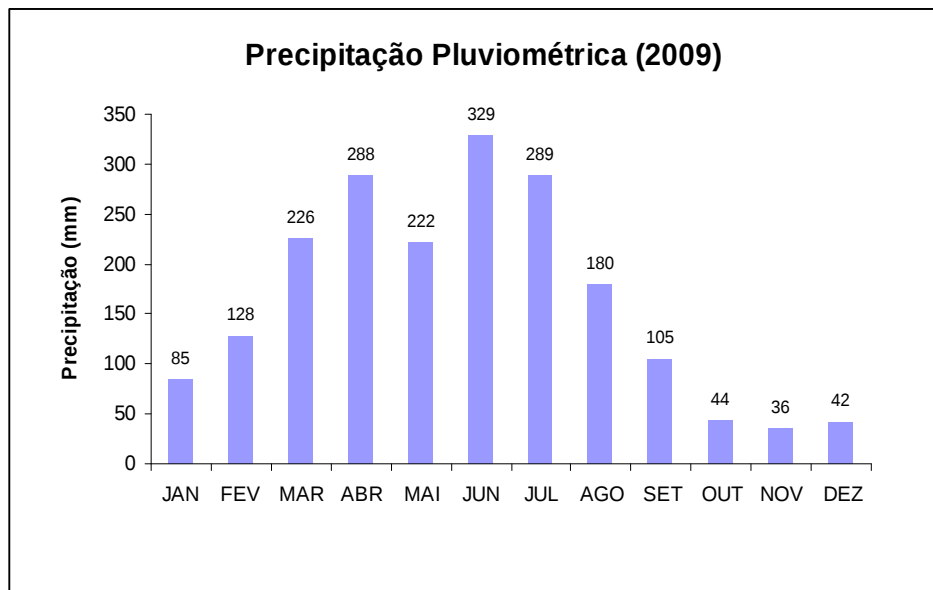


Figura 9 - Precipitação pluviométrica (mm) no ano de 2009, período do estudo, registrada pela Estação Meteorológica de Porto de Galinhas-PE (fonte: ITEP/LAMEPE).

5.10.2. Altura das Marés (m)

De acordo com as Tábuas de Marés, durante o ano de 2009 registraram-se, na baixa-mar, o valor mínimo de 0,1m, no mês de julho, e o máximo de 0,4m, em novembro, enquanto, na preamar, o valor mínimo foi de 2,1m, nos meses de setembro e novembro, e o máximo de 2,3m, nos meses de julho e outubro (Fig. 10).

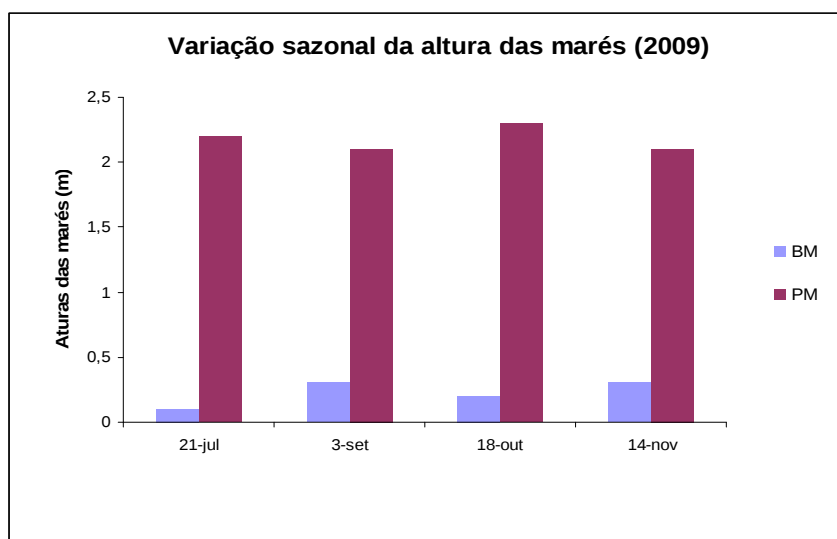


Figura 10 - Variação sazonal das alturas das marés (m) no Porto de Suape (PE), nos dias das coletas.

5.10.3. Profundidade Local (m)

A profundidade local nas estações de coleta variou ao longo do período estudado em função da topografia do fundo e da altura das marés, registrando-se profundidade mínima de 1,5m, em outubro, durante a baixa-mar, na estação E1, e máxima de 21m, em julho, na estação E6, na preamar. A amplitude foi de 18,5m e a média de profundidade, de 8,55m (Fig. 11).

A variação de profundidade entre as estações de coleta não foram comparadas. As profundidades entre as estações E1, E2 e E3 foram semelhantes (média de 3,6m), já que elas estão locadas no encaminhamento do leito do Rio Massangana. Dois valores dispersos da média (9,4 e 7,7m), na baixa-mar, deveram-se ao tempo de amostragem ultrapassar o período ideal de coleta.

No período de estiagem a estação de coleta E4 apresentou profundidades maiores que no período de cheia em função da proximidade com a desembocadura dos rios Tatuoca e Massangana e sofrerem influencia do volume de água do mar aberto e suas marés.

Na estação de coleta E5 os valores altos de profundidade são em função da realização de forte dragagem para permitir a construção dos cais 4 e 5 e servir de bacia de evolução para os navios nestes cais, assim como, o uso futuro do lançamento dos navios no mar, após construção, pelo Estaleiro Atlântico Sul (previsão da EAS para 2010). As profundidades na estação de coleta E6 são semelhantes às da E5 por ser notoriamente utilizada para atracação e bacia de evolução dos navios em movimentação nos píeres PGL-1, PGL-2 e Cais CMU.

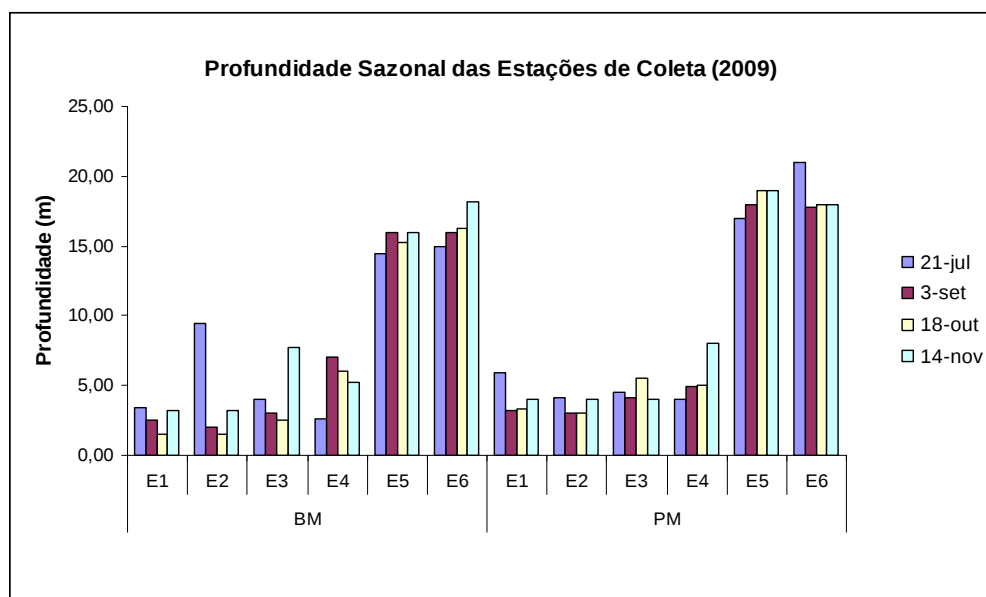


Figura 11 - Variação sazonal da profundidade (m), nas estações de Coleta (E1 a E6) na região estuarina e área do porto de Suape (PE), durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM).

5.10.4. Transparência da Água (m)

Os valores de transparência da água resultantes da profundidade de desaparecimento do disco de Secchi variaram de 0,40 a 5,00m. O valor mínimo foi registrado no mês de julho, em todas as estações de coleta e marés, e o máximo, no mês de outubro, durante a preamar, na estação E4. A amplitude, portanto, foi de 4,60m e a média de 1,35m (Fig. 12).

A estação de coleta E5 apesar de apresentar profundidades semelhantes à estação E4 (área de píer para movimentação de navios) os valores de transparência do disco de Secchi são equivalentes às estações E1, E2 e E3, área de maior influência de mangue. Pode-se inferir que as recentes dragagens nessa área, com movimentação de solo de manguezais e revolvimento do fundo, têm causado aumento de matéria orgânica e sólidos em suspensão na coluna d'água reduzindo a transparência da água.

As estações de coleta E4 e E6 apresentaram valores de transparência, respectivamente E4 (5m; PM; 18/10); (3,5m; PM; 03/09) e E6 (3m; PM; 03/09); (2,7m; PM 18/10) muito acima das outras estações, claramente explicado em função destes pontos estarem próximos ao mar aberto e em período de estiagem.

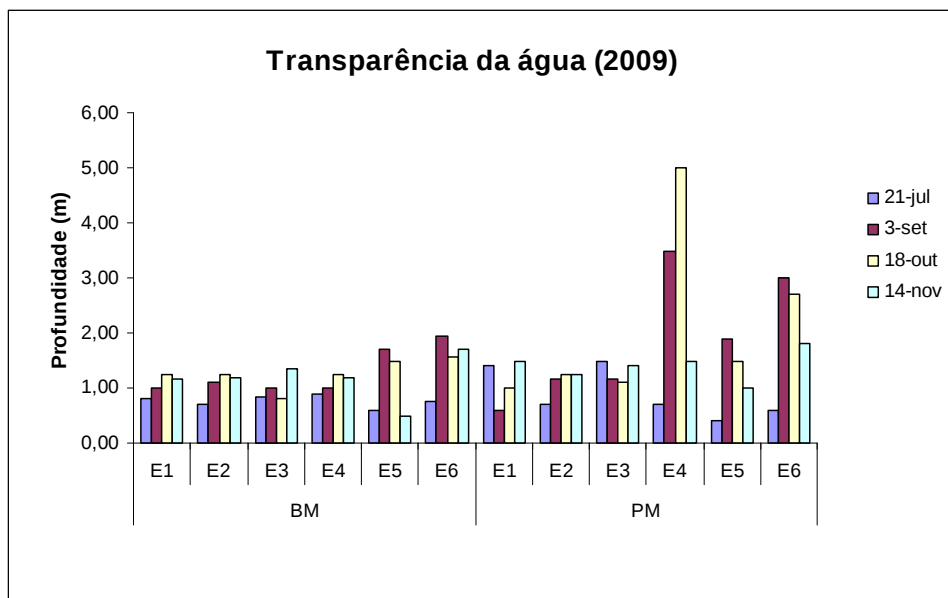


Figura 12 - Variação sazonal da transparência da água (disco de Secchi), nas estações de Coleta (E1 a E6) na região estuarina e área do porto de Suape (PE), durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM).

5.10.5. Temperatura da Água (°C)

O valor médio da temperatura da água registrado durante o período de estudo foi de 27,3°C, com uma amplitude térmica da ordem de 2,5°C. A temperatura mínima foi de 26,5°C, registrada no mês de novembro, na baixa mar. Todos os pontos de coleta apresentaram valores aproximados da média.

Analisando-se a figura 13, observa-se que os valores registrados da temperatura da água mostraram uma irrelevante variação sazonal, em que os valores mais baixos foram registrados no mês de julho (período chuvoso) e os mais elevados, no mês de novembro (período de estiagem).

Com relação à variação espacial, não houve diferenças importantes entre os pontos de coleta; este padrão foi evidenciado também no sentido superfície/fundo, indicando não haver estratificação térmica (Fig. 13).

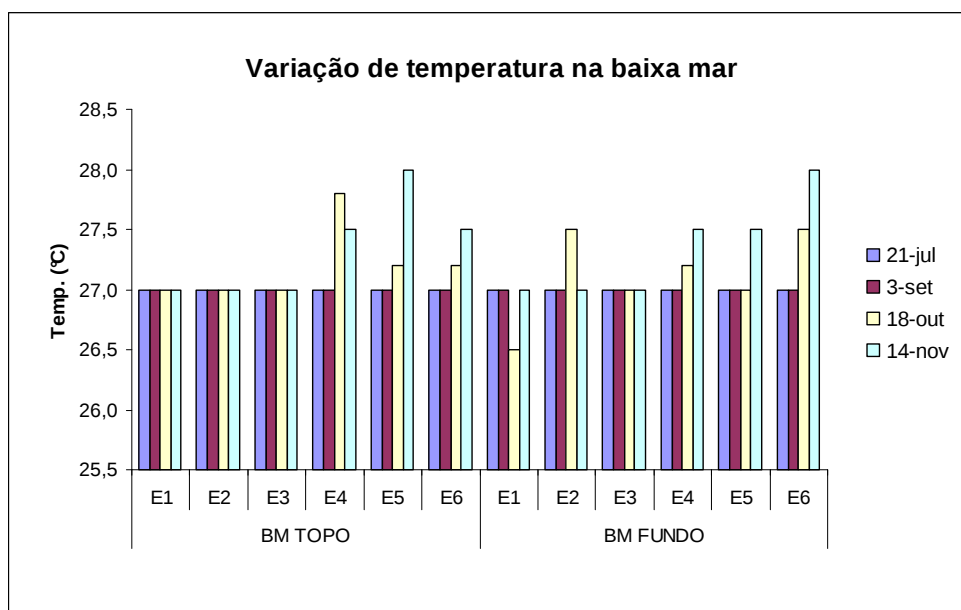


Figura 13 - Variação sazonal e espacial da temperatura da água (°C), no estuário durante a baixa-mar (BM).

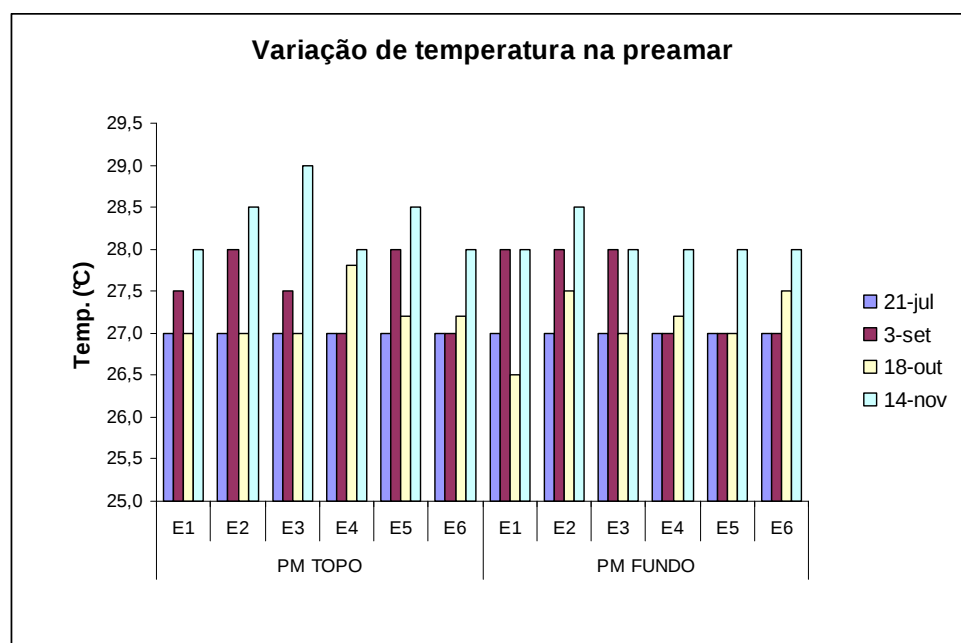


Figura 14 - Variação sazonal e espacial da temperatura da água (°C), no estuário durante a preamar (PM).

5.10.6. Salinidade

Os valores de salinidade variaram de 23 a 39, na baixa-mar com uma média de 33. O valor mínimo foi registrado na estação E1 no período de chuvas (3 de setembro), na superfície, durante a baixa-mar, e o máximo, na estação E1 no

período de estiagem (18 de outubro) durante a baixa-mar, na camada de superfície (Fig. 15). Foi observada uma amplitude espacial de salinidade 15 (de 23 a 38), no período de chuvas.

Os valores de salinidade se apresentaram mais elevados durante o período de estiagem, sem diferenças espaciais relevantes entre as estações E1 a E6. Não foram observadas diferenças relevantes de salinidade na coluna d'água mesmo nas maiores profundidade das estações E4, E5 e E6. (Fig. 15).

Com relação à variação espacial, observaram-se diferenças que definem um gradiente decrescente da estação E6 (mais perto do mar) para a estação E1 (rio acima) tanto na camada superficial como na de fundo, nos dois regimes de marés, apenas no período de chuvas. No período de estiagem não foram observadas essas diferenças possivelmente em função do pouco volume de água dos rios, favorecendo a intrusão salina (Fig. 16).

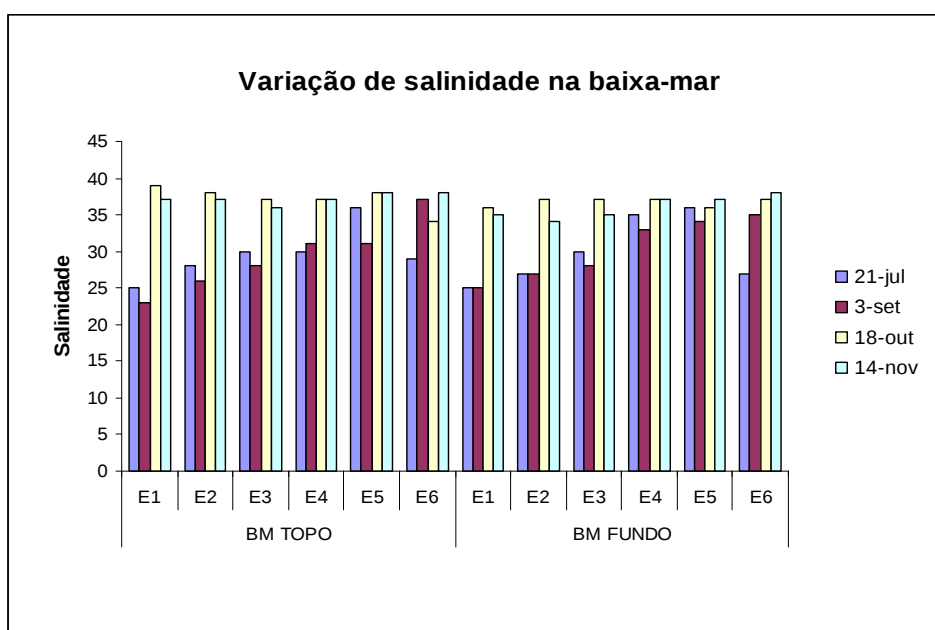


Figura 15 - Variação sazonal e espacial da salinidade da água durante a baixamar (BM) nas camadas de topo e de fundo nas estações de E1 a E6.

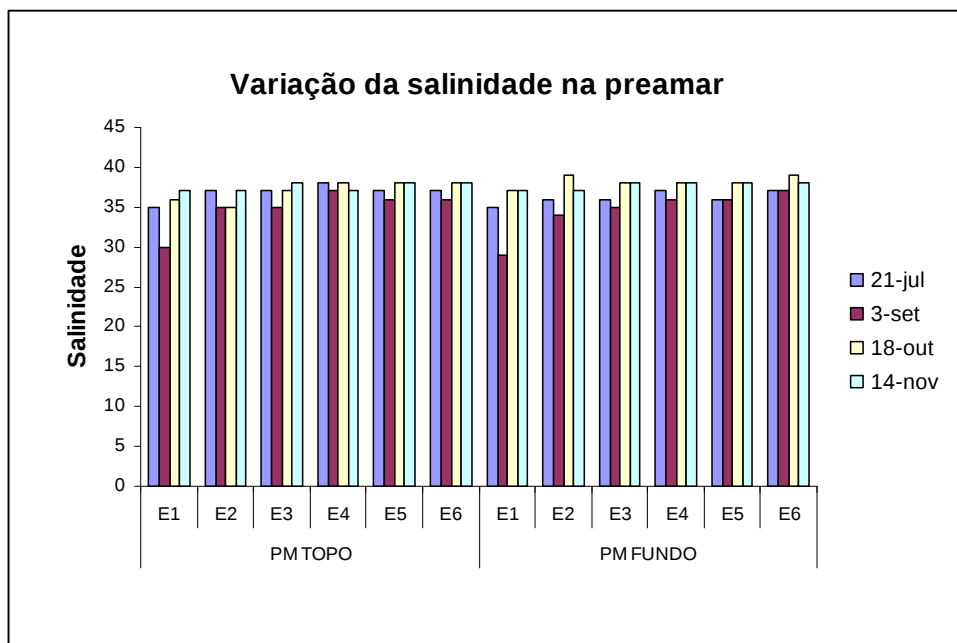


Figura 16 - Variação sazonal e espacial da salinidade da água durante a preamar (PM) nas camadas de topo e de fundo nas estações de E1 a E6.

5.10.7. Biomassa Fitoplanctônica (mg.m^{-3})

Os valores de clorofila *a* variaram de um mínimo de $0,26\text{mg.m}^{-3}$, registrado em outubro de 2009, na estação de coleta E5, na preamar, e um máximo de $9,59\text{mg.m}^{-3}$, em setembro de 2009, na estação de coleta E2, na preamar. A concentração média para o período de estudo foi de $2,09\text{mg.m}^{-3}$ (Fig. 16).

Espacialmente não foram observadas diferenças importantes nos valores de biomassa entre as estações de coleta. Foram observados valores maiores, em relação à média, nas estações E2 e E4. No dia 3 de setembro estação E2 ($9,59\text{mg.m}^{-3}$) e E4 ($2,09\text{mg.m}^{-3}$) na preamar e 18 de outubro na estação E2 ($5,36\text{mg.m}^{-3}$) e E4 ($5,16\text{mg.m}^{-3}$) na baixa-mar.

No período chuvoso, coleta de 21 de julho, houve valores de biomassa maiores nas baixa-mares. A concentração média durante a baixa-mar foi de $2,85\text{mg.m}^{-3}$ enquanto na preamar a média foi de $1,18\text{mg.m}^{-3}$ para o mesmo dia de amostragem.

Ainda no período chuvoso, coleta de 3 de setembro, houve valores de biomassa maiores nas preamares. A concentração média durante a baixa-mar foi de $2,05\text{mg.m}^{-3}$ enquanto na preamar a média foi de $4,62\text{mg.m}^{-3}$ para o mesmo dia de amostragem.

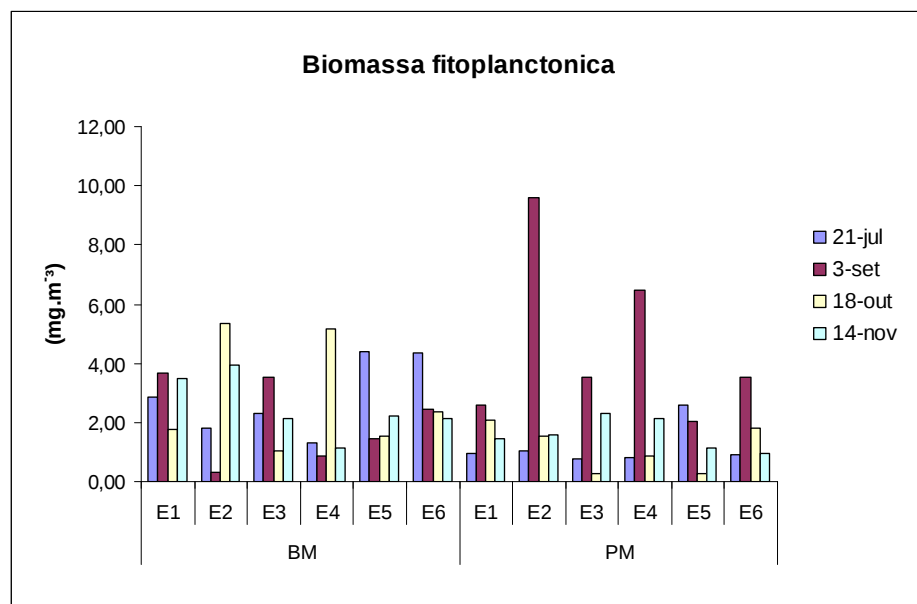


Figura 17. Variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctonica, no estuário de Suape, durante a baixa-mar (BM) e a preamar (PM) nas estações de coleta de E1 a E6.

5.11. Gestão ambiental de bioinvasores em portos brasileiros

5.11.1. Programa Globallast

A Organização Marítima Internacional (IMO), o Fundo para o Meio Ambiente Global (GEF), e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Estados Membros e a indústria do transporte marítimo uniram-se para ajudar outros países menos desenvolvidos no combate ao problema da água de lastro. O título deste projeto foi "*Remoção de Barreiras para a Implementação Efetiva do Controle da Água de Lastro e Medidas de Gerenciamento em Países em Desenvolvimento*" comumente conhecido como Programa Global de Gerenciamento de Água de Lastro - GloBallast. O Programa definiu portos em países localizados nas principais regiões do mundo, conforme figura 18 e o Porto de Sepetiba (RJ) foi escolhido para participar do Programa, representando Brasil. Os estudos de casos desenvolvidos nesses países serviram de ponto de partida para demonstrar as dificuldades e experiências de sucesso na gestão do problema (LEAL NETO; JABLONSKI, 2004).

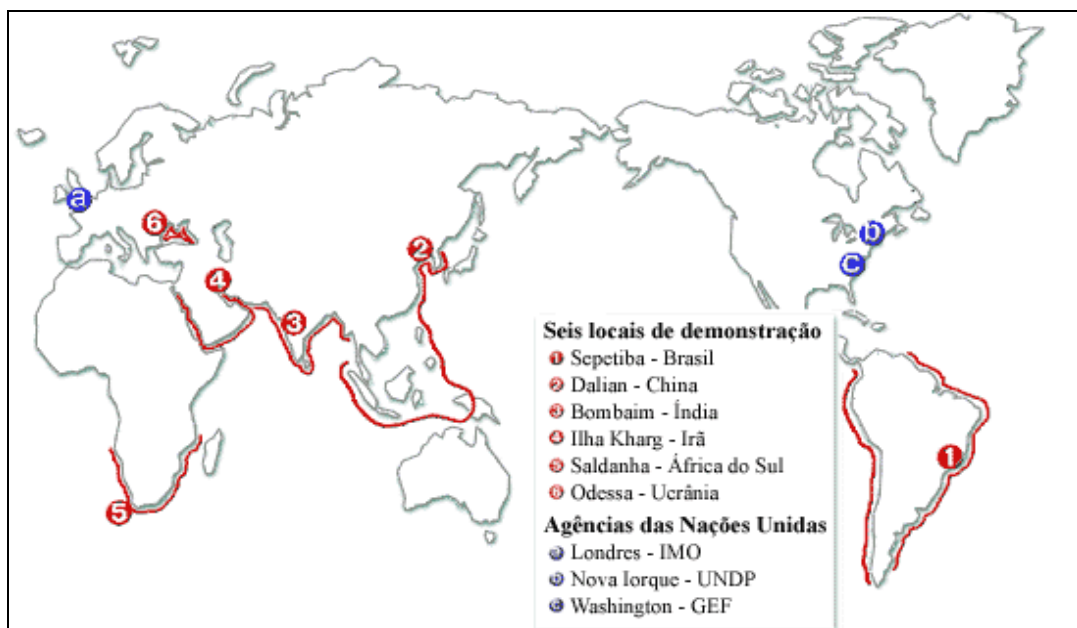


Figura 18 – Portos participantes do Programa Globallast. (1) Porto de Sepetiba, RJ, Brasil. (Fonte, IMO)

Sempre que um desses Portos se desenvolve no programa, as informações são replicadas para as demais regiões. As lições aprendidas nos locais de demonstração iniciais foram de grande valor no progresso do gerenciamento da água de lastro e na redução do deslocamento de espécies marinhas indesejáveis em cada região. O Programa proveu mecanismo de assistência técnica contínua para os países em desenvolvimento. A continuidade do projeto se dará por meio de uma unidade específica na IMO, após a conclusão do projeto GEF/UNDP/IMO. Isso será estruturado sobre os fundamentos conduzidos pela Unidade de Coordenação do Programa. Os objetivos de desenvolvimento gerais do Programa são:

- reduzir a transferência de espécies marinhas nocivas via água de lastro dos navios;
- implementar as diretrizes da IMO sobre água de lastro; e
- preparar para a implementação da nova Convenção de Água de Lastro da IMO.

5.11.2. Projeto ALARME

No Porto de Paranaguá foi desenvolvido o Projeto ALARME, financiado pelo FNMA/MMA – Fundo Nacional de Meio Ambiente, e desenvolvido pela UFPR, Instituto Oceanográfico da USP e UNIVALI. Esse programa estabelece sistemática de vigilância ambiental de água de lastro, através de plano de manejo e inspeção permanente nos navios. O Plano foi estruturado em três etapas:

- estudo de organismos planctônicos na Baía de Paranaguá sobre taxonomia, ecologia, biogeografia e determinação de ecotoxicidade e efeitos nocivos à saúde humana;
- amostragens de água de lastro de navios atracados no porto de Paranaguá e levantamento das características do Porto;
- elaboração de risco ambiental de cada navio assim como o risco reverso – risco de levar espécies para outros portos (FERNANDES et al., 2004).

O Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná desenvolveu o projeto ALARME, financiado pelo Fundo Nacional de Meio Ambiente do Ministério do Meio Ambiente, cujos objetivos foi o de proceder aos diagnósticos físico (temperatura), químico (salinidade) e biológico (Plâncton) da água e sedimentos de lastros dos navios que atracam no Porto de Paranaguá e Antonina, associado ao diagnóstico do plâncton da baía de Paranaguá e Antonina. Estes diagnósticos são fundamentais, para desenvolver plano de manejo de água de lastro, segundo recomendações do programa Globallast. É importante ressaltar que a principal recomendação da IMO para prevenir a bioinvasão de espécies exóticas por água de lastro tem sido a troca oceânica.

5.11.3. Gestão de Água de Lastro no Porto de Antonina (PR)

Com objetivo diagnosticar e Informar para Prevenir a Bioinvasão por Água de Lastro e evitar as invasões biológicas por água de lastro de navios na baía de Antonina (PR) em parceria com a Universidade Federal do Paraná (Departamento de Botânica – Projeto ALARME – e a Associação de Defesa do Meio Ambiente e do

Desenvolvimento de Antonina (ADEMADAN), foi implantado o Projeto ÁGUA DE LASTRO na empresa. Especificamente o Projeto visava os seguintes objetivos:

- coletar amostras de água de lastro nos navios atracados nos Terminais Portuários da Ponta do Félix S.A., com a finalidade de verificar se o comandante de navio seguiu a recomendação da IMO para a troca oceânica e identificação de espécies invasoras nos tanques amostrados;
- controlar documentalmente e por diagnóstico de salinidade a realização da troca oceânica dos navios atracados nos terminais da empresa;
- desenvolver projetos de educação ambiental para a conscientização dos comandantes de navios e comunidade portuária enfatizando a importância da troca oceânica como medida preventiva, assim como educação ambiental com a população de Antonina sobre o problema da bioinvasão por água de lastro.

A primeira fase do projeto consistiu em coletar amostras de tanques de lastro de navios atracados nos Terminais Portuários da Ponta do Félix S.A. para análises qualitativas e quantitativas. Estas amostras foram analisadas no Departamento de Botânica da UFPR.

A segunda parte do projeto consistiu da análise documental da realização da troca oceânica, através do preenchimento de um formulário contendo questionamentos sobre a procedência do navio e posição geográfica do último lastramento aos comandantes dos navios. Foi iniciado também um trabalho de educação ambiental incluindo três fases:

- educação ambiental para os comandantes dos navios, através da entrega de folders educativos evidenciando a importância da troca oceânica para a prevenção da bioinvasão por água de lastro;
- educação ambiental para a população de Antonina, através de palestras educativas e distribuição de folders sobre o tema;
- educação Ambiental para a comunidade portuária, através de treinamentos para agentes multiplicadores e distribuição de folders educativos.

5.11.4. Parceria para prevenção da Bioinvasão em Ponta do Félix (PR)

Foi instalado nos Terminais Portuários da Ponta do Félix um laboratório de ensino, pesquisa e extensão para o controle da bioinvasão por água de lastro.

O objetivo inicial da parceria entre a Ponta do Félix e o projeto ALARME foi o de averiguar se os comandantes de navios realmente procediam à troca oceânica, conforme a recomendação da IMO (Res. 868/20 e Convenção Internacional). Para tal, orientados pelos pesquisadores do projeto ALARME, o Departamento de Meio Ambiente do porto desenvolveu procedimentos de coleta de amostras nos tanques de água de lastro e desenvolveu procedimentos de controle documental da troca oceânica, cuja meta foi a de atingir todos os navios que atracassem nos berços dos Terminais Portuários da Ponta do Félix.

As amostras apenas eram coletadas nos navios preparadas no terminal e encaminhadas para o laboratório do Departamento de Botânica onde eram analisadas, feito os relatórios os resultados eram discutidos com a equipe do projeto Água de Lastro.

Das amostras analisadas, foram encontradas diversas espécies exóticas e foi constatado que embora o comandante registre no formulário recomendado pela IMO as coordenadas da troca oceânica em seus tanques, nem sempre as faz ou não as faz em todos os tanques do navio.

Esta realidade é mais frequente e fácil de verificação através do diagnóstico químico (salinidade), principalmente em tanques de navios cuja origem são da Argentina ou Uruguai - região de risco para a bioinvasão do mexilhão dourado na Baía de Antonina – já que a salinidade da água destes portos é baixa. Na recomendação da IMO, os navios de cabotagem (que navegam pela costa oceânica entre os portos do país) não são obrigados a se afastarem 200 milhas para procederem à troca oceânica, de forma que tal medida preventiva não se aplica a estes casos.

Embora a salinidade seja um indicador para diagnosticar a troca oceânica (quando as análises resultarem em menos de 35), não é um indicador seguro para avaliar se houve a troca oceânica uma vez que existem áreas costeiras em que a salinidade é alta. Neste caso, para certificar-se sobre a troca oceânica, o correto seria completar o diagnóstico com a análise qualitativa, que é um procedimento rápido de confirmação. Para tal, é preciso contar com laboratório e equipe

qualificada na região portuária para fazer as coletas das amostras e analisá-las em tempo de tomar as medidas preventivas necessárias.

As áreas de risco em termos de origem da água de lastro para a baía de Antonina são aquelas cuja salinidade é baixa, uma vez que em função dos inúmeros rios de drenagem da Serra do Mar que deságuam na baía através das bacias hidrográficas diminui consideravelmente a salinidade da Baía (a média é de 9 à 12). A salinidade desta baía, em tempos de chuvas intensas pode chegar à zero.

Tornou-se imperiosa a necessidade de desenvolver um trabalho de educação ambiental com os comandantes, agências marítimas e mesmo armadores para conscientizá-los sobre a importância e necessidade da troca oceânica como medida preventiva para preservação da biodiversidade da baía de Antonina e segurança da saúde pública.

A proposta pedagógica da educação ambiental é diferenciada conforme o público que visa atingir. O conteúdo do folder que é entregue para os comandantes de navios que atracam na Ponta do Félix informa ao comandante sobre o ambiente que está ancorando o navio; sua riqueza e fragilidade ecológica; os riscos de bioinvasão e impactos ambientais associados; e enfatiza a importância da troca oceânica para a preservação da biodiversidade e qualidade de vida da população.

Também foi desenvolvido material pedagógico diferenciado para o trabalho de conscientização com a população através da qualificação de agentes multiplicadores do município de Antonina: lideranças das escolas, igrejas, sindicatos e associações. O conteúdo deste material tem por objetivo informar a população sobre o problema e também é debatido em programas de rádio (Rádio AM Serra do Mar de Antonina) coordenado pela ADEMADAN.

5.11.5. Projeto Xô Mexilhão na Baía de Antonina (PR)

A bioinvasão desta espécie nestes países teve sua origem na falta de consciência de um ou mais comandantes de navios sobre a importância da troca oceânica para prevenir a bioinvasão.

Em função das características de sua geografia, a baía de Antonina - litoral norte do Paraná - sofre a influência das diversas microbacias de drenagem, sendo que em períodos de chuvas a salinidade pode chegar à zero, criando um ambiente propício à bioinvasão do mexilhão dourado, na medida em que muitos dos navios

procedentes de áreas de risco deslastram no Porto de Antonina sem fazerem à troca oceânica. Outros riscos de bioinvasão estão envolvidos através da piscicultura (alevinos e matrizes adquiridos em áreas de risco) e o que é mais difícil de controlar: a pesca amadora, profissional (ADEMADAN, op. cit.).

Para prevenir a invasão desta espécie exótica na baía de Antonina faz-se necessário criar uma rede de parceria, diagnóstico, monitoramento das atividades de risco (porto/navio, piscicultura e pesca) e educação ambiental de forma diferenciada, conforme as categorias de atores e cenários no contexto global da bioinvasão de espécies exóticas. Sobretudo educação ambiental para conscientizar comandantes de navios sobre a importância da recomendação de realizarem a troca oceânica.

Esta é a metodologia que fundamenta o projeto Xô Mexilhão, enquanto proposta de manejo para prevenir contra a invasão do mexilhão dourado na baía de Antonina, proposto pela ADEMADAN e rede de parceria para ser financiado pelo Ministério do Meio Ambiente.

A rede de parceria integra a iniciativa privada: Itaipu Binacional, através de repasse técnico-científico; Terminais Portuários da Ponta do Félix, implantação e avaliação de procedimentos de controle contra a bioinvasão por água de lastro; instituições acadêmicas através de linhas de pesquisa: Doutorado de Desenvolvimento e Meio Ambiente da UFPR e Programa de Gestão Sócio-Ambiental Portuária das Faculdades Integradas Espírita/Campus de Antonina; instituição de serviços e pesquisa como o SIMEPAR; instituições governamentais do município, estado e federal: IBAMA, IAP, EMATER, Prefeitura Municipal de Antonina e organizações do terceiro setor: Colônia de Pescadores, Associações de Bairros, de Igrejas Evangélicas e Sindicatos. Sendo que a continuidade deste projeto dar-se-á através da linha de pesquisa de Água de Lastro do programa de pós-graduação de Gestão Sócio-Ambiental Portuária.

6. DISCUSSÃO

Uma série de fatores ecológicos regula a estrutura da comunidade fitoplanctônica na região estuarina e um deles está atrelado à descarga fluvial e ao fluxo e refluxos da maré, regulando a salinidade, a disponibilidade de nutrientes, as variações de temperatura, a turbidez, da transparência, bem como da entrada de poluentes no ambiente (HONORATO DA SILVA, 2009).

A extensão das variações espacial e temporal destas comunidades pode ser alterada por sazonalidades, alterações dos parâmetros hidrológicos de origem antrópica ou naturais como descargas fluviais ou aumento da pluviometria. Muitos estudos têm referenciado a precipitação pluviométrica como controladora da distribuição e abundância do fitoplankton, do padrão sazonal em águas costeiras (HONORATO DA SILVA et al., 2009).

A dinâmica da maré e a salinidade foram, dentre os parâmetros analisados, os que mais influenciaram na variação dos dados coletados no estuário de Suape. O regime de maré e a salinidade, em ecossistemas costeiros, interferem nos diversos fatores ambientais, como também na distribuição dos organismos, principalmente dos que habitam a coluna de água. O aumento da salinidade promove a introdução de espécies eurialinas podendo, nesse caso, causar modificações na estrutura das comunidades (HONORATO, 2009).

De acordo com Grego et al. (2004) e Leão et al. (2008) em seus trabalhos no estuários do rio Timbó-PE e estuário do rio Igarassu-PE, respectivamente, constataram a importância do ciclo de maré na renovação da água através do fluxo e refluxo marinho e uma correlação direta entre a maré, a salinidade e a transparência da água, segundo os autores, favoreceu a introdução de espécies fitoplanctônicas neríticas e oceânicas no ambiente. Essa constatação indica a possibilidade do grande risco de introdução de espécies exóticas através dos vetores água de lastro e incrustação no estuário de Suape.

A salinidade atua de diferentes maneiras na ecologia dos estuários, constituindo a principal gradiente de distribuição das populações, tendo a intensidade do fluxo limnético como o segundo fator regulador. Em estudo realizado no complexo estuarino de Cananéia-SP Matta e Flynn (2008) concluíram que as espécies fitoplanctônicas sofrem influência direta da oscilação de salinidade,

formando nos extremos da área estudada comunidades distintas (ATTRILL; RUNDLE, 2002; MATTA; FLYNN, 2008).

As áreas estuarinas costumam apresentar reduzida transparência da água em função de ambientes pouco profundos, controlados pela descarga fluvial e pelo fluxo e refluxo das marés. No estuário de Suape, a baixa profundidade identificada nas estações de coleta E1 e E2, o fluxo hídrico e a pluviometria, foram os fatores naturais que condicionaram as variações na transparência da água. Na estação E5 as atividades antrópicas de dragagem e movimentação de embarcações de grande porte contribuíram para a redução da transparência contribuindo, dessa forma, para a diminuição da transparência da água, reduzindo a produção fitoplanctônica.

A tendência de valores de biomassa fitoplanctônica mais elevada durante o período de estiagem ou a preamar é estabelecida por ambientes que já demonstram sofrer forte ação antrópica favorecendo uma maior diluição e transparência da água, resultando, conseqüentemente, em um melhor desenvolvimento fito planctônico (GREGO et al., 2004).

Segundo estudo realizado por Sylvester et. al. (2005) no estuário do rio Paraná e estuário do rio La Plata que inclui as espécies *Limnoperna fortunei*, *Dreissena polymorpha* e *Corbicula fluminea* as taxas de filtração e crescimento estão associadas ao aumento de temperatura da água.

Há uma lista de espécies marinhas exóticas invasoras ou potencialmente invasoras descritas para o estado de Pernambuco. São descritas como exóticas invasoras na costa brasileira através dos vetores água de lastro e bioincrustação. Por ausência estudos mais detalhados que possam comprovar o estabelecimento dessas espécies, a origem e vetores da bioinvasão, consideramos apenas *M. Leucophaeta* e *A. reticulatus* (CEPAN, 2009).

A espécie invasora *Isognomon bicolor* tem distribuição geográfica no Brasil nos estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina embora a sua invasão registrada através dos vetores água de lastro e bioincrustação só foi identificada em área portuária no estado do Rio de Janeiro (CEPAN, op cit.).

Nesse estudo foi identificado o seu habitat como sendo poças de maré no supralitoral e até sete metros de profundidade no infralitoral. Costões amplos no mesolitoral, banhados por ondas de baixo impacto e correndo subparalelas à superfície da rocha apresentam indivíduos densamente agregados, formando faixa

distinta. A semelhança desse ambiente assim como a sua faixa de salinidade, favorecem à bioinvasão no estuário de Suape por essa espécie (DOMANESCHI et al., 2002).

A espécie *Coscinodiscus wailesii*, diatomácia eurialina e euritêmica cresce em salinidades de 8 a 36 e temperaturas entre 1 e 28,5°C. No porto de Paranaguá essa alga foi encontrada em temperaturas que variavam de 20 a 28°C e salinidades entre 18,5 e 34. A alga foi mais abundante nos meses mais quentes do ano com alta densidade celular de 14.000cels.L⁻¹. Essa espécie identificada como invasora na área portuária de Santa Catarina pode encontrar também ambiente com concentrações semelhantes no estuário de Suape e com o auxílio dos vetores de bioinvasão em questão podem tornar-se invasora exótica deste porto.

A quebra dos recifes, para permitir a comunicação com o mar dos rios que desembocam na baía de Suape, modificou os ciclos das marés, assim como causou aumento na salinidade e os processos de sedimentação na área. Isso reduziu a transparência da água, fator fundamental para o desenvolvimento do fitoplâncton.

Segundo Pessoa et al. (2009) a entrada do fluxo marinho pela quebra dos recifes na baía de Suape não acrescentou aumentos importantes na salinidade. Isso permitiu que espécies costeiras neríticas e até oceânicas se estabelecessem neste novo ecossistema. Além disso, os estuários dos rios Massangana e Tatuoca são muito influenciados pela carga de efluentes industriais e impactos relacionados à dragagem que ocorre na região.

Várias espécies foram introduzidas ao longo da costa brasileira principalmente através dos vetores água de lastro e incrustação de cascos e estruturas navais. As espécies aqui descritas como bioinvasoras nos portos brasileiros podem ter sua distribuição geográfica modificada em função da dinâmica das operações e movimentações constantes das embarcações, e.g.: espécie introduzida no sudeste pode apresentar ocorrência nos portos do nordeste.

O Porto de Suape nos últimos dez anos vem experimentando um acréscimo significativo em suas instalações assim como o estabelecimento de grandes empreendimentos como a Refinaria Abreu e Lima e o Estaleiro Atlântico sul. Esses dois empreendimentos serão os grandes responsáveis por modificar a característica do porto.

A refinaria RNEST acrescentará um grande número de movimentações para exportação e o Estaleiro Atlântico Sul, com suas docagens e fabricação de embarcações. Isso fará com que os grandes vetores de introdução de espécies exóticas, - transporte de água de lastro e incrustação de casco -, causadoras de bioinvasão, incrementem fortemente, o risco de invasão de espécies, principalmente as já estabelecidas em outros portos da costa brasileira. Essas invasões podem causar grandes impactos com prejuízos a comunidades de pescadores, manutenção de equipamentos das indústrias, navegabilidade das embarcações, qualidade do fornecimento d'água potável para o porto e a população e perda de biodiversidade.

O Estaleiro Atlântico Sul (EAS) é um empreendimento que pode incrementar mais uma forma de introdução de espécies. Os estaleiros além de construírem embarcações e plataformas fazem também, um sem número de reparos docando embarcações que podem ser de diferentes países. Essa atividade acrescentará mais um aspecto na introdução de espécies exóticas através da limpeza de incrustações de cascos dessas embarcações e pernas de plataformas, assim como, a descarga de água de lastro da limpeza dos tanques, antes da docagem.

De uma forma geral as modificações realizadas na baía de Suape em função da construção do Complexo Portuário e a inclusão dos grandes novos empreendimentos, aqui citados, e associados a importantes vetores de introdução de espécies exóticas (água de lastro e bioincrustação), e forte influencia antrópica, a região objeto de estudo apresenta altíssimo risco de invasão de espécies exóticas através de grandes embarcações e plataformas de petróleo. Essas embarcações estarão prioritariamente envolvidas em operações de carga de derivados de petróleo, carga e descarga de contêineres, construção e reparo de grandes embarcações e plataformas.

7. CONCLUSÕES

- No levantamento das espécies exóticas invasoras através dos vetores água de lastro e bioincrustação apenas *M. leucophaeta* e *A. reticulatus* foram identificadas no estado de Pernambuco no Porto do Recife;
- Não foi identificado nenhum projeto ou programa de monitoramento de espécies exóticas invasoras ou potencialmente invasoras para os Portos do Recife e CIPS. Foi identificado apenas o atendimento a norma legal quando da entrega a vigilância sanitária o formulário preenchido com as informações de movimentação de água de lastro;
- Alguns programas de gestão e controle ambiental para as espécies exótica invasoras através de água de lastro e bioincrustação foram estabelecidos nos portos de Antonina e Paranaguá. No Rio de Janeiro, Porto de Sepetiba, o Programa Globallast representa o Brasil no Programa das nações unidas e pode servir de centro de informações no estabelecimento de um programa de gestão para o CIPS e Porto do Recife;
- Foram elaborados quatro mapas temáticos com distribuição das espécies exóticas identificadas como invasoras nos principais portos brasileiros. Estão ilustradas (17) dezessete espécies com grande potencial invasivo e de significativo potencial impacto ambiental para o porto de Suape;
- A dinâmica das marés e a salinidade foram os parâmetros considerados nesse estudo com os mais relevantes para interferir nos fatores ambientais e distribuição de organismos. O aumento da salinidade pode promover a introdução de espécies eurialinas facilitando, dessa forma, uma provável invasão por espécies exóticas adaptadas a esses ambientes;
- A grande movimentação de navios e volumes gigantescos de carga de derivados de petróleo, a partir da refinaria RNEST, evidencia um acréscimo enorme no risco de descarga de água de lastro com relação direta na introdução de espécies através desse importante vetor;
- O início de operações de construção de navios no EAS e, brevemente, a realização de reparos em embarcações de grande porte associa a ao vetor de água de lastro a bioincrustação como mais outro importante vetor de introdução de espécies exóticas;

8. PERSPECTIVAS

Esse trabalho pode ser de grande valia como alerta e subsídio à gestão ambiental do CIPS ora em franco desenvolvimento. A ausência de medidas de prevenção, mitigação e de controle pode levar a custos elevadíssimos com a manutenção de equipamentos e embarcações não previstos nos custos operacionais desses empreendimentos.

A possível introdução de algumas espécies de reconhecido impacto ambiental em áreas estuarinas pode também causar impactos socioambientais sérios com impactos na atividade de pesca locais com perda ou dano de apetrechos de pesca além da perda de biodiversidade local.

É esperado um envolvimento de autoridades portuárias e do município, administração do Porto, empresas instaladas no CIPS e comunidades em programas como citados acima, como forma de prevenir esse importante aspecto que pode levar a impactos ambientais com danos severos a natureza e todos os envolvidos nas responsabilidades socioambientais inerentes a instalação de grandes empreendimentos.

Torna-se necessário realizar o levantamento da biodiversidade local e o seu monitoramento principalmente após o início das atividades dos novos empreendimentos considerados em análise nesse trabalho.

É recomendado que um projeto de monitoramento de espécies invasoras na região do porto seja realizado nos moldes dos programas realizados no Porto de Paranaguá e baía de Antonina no Paraná e orientações do Programa Globallast e legislação brasileira.

É recomendada a elaboração de um estudo de análise do risco de bioinvasão de acordo com técnica de avaliação desenvolvida pelo programa Globallast que resulta em coeficiente global de risco;

Um Programa de Gestão Ambiental deve considerar a conscientização da comunidade do entorno assim como todos os tripulantes das embarcações que venham operar no Porto.

As autoridades envolvidas precisam criar mecanismos efetivos de controle nas embarcações a exemplo do que é feito nas inspeções de saúde para a prevenção de doenças, e.g., febre amarela, hepatite, cólera.

Atualmente as operações que ocorrem no CIPS são de descarga, assim, a possibilidade de descarga intencional ou não de água de lastro é mínima em função da total carga das grandes embarcações. Alguns navios eventualmente realizam operações de carga e nesses casos se faz necessário atender a realização das inspeções a bordo, nos tanques de lastro, para identificar se houve ou não a troca oceânica.

9. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. P. **Análise da efetividade dos estudos ambientais: O caso do Complexo Industrial Portuário de Suape.** Dissertação, Eng. Civil, Recife, PE: UFPE, 2003.
- ALMEIDA, L. P.; LEAL, A. C. **Convenção Internacional para Controle e Gestão de Água de Lastro: Consequências para o Porto de Suape.** São Paulo, SP: Unisantos, 2005.
- ARCHER, R. M. B.; MORETTO, E. **Ocorrência de *Vibrio parahaemolyticus* em mexilhões (*Perna perna*, Linnaeus, 1758) de banco natural do litoral do município de Palhoça, Santa Catarina, Brasil.** Cad. Saúde Pública [online]. vol.10, n.3, pp. 379-386. 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação – referências – apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NRB 10520: informação e documentação – citações em documentos – apresentação Rio de Janeiro: ABNT, 2002b.
- ASTUDILLO, J. B. **La Realidad de Las Águas de Lastre em Chile:** Artigo em htm. Disponível em: <<http://www.ecoportal.net/nosotros>>. Acesso em 17 mai. 2009.
- ATTRILL, M. J.; RUNDLE, S. D. **Ecotone or ecocline:** ecological boundaries in estuaries. Estuarine, Coastal and Shelf Science, London, v. 55, p. 929-936, 2002.
- BARNES, D.K.A. **Invasions by marine life on plastic debris.** Nature 416: p. 808–809, 2002.
- BISBY F.A.; ROSKOV Y.R.; ORRELL T.M.; NICOLSON D.; PAGLINAWAN L.E.; BAILLY N.; KIRK P.M.; BOURGOIN T.; BAILLARGEON G. **Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2009 Annual Checklist.** Digital resource at www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2009/. Species 2000: Reading, UK, 2009.
- BRAGA, R. A. P.; MOURA, H. F.; DUARTE, M. T.. Impactos ambientais sobre a estrutura do manguezal de Suape. pp . 32-42. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. Departamento de Biologia Geral. Laboratório de Ecologia. **Projeto Avaliação de Impactos Ambientais em Zonas Estuarinas de Pernambuco.** Recife, 1989.
- BOALCH, G. T.; HARBOUR, D. S. **Unusual diatom off the coast of south-west England and its effect on fishing.** Inglaterra, Nature, p.687-688, 1977.
- CAP (CONSELHO DE AUTORIDADE PORTUÁRIA DO PORTO DE SUAPE). **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento.** Disponível em: <http://www.suape.pe.gov.br/pdf/planodedesenvolvimentoezoneamento.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2009.

CARLTON, J. T.; GELLER, J. B. **Ecological roulette**: the global transport of nonindigenous marine organisms. **Science** 261 (5117): 78-82, 2003.

CARLTON, J. T.; Transoceanic and inter-oceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. **Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.** V. 23, 1985.

CARQUEIJA, C. R. G. **Situação atual e impacto da introdução da espécie exótica *Charybdis hellerii*** (Decapoda, brachyura, Portunidae) **na costa da Bahia**. Resumos do I Congresso Brasileiro sobre crustáceos, EC-43-66.

CASTBERG, T.; TORGENSEN, T.; AASEN, J.; AUNE, T.; NAUSTVOLL, L. J.; **Diahrhoetic shellfish poisoning toxins in *Cancer pagurus*** Linnaeus, 1758 (Brachyura, Cancridae) **in Norwegian waters**, Sarsia, p.311-317, 2004.

CEPAN (CENTRO DE PESQUISAS AMBIENTAIS DO NORDESTE) 2009. **Contextualização sobre espécies exóticas invasoras**: dossiê Pernambuco. Recife.

CHAMP, M. A; LOWENSTEIN, F. L. **TBT - The dilemma of high-technology antifouling paints**. Oceanus, p.69-77, 1987.

CIPS (Complexo Industrial Portuário de Suape) 2009. Disponível em: www.suape.pe.gov.br/ acesso 12 dez. 2009

CONDEPE (Instituto de Desenvolvimento de Pernambuco) 1980. **Perfil fisiográfico das bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco**. Recife, v.1.

COSTA, H.R. **Notas sobre os Ascidiacea brasileiros. V. Subclasse Pleurogona**. Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 12 (5-6): p. 299-302, 1969.

CPRH (COMPANHIA PERNAMBUCANA DE RECURSOS HÍDRICOS) 1995 . **Relatório das indústrias e carga potencial, remanescente e equivalente da bacia do rio Ipojuca**. Recife, não paginado.

DOMANESCHI, O.; MARTINS, C. M. **Isognomon bicolor (C.B. Adams) (Bivalvia, Isognomonidae)**: primeiro registro para o Brasil, redescrição da espécie e considerações sobre a ocorrência e distribuição de Isognomon na costa brasileira, Revista brasileira de Zoologia. n.19, p. 611-627, 2002.

DHN (DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO) 2009. **Tábua de marés**. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/index.htm>. Acesso 12 jun. 2009.

DPC (DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS), 2005. **Gerenciamento da Água de Lastro de Navios NORMAM 20**. Disponível em: (<https://www.dpc.mar.mil.br/normam/normam20/frameNormam20.htm>). Acesso 16 set. 2005.

EAS (estaleiro Atlantico Sul) 2009. Disponível em: (<http://www.estaleiroatlanticosul.com.br/>). Acesso 12 dez. 2009

FERNANDES, M. A. A.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; MACÊDO, S. J. Fitoplâncton do estuário do rio Congo (Itapissuma, Pernambuco): Biomassa. In: **Congresso Nordestino de Ecologia**. Recife, Resumos, 1999.

FERNANDES, F. C.; RAPGNÃ, L. C.; BUENO, G. B.; Estudo da população do bivalve exótico *Isonomonon bicolor* (C. B. Adams, 1845) (Bivalvia, Isonomonidae) na Ponta da fortaleza em Arraial do Cabo - RJ. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Org.). **Água de Lastro e Bioinvasão**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Interciência, 2004.

FERREIRA, C. E. L.; GONÇALVES, J. E. A.; COUTINHO, R.; Cascos de navios e plataformas como vetores na introdução de espécies exóticas. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Org.). **Água de Lastro e Bioinvasão**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Interciência, 2004.

FUROYA, T. **Life cycle studies on the introduced spider crab *Pyromaia tuberculata*** (Lockington) (Brachyura, Magidae). Crab stage and reproduction, Journal of Crustacean Biology, 1996, p.77-91,1996.

GAMEIRO, C.; CARTAXANA, P.; CABRITAS, M. T.; BROTAS, F. **Variability in chlorophyll composition in an estuarine system**. *Hydrobiologia*, v. 525, p. 113-124, 2004.

GOLLASCH, S. **The importance of ship hull fouling as a vector of species introductions into the North Sea**. Biofouling 18: p.105–121, 2002.

GREGO, C. K. S. Distribuição Espacial e Sazonal da Composição e Biomassa Fitoplanctônica Correlacionadas com a hidrologia do Estuário do rio Timbó (Paulista, Pernambuco). 2004. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004. In: HONORATO DA SILVA, M. **Estrutura e produtividade da comunidade fitoplanctônica de um estuário tropical (Sirinhaém, Pernambuco, Brasil)**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2009.

HALL, S. J.; BASFORD, D. J.; ROBERTSON, M. R.; RAFFAELLI, D. G.; TUCK, I. **Patterns of ecolonoization and the importance of pit-digging by crab *Cancer pagurus* in a subtidal sand habitat**. Marine Ecology Progres Series, p.93-102, 1991.

HARRISON, P.L.; WALLACE, C. C. Reproduction, dispersal and recruitment of scleractinian corals. In: **Coral reefs**. Dubinsky Z, Elsevier Science, Amsterdam, p. 133–207, 1990.

HONORATO DA SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J. Z. O.; GREGO, C. K. S. Estrutura do fitoplâncton de um estuário tropical: Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 23, p. 1-14, 2009.

HONORATO DA SILVA, M. **Estrutura e produtividade da comunidade fitoplanctônica de um estuário tropical (Sirinhaém, Pernambuco, Brasil)**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2009.

HOSTIN, M. S.; FONTES, J.; AFONSO, P.; SERPA, N.; SAZIMA, C.; BARREIROS, J. P.; SAZIMA, I. **Pontos de encontros de peixes em alto mar**. Ciência Hoje, n. 31(183), p. 20-27, 2002.

IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS RENOVÁVEIS). **Geobrasil: Perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Disponível em: <<http://www2.ibama.gov.br/~geobr/geo2002.htm>>. Acesso em: 29 ago. 2009.

IMO (INTERNATIONAL MARINE ORGANIZATION). 1997. **Guidelines for the control and management of ships' ballast water to minimize the transfer of harmful aquatic organisms and pathogens**. Resolution A.868(20).

JC ON LINE. Aqui nascerá um estaleiro. Disponível em: http://www.jc.uol.com.br/jornal/2006/09/16/not_200321.php. Acesso em 15 out. 2006.

JOHNSON, L. E.; RICCIARDI, A.; CARLTON, J.T. **Overland dispersal of aquatic invasive species: a risk assessment of transient recreational boating**. Ecological Applications n.11, p.1789-1799, 2001.

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; MACEDO, S. J. **Impactos da construção do porto de suape sobre a comunidade fitoplanctônica no estuário do Rio Ipojuca (Pernambuco-Brasil)**. Acta Botânica Bras., 2002.

KURIS, A. M.; TORCHIN, M. E.; LAFFERTY, K. D. **Fecampia erythrocephala redicovered: prevalence and distribution of a parasitoid of the European shore crab, Carcinus maenas**. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, p.955-960, 2002.

LEAL NETO, A. C.; JABLONSKI, S.; O Programa Globallast no Brasil. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Org.). **Água de Lastro e Bioinvasão**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Interciência, 2004.

LEÃO, B. M. ; PASSAVANTE, J. Z. O. ; SILVA-CUNHA, M. G. G.; SANTIAGO, M. F. **Ecologia do microfitoplâncton do estuário do rio Igarassu, PE, Brasil**. Acta Botanica Brasilica, São Paulo, v. 22, p. 711-722, 2008.

MATTA, M. E. M.; FLYNN, M. N. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica no gradiente de salinidade do estuário de Cananéia – SP**. Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade, São Paulo, v.1, n. 1, p. 59-69, 2008.

MANSUR, M. C. D.; QUEVEDO, C. B.; SANTOS, C. P.; CALLIL, C. T.; Prováveis vias de introdução de *Limnoperna fortunei* (DUNKER, 1857) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) na bacia da laguna do Patos, Rio Grande do Sul e novos registros de invasão no Brasil pelas bacias do Paraná e Paraguai. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Org.). **Água de Lastro e Bioinvasão**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Interciência, 2004.

MARTINS, C. M. **Isognomon bicolor (C. B. ADAMS, 1945) (Bivalvia, Isognomidae): ocorrência nova, redescrição e anatomia funcional**. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

MARTINS JURAS, I. A. G., **Problemas causados pela água de lastro**. Consultoria Legislativa, Câmara Legislativa. Brasília, DF, 2003

MEDAUAR, O. **Constituição Federal**: Coletânea de Legislação de Direito Ambiental. São Paulo: Ed. Revista dos Tribunais, 2004.

MEDCOF, J. C.; Living Marine animals in ships' Ballast water. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Org.). **Água de Lastro e Bioinvasão**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Interciência, 2004.

MILLAR, R.H. **Some ascidians from Brazil**. Annals and Magazine of Natural History, London, 13: p. 497-514, 1958.

MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). As Diretrizes da IMO, 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sqa/projeto/lastro/resposta.html>>. Acesso em: 14 mar. 2008.

MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). **Espécies exóticas invasoras: Situação Brasileira**. Brasília, DF, 2006. 24 p.

NEUMANN-LEITÃO, S.; **Impactos antrópicos na comunidade zooplanctônica estuarina. Porto de Suape-PE-Brasil**. Tese Doutorado. Universidade de São Paulo, São Carlos, 1994.

PARSONS, T. R., STRICKLAND, J. D. H. **Discussion of spectrophotometric determination of marine plankton pigments, with revised equations of ascertaining chlorophyll a and carotenoids**. Journal of Marine Research, New Haven, v. 21, n. 3, p. 155-163, 1963.

PAULA, A. F. CREED, J. C. **Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil**: a case of accidental introduction. Bulletin of Marine Science 74: p. 175-183, 2004.

PERSICH, G. R. **Estudos sobre a fisiologia, genética e toxicidade do dinoflagelado *Alexandrium tamarens* (Lebour) Balech do sul do Brasil**. Rio Grande-RS, Universidade do Rio Grande, 2001.

PESSOA, V. T.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L.M.O.; SILVA, A. P; PORTO-NETO, F. F. Comunidade zooplanctônica na baía de Suape e nos estuários dos rios Tatuoca e Massangana, Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, Brasil, v.4, n. 1, p. 80-94, 2009.

PETROBRAS, Memorial Descritivo MD-5290.00-2000-940-PBL-002, AB-CR/RNE, **Logística de petróleo e derivados da refinaria do nordeste**. Recife, PE, 2009.

PETROBRAS. Disponível em: (<http://www2.petrobras.com.br/>). Acesso em: 14 set. 2009.

PETROQUIMICA SUAPE 2009. Disponível em: (<http://www.petroquimicasuape.com.br/>). Acesso 12 dez. 2009.

PETROQUISA. Disponível em: (<http://www.petroquisa.com.br/>). Acesso em: 14 set. 2009.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E.; **Biologia da Conservação**. Londrina, PR: Ed. Vida, 2002.

PROENÇA, L. A. O.; FERNANDES, L. F.; Introdução de microalgas no ambiente marinho: Impactos negativos e fatores controladores. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Org.). **Água de Lastro e Bioinvasão**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Interciência, 2004.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Guanabara Koogan, 6ª Ed., 2001.

ROCHA, R.M.; COSTA, L. V. G. **Ascidians from Arraial do Cabo, RJ, Brazil**. Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre, 95: p. 57-64, 2005.

ROCHA, R. M.; KREMER, L. P. **Introduced ascidians in Paranaguá Bay, Paraná, southern Brazil**. Revista Brasileira de Zoologia n. 22: p. 1170-1184, 2005.

RUPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva**. São Paulo, SP: Ed. Roca, 2005.

SILVA, J. S. V. et al.; Água de Lastro e Bioinvasão. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Org.). **Água de Lastro e Bioinvasão**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Interciência, 2004.

SIMÕES, M. B. **Contribuição para o conhecimento da fauna de Ascidiacea da Ilha de Boa Viagem, Niteroi, Rio de Janeiro** (Sistemática e Notas Biológicas). Dissertação de mestrado, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1981.

SOUZA, J. R. B.; ROCHA, C. M. C.; LIMA, M. P. R. **Ocorrência de bivalve exótico *Mytilopsis leucophaeta* (Conrad) (Mollusca, Bivalvia) no Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia, v. 22 n. 4, Curitiba, PR, 2005.

STENTIFORD, G. D.; EVANS, M.; BATEMAN, K.; FEIST, S. W. **Co-infection by a yeast-like organism in Hematodinium – infected European edible crabs *Cancer pagurus* and velvet swimming crabs *Necora puber* from the English Channel**. Diseases of Aquatic Organisms, p.195-202, 2003.

SYLVESTER, F.; DORADO, J.; BOLTOVSKOY, D.; JUAREZ, A.; CATALDO, D. **Filtration rates of the invasive pest bivalve *Limnoperna fortunei* as a function of size and temperature**. Hydrobiologia n. 534: p. 71–80, 2005.

TAVARES, M.; J.M. AMOUROUX. **First record of the non-indigenous crab, *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) from French Guyana (Decapoda, Brachyura, Portunidae)**. Crustaceana n. 76: p. 625-630, 2003.

TAVARES, M.; MENDONÇA, J. B.; Introdução de crustáceos decápodes exóticos no Brasil: Uma roleta ecológica. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Org.). **Água de Lastro e Bioinvasão**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Interciência, 2004.

TAYLOR, F. J. R.; FUKUYO, Y.; LARSEN, J.; HALLEGRAEFF, G. M. Taxonomy of harmful dinoflagellates. In: HALLEGRAEFF, G.M.; ANDERSON, D.M. & CEMBELLA, A.D. (eds.), **Manual on Harmful Marine Microalgae, Monographs on Oceanographic Methodologies**. Paris, Unesco, 2003.

UNESCO. **Determination of photosynthetic pigments in sea waters**. Report of SCOR/UNESCO working group 17 with meet from 4 to 6 june 1964, Paris: s.n., 1966. 69 p. (Monographys on Oceanology Methodology).

VILLAC, M.C.; FERNANDES, F.C.; JABLONSKI, S.; LEAL NETO, A.C. & COUTINHO, B.H. **Biota da área sob influência do Porto de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil**: Levantamento de dados pretéritos. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF. p. 79 , 2004.

YOUNG, P. S. **Establishment of an Indo-Pacific barnacle in Brazil**. Crustaceana, 56(2): P. 212-214, 1989.

10. ANEXOS

Anexo 1 - Localização dos principais portos brasileiros.

Anexo 2 - Espécies invasoras identificadas nos portos do nordeste.

Anexo 3 - Espécies invasoras identificadas nos portos do sudeste.

Anexo 4 - Espécies invasoras identificadas nos portos do sul.

