

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PORTO DO PECÉM

ÍNDICE

1	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	5
1.1	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	5
1.2	IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA	5
1.3	IDENTIFICAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL	6
2	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	8
2.1.1	<i>MEIO BIÓTICO E FÍSICO</i>	9
2.1.1.1	Área Diretamente Afetada (ADA)	9
2.1.1.2	Área de Influência Direta (AID)	9
2.1.1.3	Área de Influência Indireta (AII)	9
2.1.2	<i>MEIO SOCIOECONÔMICO</i>	9
2.1.2.1	Área Diretamente Afetada (ADA)	9
2.1.2.2	Área de Influência Direta (AID)	10
2.1.2.3	Área de Influência Indireta (AII)	10
2.2	MEIO FÍSICO	14
2.3	CLIMATOLOGIA E METEOROLOGIA	14
2.3.1	CLIMATOLOGIA	14
2.3.2	NORMAIS CLIMATOLÓGICAS	16
2.3.3	METEOROLOGIA	19
2.3.4	BRISA	19
2.3.5	ANÁLISE DE DADOS LOCAIS	21
2.4	OCEANOGRAFIA	25
2.4.1	CORRENTES MARINHAS E MASSAS D'ÁGUA	25
2.4.1.1	Correntes na Plataforma Continental	29
2.4.2	ONDAS	32
2.4.3	MARÉ E CORRENTES DE MARÉ	33
2.5	DINÂMICA SEDIMENTAR	34
2.6	GEOLOGIA E GEOQUÍMICA	41
2.6.1	GEOLOGIA REGIONAL	41
2.6.1.1	Complexo Ceará	41
2.6.1.2	Unidade Independência	41
2.6.1.2.1	Unidade Canindé	41
2.6.1.3	Grupo Barreiras	42
2.6.1.3.1	Fácies Leque aluviais	42
2.6.1.3.2	Fácies Fluvial Entrelaçada	42
2.6.1.3.3	Fácies Flúvio-lagunar	43
2.6.1.4	Depósitos Litorâneos de Praia e Campos de Dunas	43
2.6.1.4.1	Depósitos de praia	43
2.6.1.4.2	Depósitos de Dunas Móveis	43

2.6.1.4.3	Depósitos de Dunas Fixas	43
2.6.2	<i>GEOLOGIA E GEOQUÍMICA LOCAL</i>	45
2.7	GEOMORFOLOGIA	46
2.7.1	TABULEIROS	46
2.7.2	SUPERFÍCIES APLAINADAS DEGRADADAS	47
2.7.3	PLANÍCIES FLUVIAIS	47
2.7.4	CAMPOS DE DUNAS	47
2.8	RECURSOS HÍDRICOS	49
2.8.1	QUALIDADE DA ÁGUA	52
2.8.1.1	Temperatura	54
2.8.1.2	Salinidade	54
2.8.1.3	Potencial Hidrogeniônico (pH)	54
2.8.1.4	Oxigênio Dissolvido (OD)	54
2.8.1.5	Coliformes Termotolerantes	55
2.8.1.6	Demais Parâmetros	56
2.9	MEIO BIÓTICO	57
2.9.1	<i>ECOSSISTEMA MARINHO</i>	58
2.9.1.1	Comunidades Planctônicas	58
2.9.1.1.1	Fitoplâncton	58
2.9.1.1.1.1	Metodologia de campo	58
2.9.1.1.1.2	Metodologia de laboratório	59
2.9.1.1.1.2.1	Análise Quali-quantitativa de Microfitoplâncton	59
2.9.1.1.1.2.2	Índice de Diversidade Específica (bits/cel) e Equitabilidade	60
2.9.1.1.1.2.2.1	Densidade Fitoplanctônica	60
2.9.1.1.1.3	Caracterização	61
2.9.1.1.1.3.1	Composição Florística	61
2.9.1.1.1.3.2	Abundância Relativa	61
2.9.1.1.1.3.3	Frequência de Ocorrência	62
2.9.1.1.1.3.4	Diversidade Específica	64
2.9.1.1.1.3.5	Equitabilidade	64
2.9.1.1.1.3.6	Densidade Fitoplanctônica	64
2.9.1.1.2	Zooplâncton	65
2.9.1.1.2.1	Metodologia	66
2.9.1.1.2.2	Caracterização	66
2.9.1.1.2.2.1	Biomassa do Zooplâncton	67
2.9.1.1.2.2.2	Estrutura de Comunidades – Microzooplâncton	67
2.9.1.1.2.2.2.1	Biodiversidade	67
2.9.1.1.2.2.3	Estrutura de Comunidades - Mesozooplâncton	70
2.9.1.1.2.2.3.1	Biodiversidade	70
2.9.1.1.2.2.4	Estrutura de Comunidades – Macrozooplâncton	71
2.9.1.1.2.2.4.1	Biodiversidade	71
2.9.1.1.2.2.4.2	Abundância Relativa	71

2.9.1.1.2.2.4.3	Frequência de Ocorrência	71
2.9.1.1.2.2.4.4	Variação Quantitativa	72
2.9.1.2	Comunidade Bentônica	72
2.9.1.2.1	Endofauna da Zona de Praia	73
2.9.1.2.1.1	Metodologia	73
2.9.1.2.1.2	Caracterização	75
2.9.1.2.2	Endofauna da Região Subaquática	78
2.9.1.2.2.1	Metodologia	78
2.9.1.2.2.2	Caracterização	79
2.9.1.2.3	Epifauna e Macroalgas de Substrato Consolidado de Zona Entre-Marés	79
2.9.1.2.3.1	Metodologia	80
2.9.1.2.3.2	Caracterização	80
2.9.1.2.4	Epifauna de Substrato Consolidado Subaquático	84
2.9.1.2.4.1	Metodologia	85
2.9.1.2.4.2	Caracterização	85
2.9.2	COMUNIDADE DA ICTIOFAUNA	87
2.9.2.1	Caracterização	88
2.9.2.2	Lista dos Elasmobrânquios Costeiros do Estado do Ceará	90
2.9.2.3	Lista de Peixes encontrados nos Recifes de Arenito das Zonas Entre-Marés	91
2.9.3	AVES MIGRATÓRIAS	93
2.9.4	MAMÍFEROS MARINHOS	94
2.9.5	QUELÔNIOS MARINHOS	96
2.9.6	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E DEMAIS ÁREAS DE VALOR ECOLÓGICO	98
2.9.6.1	Área de Proteção Ambiental do Pecém	99
2.9.6.2	Área de Proteção Ambiental do Lagamar do Cauípe	99
2.9.6.3	Estação Ecológica do Pecém	100
2.9.6.4	Parque Natural Municipal de São Gonçalo do Amarante	100
2.9.6.5	Impactos sobre as Unidades de Conservação	100
3	BIBLIOGRAFIA	104
4	GLOSSÁRIO	111

APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta a caracterização ambiental da área de influência do Porto do Pecém, sendo as informações extraídas do Estudo Ambiental (EA) Complementar da Ampliação do Terminal de Múltiplo Uso (TMUT), atendendo ao predisposto na Legislação Ambiental Brasileira e especificadamente á Minuta de Termo de Referência para Elaboração de Estudo Ambiental (EA) da Ampliação do Complexo Portuário de Pecém – Terminal de Múltiplo Uso (TMUT) e Parecer Técnico emitido pelo IBAMA.

O desenvolvimento dos trabalhos se deu a partir da formação de uma equipe multidisciplinar, tendo sido aplicadas metodologias diversas para a elaboração dos itens enfocados nos estudos.

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Quadro 1- Identificação do Empreendedor

Empreendedor	Secretaria da Infraestrutura – Governo do Estado do Ceará
CNPJ	03.503.868/0001-00
Endereço	Av. Gal. Afonso Albuquerque Lima, S/N Edifício SEINFRA/SRH - Cambéba
Cidade	Fortaleza
Telefone/Fax	(85)32163723
Representante Legal	Francisco Adail de Carvalho Fontenele – Secretário de Infraestrutura
Contato	(85)32163714
Telefone/Fax	(85)32163718
E-mail	adail.fontenele@seinfra.ce.gov.br

1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA

Quadro 2- Identificação da empresa consultora

Empresa Consultora	MRS ESTUDOS AMBIENTAIS LTDA.
CNPJ-MF	94.526.480/0001-72
CREA/RS	82.171
CTF-IBAMA	196.572
Endereço	Matriz: Av. Praia de Belas nº 2.174, Ed. Centro Profissional Praia de Belas, 4º andar, sala 403. Bairro Menino de Deus, Porto Alegre- RS. CEP: 90.110-001 Filial 1: SRTVS Quadra 701, Bloco O, Ed. Centro Multiempresarial, entrada A, Sala 504, Brasília – DF. CEP: 70.340-000 Filial 2: Av. Rio Branco, 123, sala 1608, Centro - Rio de Janeiro / RJ. CEP: 20.040-005 Filial 3: Rua dos Azulões, Quadra 02, nº 01, Gleba B, Condomínio Office Tower, Salas 1304 (entrada), 1303 e 1302. Bairro Jardim Renascença – São Luís – MA. CEP: 65.075-441 Filial 4: Rua Tibagi, nº 294, salas 1203 e 1204, Centro – Curitiba / PR. CEP: 80.060-110
Fone/Fax	Matriz: (51) 3029-0068 Filial 1: (61) 3201-1800 Filial 2: (21) 3553-5622 Filial 3: (98)3235-0840 Filial 4: (41) 3022-6752
E-mail	mrs@mrsdf.com.br
Diretores	Alexandre Nunes da Rosa - Geólogo Luciano Cezar Marca - Geólogo
Representante Legal	Alexandre Nunes da Rosa (CPF: 339.761.041-91)
Contato	Alexandre Nunes da Rosa – Sócio Diretor Executivo
Fone/ Fax	(61) 3201-1800
E-mail	alexandre@mrsdf.com.br

1.3 IDENTIFICAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL

Nome	Função	Registro Profissional	CTF/IBAMA	Assinatura
Coordenador Geral				
Alexandre Nunes da Rosa	Geólogo	66.876/D CREA-RS	225.743	
Coordenação Técnica				
Helena Maia de A. Figueiredo	Eng ^a Florestal	15.189/D CREA-DF	2.235.332	
Roberta Batista Guimarães	Bióloga	44.545/04 D CRBio	1.880.431	
Equipe Meio Físico				
Andressa Vianna Mansur	Oceanógrafa	----	5730102	
Fabiano Oliveira Mingati	Engenheiro Civil	12.015/D CREA-DF	5.190.821	
Ivan Dias Soares	Oceanógrafo	1521 AOCEANO	1550150	
Lízia do Lago Murbach	Eng ^a Agrônoma	3.729/D CREA-RO	2.223.461	
Liziane Marcella M. Ceschim	Oceanógrafa	---	5.658.444	Liziane m.m. ceschim
Luiz Jaidemir de Figueiredo Ávila	Engenheiro de Segurança do Trabalho	040591/D CREA-RS	707. 581	
Luciano Cezar Marca	Geólogo	021.158/D CREA-PR	306.766	
Melina Hespanhol Bezerra	Geóloga	19237/D CREA-DF	5.524.332	Melina H. Bezerra
Raquel Alves Medeiros	Eng ^a Ambiental	16.987/D CREA-DF	3.974.519	
Vinicius de Oliveira Monteiro Guimarães	Geólogo	20100/D CREA-DF	5.670.942	Vinicius de O.M. Guimarães
Equipe Meio Biótico				
Adriana Soares Trojan	Bióloga	25852/03-D CRBio	2.489.106	

Nome	Função	Registro Profissional	CTF/IBAMA	Assinatura
Andrea Braga de Lira	Bióloga	76441/04 D CRBio	5721820	
Eduardo Cansi Ramos	Biólogo	75271/03 D CRBio	54.352.07	
Fabiana Daher Assis	Veterinária	787 CRMV-TO	620323	
Janderson Brito Pereira	Biólogo	37.854 /04 D CRBio	469.096	
Luiz Constantino da Silva Junior	Biólogo	71.955/02 D CRBio	2.104.436	
Maria Augusta Nogueira	Bióloga	84.990/02 D CRBio	5.576.454	
Equipe Meio Socioeconômico				
Giuslaine de Oliveira Dias	Socióloga	---	5.633.297	
Julio César Magalhães de Almeida	Geólogo e Geógrafo	9474/D CREA-DF	1783367	
Marina Neiva de Oliveira	Arqueóloga	---	5.561.444	
Rovena Zanchet	Advogada	52.571 OAB/RS	2358902	
Equipe Arqueologia				
Samara Dyva Ferreira Marcos	Arqueóloga	---	5.538.876	
Equipe Geoprocessamento e SIG				
Juliane Chaves da Silva	Eng ^a Ambiental	15.376/D CREA-DF	1.783.367	
Rafael Viana de Sousa	Eng ^o Ambiental	19651/D CREA- DF	5477400	

2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Com base na legislação de licenciamento ambiental vigente e nas definições estabelecidas pela Minuta do Termo de Referência para Elaboração de Estudo Ambiental (EA) e Parecer 003744/2013, emitidos para o empreendimento, em Julho de 2011 e Março de 2013 respectivamente, considera-se:

- **Área Diretamente Afetada (ADA):** área que sofre diretamente as intervenções de instalação e operação da Ampliação do Terminal de Múltiplo Uso do Porto de Pecém, tais como: área de dragagem, construção de dois berços (e pátio da retroárea), nova ponte de acesso ao TMUT, ampliação (do cabeço) e alargamento do quebra-mar, considerada a mesma para todos os meios de estudo.
- **Área de Influência Direta (AID):** área sujeita aos impactos diretos da instalação e operação das obras de Ampliação do TMUT do Porto de Pecém, relacionados especificamente às novas atividades a serem executadas para construção e operação desta ampliação, excluindo-se assim todos os impactos já causados durante a fase de construção e atual fase de operação do Complexo Portuário do Pecém – CPP e Complexo Industrial do Pecém - CIP. Abrangem os ecossistemas, os meios físico e socioeconômico que possam vir a ser impactados por desdobramentos das alterações ocorridas na área diretamente afetada, considerando para isto somente a área do porto e as áreas marítimas sujeitas à restrição de usos (área de segurança), bacia de evolução e canal de acesso dos navios, já que no continente os impactos já ocorreram durante a instalação e operação do CIP, que se referem basicamente ao canteiro de obras, áreas de empréstimo e construção de vias de acesso já existentes e devidamente licenciados pelo órgão estadual do Ceará - SEMACE. Excepcionalmente para o meio socioeconômico serão inclusos os distritos onde estão localizadas as colônias de pescadores de Pecém, Cumbuco e Taíba a fim de demonstrar a situação atual relacionada com as atividades de pesca na área prevista para ampliação do TMUT, já que entende-se que os conflitos com as mesmas já são existentes e somente serão estendidos com a realização das obras de ampliação em questão e, em ambiente marinho, as rotas de pesca.
- **Área de Influência Indireta (AII):** área potencialmente ameaçada pelos impactos indiretos da instalação e operação da ampliação do TMUT, abrangendo os ecossistemas, os meios físico e socioeconômico, que possam vir a ser impactados por desdobramentos das alterações ocorridas na área de influência direta. Considerou-se para o meio socioeconômico os municípios litorâneos que fornecerão mão de obra durante a fase de construção da ampliação do TMUT e para os meios físico e biótico uma faixa de segurança para os possíveis impactos decorrentes desta ampliação.

A seguir são detalhadas as áreas de influência para cada meio a ser considerado no EA e seus devidos mapeamentos.

2.1.1 MEIO BIÓTICO E FÍSICO

2.1.1.1 Área Diretamente Afetada (ADA)

Considera-se como ADA as obras de ampliação do TMUT, tais como: área de dragagem, construção de dois berços (e pátio da retroárea), nova ponte de acesso ao TMUT, ampliação (do cabeço) e alargamento do quebra-mar, conforme Mapa 1.

2.1.1.2 Área de Influência Direta (AID)

No continente não há uma delimitação de Área de Influência Direta (AID), uma vez que os impactos sobre o meio biótico e físico já ocorreram em virtude da instalação do Complexo Industrial e Portuário de Pecém (CIPP). Este se justifica pelo fato de que a pedreira que será utilizada como fonte de material para o ampliação (do cabeço) e alargamento do quebra-mar e também o canteiro de obras, já encontram-se licenciados pela SEMACE. Com relação ao incremento no fluxo de veículos, este ocorrerá nas estradas de acesso já existentes e, portanto, em áreas já impactadas e que foram analisadas quando do licenciamento do Complexo Industrial de Pecém-CIP.

Assim, a AID foi definida como um *buffer* de 3,5 km a partir da Ponta do Pecém, uma vez que pretende-se englobar toda a área do Porto, área de segurança, bacia de evolução e canal de acesso dos navios, como pode ser visualizado no Mapa 2.

2.1.1.3 Área de Influência Indireta (AII)

Assim como mencionado para a AID, também não existe necessidade de delimitação de uma Área de Influência Indireta (AII) no continente, pelos mesmos motivos já explicitados.

Por se tratar de uma obra de ampliação em ambiente *offshore*, entende-se que não existem feições físicas para a demarcação de limites. Assim, a Área de Influência Indireta (AII) foi determinada como uma faixa de segurança para os possíveis impactos decorrentes desta ampliação, perfazendo um *buffer* de 8,5 km a partir da Ponta do Pecém, englobando inclusive, a área de fundeio dos navios (Mapa 2).

2.1.2 MEIO SOCIOECONÔMICO

2.1.2.1 Área Diretamente Afetada (ADA)

Considera-se como ADA as obras de ampliação do TMUT, tais como: área de dragagem, construção de dois berços (e pátio da retroárea), nova ponte de acesso ao TMUT, ampliação (do cabeço) e alargamento do quebra-mar (Mapa 1).

2.1.2.2 Área de Influência Direta (AID)

Definiram-se como AID os distritos de Taíba e Pecém, pertencentes ao município de São Gonçalo do Amarante, onde estão localizadas as colônias de pescadores Pecém e Taíba (Z-06), além do distrito de Caucaia, considerando o bairro de Cumbuco e parcialmente o bairro da Lagoa da Banana, onde está inserida a colônia de pescadores de Cumbuco (Z-07). Para o ambiente marinho considerou-se também as rotas pesqueiras. Para a obtenção dos dados secundários da área foram selecionados os setores censitários dos distritos onde se localizam as colônias de pescadores citadas. O Mapa apresenta a AID e All para este meio.

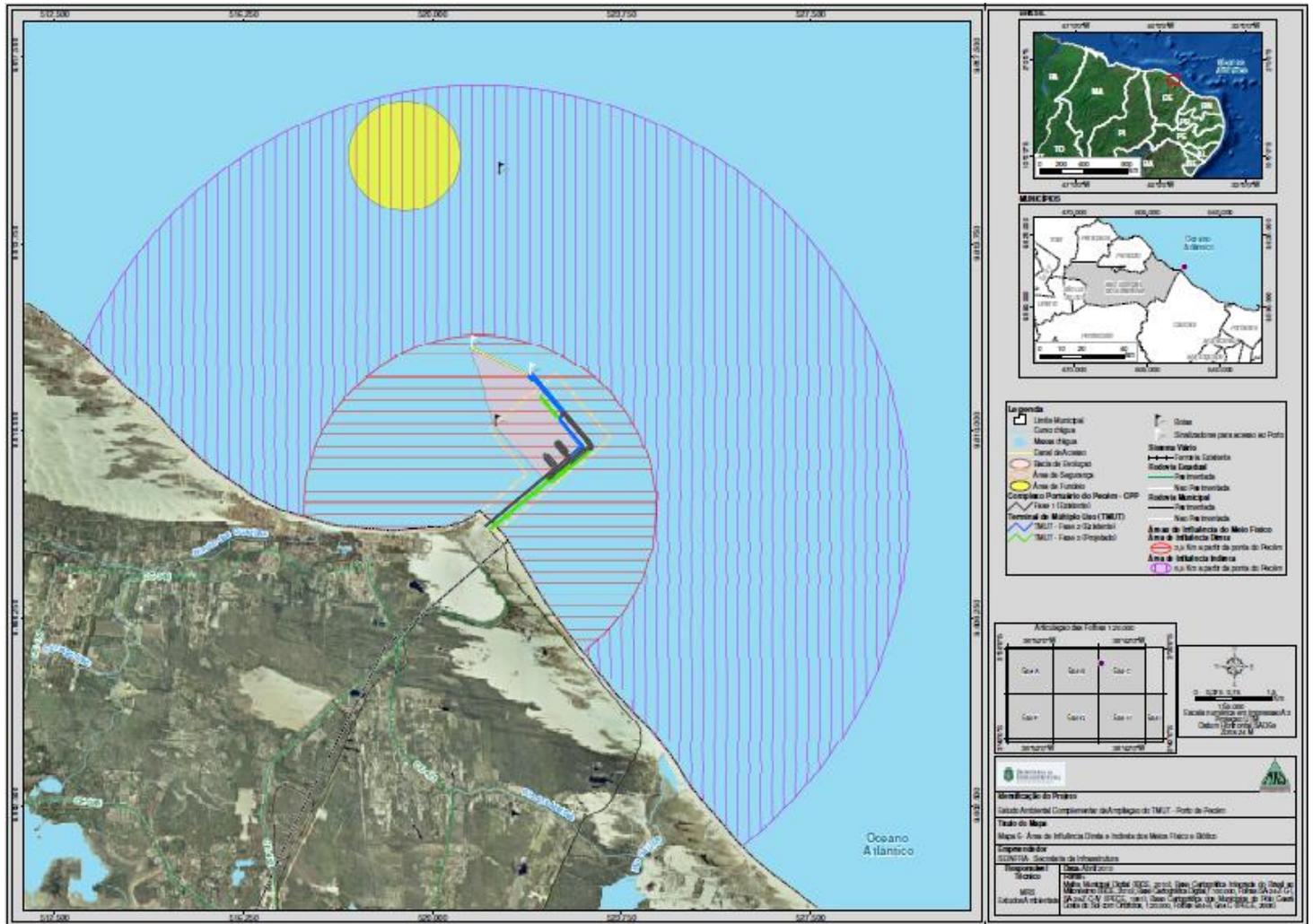
2.1.2.3 Área de Influência Indireta (All)

Definiu-se como All os municípios litorâneos próximos ao Complexo Portuário de Pecém, que podem vir a fornecer mão de obra para a ampliação do TMUT, quais sejam: São Gonçalo do Amarante e Caucaia, no estado do Ceará (Mapa 3). O levantamento dos dados populacionais foi feito com base em estudos acadêmicos vinculados a universidades e pesquisas elaboradas por equipes técnicas de órgãos governamentais e/ou fontes oficiais.

Mapa 1 - Área Diretamente Afetada dos Meios Físico, Biótico e Socioeconômico.



Mapa 2 - Área de Influência Direta e Indireta dos Meios Físico e Biótico.



2.2 MEIO FÍSICO

2.3 CLIMATOLOGIA E METEOROLOGIA

A dinâmica da atmosfera no litoral Cearaense é caracterizada por fenômenos com escalas espaço-temporais bastante distintos. Localizado em latitudes intertropicais, o litoral do Ceará está sob a forte influência da ZCIT (Zona de Convergência Inter-Tropical), assim como dos sistemas tipo VCAS (Vórtices Ciclônicos de Ar Superior) do Atlântico Sul (Campos & Studart, 2003). Outro fenômeno atmosférico de grande importância no litoral é o sistema de brisa marinha.

O primeiro fenômeno, ZCIT, tem influência sobre o que chamamos de Variabilidade Climática ou Climatologia, que é a variabilidade com escala temporal de várias semanas até poucos meses; o segundo fenômeno, VCAS, influencia a Meteorologia, pois causa variabilidade com escala temporal sinótica, ou seja, de várias horas até poucos dias; e o terceiro, Brisa, caracteriza a variabilidade de Alta Frequência (Frequência Supra-Tidal).

2.3.1 CLIMATOLOGIA

O clima na Zona Equatorial é fortemente condicionado pelas oscilações espaço-temporais da ZCIT, pois essa é a principal feição de larga escala na atmosfera equatorial. Esta zona é um verdadeiro cinturão de baixa pressão formado pela convergência dos ventos alísios dos dois Hemisférios.

Os ventos alísios são a parte inferior das células atmosféricas de Hadley, ou seja, é a porção das células de Hadley que entra em contato com a superfície do oceano. No hemisfério norte ocorre os ventos alísios de Nordeste (NE) e no hemisfério sul os alísios de Sudeste (SE). Os alísios de NE e SE convergem, em superfície, para a ZCIT, localizada ao longo do equador. A baixa pressão é causada pela intensa convecção de ar na linha de convergência. O ar converge na superfície, sobe e diverge em altitude. A convecção de ar causa a condensação de vapor d'água e a alta nebulosidade e alta precipitação atmosférica, que é tipicamente observada na zona equatorial.

A variabilidade espaço-temporal dos ventos alísios e da linha de convergência ocorre devido às variações sazonais das células de Hadley. Essas variações estão diretamente relacionadas com as variações de posição e intensidade dos centros de alta pressão atmosférica localizados no Atlântico Norte e no Atlântico Sul. Durante o verão do HS (Figura 1(a)) a ZCIT está deslocada para o sul e o centro de alta pressão atmosférica do Atlântico Sul está maior e mais forte, fazendo com os ventos alísios de NE sejam mais intensos e a área de estudo fica então sob a influência direta dos mesmos. Durante o inverno do HS (Figura 1(b)) o oposto ocorre, a ZCIT desloca-se para o norte, o centro de alta pressão do Atlântico Sul enfraquece, os alísios de NE se retraem e os alísios de SE são mais fortes e mais intensos (Castro e Miranda, 1998; Rodrigues *et al.*, 2006).

Com relação às variações interanuais, dois fenômenos são importantes controladores das variações de larga escala dos ventos nessa região: o PDAT (Padrão de Dipolo do Atlântico Tropical) e o fenômeno ENSO (El-Niño/Southern Oscillation). O PDAT apresenta variabilidade inter anual que está ligada as variações da TSM (Temperatura Superficial do Mar) na região tropical do Oceano Atlântico e que resulta em variações no padrão de ventos global (alísios e ventos subtropicais). Uma anomalia negativa de TSM resulta em menor fluxo de calor latente para a atmosfera e conseqüente aumento da pressão ao nível do mar (anomalia positiva de PNM) resultando em fortalecimento da ALTA PRESSÃO TROPICAL e fortalecimento dos alísios. O Dipolo em questão é a diferença entre a anomalia de TSM que ocorre no Hemisfério Norte e no Hemisfério Sul. Quando a anomalia de TSM é negativo no hemisfério norte, observa-se uma anomalia positiva de PNM nesse hemisfério e fortalecimento dos alísios de Nordeste. Em fase com essa alteração, observa-se um aumento do fluxo de calor latente no Atlântico Tropical ao sul do equador.

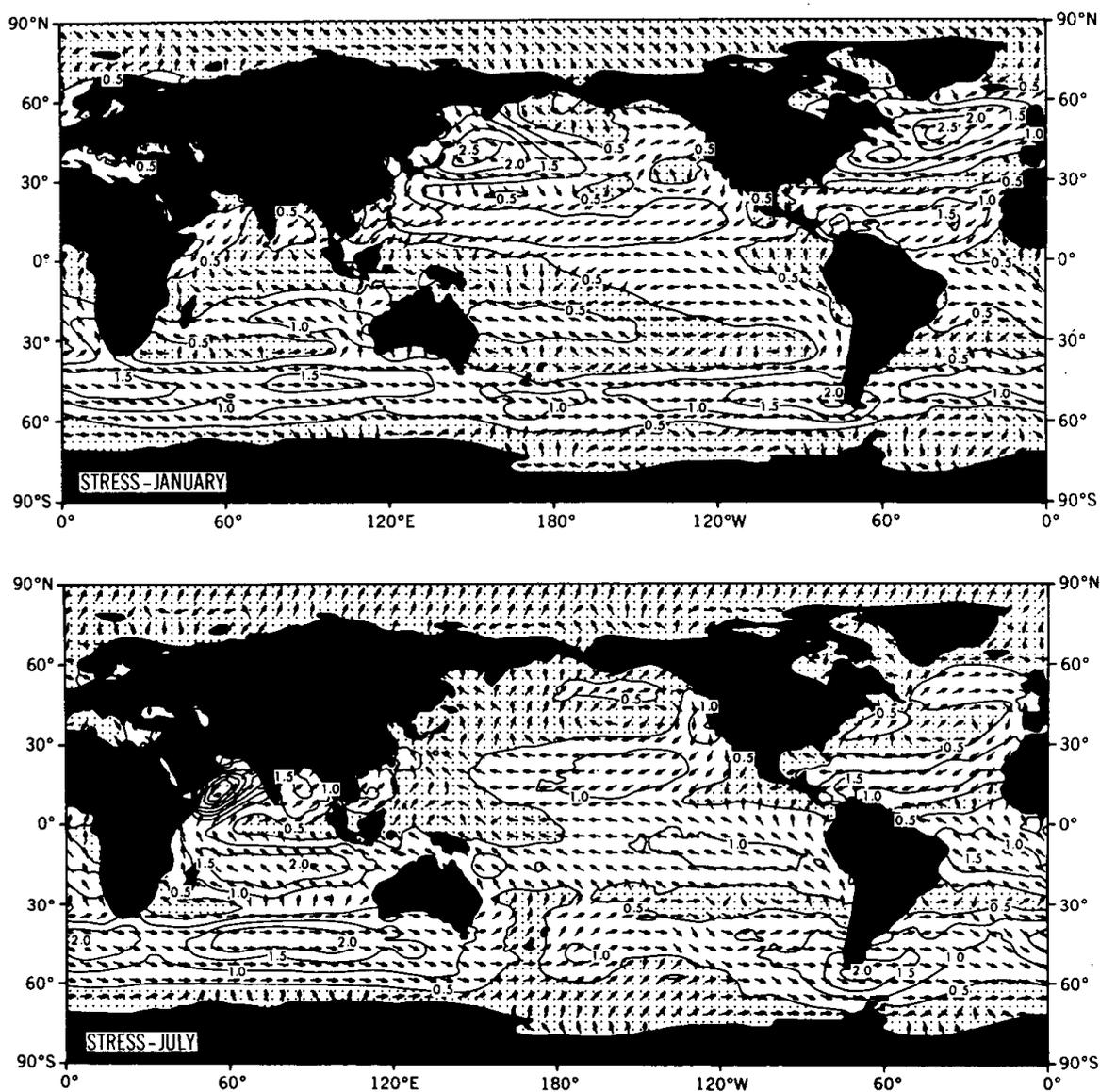


Figura 1 – (a) Ventos médios mensais nos meses de Janeiro (painel superior) e (b) Julho (painel inferior) de acordo Helleman e Rosenstein (1998).

Essa intensificação de fluxo de calor latente associada ao fortalecimento dos alísios de Nordeste resulta em maior precipitação sobre o nordeste brasileiro e a porção leste da Amazônia. O inverso é observado na fase de anomalias positivas de TSM no hemisfério norte, de modo que as principais consequências do DPAT são alterações na circulação meridional dos ventos, ou seja, na célula de Hadley. Paralelamente, o fenômeno ENSO, que ocorre devido a anomalias de TSM no Pacífico Equatorial, altera os padrões de precipitação sobre a América do Sul através de perturbações geradas nos ventos zonais, com consequentes alterações na célula de Walker, e propagações de ondas de Rossby anômalas. O resultado da combinação dos dois fenômenos é uma célula de Hadley-Walker que regula o padrão de ventos dessa região.



Figura 2 - Detalhe da figura anterior na região de estudo, mostrando a direção dos ventos médios mensais no verão (esquerda) e inverno (direita)

As variações sazonais da precipitação no estado do Ceará parecem estar intimamente ligadas às oscilações latitudinais da ZCIT sobre o Atlântico, sendo a estação chuvosa coincidente com a posição mais ao sul que a ZCIT atinge durante os meses de março a abril. À medida que essa começa o seu retorno para o HN, atingindo sua máxima posição norte em agosto e setembro, o ar ascende sobre a ZCIT e descende sobre o Atlântico Subtropical Sul, criando condições pouco propícias à formação e nuvens sobre a região (estação seca).

2.3.2 NORMAIS CLIMATOLÓGICAS

As Normais Climatológicas abaixo apresentadas foram calculadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o período de 1961-1990 para cidade de Fortaleza. Não foram encontradas Normais Climatológicas de 30 anos para estações meteorológicas localizadas mais próximas do local do empreendimento (Figura 3 a Figura 6).

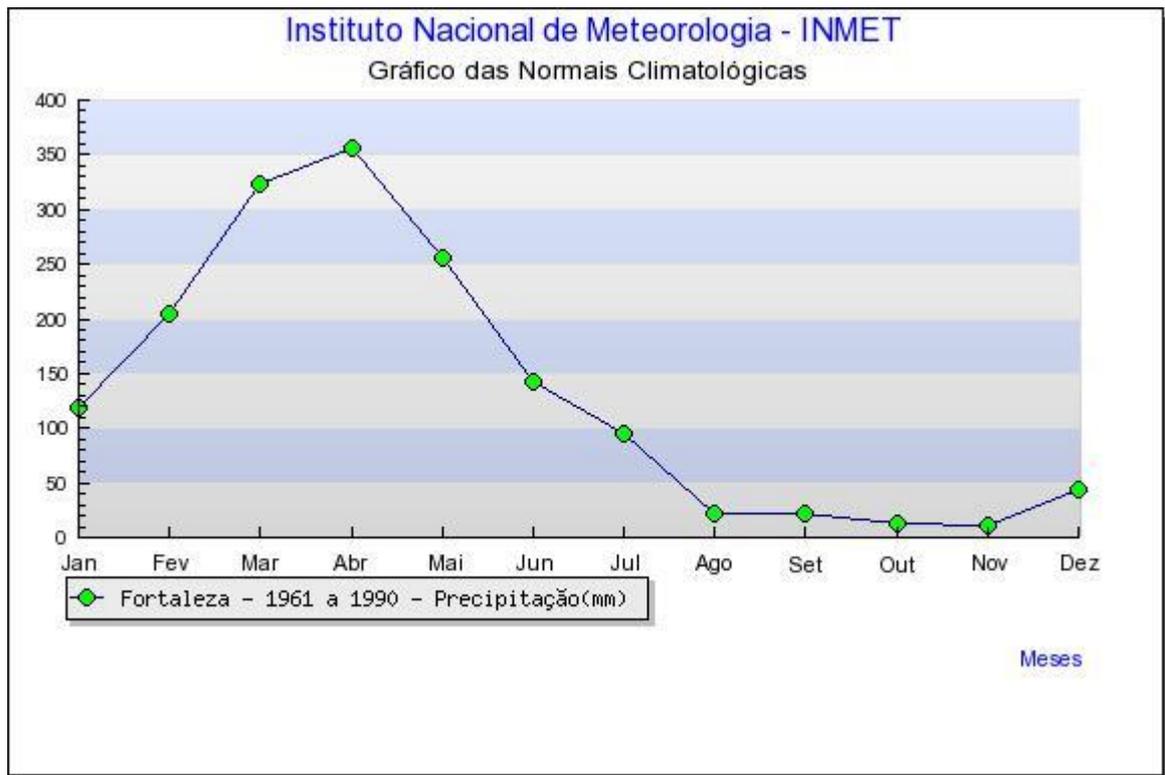


Figura 3 - Normal Climatológica de Precipitação para o período de 1961 a 1990 para a Estação Meteorológica da Cidade de Fortaleza do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

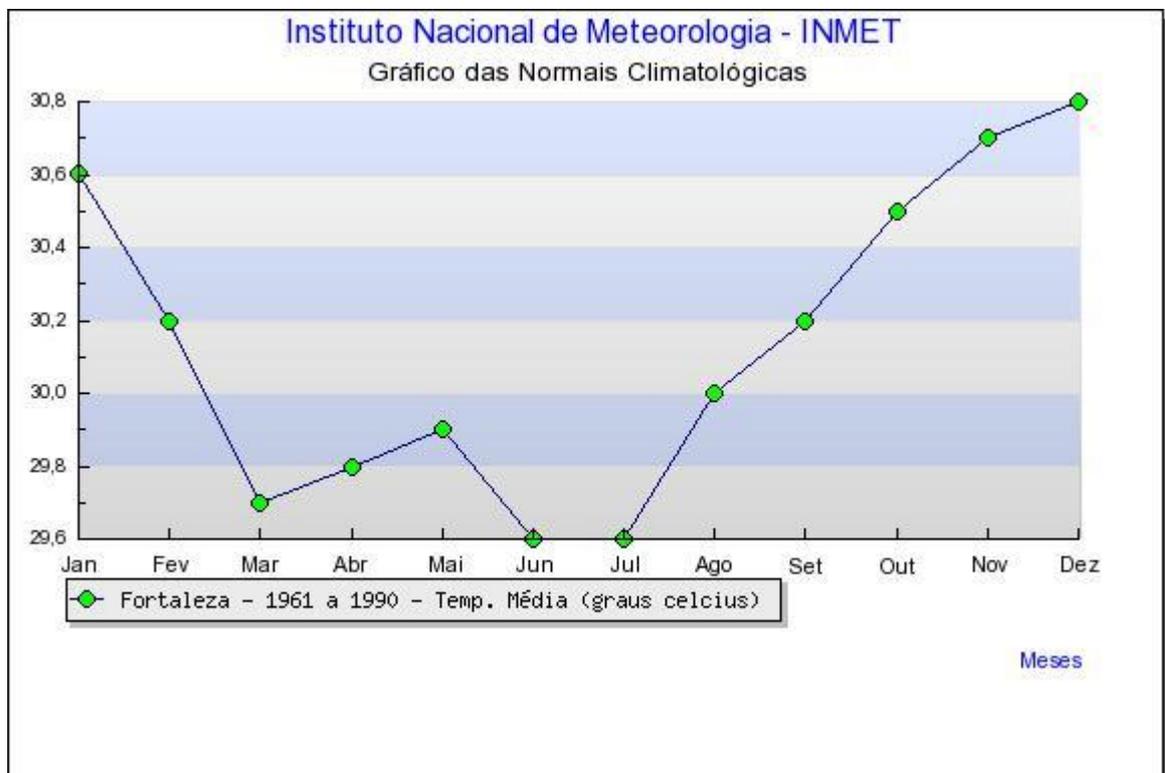


Figura 4 - Normal Climatológica de Temperatura para o período de 1961 a 1990 para a Estação Meteorológica da Cidade de Fortaleza do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

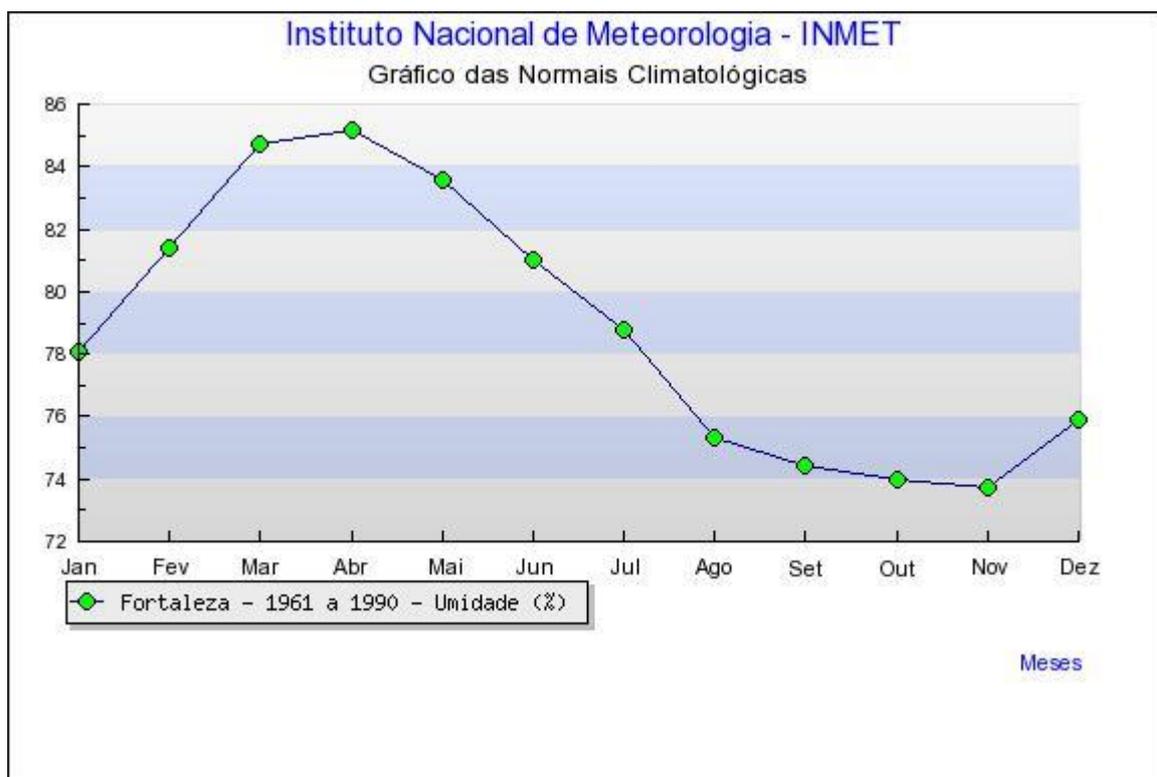


Figura 5 - Normal Climatológica de Umidade para o período de 1961 a 1990 para a Estação Meteorológica da Cidade de Fortaleza do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

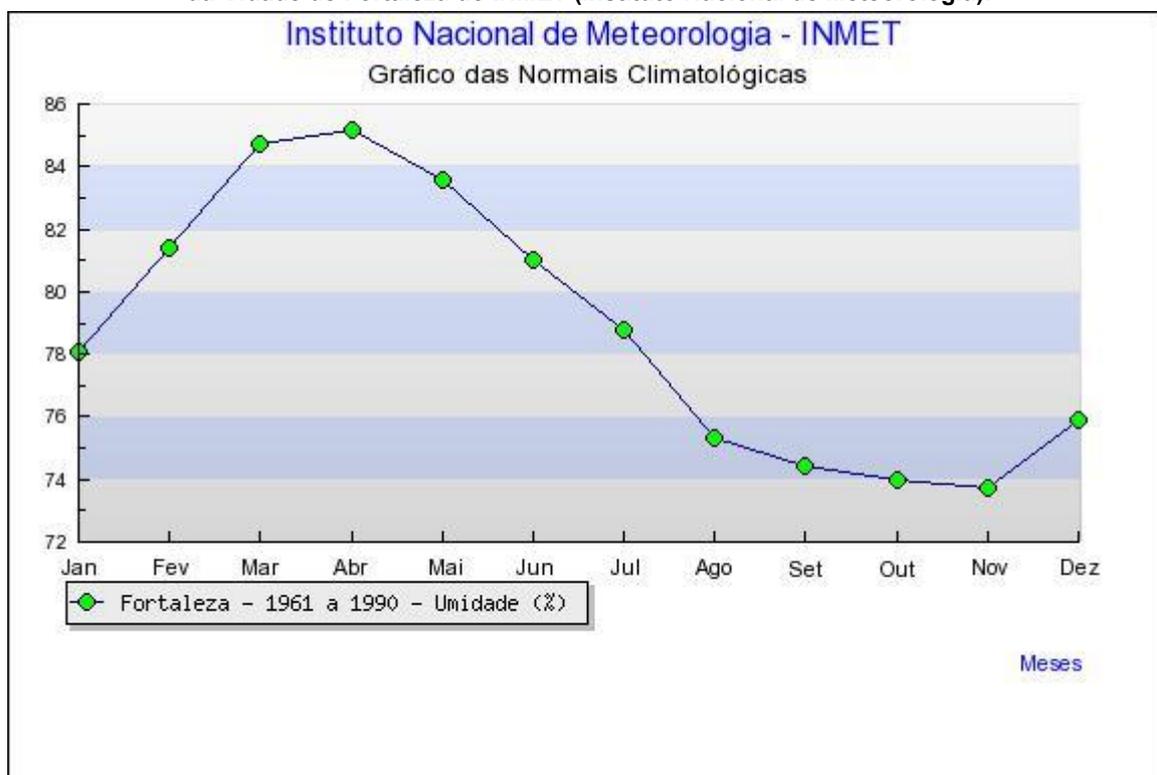


Figura 6- Normal Climatológica de Pressão Atmosférica para o período de 1961 a 1990 para a Estação Meteorológica da Cidade de Fortaleza do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

Apesar das variações de temperatura ser pequenas quando comparadas aquelas de locais de Climas Temperados, essas Normais mostram claramente o ciclo sazonal na área de Fortaleza, com meses mais frios e chuvosos durante o Outono e o Inverno e mais quentes e secos durante a Primavera e o Verão. Essas variações se refletem na Pressão Atmosférica que apresenta maiores valores durante o Inverno e menores durante o Verão.

2.3.3 METEOROLOGIA

Além da influência de escala temporal climática da ZCIT, a região litorânea do Ceará é influenciada por vários sistemas meteorológicos transientes, com escala sinótica, que acabam influenciando também a convecção de ar nessa região, como é o caso dos VCAS (Vórtices Ciclônicos de Ar Superior) (Kousky e Gan, 1981). Esses vórtices formam-se sobre o Atlântico Sul, principalmente durante o verão do HS (sendo janeiro o mês de atividade máxima), e adentram freqüentemente nas áreas continentais próximas a Salvador (13° S, 38° W) tendo um efeito pronunciado na atividade convectiva sobre toda a região Nordeste (Campos & Studart, 2003).

Segundo Campos & Studart (2003) os sistemas tipo VCAS são caracterizados por uma baixa pressão, cuja circulação ciclônica fechada caracteriza-se por baixas temperaturas em seu centro (com movimento subsidente de ar seco e frio) e temperaturas mais elevadas em suas bordas (com movimento ascendente de ar quente e úmido). Com relação às características de tempo relacionadas a estes sistemas, observam-se condições de céu claro nas regiões localizadas abaixo de seu centro e tempo chuvoso nas regiões sob sua periferia. Em geral, a parte norte do Nordeste, onde o Ceará se situa, experimenta um aumento de nebulosidade associada a chuvas fortes à medida que o vértice se move para a costa; as partes sul e central do Nordeste, por sua vez, apresentam diminuição de nebulosidade.

A variabilidade temporal induzida por esses sistemas nos ventos, pressão atmosférica, nebulosidade e umidade, é caracterizada por um período que varia em torno de poucos dias (3 a 10 dias).

Os mecanismos de formação dos VCAS de origem tropical não são totalmente conhecidos. No entanto, Kousky e Gan (1981) sugerem que a penetração de sistemas frontais, devido a forte advecção quente que os precede, induz a formação dos VCAS, especialmente nas baixas e médias latitudes. Esta advecção amplifica a crista de nível superior, e conseqüentemente o cavado a leste formando, em última instância, um vórtice ciclônico sobre o Atlântico.

2.3.4 BRISA

As brisas marítimas e terrestres são caracterizadas por movimentos locais de curto período, que ocorrem devido ao gradiente de temperatura entre o ar localizado sobre o continente e o ar localizado sobre o oceano, sendo, portanto um movimento atmosférico típico do litoral. Como a água do mar tem calor específico maior que o material terrígeno que forma o

continente, o mar demora mais tempo para se aquecer e também mais tempo para perder calor. Dessa forma, durante o dia o continente atinge o pico de temperatura entre 12 e 15 horas, enquanto que o mar vai atingir esse pico entre 18 e 21 horas. Portanto, durante a tarde, quando o continente já atingiu o pico de temperatura o mar ainda está se aquecendo, e o ar que está sobre o continente está mais aquecido do que o ar que está sobre o mar, havendo ascensão de ar sobre o continente, formando uma brisa em superfície que está direcionada do mar para o continente. O Inverso ocorre no final da noite e na madrugada. Dessa forma, o período do movimento é de 24 horas, pois cada brisa, terreal ou mareal, volta a se repetir a cada 24 horas.

Uma das características da brisa marítima consiste na formação de uma linha de Cumulonimbus (Cbs) ao longo do extremo norte-nordeste da América do Sul, que pode se propagar como uma LI (Linha de Instabilidade), ocasionando chuvas nas áreas litorâneas do Ceará (Campos & Studart, 2003). Este desenvolvimento ao longo da costa sofre variação sazonal tanto na localização como na frequência de aparecimento. Variações na intensidade também ocorrem no decorrer do ano. Os fenômenos de grande escala reforçaram ou inibem os efeitos provocados pelas circulações locais (Riehl, 1979). Uma série de distúrbios de escala sinótica (1000 a 7000 km) influenciam diretamente essas circulações no sentido de aumentar (ou diminuir) suas atividades. Entre estes sistemas podemos criar o deslocamento de massa de ar frio para regiões mais quentes formando zonas frontais e a mudança sazonal do escoamento atmosférico nos centros de pressão e da posição da ZCIT. As Linhas de Instabilidade são mais frequentes ao norte do Equador no inverno e primavera do HS, embora as mais intensas ocorram, em geral, ao sul do Equador, durante o verão e outono do HS, quase sempre associadas à intensa atividade convectiva da ZCIT. Nos meses em que não há desenvolvimento da linha convectiva na costa Norte-Nordeste do Brasil, a ZCIT está deslocada para a sua posição mais ao norte ou há forte convergência na parte oeste do continente produzindo movimento subsidente e ausência de precipitação na costa Norte-Nordeste do Brasil

2.3.5 ANÁLISE DE DADOS LOCAIS

Abaixo são apresentados dados coletados no Complexo Portuário de Pecém durante os anos de 2002 e 2003 (Figura 7).

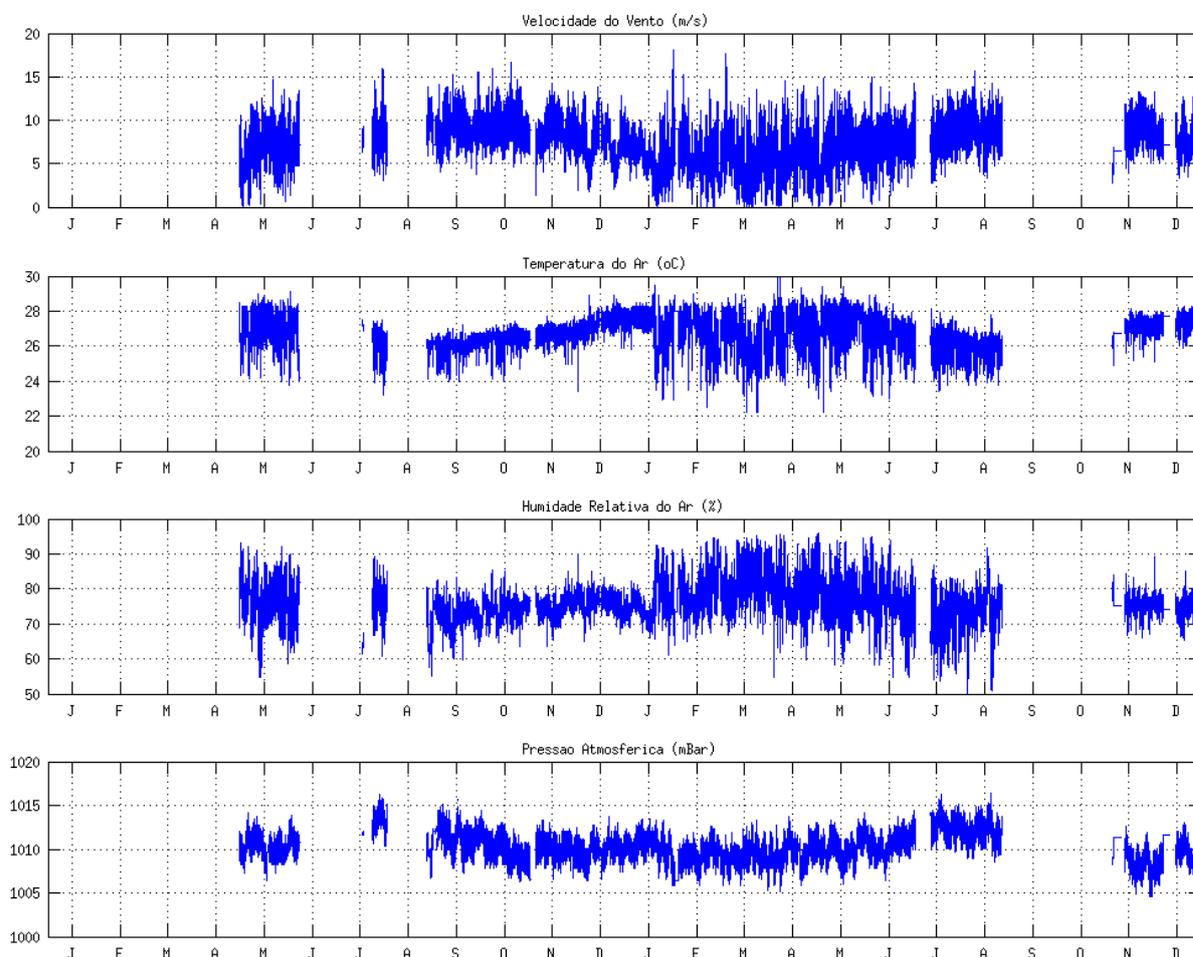


Figura 7 - Velocidade do Vento, Temperatura do Ar, Umidade Relativa do Ar e Pressão Atmosférica durante os anos de 2002 e 2003 no Complexo Portuário de Pecém.

Apesar das falhas ocorridas na coleta dos dados, os períodos não amostrados no ano de 2002 foram amostrados no ano seguinte, e vice-versa. Nota-se a existência um ciclo sazonal bastante definido, que é condizente com as normais climatológicas de Fortaleza. Apresentando períodos mais frios, mais secos e de ventos mais intensos durante os meses de outono e inverno (Agosto a Outubro) e mais quentes, mais umidos e com ventos mais fracos durante os meses de primavera e verão (Janeiro a Julho). Além disso, foi feito o cálculo das médias mensais para melhor ilustrar o ciclo sazonal. Esses valores médios são apresentados na Figura .

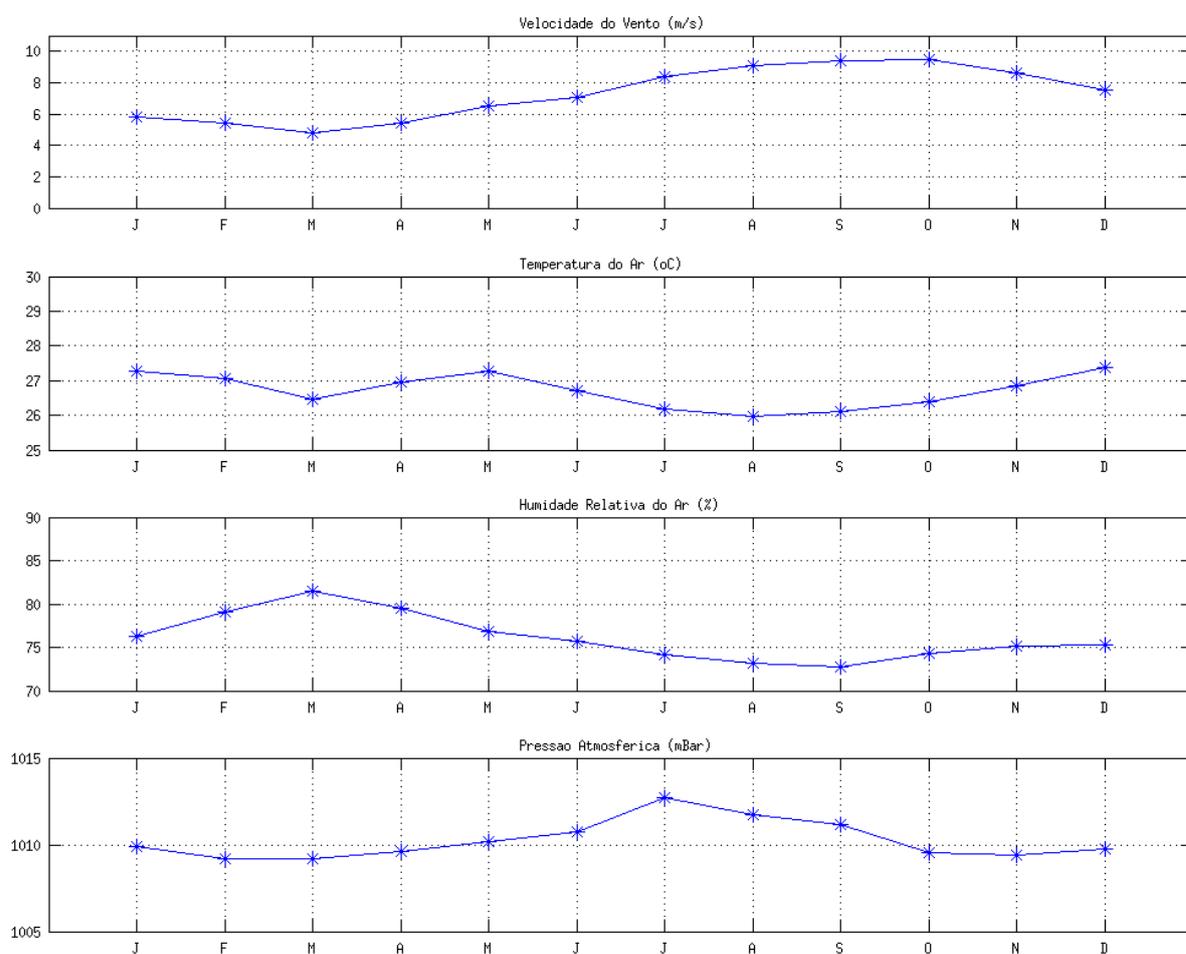


Figura 8 - Valores médios mensais da Velocidade do Vento, Temperatura do Ar, Umidade Relativa do Ar e Pressão Atmosférica durante os anos de 2002 e 2003 no Complexo Portuário de Pecém

A direção do vento apresenta uma dominância dos ventos de NE durante a maior parte do ano, a qual pode ser constatada no diagrama de frequências calculado com base em 16 classes de 22.5° de direção (Figura 9).

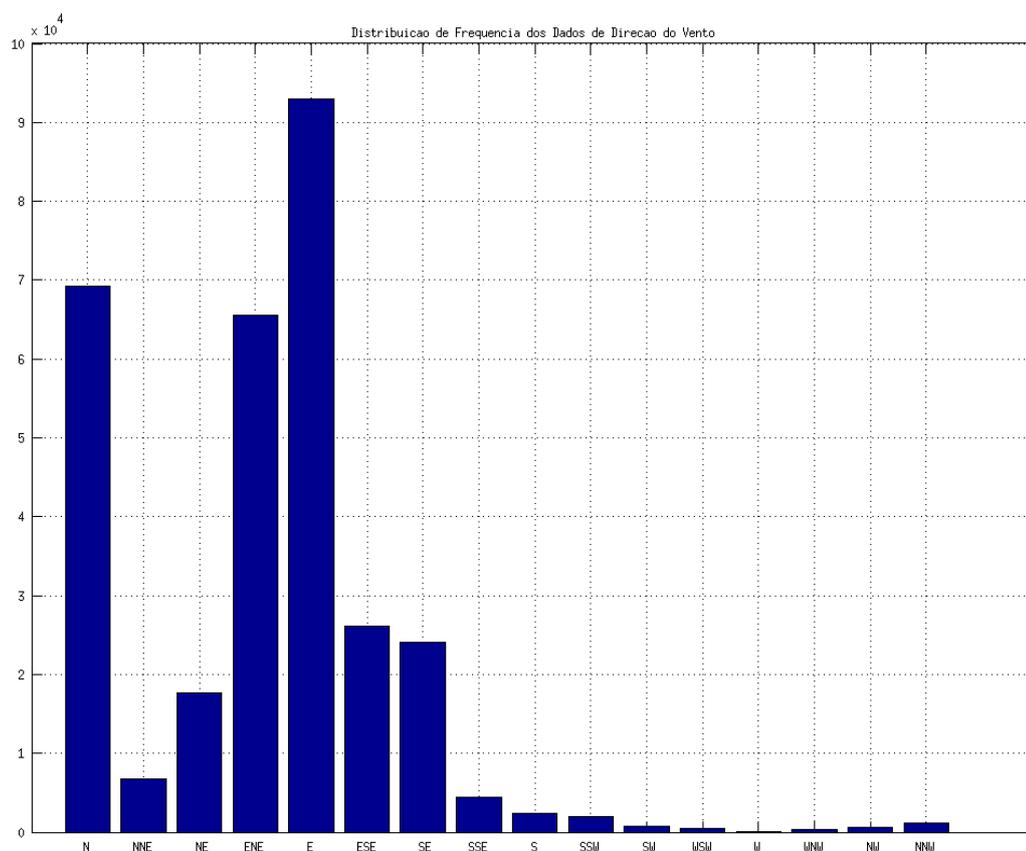


Figura 9 - Diagrama de frequência dos dados de direção do Vento coletados durante os anos de 2002 e 2003 no Complexo Portuário de Pecém

O gráfico de palitos dos dados de vento foi feito para dois períodos curtos distintos, Setembro de 2002 e Janeiro de 2003, onde se pode observar grande diferença na intensidade, duração e direção do vento (Figura 10 e Figura). Nota-se uma dominância dos ventos de NE nos meses de Verão e uma alternância entre ventos de NE e SE, com predominância de ventos de E, durante os meses de inverno. A figura 10 apresenta um detalhe do período de 5 dias, entre os dias 5 e 10 das séries de vento, para melhor caracterizar as variações de curto período de tempo. Nessas figuras é possível notar que, apesar da dominância dos ventos de NE e E, existe uma variabilidade de escala temporal próxima a 24 horas. Essa variabilidade é explicada pela presença das brisas marinha e terra.

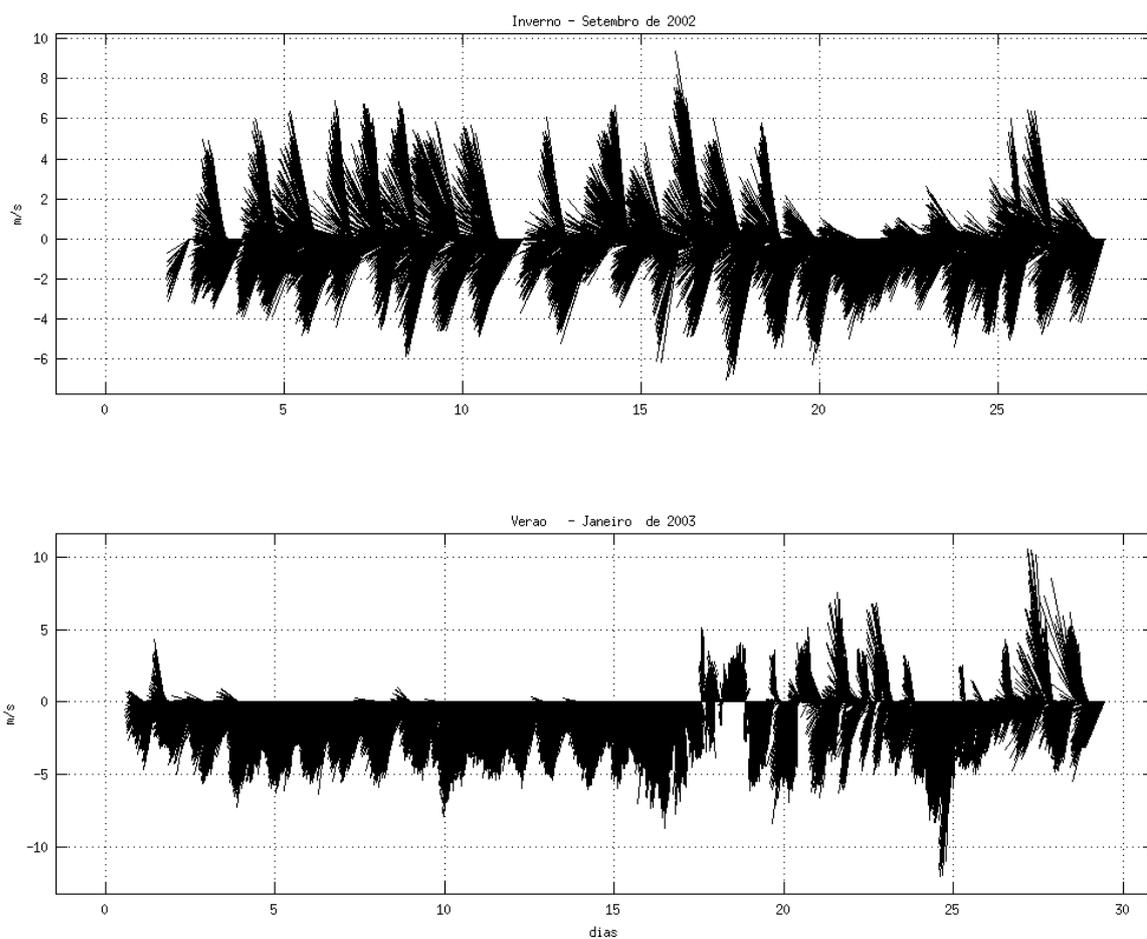


Figura 10 - Gráfico de palitos dos dados de vento de setembro de 2002 (painel superior) e janeiro de 2003 (painel inferior) coletados no Complexo Portuário de Pecém.

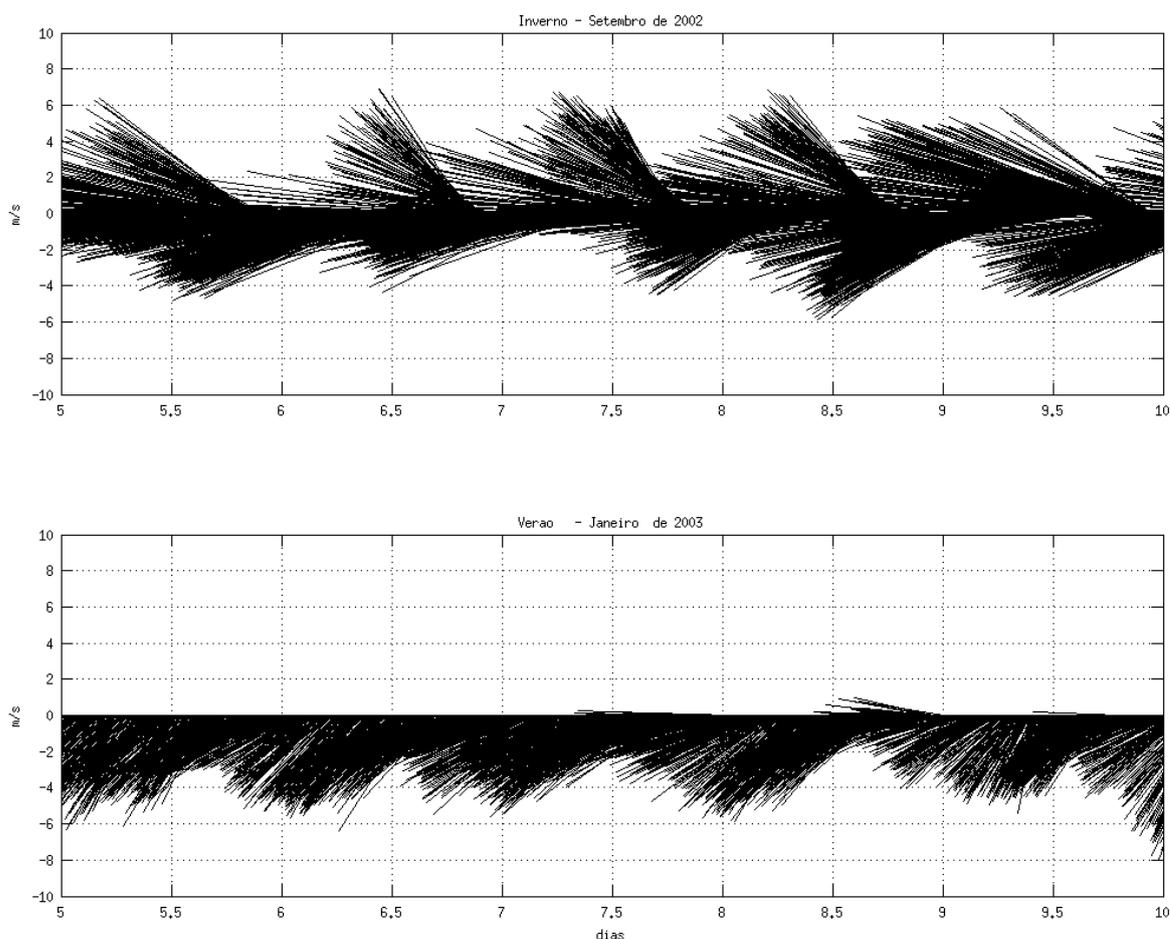


Figura 11 - Gráfico de palitos com detalhe de um período de 5 dias dos dados de vento de setembro de 2002 (painel superior) e janeiro de 2003 (painel inferior) coletados no Complexo Portuário de Pecém.

2.4 OCEANOGRAFIA

2.4.1 CORRENTES MARINHAS E MASSAS D'ÁGUA

A principal corrente oceânica ao largo do Litoral Cearense é a Corrente Norte do Brasil (CNB). Essa corrente tem o seu eixo principal localizado fora da Plataforma Continental, ao longo do Talude Continental, mas pode apresentar meandros que incursionam sobre a plataforma continental. Sua origem ocorre na bifurcação da corrente sul-equatorial (CSE), a qual flui através do oceano Atlântico Sul, vinda da África, e se bifurca ao encontrar o continente americano, aproximadamente na latitude do Cabo de São Roque (Stramma & England, 1999). A porção da CSE que flui para o norte dá origem a CNB e a porção que flui para o sul dá origem a CB (Corrente do Brasil).

De acordo com Rodrigues *et al.* (2006), a bifurcação da CSE apresenta migrações latitudinais devidas a variações no sistema de ventos, as quais resultam em variações nos transportes das correntes CNB e CB. Quando a ZCIT está deslocada para o norte (verão do HS) a bifurcação da SEC também se move para o norte e conseqüentemente o volume de água desviado para a CNB é maior e essa corrente se fortalece em detrimento da CB, a

qual é enfraquecida. No inverno ocorre o contrário e a CNB é enfraquecida relativamente a CB.

A título de ilustração, apresentamos nas Figura 12 e Figura , abaixo, resultados de simulações numéricas feitas com o Modelo HYCOM para o Oceano Atlântico Sul. Essas simulações foram feitas como parte das atividades do projeto HIDROPLAT (Hidrodinâmica da Plataforma Continental e Talude Brasileiros) da Associação ATLANTIS para o Desenvolvimento da Ciência (www.atlantis.org.br). Essas figuras são apresentadas apenas como um exemplo da circulação média superficial representativa de verão e de inverno, respectivamente. Os campos de corrente apresentados correspondem a médias dos últimos 4 anos de uma simulação do Atlântico que durou 20 anos.

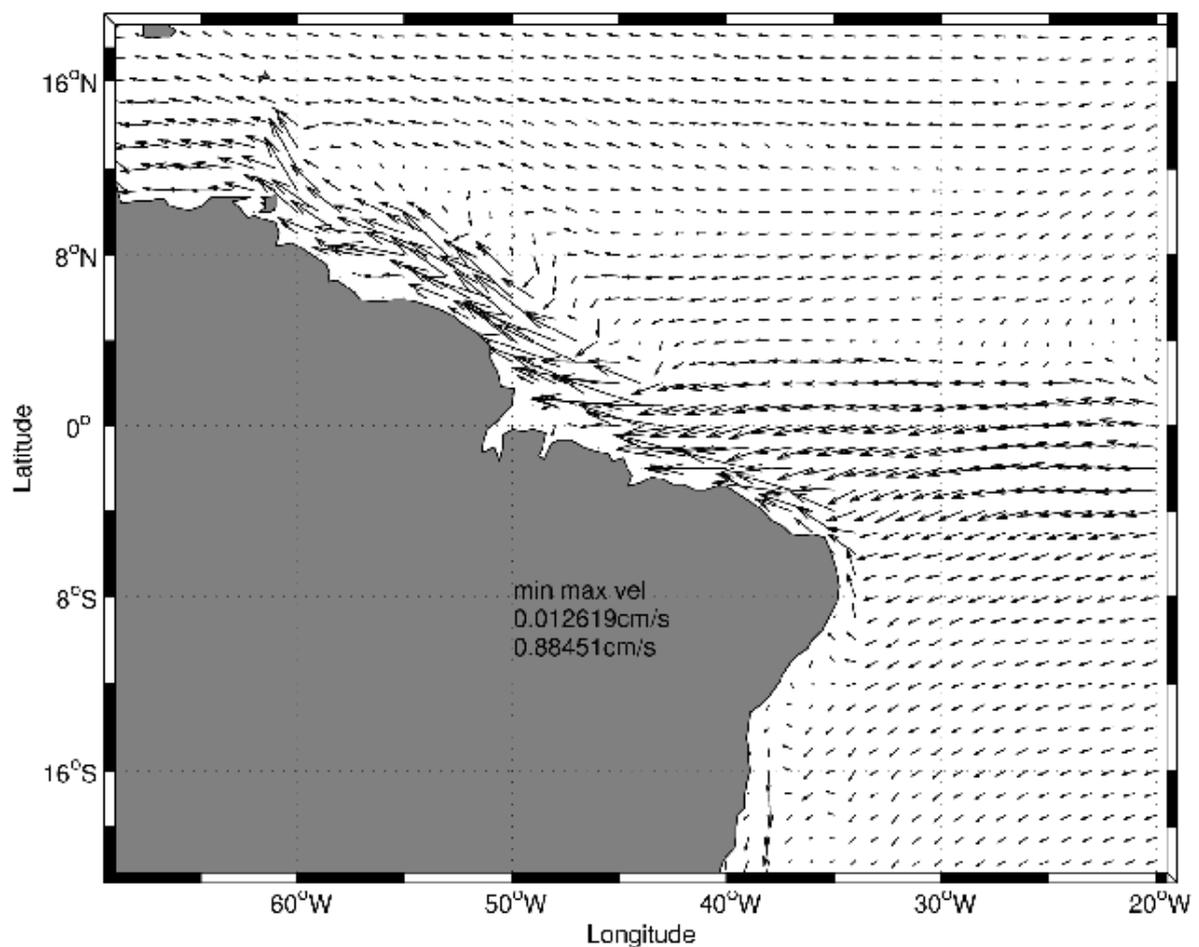


Figura 12 - Correntes médias superficiais de verão produzidas por simulações utilizando o modelo Hycom. Simulações conduzidas pela Associação Atlantis.

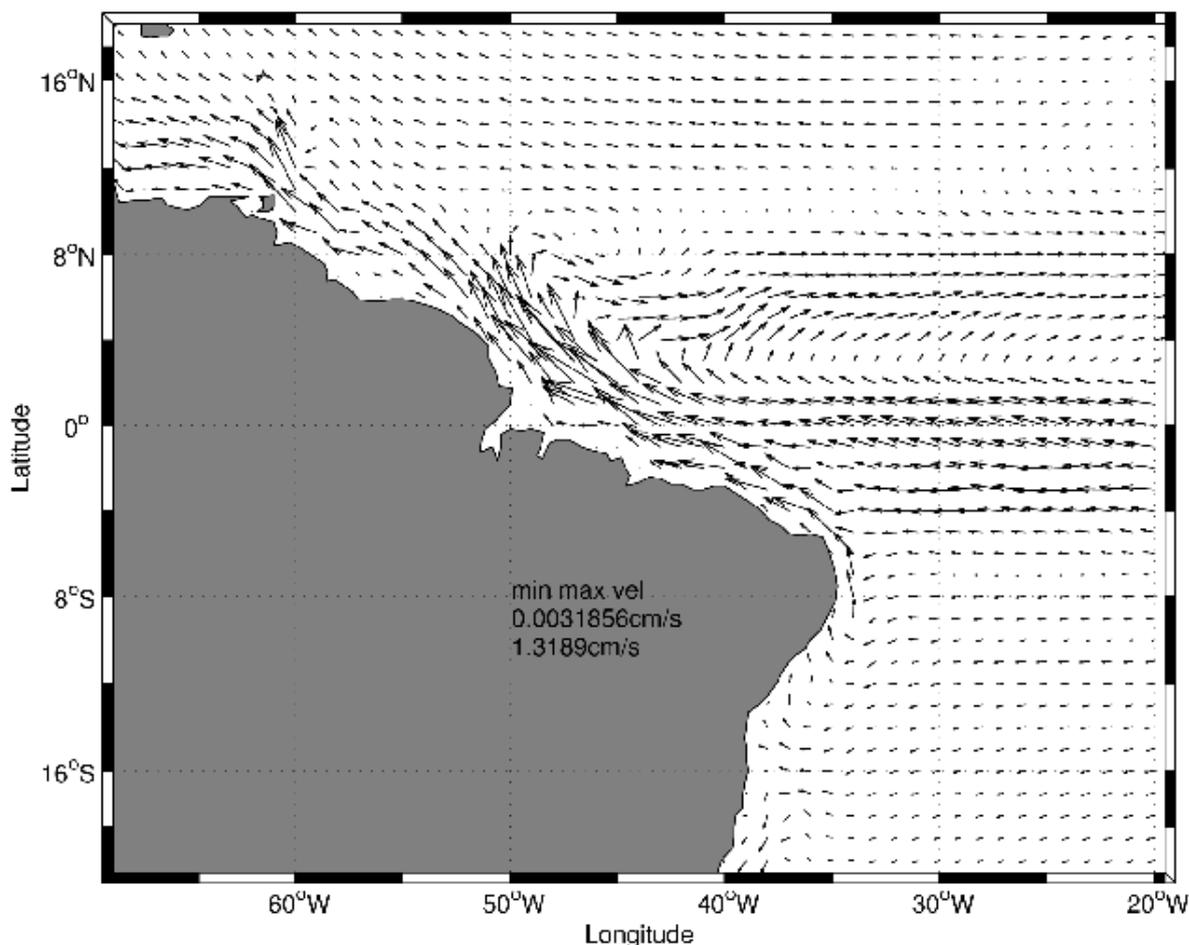


Figura 13 - Correntes médias superficiais de inverno produzidas por simulações utilizando o modelo Hycom. Simulações conduzidas pela Associação Atlantis.

O padrão observado na Figura 12 e na Figura , com a retroflexão da CNB ocorrendo apenas nos meses de inverno, é um padrão muito comum na área e também ser visto em imagens de clorofila do satélite SeaWiifs. Na figura 14 apresentamos uma média de 7 dias da concentração de clorofila-a medida pelo SeaWiifs no mes Julho de 2000. A retroflexão da CNB que é observada nos resultados modelo HYCOM de inverno, é nitidamente observada na imagem de clorofila de Julho.

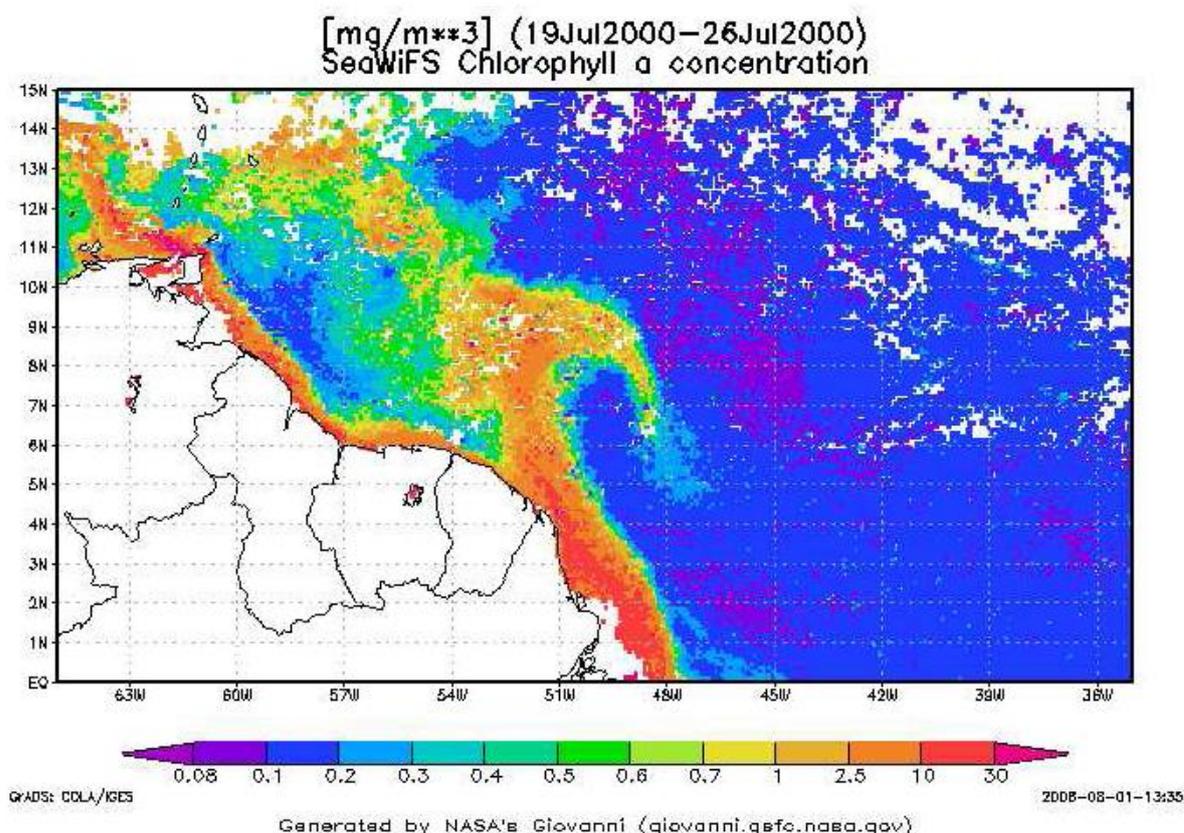


Figura 74 – Média de 7 dias das medidas de concentração de Clorofila-*a* feitas pelo satélite SeaWiifs.
fonte www.giovanni.gsfc.nasa.gov.

Segundo Silveira *et al.* (1994) a CNB flui ao largo da plataforma continental norte do Brasil, bordejando o talude e ocupando o espaço entre as latitudes de 5°S e 10°S, transportando em média o volume de 21 Sv (21.000.000 m³/s). Ainda segundo esses autores, as variações de transporte dessa corrente dependem das variações do sistema de correntes e contra-correntes equatoriais, as quais resultam em variações no transporte de volume da CSE e consequentemente da CNB e da CB.

Com relação às massas de água presentes na região as principais são: Água Costeira (AC), Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Água Intermediária Antártica (AIA). Os índices termohalinos dessas massas de água estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Índices termohalinos das massas de água na região.

Massa de água	Temperatura (°C)	Salinidade
Água Costeira (AC)	26,00 – 28,87	< 34,01
Água Tropical (AT)	>18,00	>36,00
Água Central do Atlântico Sul (ACAS)	5,95 – 18,35	34,52 – 36,40
Água Intermediária Antártica (AIA)	4,92 – 5,90	34,48 – 34,78

Essas massas de água se organizam verticalmente com AC ou AT em superfície, seguida de ACAS e após AIA. Para a região ao largo do litoral do Ceará, sabe-se que a profundidade em que ocorre a transição entre cada massa varia ao longo do ano e deve estar intimamente ligada às variações da CNB, uma vez que esta é conduzida das trocas entre o

hemisfério sul e o hemisfério norte. Isto quer dizer que esta corrente é a responsável por transportar ACAS e AIA para o norte, e conseqüentemente até o Ceará.

2.4.1.1 Correntes na Plataforma Continental

Na Plataforma Continental dominam as correntes geradas por vento e correntes de deriva, no sentido longitudinal, e as correntes de maré, no sentido transversal. Signorini e Miranda (1983) analisaram dados de correntometria coletados sobre a plataforma continental do Ceará na Latitude de 03°06' S e Longitude 38° 49.5'W, nas profundidades de 8, 16 e 36 m, sendo a profundidade local de 41 m. Esse local de coleta está localizado na plataforma continental pouco a esquerda de Fortaleza. Na Figura 5 e na Figura 86, abaixo, reproduziu-se o gráfico de Signorini & Miranda (1983) com as correntes transversais e longitudinais a Plataforma Continental. Nessas figuras foram colocadas também, no painel superior, as séries de vento coletadas na costa. Nota-se nessas figuras a presença de variações de curto período nas duas componentes. No entanto, existe a dominância quase que exclusiva das variações com frequências tidais nas correntes transversais, enquanto que nas correntes longitudinais aparecem também eventos com período de alguns dias (escala sinóticas), os quais estão relacionados ao vento.

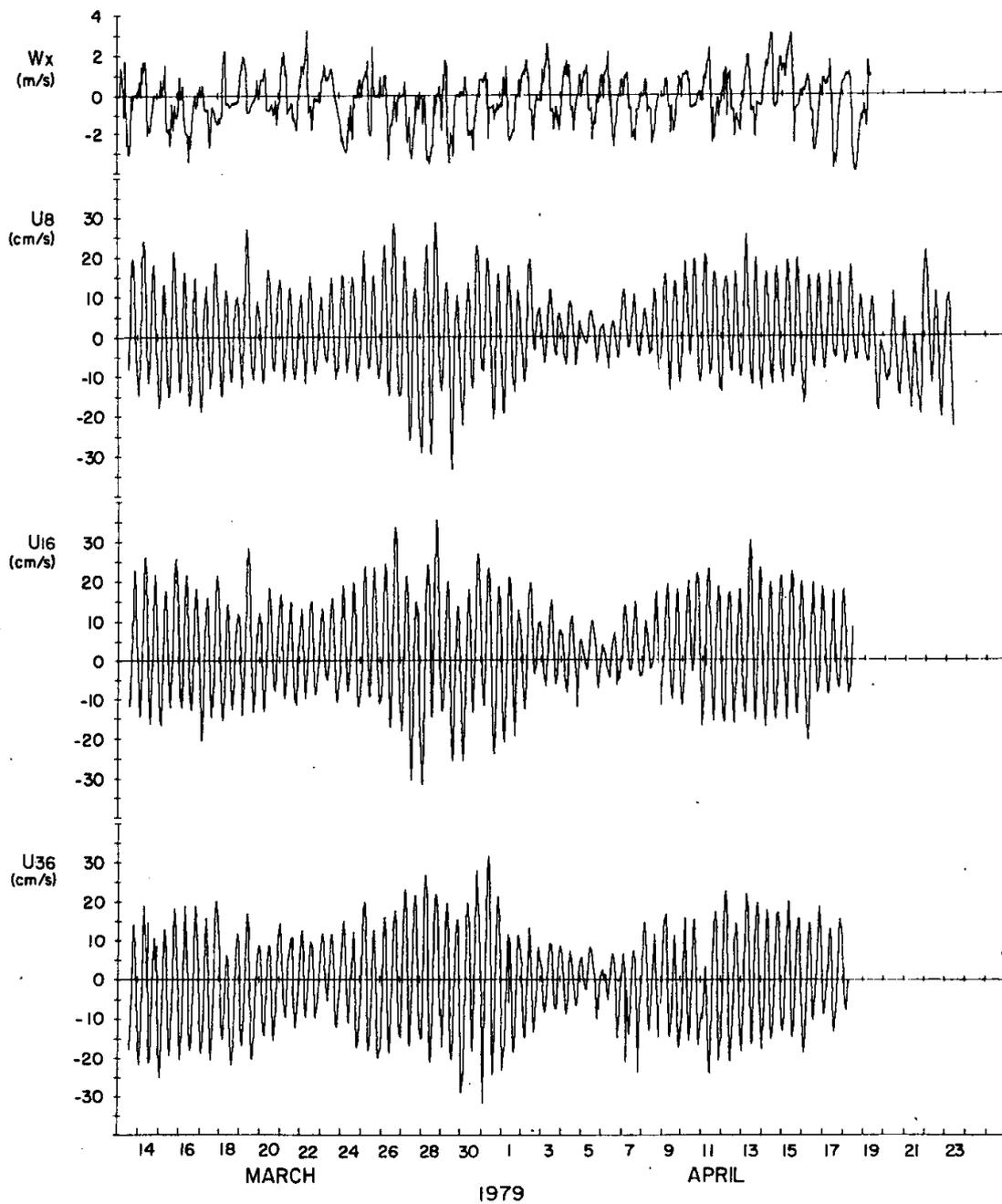


Figura 15- Correntes transversais a Plataforma Continental do Ceará. Reproduzido de Signorini & Miranda (1983).

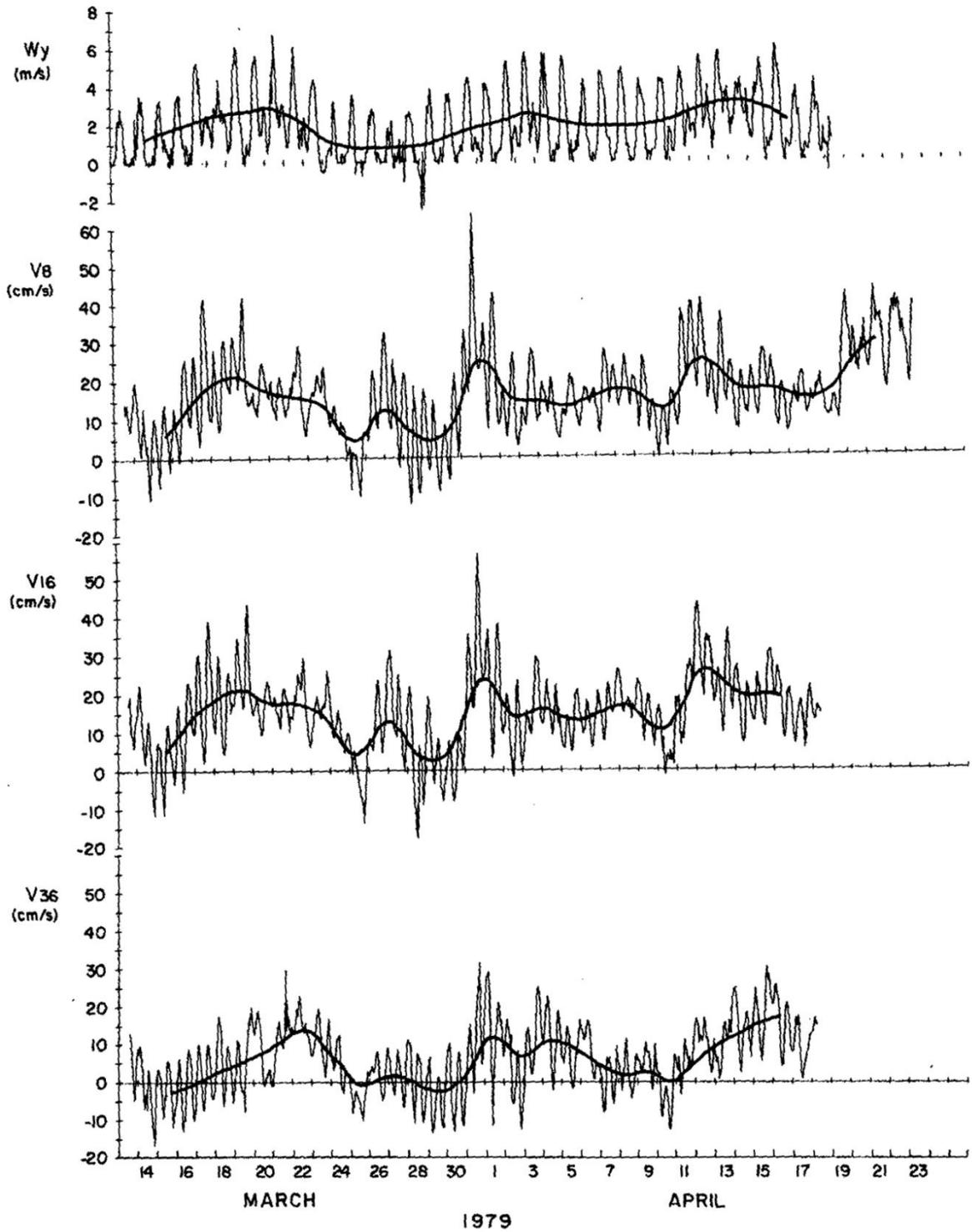


Figura 8 - Correntes longitudinais a Plataforma Continental do Ceará. Reproduzido de Signorini & Miranda (1983).

2.4.2 ONDAS

O estudo de ondas no Complexo Portuário de Pecém e litoral do Ceará é bastante amplo e vem sendo abordado de duas formas: modelos matemáticos e coleta de dados in situ. Começando em 1997, o estudo pioneiro desenvolvido pela equipe do INPH abrangeu a coleta de dados de onda e corrente e a modelagem numérica de ondas, correntes e transporte de sedimentos. As coletas de dados foram feitas com um correntógrafo tipo S4 e um ondógrafo tipo Waverider direcional, o qual ficou instalado 4 km ao largo do Complexo Portuário de Pecém, em uma lâmina d'água de 17 metros, nas coordenadas Lat. 03°29'31" S e Long. 38° 49' 03" W. Os dados de onda coletados naquela época mostram uma distribuição bi-modal da energia de onda, com um pico de onda distribuído entre 10 s e 16 s, correspondendo a ondas com direção de 20° N e 45° N, respectivamente vindas de NNE e NE, e outro pico distribuído entre 3 e 8 s., com direção de 75° N e 120°N.

Segundo os autores, o primeiro pico corresponde a ondas tipo SWELL, provenientes do Hemisfério Norte, e o segundo corresponde a ondas tipo SEA, geradas localmente. Esses resultados são confirmados por Farias & Souza (2012), os quais analisaram dados de onda coletados em 2005, em um local muito próximo ao primeiro, em lâmina d'água de 18 metros, na Lat. de 03°29'31" S e Long. de 38° 59' 03" W, os quais também foram coletados pela equipe do INPH. Esses autores observaram a chegada de ondas tipo SWELL com período em torno de 16 s, as quais foram geradas por tempestades na região de médias latitudes do Atlântico Norte, tendo-se propagado por uma enorme e intensa pista de ventos com intensidade máxima de 19 m.s⁻¹.

Ainda segundo Farias & Souza, o litoral do Nordeste brasileiro localiza-se em latitudes expostas a um regime de ondas geradas por swell formados por eventos meteorológicos distantes, tais como ciclones extratropicais, em ambos hemisférios, e ondas atmosféricas africanas de leste.

Dados de ondas foram coletados em várias outras oportunidades. Em Abril e Maio de 2012, dados de onda e corrente foram coletados por um instrumento tipo AWAC de 600 KHz, o qual foi instalado na parte externa do Píer de Pecém em uma lâmina d'água de aproximadamente 20 metros por uma equipe multidisciplinar formada por profissionais da COPPE e da Universidade Federal do Ceará. Esses dados foram reportados em documento escrito por Felipe de Azevedo Guimarães e Aluizio dos Santos Araújo, em Junho de 2012 (Guimarães e Araújo, 2012). Segundo esses autores os dados mostram uma dominância das ondas tipo SEA, com período entre 5 e 7 s.

Em outra oportunidade, dados de onda e corrente foram coletados por uma equipe formada por profissionais da Universidade Federal do Ceará e do Complexo Portuário de Pecém entre Agosto de 2009 e Março de 2010. Esses dados foram coletados em uma lâmina d'água de aproximadamente 20 m ao largo do Complexo Portuário de Pecém com um ADCP de 1500 KHz. Seus resultados mostram que as alturas significativas de onda variam entre 182 e 50 cm. Seus resultados mostram uma distinção significativa entre os dados de inverno e verão. Os dados coletados em Agosto apresentam a dominância de ondas com período

entre 5 e 9 s., do tipo SEA, enquanto que os dados coletados em entre Janeiro e Março de 2010, apresentam dois picos de onda, um com período entre 5 e 8 s, e outro com período entre 10 e 12 s, sendo o primeiro correspondente às ondas do tipo SEA e o segundo às ondas do tipo SWELL. Demonstrando que as ondas do tipo SWELL aparecem na costa do Ceará nos meses de Verão do Hemisfério Sul, ou seja, inverno no Hemisfério Norte, quando as tempestades são mais intensas no HN favorecendo a formação de ondas tipo SWELL que chegam até a costa do Ceará.

2.4.3 MARÉ E CORRENTES DE MARÉ

A Tabela 2 apresenta algumas constantes harmônicas obtidas aplicando o método Almirante Santos Franco à serie de dados da estação Camocim (Latitude 2°53,7' S; Longitude 40° 50,4'W) do período de 06/04/73 a 07/05/73. Destacam-se as componentes de maré M2, S2 e N2, todas semi-diurnas, com as maiores amplitudes 112,3cm, 35,6cm e 23,2cm respectivamente.

Tabela 2 - Constantes harmônicas obtidas aplicando o método Almirante Santos Franco à serie de dados da estação Camocim (Latitude 2°53,7' S; Longitude 40° 50,4'W) do período de 06/04/73 a 07/05/73.

CONSTANTES HARMÔNICAS					
Componentes	Semi-amplitude H(cm)	Fase graus(°)	Componentes	Semi-amplitude H (cm)	Fase graus(°)
Sa	-	-	MU2	2,7	129
Ssa	-	-	N2	23,2	138
Mm	9,4	27	NU2	4,4	139
Mf	-	-	M2	112,3	144
MTM	1,2	192	L2	5,2	92
Msf	5,3	124	T2	2,1	169
Q1	1,9	221	S2	35,6	170
O1	8,2	196	K2	9,7	173
M1	1,6	300	MO3	0,6	227
P1	2,7	228	M3	2,3	204
K1	8,1	230	MK3	1,7	263
J1	1,1	228	MN4	2,2	207
OO1	0,7	6	M4	4	173
MNS2	2,5	191	SN4	1	100
2N2	3,1	132	MS4	3,9	189

A Tabela 3 é modificada de Signorini & Miranda (1983) e apresenta as velocidades das três componentes em destaque na Tabela 2 para os eixos de maior e de menor variância, e a excentricidade para uma série de dados obtida no porto de Mucuripe (Latitude 3°42,6' S; Longitude 38°28,6'W) entre 13/03/79 e 23/04/79. Verifica-se que as velocidades mais intensas são causadas pela componente de maré M2, seguida de S2 e N2. A M2 também apresenta as menores excentricidades ao longo da coluna de água.

Tabela 3 - Velocidades das três componentes destacadas na Tabela 3. Modificada de Signorini & Miranda (1983).

Constituinte	Profundidade da Observação	Eixo de maior variância (cm/s)	Eixo de menor variância (cm/s)	Excentricidade (positivo sentido horário)
M2	8	13,38	0,79	0,06
	16	13,78	1,09	-0,08
	36	18,25	0,17	0,01
S2	8	5,64	2,49	0,44
	16	5,9	3,14	0,53
	36	6,14	1,24	0,2
N2	8	4,03	1,14	-0,28
	16	3,74	0,29	-0,08
	36	2,61	1,33	0,51

2.5 DINÂMICA SEDIMENTAR

O transporte de sedimentos realizado pelas correntes de deriva ao longo do litoral do Ceará ocorre de leste para oeste, conforme já foi constatado em diversos estudos, como por exemplo, Carvalho *et al.* (2007), Bittencourt *et al.* (2003), Lehuger *et al.* (2003), Magalhães e Maia (2003), entre outros.

Carvalho *et al.* (2007) investigaram o trecho de praia do Ceará contido entre Matões e Cumbuco, o qual inclui a praia de Pecém e está quase que todo localizado a oeste de Pecém (Figura 9). Segundo esses autores “ao alcançarem a zona litorânea, além de dissiparem sua energia em função da interação com o fundo, as ondas também geram correntes costeiras. A corrente longitudinal (*longshore current*) e a deriva de praia (*beach drift*) compõem a deriva litorânea de sedimentos (*longshore drift*) (Komar, 1976 e 1998). A direção e magnitude dessa deriva estão relacionadas, respectivamente, à direção de aproximação da onda em relação à linha de costa e à sua energia que, de acordo com Davies (1972), é proporcional ao quadrado da altura. Neste sentido, para uma energia constante a quantidade máxima de material transportado depende do ângulo com que a onda incide na linha de costa. Conseqüentemente, o aumento ou a diminuição no valor deste ângulo implicará em elevação ou decréscimo da capacidade de transporte”.

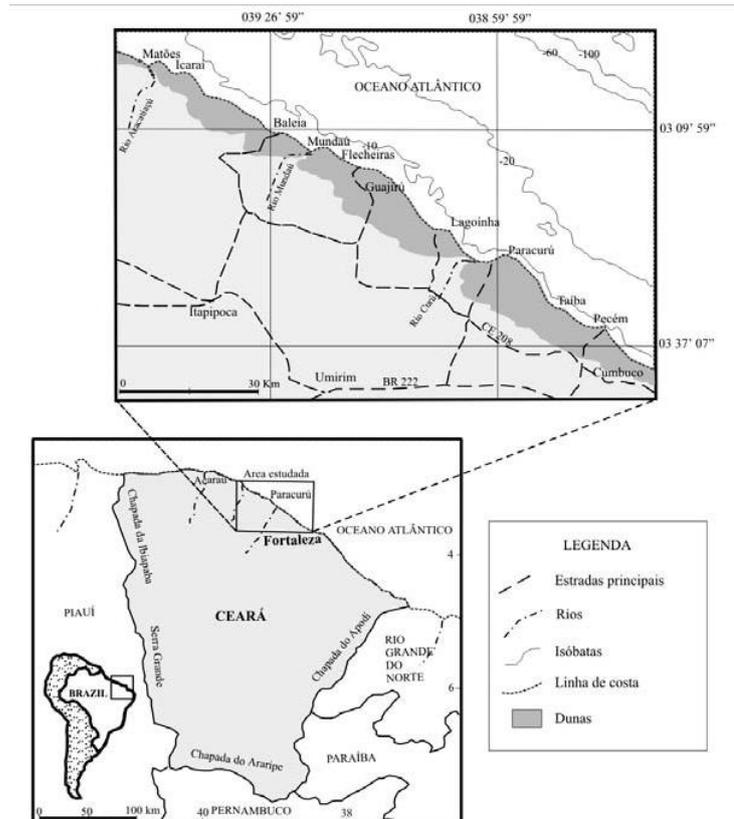


Figura 96 - Área estudada no trabalho de Carvalho *et al.*, 2007.

Komar (1976 e 1998) corrobora as idéias de Carvalho *et al.* (2003) e enfatiza que, para uma energia de onda constante, a intensidade da deriva costeira e do transporte de sedimentos está relacionada com o ângulo de incidência das ondas.

Em função dos padrões de convergência e divergência das ondas, Carvalho *et al.*, (2003) calcularam o sentido de deriva causado por ondas com ângulos de incidência de 25, 60 e 90 graus, os quais são apresentados abaixo. Ondas com ângulo de incidência de 60 e 90 geraram deriva predominantemente de SE para NW, enquanto que ondas com angulo de incidência de 25 graus geraram deriva para SE (Figura 1017 e Figura 118).

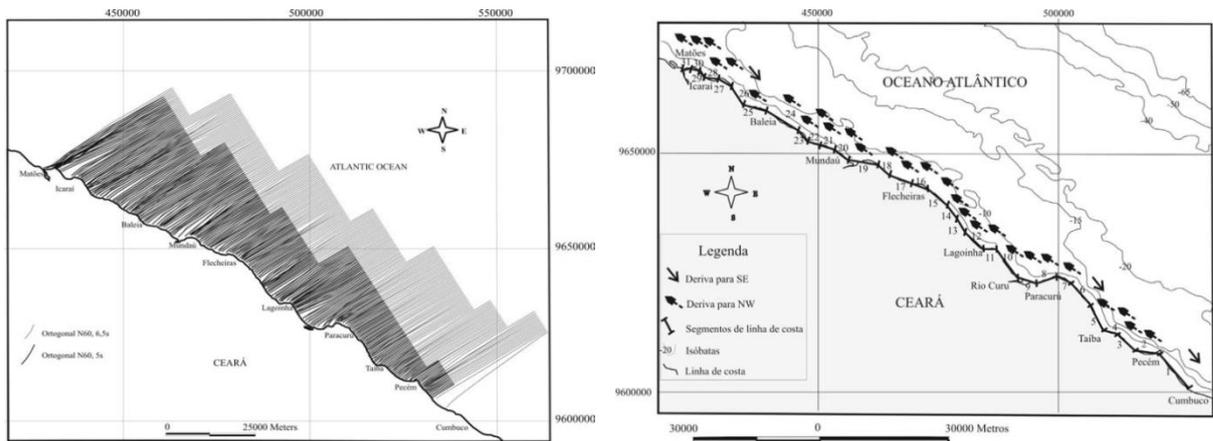


Figura 10 - Linhas de refração (esquerda) e sentido da deriva litorânea (direita) causada por ondas com ângulo de incidência de 60 graus segundo Carvalho *et al.*, 2007.

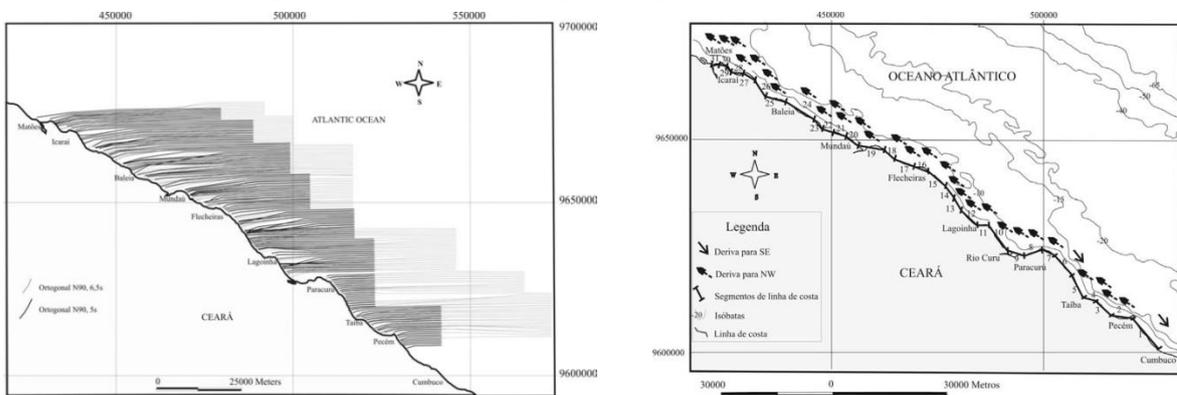


Figura 11 - Linhas de refração (esquerda) e sentido da deriva litorânea (direita) causada por ondas com ângulo de incidência de 90 graus segundo Carvalho *et al.*, 2007.

Como conclusão de seu estudo os autores dizem que “A refração das ondas é responsável pela maior parte dos processos erosivos e transporte de sedimentos verificados ao longo da linha de costa. Os trechos de convergência das ortogonais correspondem ao aumento na intensidade da deriva, conseqüentemente, gerando trechos de erosão, enquanto as divergências nos feixes das ortogonais correspondem à diminuição na intensidade da deriva e respectiva geração de deposição, aspectos confirmados em campo. Entretanto, a diminuição da intensidade da deriva desenvolvida na porção imediatamente adjacente aos promontórios, corrobora para uma interpretação de que a erosão desenvolvida nestes trechos possa ser resultante principalmente dos processos de difração das ondas”.

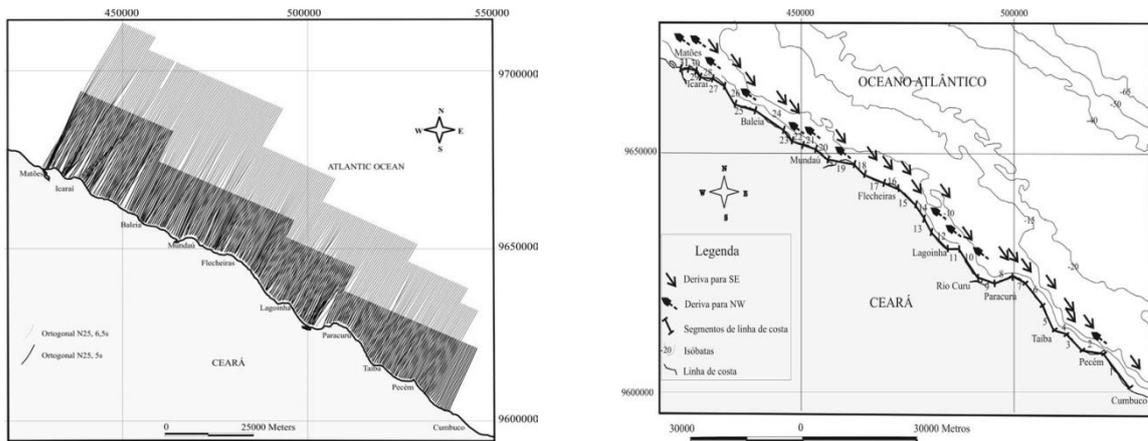


Figura 19 - Linhas de refração (esquerda) e sentido da deriva litorânea (direita) causada por ondas com ângulo de incidência de 25 graus segundo Carvalho *et al.*, 2007.

Magalhães e Maia (2003) estudaram a dinâmica sedimentar do litoral do Ceará no trecho compreendido entre a Praia do Pacheco e Praia da Colônia (Figura 20) através de levantamentos topográficos realizados nas posições indicadas na Figura 20 durante o período compreendido entre Agosto de 1996 e Outubro de 1998. Os oito perfis foram estabelecidos de acordo com a intensidade da ação erosiva na faixa costeira das praias de Pacheco, Icaraí, Tabuba, Cumbuco, Pecém e Colônia. Esses perfis foram executados com frequência mensal durante o período de 26 meses do estudo, sempre na baixa-mar das marés de sizígia. Segundo os autores as variações sazonais do clima de ondas do Ceará (com ondas do tipo SWELL apenas nos meses de verão) são responsáveis pelo aparecimento de perfis típicos de inverno e perfis típicos de verão.

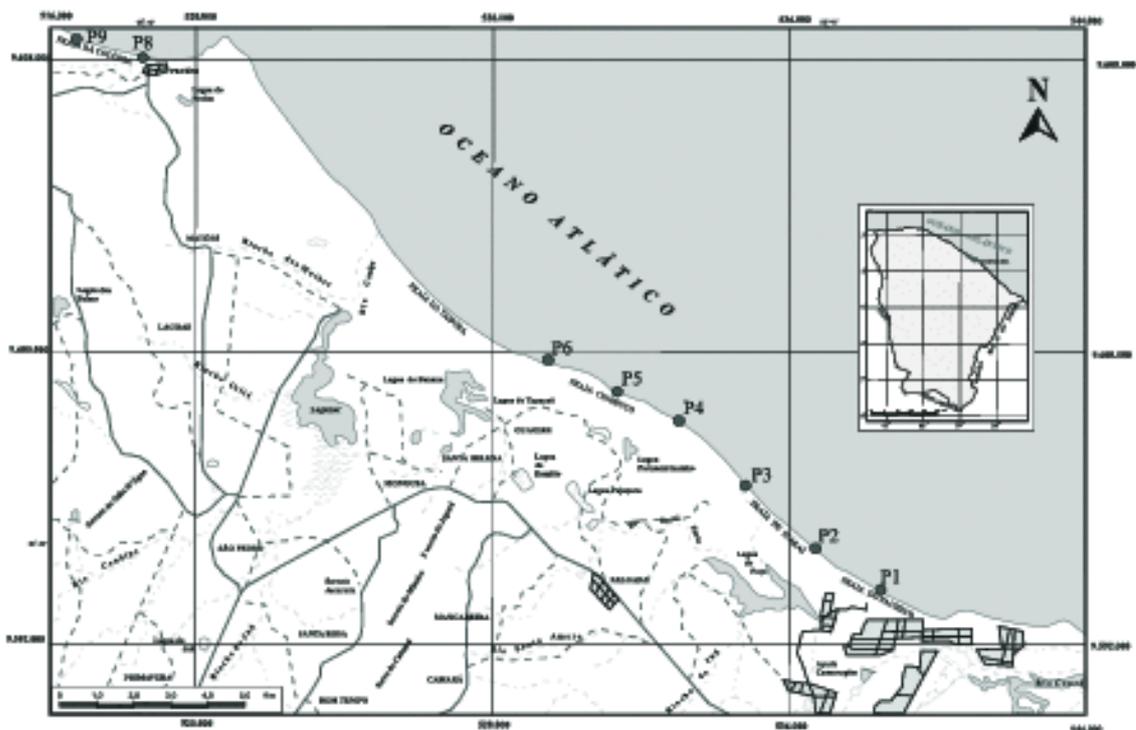


Figura 20 - Area estudada por Magalhães e Maia (2003) com as respectivas localizações dos perfis de praia. Reproduzido de Magalhães e Maia (2003).

Na Figura apresentamos os resultados de Magalhães e Maia (2003) para o perfil 8, localizado ao largo de Pecém. No painel superior esquerdo dessa figura apresentamos todas as topografias realizadas ao longo dos 26 meses no perfil 8. No painel esquerdo inferior apresentamos a evolução da variação de volume ao longo do tempo e no painel direito apresentamos os respectivos volumes e variações de volume encontrados durante a realização de cada topografia no perfil 8. Os resultados referentes aos outros perfis não são aqui detalhados, mas podem ser conferidos no artigo de Magalhães e Maia (2003).

Os autores concluem que o perfil P1 foi o perfil de maior erosão, seguido pelos perfis P5, P6 e P2, enquanto que os perfis P3 e P9 se encontram em equilíbrio e os perfis P4 e P8 apresentam acreção. De onde se conclui então que durante os anos de 1996 a 1998 a região de Pecém apresentou acreção de sedimento e progressão da linha de costa.

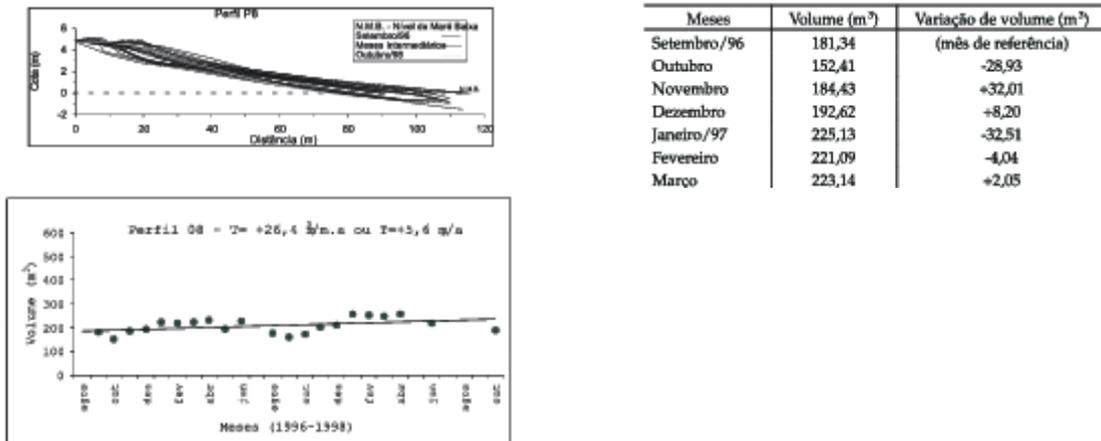


Figura 21 - Topografias realizadas no perfil 8, localizado em Pecem (painel esquerdo superior), volumes e variações de volume de sedimentos em cada topografia do perfil 8 (painel direito), regressão entre os volumes e o período no perfil 8 (painel esquerdo inferior). Reproduzido de Magalhães e Maia (2003).

Estimativas de deriva litorânea foram feitas por Bittencourt *et al.*, (2003) para o trecho do litoral norte brasileiro localizado entre Ponta do Calcanhar e Ilha de Santana. Os autores dividiram esse trecho do litoral em 6 setores, numerados de I a VI, conforme a Figura 22. Os autores identificaram alguns trechos desse litoral que apresentam um balanço positivo de sedimentos, com progradação da linha de praia. Esses trechos são: a) da Ponta dos Três Irmãos a Areia Branca (Setor II), b) de Ponta Itapagé até a Barra das Preguiças (Setor IV) e c) de Ilha Santaninha até a Ilha de Santana (Setor VI), ou seja, todos os setores em que a linha de costa se apresenta orientada zonalmente de oeste a leste. Nos outros setores a linha de costa apresenta um ângulo de inclinação razoavelmente grande.

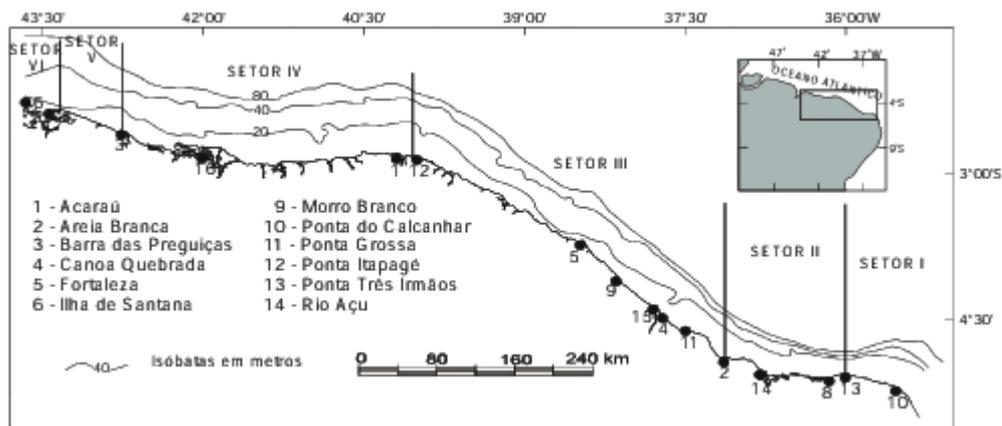


Figura 22 - Esquema representando a linha de da região nordeste brasileira. Os números arábicos dividem as regiões tais quais foram comentadas no texto. Os vetores com valores associados representam o sentido e a intensidade da deriva litorânea respectivamente. Reproduzido de Bittencourt *et al.* (2003).

Os autores também discutiram a direção da frente de onda, o ângulo de incidência das mesmas e a direção e intensidade da deriva efetivada por elas, causada em segmentos numerados de 1 a 10, conforme visualizado na Figura . Esses dados estão resumidos na tabela da Figura 12 abaixo.

Segmento	Direção da frente de onda	Altura da onda ao longo da linha de costa (H) ^a	Ângulo de incidência dos raios de onda (α)	Componente principal da deriva	Intensidade potencial da deriva litorânea por unidade de área X = senα.cosez.H ² (x100)	Percentual de incidência anual das ondas	Intensidade da deriva x percentual de incidência anual	Intensidade da deriva dominante menos a da deriva secundária: deriva efetiva
1	N0°	1,0	80°	W→E	17	5	85	-
	N45°	1,0	62°	E→W	41	13	533	3564
	N90°	1,9	34°	E→W	38	82	3116	E→W
2	N0°	0,9	90°	-	-	5	-	-
	N45°	0,9	53°	E→W	39	13	507	1819
	N90°	0,6	30°	E→W	16	82	1312	E→W
3	N0°	1,0	56°	W→E	48	5	230	-
	N45°	1,0	90°	-	-	13	-	1082
	N90°	0,6	58°	E→W	16	82	1312	E→W
4	N0°	0,9	59°	W→E	38	5	180	-
	N45°	1,0	90°	-	-	13	-	3100
	N90°	0,9	47°	E→W	40	82	3280	E→W
5	N0°	1,0	54°	W→E	47	5	235	-
	N45°	1,0	85°	E→W	8	13	104	3149
	N90°	0,9	47°	E→W	40	82	3280	E→W
6	N0°	1,0	58°	W→E	45	5	225	-
	N45°	1,0	76°	E→W	23	13	299	3190
	N90°	0,9	36°	E→W	38	82	3116	E→W
7	N0°	1,0	90°	-	-	7	-	-
	N45°	0,9	57°	E→W	37	23	851	1971
	N90°	0,6	30°	E→W	16	70	1120	E→W
8	N0°	1,0	73°	W→E	28	7	196	-
	N45°	1,0	58°	E→W	45	23	1035	909
	N90°	0,8	22°	E→W	1	70	70	E→W
9	N0°	1,0	68°	W→E	35	7	245	-
	N45°	1,0	68°	E→W	35	23	805	2730
	N90°	0,8	51°	E→W	31	70	2170	E→W
10	N0°	1,0	90°	-	-	7	-	-
	N45°	0,9	49°	E→W	40	23	920	1550
	N90°	0,5	24°	E→W	9	70	630	E→W

^a H = H₀ (b/a)^{1/2}. H₀ = altura normalizada da onda em alto-mar por unidade de comprimento: 1,0m. Para o significado de b e a, ver figura 2.

Figura 12 - Direção da frente de onda, o ângulo de incidência das mesmas e a direção e intensidade da deriva efetiva por elas causada nos diversos setores classificados por Bittencourt et al. (2003).

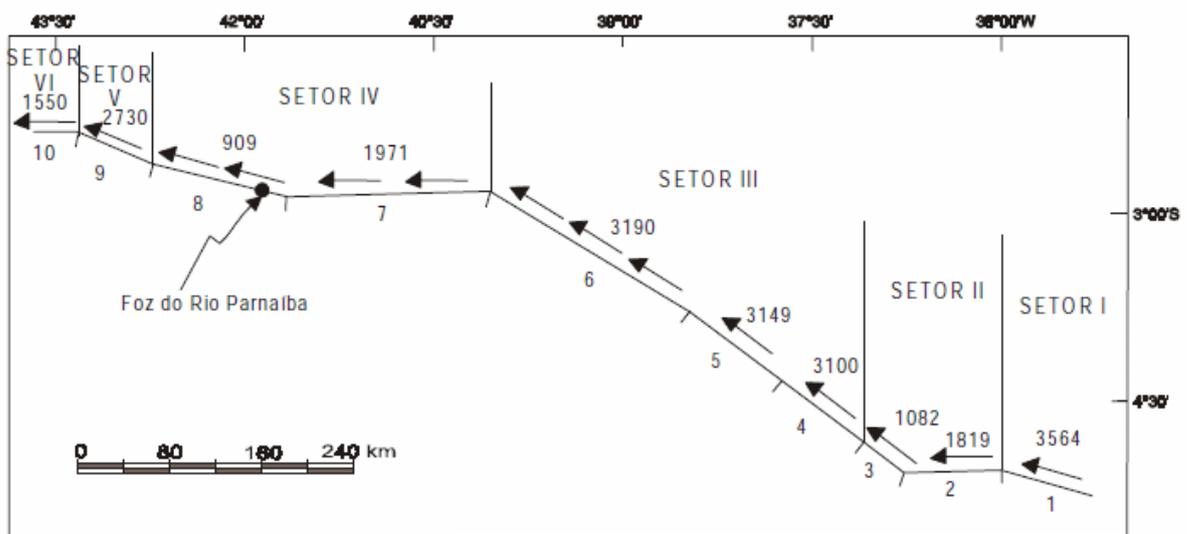


Figura 24 - Esquema representando a linha de da região nordeste brasileira. Os números arábicos dividem as regiões tais quais foram comentadas no texto. Os vetores com valores associados representam o sentido e a intensidade da deriva litorânea respectivamente. Reproduzido de Bittencourt et al. (2003)

O segmento 6, que está localizado logo a oeste de Pecém, apresenta maior tendência de erosão e deriva litorânea, devido à mínima refração nas ondas predominantes de leste, e desta forma, preservação dos níveis de energia próximos aos originais, que se traduz em

pouca alteração na altura original das ondas, e aos ângulos de incidência estarem próximos de 45°, este mais favorável à deriva litorânea. Já no segmento 7, os processos de refração das ondas predominantes são maiores e os ângulos de incidência se afastam mais de 45°. Este fato deve ser condicionante para que o setor seja um dos trechos costeiros mais favoráveis para a acumulação flúvio-marinha ao longo da linha de costa.

Durante o período compreendido entre os anos de 1996 e 2004 foi executado um programa de monitoramento da linha de costa coordenado pelo professor Erasmo da Silva Pitombeira. Durante esses períodos foram executadas repetidamente as topografias em 40 perfis praias, sendo 10 deles localizados a leste de Pecém e 30 a oeste. A distância de praia monitorada foi de 4 km, estando 1 km localizado a leste de Pecém e 3 km a oeste.

Esse estudo conclui que deveria haver difração das ondas no píer do Complexo Portuário de Pecém, formando uma zona de sombra que iria comprometer o transporte longitudinal de sedimentos, gerando deposição e acresção da linha praia.

2.6 GEOLOGIA E GEOQUÍMICA

2.6.1 GEOLOGIA REGIONAL

As unidades Geológicas que ocorrem na região são: Unidade Independência, Unidade Canindé, Grupo barreiras, e Depósitos Litorâneos de Praias e Dunas (Mapa 4).

2.6.1.1 Complexo Ceará

O Complexo Ceará é formado principalmente por rochas paraderivadas metamorfoisadas em alto grau comumente migmatizadas. Em termos litológicos, destacam-se gnaisses e xistos com silimanita e/ ou cianita e granada, quartzitos e volumes menores de rochas carbonáticas, organizados em pacotes que, apesar de separados tectonicamente, apresentam características composicionais e estruturais muito semelhantes (Arthaud *et al*, 1998).

Na área de influência, as Unidades Geológicas pertencentes ao Complexo Ceará são as Unidades Independência e Canindé, descritas a seguir:

2.6.1.2 Unidade Independência

Componente do Complexo Ceará, a Unidade Independência compreende paragnaisses granadíferos, intercalados com silimanita-granda-quartzo-muscovita-biotita xistos e quartzo-muscovita-biotita xistos, quartzitos puros ou com muscovita e, mais raramente, mármores intercalados. Este conjunto de rochas compõe um relevo ondulado a levemente acidentado, marcado pela presença de dobras de porte regional e hogbacks quartzíticos (Cunha, 2007).

2.6.1.2.1 Unidade Canindé

Componente do Complexo Ceará, se caracteriza por uma sequência típica de terrenos de rochas metassedimentares, dominadas por metapelitos (CPRM, 2003). As associações litológicas são compostas por camadas de quartzitos, alguns minerais ricos em alumínio, lentes e mármores e rochas calciossilicáticas, frequentemente associadas com anfibólitos, compondo, segundo Vasconcelos *et al.* (1998), uma típica sequência depositada em ambiente marinho plataformal. É constituída por sequências metavulcano-sedimentares recortadas por derrames de rochas ácidas e máficas.

2.6.1.3 Grupo Barreiras

Moraes rego (1930) denominou originalmente de Série Barreiras as camadas de cores variegadas, com leitos de areias inconsistentes e concreções ferruginosas que ocorrem desde o Vale do Rio Amazonas até a Costa Norte, Nordeste e Leste brasileira. Mebesoone *et al.* (1972) sugerem que o Grupo barreiras seja constituído por três unidades edafoestratigráficas, incluindo a formação interiorana Serra do Martins. Bigarella mantém o Grupo Barreiras sem a Formação Serra do Martins. Kegel (1957), Alheiros *et al.* (1988) entre outros autores usaram a denominação da Formação Barreiras para os sedimentos do litoral.

A ausência de fósseis no Grupo barreiras impede uma datação precisa. É atribuída a esta unidade, um intervalo de sedimentação, entre o Paleógeno (Oligoceno) e o Neógeno, chegando até o Pleistoceno (Salim *et al.*, 1975; Mabesoone *et al.*, 1972; Suguio *et al.*, 1986).

Para Alheiros *et al.*, (1998), o Grupo Barreiras representa a evolução de um sistema fluvial construído em fortes gradientes e sob clima predominantemente árido, sujeito a oscilações.

Neste trabalho, utiliza-se a mesma denominação de Grupo Barreiras, conforme CPRM (2006), a exemplo de outros autores tais como Jardim de Sá (1998); Santos *et al.*, (2002); e Bizziet *et al.*, (2001).

2.6.1.3.1 Fácies Leque aluviais

Arenitos de granulometria grossa a conglomerática, com cores variegadas (vermelho, roxo, e creme), com seixos e grânulos subangulosos de quartzo e blocos de argila retrabalhada, em corpos de geometria tabular a lenticular com até 1 metro de espessura. Intercalações de camadas subordinadas de natureza siltico-argilosa determinam para o conjunto estratificação paralela bem marcante. Elas representam a porção distal dos leques aluviais, construídos por fluxos de detritos afogados nos períodos de inundações.

2.6.1.3.2 Fácies Fluvial Entrelaçada

Ocorre preferencialmente próximo aos rios de grande porte, é formada por depósitos contendo cascalho e areais grossas a finas, em geral feldspáticas, com coloração esbranquiçada, creme amarela a avermelhada. Intercalam-se microclastos sob a forma de camadas, filmes e lentes de argila/ silte. A sua fácies subordinada é representada por areias quartzosas, de coloração creme e aspecto maciço. Intercalam-se microclastos sob a forma de camadas, filmes e lentes de argila/silte. Predominam estratificações cruzadas acanaladas

de grande e pequeno porte e de médio e baixo ângulo, com sets granodrecrescentes iniciados por cascalhos quartzo-feldspáticos e seixos da argila. Ocorrem intercalações de barras fluviais longitudinais com até um metro de espessura, com estratificações tabulares/planares de forte ângulo, sugestivo de altas descargas de um sistema fluvial em canais confinados que migram formando as barras. Nos arredores de Recife (PE) esta fácies apresenta níveis de paleossolos.

2.6.1.3.3 Fácies Flúvio-lagunar

Constam de areias quartzo-feldspáticas claras, de granulação fina a média, intercaladas com filmes de argilas cinza esverdeadas e matéria orgânica em estrutura rítmica com espaçamento de 1 a 2 cm. A constante presença desses níveis de argila e de matéria orgânica evidencia uma mudança nos processos hidrodinâmicos, com uma provável oscilação regional da linha de costa, ocasionando o afogamento dos sistemas fluviais desenvolvidos. Subseqüentemente teria ocorrido a implantação de um ambiente litorâneo não deltáico, com a formação de lagunas e planícies de marés.

2.6.1.4 Depósitos Litorâneos de Praia e Campos de Dunas

2.6.1.4.1 Depósitos de praia

Estruturas sedimentares como marcas de onda de corrente e de interferência, ripples de adesão, partinglineation e bioturbação. São originados por processos de tração subaquosa, sob influência de marés em planície costeira suavemente inclinada; correspondendo à Fácies de Intermaré.

São constituídos por áreas esbranquiçadas de granulação fina a grossa, quartzosas, bem selecionadas, limpas, ricas em bioclastos e por vezes em minerais pesados.

2.6.1.4.2 Depósitos de Dunas Móveis

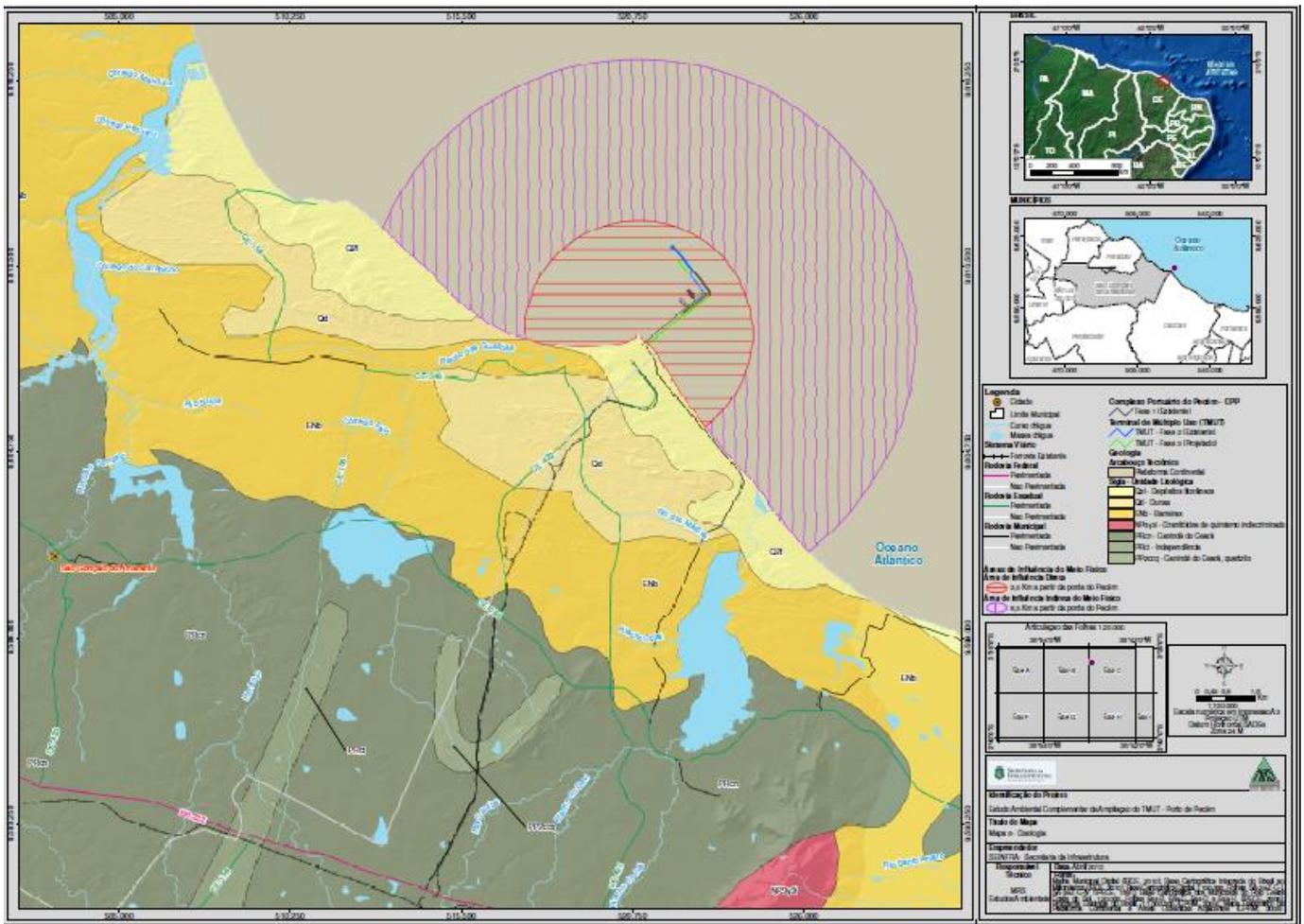
Superpõem-se às paleodunas num processo migratório para NW, deslocando-se no mesmo sentido das paleodunas. As discordâncias entre os depósitos eólicos (paleodunas/ dunas móveis) são representadas por contatos abruptos entre dunas de diferentes texturas e colorações (Barreto *et al* , 2004).Apresentam formas com relevo que se destacam na paisagem, com pouca ou nenhuma vegetação.

Constituídas por areias esbranquiçadas de granulometria fina a média, bem selecionadas, com grãos arredondados. São do tipo barcana, barcanóide e parabólica formando campos de dunas e interdunas atuais. As dunas representam excelentes depósitos de areias quartzosas, porém sua exploração torna-se difícil por se encontrarem em áreas de preservação ambiental.

2.6.1.4.3 Depósitos de Dunas Fixas

Ocorrem em função da presença da vegetação, já que esta faz com que os sedimentos que são acumulados ao longo do litoral se fixem, ou seja, fiquem imobilizados e bioestabilizados. Do ponto de vista geomorfológico, as dunas fixas se constituem em relevo ondulado, desenvolvidos em áreas de acumulação sedimentar, principalmente arenosas, que submetidas às influências dos processos pedogenéticos foram colonizadas por espécies vegetais que limitam a manifestação da deflação eólica e, conseqüentemente, a fixação dos sedimentos.

Mapa 4 - Geologia.



2.6.2 GEOLOGIA E GEOQUÍMICA LOCAL

As áreas de influência do empreendimento estão inseridas na margem continental do Nordeste brasileiro, caracterizada por ter uma plataforma rasa variando entre 60 a 80 metros de largura. Definido como um ambiente de sedimentação de alta energia, com altas temperaturas e salinidade entre 35 a 37‰ (Mont'alverne, 1982; Freire, 1985; Testa & Bosence, 1998). A área compreende o segmento da Bacia do Ceará, dentro da Bacia sedimentar da margem continental brasileira, composicionalmente formados por carbonato de cálcio biogênico, com os sedimentos da plataforma interna (abaixo da isóbata de 20 m) predominantemente de areia com pouco cascalho e baixos teores de lama (abaixo dos 2,5%). A fração carbonática é composta por cerca de 75 a 95 % de CaCO_3 biogênico e a fração terrígena dominada por areias quartzosas, feldspatos, minerais pesados e argilas (França et al., 1976 apud Marques, 2004).

Segundo Moreira (2009), amostras de sedimentos coletadas no Complexo Portuário de Pecém (Figura) foram classificadas como arenosas, variando de areia média a areia fina em P1 (32,05 – 39,76%). Nas demais amostras a granulometria varia entre areia fina e muito fina, com P4 e P5 apresentando os maiores teores de areias muito finas (47,13 e 40,63 %, respectivamente) os teores de lama variaram de 4, 42% em P1 e 14,30% em P4 (Tabela 5).



Figura 25 – Estações de coleta de sedimentos na região do Complexo Portuário de Pecém.

Tabela 4 - Análise Granulométrica com os valores das frações expostas em % (Moreira, 2009).

Amostras	Cascalho (%)	Areia (%)					Lama (%)
		Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	
P1	0,00	0,00	7,41	32,05	39,76	16,30	4,42
P2	0,00	0,94	7,69	25,99	30,85	23,59	10,94
P3	0,00	0,00	14,65	20,75	31,53	24,48	8,17
P4	0,00	0,00	1,42	12,38	24,72	47,13	14,30
P5	0,00	0,35	1,90	19,63	30,60	40,63	6,89

As análises dos teores de CaCO_3 , MO, COT, N-total e P-total, realizadas por Moreira (2009) são apresentados na Tabela 5. A média dos teores de carbonato foi de 30,18%, com o valor máximo na estação P1(36,96%) e o mínimo em P5(24,78%). A média de matéria orgânica estimada foi de 12,38%, com o menor valor em P5 (2,49%) e o maior valor em P1 (14,87%). A média dos teores de COT foi de 1,03%, com o mínimo em P5 (0,51%) e o máximo em P3 (1,39%). Em relação aos nutrientes, o teor médio foi de 0,42%, com o mínimo observado em P5 (0,25%) e o máximo em P1 (0,57%). A média dos teores de fósforo foi de 0,72%, sendo o menor valor encontrado em P5 (0,43%) e o maior valor em P1 (0,43%).

Tabela 5 - Teores de CaCO_3 , MO, COT, N-total e P-total nos sedimentos das três regiões estudadas.

Amostra	CaCO_3 (%)	MO (%)	COT (%)	N – Total (%)	O – Total (%)
P1	36,96	14,87	1,35	0,57	0,93
P2	33,76	12,23	1,14	0,47	0,76
P3	28,9	14,69	1,39	0,50	0,80
P4	26,5	7,71	0,78	0,33	0,68
P5	24,78	2,49	0,51	0,25	0,43
Média	30,18	10,398	1,034	0,424	0,72

2.7 GEOMORFOLOGIA

Na região do Empreendimento ocorrem quatro Unidades Geomorfológicas: Tabuleiros Costeiros, Planícies Fluviais, Superfícies Aplainadas Degradadas e Campos de Dunas (

Mapa), descritas a seguir.

2.7.1 TABULEIROS

Os Tabuleiros Pré-Litorâneos são constituídos predominantemente por sedimentos Tércio-Quaternários da Formação Barreiras. Aparecem recortados por um grande número de drenagens secundárias, de regime intermitente, que constitui as microbacias hidrográficas da zona costeira. Os vales apresentam modestas cotas altimétricas devido ao fraco poder de entalhamento das drenagens. Nas proximidades das desembocaduras fluviais e em pontos específicos da faixa de praia surge como um sistema de falésias que movimentam o relevo, evidenciando a evolução paleogeográfica a partir das flutuações do nível relativo do mar.

2.7.2 SUPERFÍCIES APLAINADAS DEGRADADAS

Constituem superfícies planas a levemente onduladas, geradas por processo de arrasamento geral dos terrenos. São formas que apresentam amplitude de relevo entre 0 e 10 m e inclinação de vertentes que varia de 0-5°. Essa forma de relevo caracteriza-se por um relevo suave ondulado extenso e monótono. Porém, não constitui um ambiente colinoso, devido às amplitudes de relevo muito baixas e longas rampas de muito baixa declividade.

2.7.3 PLANÍCIES FLUVIAIS

São planícies de inundação e baixadas inundáveis. Constituem zonas de acumulação atual, sub-horizontais, compostas por depósitos arenoargilosos a argiloarenosos. Apresentam gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais. São terrenos periodicamente inundáveis, maldrenados nas planícies de inundação e bem drenados nos terraços. Exibem amplitude de relevo nula (zero) e inclinação das vertentes variando entre 0-3°.

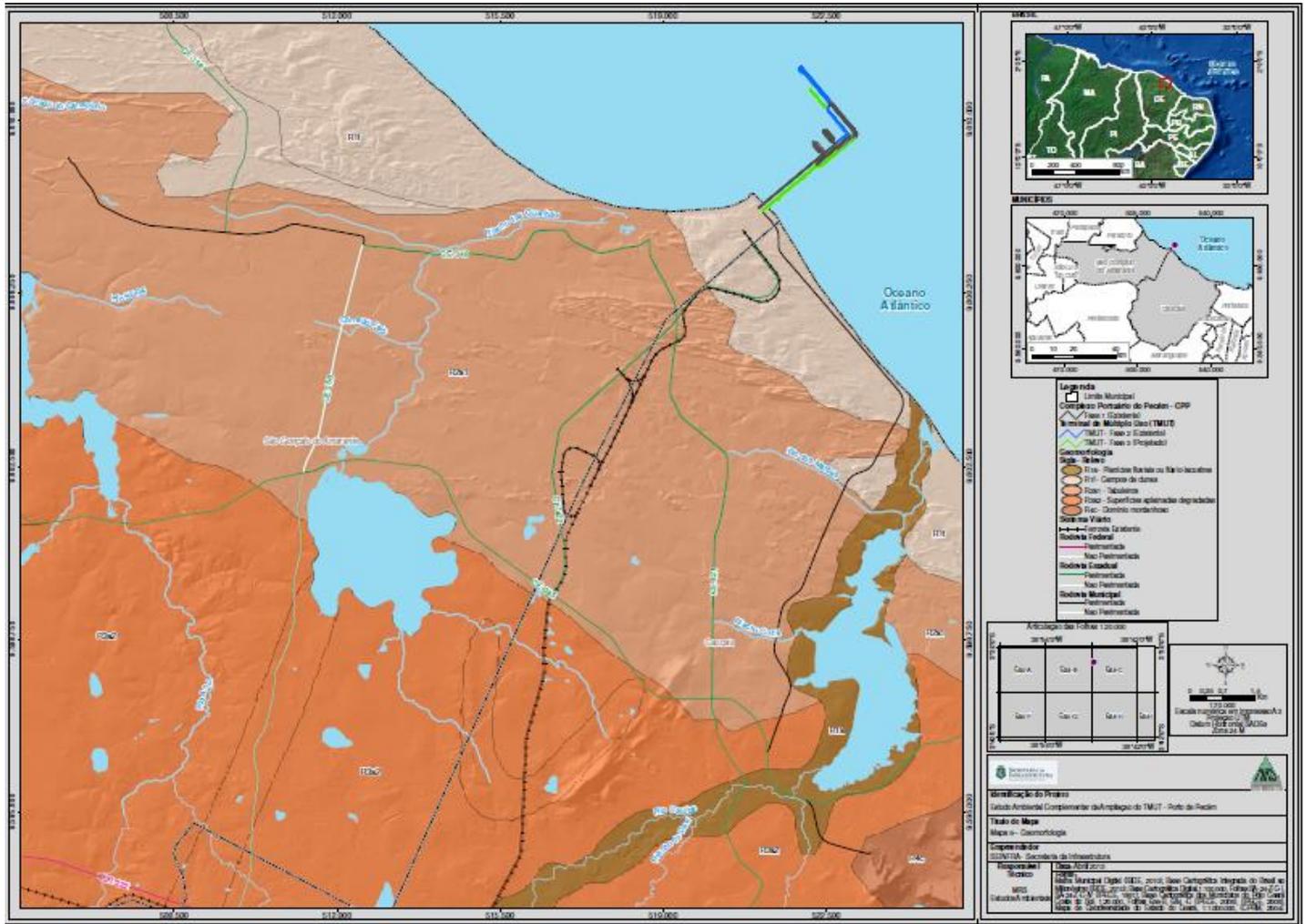
2.7.4 CAMPOS DE DUNAS

As dunas apresentam três gerações distintas, das quais, a de maior expressão no estado do Ceará. Estão representadas pelos campos de dunas móveis (barcanas, barcanoides, transversais e frontais). Essas dunas migram na direção do continente, capeando gerações de dunas mais antigas, terrenos dos tabuleiros e obstruindo as drenagens costeiras e



desembocaduras fluviais. Este processo favorece, sobretudo, a evolução de ambientes estuarinos para estuarinos-lagunares e em muitos casos para lacustre.

Mapa 5 – Geomorfologia.



2.8 RECURSOS HÍDRICOS

O conhecimento dos componentes hídricos que cobrem o território estudado é importante para o planejamento dos programas de qualidade da água na região da ampliação do TMUT do Complexo Portuário de Pecém, uma vez que os corpos d'água exercem um importante papel tanto do ponto de vista ecológico como sócio-econômico, servindo como entreposto comercial, fonte de recursos para a população local, além de garantir a biodiversidade de espécies da fauna e flora.

A região do distrito de Pecém está inserida na porção noroeste das bacias hidrográficas Metropolitanas do Ceará, compreendendo partes das bacias hidrográficas do Rio Cauípe e do Rio São Gonçalo, a sub bacia hidrográfica do riacho das Guaribas, e parte da sub bacia hidrográfica litorânea, limitados ao norte pelo oceano Atlântico, na região do Complexo Portuário do Pecém (Figura). Apesar de não ter muita expressão hidrológica, esse conjunto hídrico representa os principais mananciais para abastecimento da população local (INESP, 2009).

Pequenas planícies fluviais estão representadas na região pelo rio dos Matões e ainda pelo riacho Corrê, riacho da Chave, córrego Feio, entre outros. A planície lacustre da área está representada pelo lagamar do Gereraú e lagamar do Cauípe, além de pequenas lagoas como dos Talos, de Bolsa, Acende, Candeia, Aguanambi, Manoel Fernandes e lagoa do Pecém. Além destes, outros recursos hídricos igualmente importantes na hidrografia da região do Pecém são os corpos d'água intermitentes, como as lagoas interdunares pluviais e freáticas, e os riachos de pequeno porte. Além de fornecerem água para o consumo humano, esses corpos d'água são utilizados para o lazer, turismo, pesca artesanal e para pequenas atividades agro-extrativistas.

A bacia hidrográfica litorânea é uma planície flúvio-marinha correspondente a uma faixa de terra perpendicular à linha de costa, com influência marinha e fluvial. Devido ao ambiente propício, a vegetação de manguezal se desenvolve nessa região, abrigando uma elevada produtividade biológica. Em consequência, essa área tem sido usada para atividades de pesca do caranguejo e extração vegetal. Na AID, essa região está representada pela desembocadura do riacho das Guaribas, na praia do Pecém, sendo Área de Proteção Ambiental (Figura). Segundo Albuquerque (2005), a margem esquerda desse riacho foi soterrada dando lugar à ocupação por residências simples, contribuindo com a poluição do manguezal.

Os recursos hídricos desse território possuem limitações principalmente devido à irregularidade do regime pluviométrico e deficiência hídrica. A perda natural de água proveniente do processo de evaporação também é um fator limitante. A taxa de evaporação supera 2.000 mm/ano na maior parte do território Nordeste. Além disso, verifica-se o risco de contaminação bacteriológica, proveniente do lançamento de esgotos não tratados ou tratados de modo precário nos corpos d'água. Na bacia hidrográfica litorânea a vulnerabilidade é ainda maior, tendo como principais limitações as inundações periódicas,

salinização, deficiência de drenagem, irregularidade do regime pluviométrico e as restrições legais quanto ao uso da água atribuído as Áreas de Proteção Ambiental.



Figura 26 - Desembocadura do Riacho Guaribas com presença da vegetação de mangue.
Fonte: Albuquerque (2005).

A praia do Pecém (Figura), onde o Complexo Portuário do Pecém está inserido (Figura), tem como limites a noroeste a praia de Taíba e a sudeste a praia de Cumbuco. Toda área diretamente afetada (ADA) do presente estudo ambiental está situada em ambiente *offshore*. As instalações portuárias estão situadas nas isóbatas de 15 a 17 m, a cerca de 2000m da costa. A influência de água fluvial na AID da ampliação do TMUT é quase nula, assim como o aporte de contaminantes transportados pelos rios, uma vez que a única desembocadura presente nessa área de influência é do Riacho das Guaribas, que possui baixa vazão, escoamento intermitente e depende diretamente da variação da maré.

Entre os usos da água na AID do empreendimento estão:

- Atividades portuárias de carga e descarga, movimentação de navios e navegação;
- Pesca artesanal;
- Atividades de recreação, como o turismo de sol e praia, além da região possuir condições ideais para prática de esportes a vela e surf.



Figura 27 - Vista da praia do Pecém.



Figura 28 -Complexo Portuário na praia do Pecém.

2.8.1 QUALIDADE DA ÁGUA

A área de influência do empreendimento para o item qualidade de água abrange a região oceânica em que a ampliação do TMUT está inserida e seu entorno, incluindo a bacia de evolução, a região a ser dragada e a região costeira que compreende a praia do Pecém. O corpo d'água nessa região se enquadra como sendo da "Classe I de Águas Salinas" conforme descrito na Resolução CONAMA nº 357/05 para águas com salinidade igual ou superior a 30%, sendo destinadas: a) à recreação de contato primário; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à aqüicultura e à atividade de pesca. Recreação de contato primário é referente ao contado direto e prolongado do banhista com a água (natação, mergulho, esqui-aquático, surf, etc), e a possibilidade do banhista ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada.

O uso múltiplo da água nesta região requer alguns cuidados na sua gestão tendo em vista a preservação da qualidade da água e o controle de possíveis alterações. A Resolução CONAMA nº 357/05 determina os padrões de qualidade da água, estabelecendo um conjunto de parâmetros e os limites individuais para cada substância em corpos d'água. Para águas salinas da classe I, são incluídos parâmetros físico-químicos (cor, pH, temperatura, salinidade, turbidez, metais, compostos nitrogenados, fósforo, OD, óleos e graxas), biológicos (coliformes termotolerantes) e orgânicos (agrotóxicos, hidrocarbonetos de petróleo, PCBs, entre outros).

No presente estudo ambiental a qualidade da água foi caracterizada através de dados secundários presentes na literatura pertinente a AID do empreendimento. Para tal, foram consultadas informações sobre banco de dados de monitoramento, trabalhos acadêmicos, órgãos governamentais e demais informações levantadas junto à administração do próprio porto.

Para a determinação dos parâmetros de temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido (OD), foram usados dados secundários emitidos no diagnóstico ambiental do EIA/RIMA da Refinaria Premium II e Dutovia da Petrobrás (FASTEF, 2010). Para a determinação de coliformes termotolerantes, foram utilizados dados de monitoramento do SEMACE para análise da balneabilidade da praia do Pecém, no período de Agosto/2011 à Fevereiro/2013 (SEMACE, 2013).

Os parâmetros físico-químicos foram mensurados em campo com o auxílio de uma sonda multiparâométrica da marca YSI modelo 556 MPS (*Multi Probe System*), previamente calibrada antes da coleta de amostragens. Os parâmetros analisados *in situ* foram temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido. Os sensores da sonda foram dispostos em cada estação, nas três profundidades de amostragem (superfície, meio e fundo), com exceção das estações 1, 2 e 3, buscando uma melhor representação da massa d'água marinha.

A Tabela 6 mostra a localização das estações de amostragem dentro da AID do presente estudo ambiental, com as coordenadas, profundidade de cada ponto, data e hora da amostragem.

Tabela 6 - Estações de amostragem para parâmetros de qualidade da água, profundidade (m), data e hora.

Estação	Latitude (S)	Longitude (W)	Profundidade (M)	Data	Hora
E - 1	38° 48' 35.4"	3° 32' 39.0"	50 cm	01/12/10	9:30
E - 2	38° 49' 15.0"	3° 32' 46.8"	50 cm	01/12/10	10:50
E - 3	38° 50' 03.6"	3° 32' 45.6"	50 cm	01/12/10	11:35
E - 4	38° 48' 25.8"	3° 32' 31.2"	12,5	29/11/10	14:25
E - 5	38° 49' 06.6"	3° 32' 04.8"	10,5	29/11/10	13:40
E - 6	38° 49' 48.6"	3° 31' 39.6"	15,5	29/11/10	11:35
E - 7	38° 47' 42.6"	3° 31' 48.6"	18,0	29/11/10	06:06
E - 8	38° 48' 29.4"	3° 31' 33.0"	18,0	29/11/10	09:38
E - 9	38° 49' 13.2"	3° 31' 09.0"	18,5	29/11/10	18,50
E - 10	38° 47' 44.4"	3° 32' 57.0"	12,5	29/11/10	08:10

Fonte: Modificado de EIA/RIMA da Refinaria Premium II e Dutovia (FASTEF, 2010).

A Tabela 7 apresenta os dados dos parâmetros de temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido registrados nas 10 estações de amostragem e os valores limites estabelecidos pelo CONAMA nº 357/05.

Tabela 7 - Parâmetros físico-químicos das amostras em cada estação.

Estação	Temperatura (°C)	Salinidade	pH	Oxigênio Dissolvido (%)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)
E - 1	27,96	37,57	7,96	76,80	4,87
E - 2	29,13	37,55	8,33	76,00	4,62
E - 3	28,70	37,50	8,21	75,50	4,70
E - 4 (Superfície)	27,58	37,78	7,82	119,1	6,83
E - 4 (Meio)	28,34	37,62	7,82	91,20	5,72
E - 4 (Fundo)	28,37	37,63	7,82	87,40	5,51
E - 5 (Superfície)	28,33	37,56	7,80	86,70	5,49
E - 5 (Meio)	28,34	37,60	7,81	85,30	5,38
E - 5 (Fundo)	28,33	37,60	7,82	85,00	5,36
E - 6 (Superfície)	27,66	37,56	7,84	105,30	6,36
E - 6 (Meio)	28,18	37,46	7,84	88,34	5,58
E - 6 (Fundo)	28,17	37,48	7,90	86,00	5,44
E - 7 (Superfície)	27,97	37,35	7,06	101,20	6,14
E - 7 (Meio)	28,08	37,35	7,38	87,20	5,54
E - 7 (Fundo)	28,09	37,35	7,45	86,50	5,48
E - 8 (Superfície)	26,32	37,41	7,96	90,70	5,75
E - 8 (Meio)	28,12	37,78	7,99	88,00	5,75
E - 8 (Fundo)	28,10	37,42	8,02	86,20	5,46
E - 9 (Superfície)	27,05	37,57	7,96	93,50	5,89
E - 9 (Meio)	28,13	37,39	7,98	88,40	5,60
E - 9 (Fundo)	28,12	37,39	7,96	86,60	5,49
E - 10 (Superfície)	28,04	37,46	7,59	150,00	8,67

Estação	Temperatura (°C)	Salinidade	pH	Oxigênio Dissolvido (%)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)
E - 10 (Meio)	28,02	37,48	7,58	91,10	5,74
E - 10 (Fundo)	28,09	37,48	7,58	87,00	5,51
Valor Médio	28,05	37,51	7,81	91,63	5,70
CONAMA nº357/05	≤ 40	NR	6,5 a 8,5	NR	≥ 6

Fonte: Modificado de EIA/RIMA da Refinaria Premium II e Dutovia (FASTEF, 2010).

2.8.1.1 Temperatura

A temperatura mínima registrada foi de 26,32°C (E8, superfície) e a máxima de 29,13°C (E2), apresentando um valor médio de aproximadamente 28°C. De maneira geral, a temperatura da massa d'água amostrada assume valores constantes, representando um discreto extrato nas camadas superficiais (profundidade de até 1,5 metros), caracterizando uma homogeneidade vertical da coluna d'água. A média da temperatura na superfície foi de 27,56 °C, enquanto que no meio e no fundo foi de aproximadamente 28,18 °C, valores estes dentro do estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05 (Tabela 7).

2.8.1.2 Salinidade

Os teores de salinidade registrados nas estações amostradas variaram entre 37,35 (E7, todas as profundidades) e 37,78 (E4 superfície e E8 meio), demonstrando comportamento homogêneo desse parâmetro nos locais amostrados, não sendo observados descontinuidades ou gradientes na coluna d'água na região da AID (Tabela 7).

2.8.1.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O valor médio do pH na água do mar foi de 7,81 e variou entre 7,06 (E7 superfície) e 8,33 (E2). O pH nas amostragens E7 superfície e E7 meio apresentaram valores maiores que 0,2 unidades (7,06 e 7,38 respectivamente), contrariando as condições de qualidade da água estabelecidas na Resolução CONAMA nº 357/05 para águas salinas de classe I. Contudo, as demais amostragens estão em conformidade com a legislação, sugerindo a ausência de substâncias ácidas na água que podem ter sido lançadas diretamente ou serem resultantes de reações químicas entre a água do mar e outros poluentes lançados no ambiente (Tabela 7).

2.8.1.4 Oxigênio Dissolvido (OD)

A maior concentração de oxigênio dissolvido ocorreu na Estação 10 (8,67 mg/L) e a menor concentração ocorreu na Estação 2 (4,2 mg/L), apresentando um valor médio de 5,70 mg/L. Em relação à distribuição vertical do OD na coluna d'água, verificou-se gradiente decrescente da superfície para o fundo nas estações de amostragem, com a maior

porcentagem de saturação encontrada na estação 10 (150,00%). As estações 1, 2 e 3 apresentaram os menores índices de OD. Das 24 amostragens, apenas 4 apresentaram valores de OD em conformidade com o CONAMA nº 357/05. Nas demais amostragens, foram verificados valores abaixo do padrão definido para a classe I de águas salinas (Tabela 7). O valor mínimo de oxigênio dissolvido (OD) para a preservação da vida aquática em águas salinas, estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 é de 6mg/L de O₂.

O OD é um fator limitante para manutenção da vida aquática e de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais, mas existem variações na tolerância quanto a quantidade de OD de espécie para espécie e estágio de vida do organismo. De maneira geral, valores de OD menores que 2 mg/L pertencem a uma condição perigosa, denominada hipoxia, situação que não se reflete na massa d'água amostrada. O monitoramento das águas oceânicas na área de construção do Complexo Portuário do Pecém e sua zona de influência direta, em 1998, demonstraram o mesmo comportamento quanto a quantidade de oxigênio dissolvido, com concentrações de oxigênio variando entre 4,83 mg/L e 5,66 mg/L (LABOMAR, 2001), revelando que possivelmente essa é uma característica própria do ambiente e independente da instalação do porto.

2.8.1.5 Coliformes Termotolerantes

As amostras para análise de coliformes termotolerantes foram coletadas em frascos esterilizados de 250 ml, na isóbata de um metro, na praia do Pecém e encaminhadas ao laboratório da SEMACE. O método de análise colimétrica é o de Tubos Múltiplos, especificado na última edição do *Stander Methods for the Examination of Water and Waster*.

Pelo critério adotado, densidades de coliformes termotolerantes superiores a 1.000NMP/100mL em duas ou mais amostras de um conjunto de cinco semanas consecutivas, caracterizam a impropriedade da praia para recreação de contato primário. O monitoramento é realizado atendendo as determinações da Resolução CONAMA nº 274/00. Posteriormente, os dados são categorizados para determinar se uma praia encontra-se nas categorias "Própria ou imprópria", segundo a classificação estabelecida na resolução supracitada, os quais são:

Própria: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver no máximo 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL da amostra.

Imprópria: quando não atendidos os critérios estabelecidos para águas próprias, quando o valor obtido na última amostragem for superior a 2.500 coliformes termotolerantes por 100 mL da amostra, ou quando existirem ocorrências que possam ocasionar risco à saúde do banhista, tais como, presença de resíduos sólidos ou animais no entorno da área de banho.

A Tabela 8 mostra a classificação da água quanto aos valores de coliformes termotolerantes encontrados nas amostragens da água do mar. Os resultados demonstram que durante o período de Agosto/2011 até Março/2013, as águas foram classificadas como satisfatória

para a categoria “própria” para o banho, ou seja, dentro do limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% do conjunto de amostras obtidas.

Tabela 8 - Classificação dos resultados da balneabilidade no período de Agosto de 2011 à Março de 2013 na praia de Pecém – (São Gonçalo do Amarante).

Período de amostragem	Classificação
Agosto de 2011 - Janeiro 2012	Própria
Outubro de 2011 - Fevereiro de 2012	Própria
Novembro de 2011 - Março 2012	Própria
Dezembro de 2011 - Abril 2012	Própria
Janeiro de 2012 - Maio 2012	Própria
Fevereiro de 2012 - Junho 2012	Própria
Março 2012 - Julho 2012	Própria
Abril 2012 - Agosto 2012	Própria
Maio 2012 - Setembro 2012	Própria
Junho 2012 - Outubro 2012	Própria
Julho 2012 - Novembro 2012	Própria
Agosto 2012 - Dezembro 2012	Própria
Setembro 2012 - Janeiro 2013	Própria
Outubro 2012 - Fevereiro 2013	Própria
Novembro 2012 - Março 2013	Própria

Fonte: SEMACE, 2013.

2.8.1.6 Demais Parâmetros

Os demais parâmetros determinados pela Resolução CONAMA nº 357/05 para caracterização da qualidade da água salina, como alguns compostos inorgânicos (compostos nitrogenados, fósforo, metais) e compostos orgânicos (HPAs, PCBs, fenóis), não foram abordados nesse estudo. Há uma carência de dados atuais na literatura, assim como dados de monitoramento disponíveis para fins deste estudo que contemplem tais parâmetros.

Em relação às fontes conhecidas de contaminantes na região do entorno da ampliação do TMUT, o único lançamento pontual de efluentes é realizado através de um emissário marinho, que tem seu ponto de lançamento médio a 1500m de distância do quebra-mar. Com a influência da hidrodinâmica marinha no local, ocorre uma dispersão dos lançamentos fora da AID do empreendimento, e conseqüentemente dos contaminantes presentes nestes efluentes (Santos, 2002 *apud* Moreira, 2009, p.108).

Moreira (2009) sugere a possível entrada de contaminantes na região da AID através de fontes difusas relacionadas com as atividades portuárias, como: poluição por acidentes envolvendo derrame de óleo ou perdas durante operações de carga e descarga com a liberação de lixo, petróleo e seus derivados, e substâncias presentes em tintas anti-incrustantes, condições também observadas em outras regiões portuárias no Brasil, como evidenciado por Martins *et al.*, (2007) na região portuária de Santos, no litoral de São Paulo e Venturini *et al.*, (2008) na Baía de todos os Santos, no litoral da Baía.

A contaminação de águas litorâneas representa um risco potencial à saúde pública e ao equilíbrio do ambiente aquático. Agentes patogênicos e substâncias tóxicas podem afetar os seres humanos tanto pela possibilidade da transmissão de doenças de veiculação hídrica aos banhistas quanto pela contaminação dos alimentos retirados do mar, considerando que muitos desses alimentos são consumidos crus.

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/05, a qualidade dos ambientes aquáticos pode ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas. A região de interface sedimento-água é a porção que afeta diretamente a qualidade da coluna d'água adjacente. Moreira (2009) utilizou testes de toxicidade em embriões de ouriço do mar *Lytechinus variegatus* para análise da região de interface sedimento-água na região do Complexo Portuário de Pecém e evidenciou efeito tóxico crônico nos organismos amostrados, indicando alterações ambientais provavelmente decorrentes das atividades portuárias existentes na região.

Para uma análise mais crítica e abrangente da qualidade da nessa região, sugere-se a utilização de testes de toxicidade que traduzam a expressão dos efeitos da presença e mistura de contaminantes na massa d'água em particular, bem como a realização de um monitoramento de todos os demais parâmetros contemplados pela CONAMA nº 357/05.

As atividades portuárias em geral são susceptíveis a gerar impactos no ambiente marinho e diante deste cenário de lacunas de informações, será apresentado como alternativa o acompanhamento destes parâmetros supracitados através de um monitoramento periódico da qualidade da água (aplicado à ampliação do TMUT), tal qual é sugerido ao final deste estudo, devendo o mesmo ser acompanhado e fiscalizado pelos órgãos ambientais competentes, a fim de se atuar preventivamente contra problemas de poluição e/ou contaminação do mesmo.

2.9 MEIO BIÓTICO

O presente diagnóstico ambiental se baseará em dados secundários oriundos de documentos provenientes de diversas fontes, como outros diagnósticos ambientais, relatórios de monitoramentos, teses e dissertações e artigos científicos mais recentes e completos possíveis, preferencialmente com enfoque no Complexo Portuário de Pecém e adjacências. Na eventual indisponibilidade de trabalhos realizados na área em questão, a abrangência foi ampliada para o litoral dos municípios de São Gonçalo do Amarante e Caucaia, para o setor correspondente do litoral do estado do Ceará ou ainda trabalhos que contemplem o litoral do estado inteiro. De acordo com os dados secundários obtidos para os fatores sazonais ocorrentes na região, são realizadas apenas as abordagens previamente elaboradas pelos autores originais dos trabalhos consultados para a confecção deste estudo.

Observa-se que as exigências contidas no TR emitido para o empreendimento e questionamentos feitos no Parecer 003744/2013 que, por ventura, não estiverem

contempladas nesse diagnóstico, serão apresentadas quando da execução do Programa de Monitoramento da Biota Aquática proposto neste EA.

2.9.1 ECOSSISTEMA MARINHO

As breves descrições dos ecossistemas aquático na ADA e AID foram baseadas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Complexo Industrial do Pecém – CIP (CENTEC, 2009) e modificadas onde necessário.

2.9.1.1 Comunidades Planctônicas

2.9.1.1.1 Fitoplâncton

A caracterização da comunidade fitoplanctônica no presente estudo foi baseada em dados secundários (CENTEC, 2009).

Dá-se o nome de fitoplâncton ao conjunto de organismos microscópicos fotossintetizantes adaptados a passar parte, ou todo o tempo da sua vida, em suspensão em águas abertas oceânicas ou continentais (REYNOLDS, 2006 *apud* Nishimura & Carlos, 2013). O grupo é um importante produtor primário em ecossistemas aquáticos, cuja biomassa é regulada pela disponibilidade de nutrientes e intensidade luminosa, podendo ser um bom indicador de poluição por matéria orgânica, pesticidas ou metais pesados (Nishimura & Carlos, 2013). Os grupos mais importantes no ambiente marinho são as cianobactérias, diatomáceas, dinoflagelados (os maiores causadores do fenômeno conhecido como “blooms” ou florações, juntamente com as cianobactérias), cocolitoforídeos e silicoflagelados (Kennish, 2001).

2.9.1.1.1.1 Metodologia de campo

As coletas foram realizadas em fevereiro de 2006 em 10 estações de coletas (Figura), onde foram empregadas rede de plâncton e garrafas de Van Dorn de 5 litros. Para o estudo qualitativo do microfítoplâncton, foi efetuado arrasto junto à superfície, durante 10 minutos, utilizando-se uma rede de plâncton com abertura de malha de 20 μ m, nas 10 estações de amostragem. Todas as amostras foram fixadas em solução de formaldeído (4% vol.), tamponado com tetraborato de sódio (0,5g/L de amostra), ainda a bordo da embarcação.

O fitoplâncton total (densidade fitoplanctônica) foi coletado com garrafas de Van Dorn de 5 litros, sendo divididos em sub-amostras, com volume de cerca de 500 mL de água por profundidade de coleta, totalizando 13 amostras. As coletas foram realizadas no período diurno e em profundidades pré-estabelecidas de superfície e fundo, com exceção das estações 1, 2, 3, 4, 5, 6 onde as coletas foram feitas apenas na superfície em função da baixa profundidade local. Para o processamento das amostras de densidade fitoplanctônica foi necessário um volume superior a 250,0 mL de água por ponto de coleta. Cada amostra foi fixada ainda a bordo com solução de lugol para posterior análise em laboratório.

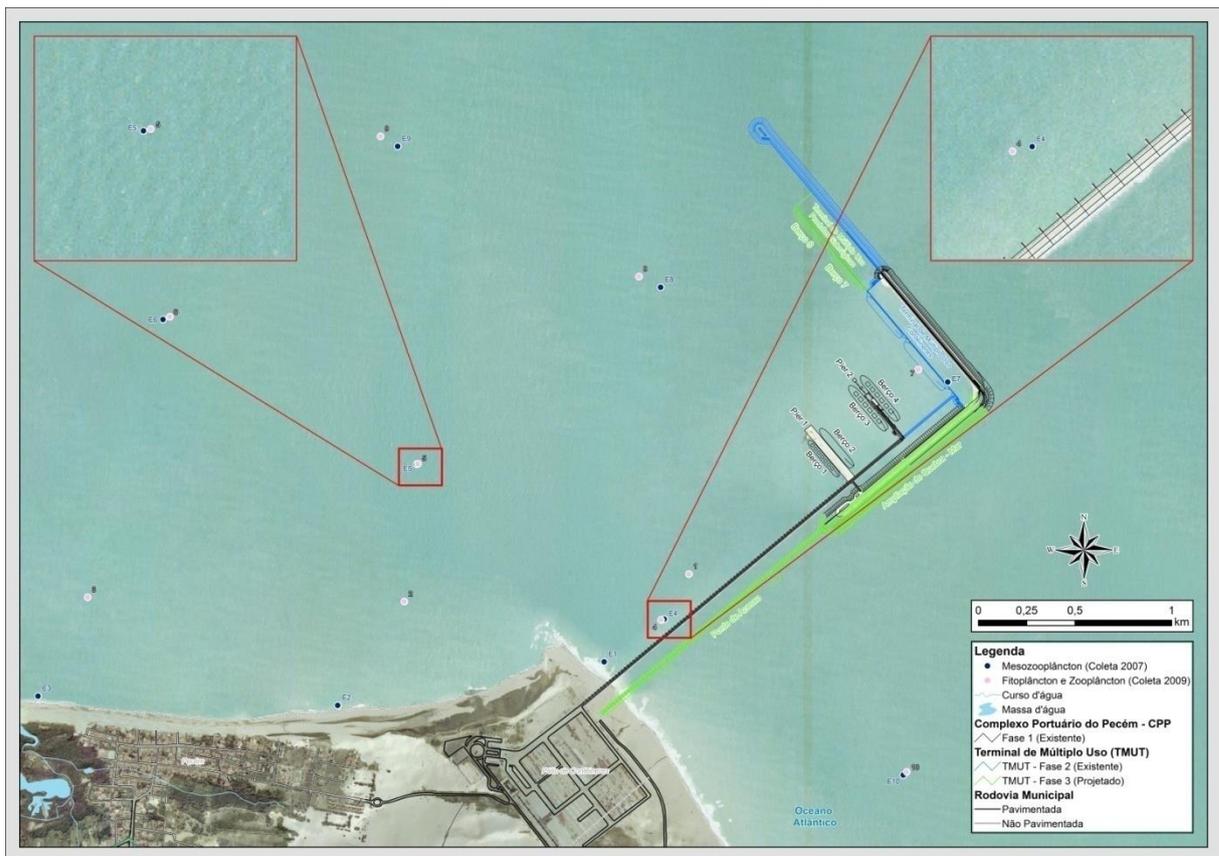


Figura 29 - Estações de Coleta de Fitoplâncton, Zooplâncton e Mesozoplâncton.

2.9.1.1.1.2 Metodologia de laboratório

2.9.1.1.1.2.1 Análise Quali-quantitativa de Microfitoplâncton

Para a análise qualitativa das amostras, foi utilizado microscópio óptico AXIOSKOP Carl Zeiss de iluminação direta, equipado com objetivas retráteis e de imersão, com contraste de fase e equipamento de fotomicrografia. Já na análise quantitativa, cada amostra foi diluída para um volume de 500,0 mL, sendo em seguida homogeneizada para a retirada de sub-amostras de 1,0 mL, e transferidas para lâmina do tipo “Sedgwick-Rafter”, onde foi efetuada a contagem do número de células de cada amostra. A contagem de todas as células presentes foi realizada na lâmina, onde calculou-se, ao final, o número total de células de cada táxon.

Para a identificação, foram consultados trabalhos de referência da bibliografia especializada em Sistemática, Biologia e Ecologia do Fitoplâncton e os resultados foram comparados com listas e trabalhos existentes para região Nordeste do Brasil (Perágallo & Perágallo (1897/1908), Cupp (1943), Cleve-Euler (1951, 1952, 1953 a, b, 1955), Hustedt (1930, 1959, 1961-1966), Hendey (1964), Van Heurck, (1986), Ricard (1987), Balech (1988), Sardeiro (1984), Silva- Cunha & Eskinazi-Leça (1990), Delgado & Fortuño (1991), Steidinger & Tangen (1997), Sournia (1986), Desikachary (1959), Mizuno (1968), Chrétiennot-Dinet *et al.* (1990), Torgan & Biancamano (1991). Após a identificação foi feita a avaliação numérica dos

dados, calculando-se a abundância relativa (%) dos principais componentes desta fração e frequência de ocorrência dos táxons (%).

Através dos percentuais obtidos para a abundância relativa (%) estabeleceu-se uma classificação dos táxons nas seguintes categorias:

>70%.....Dominante;
≤ 70% - > 40%.....Abundante;
≤ 40% - > 10%.....Pouco Abundante;
≤ 10% Raro.

Quanto à frequência de ocorrência, os táxons foram assim classificados:

>70%..... Muito frequente;
≤ 70% - > 30%.....Frequente;
≤ 30% - > 10%.....Pouco frequente;
≤10%..... Esporádico.

2.9.1.1.1.2.2 Índice de Diversidade Específica (bits/cel) e Equitabilidade

De forma a compreender melhor a estrutura da comunidade, foram utilizadas medidas de diversidade não paramétricas, representadas por índices de diversidade específica e equitabilidade. A diversidade de espécies indica o grau de complexidade da estrutura da comunidade, sendo considerada em função da riqueza (número de espécies) e da equitabilidade (distribuição das células por espécies). Para o cálculo da diversidade específica, utilizou-se o índice de Shannon (1948) através da seguinte fórmula:

$$H' = -\sum pi \times \log_2 pi, \text{ onde } pi = ni/n$$

ni = número de célula de cada espécie;

n = número total de células, sendo o resultado expresso em bits/cel.

Os resultados foram apresentados em termos de bits por células, sendo 1 bit equivalente a uma unidade de informação (Valentin *et al.*, 1991). A diversidade específica varia de 1 a 5 bits/cel, sendo os valores acima de 2,5 bits/cel considerados como alta diversidade e abaixo de 1 bits/cel, diversidade muito baixa (Margalef, 1978).

A equitabilidade foi calculada a partir de H' de Shannon pela seguinte fórmula:

$$J = H' / \log_2 S$$

Onde: H'= índice de Shannon e S= número total de espécies de cada amostra

Este índice varia entre 0 e 1, sendo considerado significativamente equitativo quando J > 0,5, o que representa uma distribuição de tendência uniforme das espécies na amostra e, conseqüentemente, alta equitabilidade.

2.9.1.1.1.2.2.1 Densidade Fitoplanctônica

Para a contagem do número de células/L, as amostras foram colocadas em câmaras de 10 mL, coradas com Rosa de Bengala (para melhor visualização do material) e sedimentadas durante 24 horas. A análise foi realizada em microscópio invertido marca WILD M-40,

segundo o método de Utermöhl (Hasle, 1978, Edler, 1979, Ferrario *et al.* 1995), com aumento de 450X, contando-se as células existentes em toda a câmara (Vollenweider *et al.* 1974) devido ao caráter oligotrófico da área.

2.9.1.1.1.3 Caracterização

2.9.1.1.1.3.1 Composição Florística

A comunidade fitoplanctônica das estações selecionadas teve a presença de 69 táxons infragenéricos, distribuídos em 41 gêneros e oito classes, sendo elas: Cyanophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae, Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae, Bacillariophyceae, Prymnesiophyceae e Chlorophyceae, distribuídas em seis divisões: Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Bacillariophyta, Haptophyta e Chlorophyta. Atenção especial deve ser dada ao grupo Bacillariophyta (diatomáceas) que apresentou 78,28% do total de indivíduos, com 54 espécies. As menores representações se deram entre os grupos Dinoflagelados, com oito espécies (11,59%), Cianofíceas, com três espécies (4,35%), Haptophyta com dois representantes (2,90%) e Euglenophyta e Chlorophyta com apenas uma espécie (3,57%) (Figura). Em grande parte das estações, o grupo das diatomáceas se caracterizou pela presença de espécies das famílias Triceratiaceae (8 espécies), Chaetocerotaceae (6 espécies), Bacillariaceae (6 espécies), Rhizosoleniaceae e Cocconeidaceae (com 4 espécies cada), as quais juntas corresponderam a 44,44% das diatomáceas identificadas.

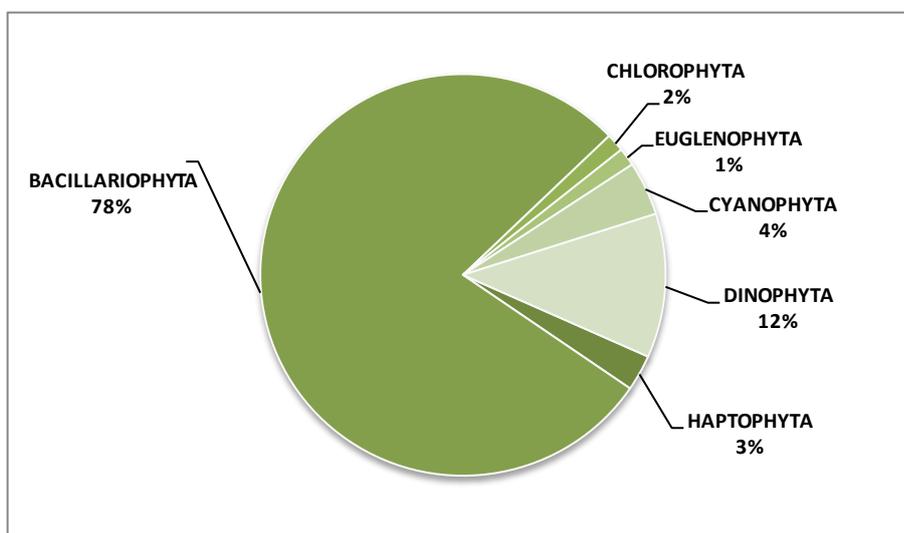


Figura 30 - Distribuição dos Grupos do Fitoplâncton da Área do Complexo Portuário do Pecém - CE, Fevereiro/2006

Fonte: LABOMAR (2006).

Quanto à distribuição espacial de espécies, observou-se que as estações 8, 9, 10 apresentaram maior riqueza (29, 27, 22), e as menores riquezas foram registradas para as estações 1, 2 e 3 com 7, 6 e 10 táxons, respectivamente.

2.9.1.1.1.3.2 Abundância Relativa

Considerando a abundância relativa das espécies identificadas, não houve uma espécie específica com grande sobressalência sobre outras para ser efetivamente considerada dominante, entretanto as diatomáceas foram consideradas como abundantes em relação aos demais grupos, sendo: *Bacillaria paxillifera* com 55,10% e 41,38% nas estações 6 e 8, *Paralia sulcata* na estação 3 com 49,30% e *Asterionellopsis glacialis* com 52,08% na estação 1. As espécies consideradas pouco abundantes foram *Paralia sulcata* na estação 2 e 7 com 34,62% e 35,96% e *Asterionellopsis glacialis* com 35,26% na estação 9. As demais divisões de algas (cianofíceas, euglenofíceas, dinoflagelados, coccolitoforídeos e clorofíceas) apresentaram percentuais reduzidos e, em nenhuma das amostras, atingiram percentuais acima das diatomáceas.

2.9.1.1.1.3.3 Frequência de Ocorrência

Quanto à frequência de ocorrência, observou-se que as espécies não apresentaram uma distribuição homogênea ao longo dos pontos de coleta. Para melhor explicitar esta informação com a variação qualitativa das microalgas, foram reunidas espécies por percentagem de ocorrência, considerando a ocorrência de cada uma, no total das estações (Figura). Desta forma, os grupos foram divididos em quatro categorias de espécies: muito frequentes, frequentes, pouco frequentes e esporádicas. As espécies consideradas muito frequentes (>70%) foram *Paralia sulcata* e *Oscillatoria agardhii* e as frequentes (70% - 30%) foram *Asterionellopsis glacialis*, *Bacillaria paxillifera*, *Grammatophora oceanica*, *Nitzschia longissima*, *Nitzschia sigma*, *Oscillatoria* sp.1, *Podocystis adriatica*, *Prorocentrum micans*, *Protoperdinium* sp.1, *Psammodictyon panduriforme*, *Rhizosolenia setigera*, *Rhizosolenia styliformis*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira subtilis*. As outras espécies foram enquadradas na categoria de indivíduos pouco frequentes (30% - 10%) e esporádicas ($\leq 10\%$) (Figura 13).

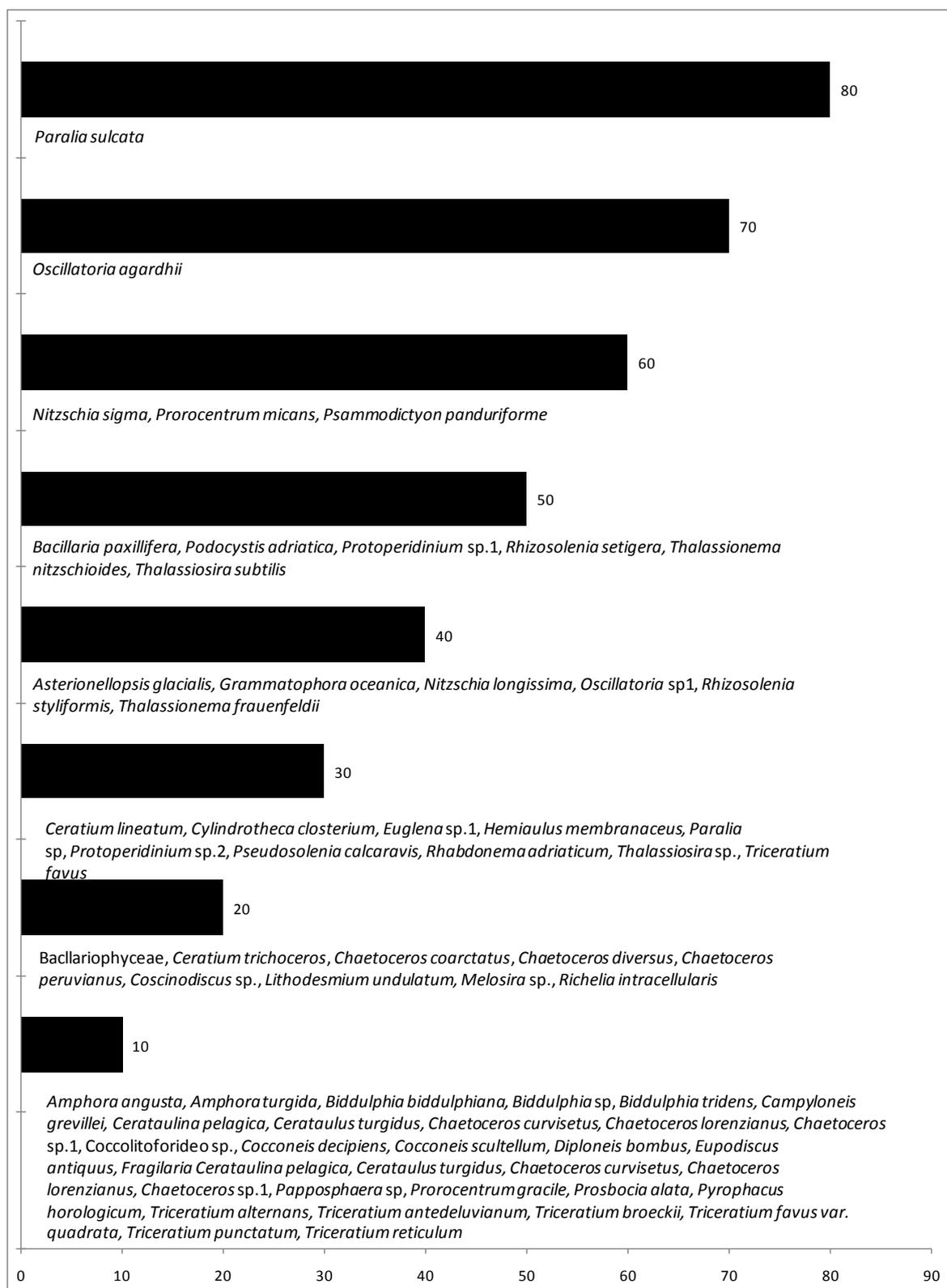


Figura 13 - Frequência de Ocorrência das Espécies do Fitoplâncton na Área do Complexo Portuário de Pecém - CE, fevereiro de 2006.

Fonte: LABOMAR (2006).

2.9.1.1.1.3.4 Diversidade Específica

Quanto aos valores de diversidade específica observou-se que as 10 estações analisadas apresentaram uma variação entre 2,08 e 3,72 bits/cel, dos quais 90% foram superiores a 2,5 bits/cel, o que comprova que a diversidade específica na área estudada pode ser referida como consideravelmente alta. Os menores valores verificados foram atribuídos às estações 1, 2 e 3, sendo decorrentes da dominância de cinco táxons de diatomáceas, sendo elas *Asterionellopsis glacialis*, na estação 1 (com 52,08%), *Paralia sulcata*, *Lithodesmium undulatum*, *Nitzschia sigma* e a cianofíceia *Oscillatoria agardhii*, as quais somaram mais de 70% do total de organismos na amostra e na Estação 3 as espécies *Paralia sulcata* e *Thalassiosira subtilis* atingiram mais de 60%

2.9.1.1.1.3.5 Equitabilidade

Referente aos valores de equitabilidade encontrados para os pontos de coleta estudados, os índices variaram de 0,61 a 0,96, sendo que a totalidade deles está acima de 0,5; fator que confirma que na área em questão os táxons se distribuíram igualmente entre as estações de coleta.

2.9.1.1.1.3.6 Densidade Fitoplanctônica

A densidade total de fitoplâncton apresentou de maneira geral, valores diversos nas estações de coleta, variando de um patamar máximo de 220.000 na estação 1 (superfície) a um mínimo de 50.000 células/L na estação 4 (superfície). Quanto à densidade fitoplanctônica por grupos de microalgas (cianofíceas, euglenofíceas, dinoflagelados, diatomáceas e fitoflagelados) as diatomáceas – Grupo Bacillariophyta – se sobressaíram, apresentando um maior florescimento quando comparado com os demais representantes, sendo o valor máximo atingido de 190.000 células/L na estação 1 (superfície) e o valor mínimo de 35.000 células/L, além de ter sido o grupo que efetivamente foi presente em todas as coletas.

O segundo grupo mais representativo no estudo foi o dos dinoflagelados, apresentando valor mínimo de 5.000 células/L a um valor máximo de 40.000 células/L, sendo este segundo valor obtido para a estação 3 (superfície); é também o segundo grupo em ocorrência estando presente em várias estações. As cianofíceas ocorreram apenas em algumas estações, apresentando variações de 5.000 a 10.000 células/L, sendo o maior valor na estação 1 (superfície). Já os fitoflagelados registrados variaram de 5.000 a 15.000 células/L. O grupo das euglenófitas foi o menos representativo para a área, apresentando um valor de 5.000 células/L nas estações 1, 3, 4, 5 e 6 (superfície).

A comunidade microfítplanctônica, constituída de diversos grupos, apresentou-se bastante diversificada, com 69 táxons, englobando as divisões Bacillariophyta, Dinophyta, Cyanophyta, Haptophyta, Chlorophyta e Euglenophyta. Dentre estas, as diatomáceas foram consideradas o grupo de algas mais representativo deste estudo, com 54 táxons, sendo dominantes em todas as estações de coleta.

Dentre as espécies de microalgas mais frequentes estão a diatomácea *Paralia sulcata* e a cianofíceia *Oscillatoria agardhii*. Dentre as diatomáceas, tem-se como as mais representativas as famílias Triceraticeae e Bacillariophyceae, sendo este grupo o que apresentou uma maior variabilidade espacial em abundância e riqueza de espécies.

A espécie que se mostrou com uma representação mais significativa na área foi *Paralia sulcata* que apresenta uma ampla distribuição geográfica. A abundância desta espécie parece ser mais alta em locais com baixa frequência de flutuabilidade (e.g. onde a coluna de água é menos estável) e baixo teor de nitrogênio. A espécie *Bacillaria paxillifera* também se destacou como espécie litorânea, sendo considerada como dominante. Deve ser levado também em consideração que se trata de uma espécie reconhecidamente eurialina e frequentemente encontrada em águas costeiras.

Dentre as espécies verdadeiramente planctônicas identificadas na área de estudo, a diatomácea *Asterionellopsis glacialis* é considerada responsável por florações em zona de arrebenção na Praia do Cassino (Rio Grande do Sul) e Praia do Futuro (Ceará). Outros grupos, como euglenofíceas, clorofíceas e coccolitoforídeos que estiveram presentes nas amostras, apresentaram uma participação pouco expressiva e sem um padrão definido sendo que as espécies identificadas apresentaram uma ocorrência esporádica.

Os dados de densidade demonstraram que as diatomáceas e os dinoflagelados foram os grupos mais importantes na área de estudo. Os valores de densidade encontrados para esta campanha foram considerados relativamente baixos, apresentando seu pico máximo com valores de 220×10^3 células/L na estação 1 (superfície). Ainda com relação à densidade, as diatomáceas representam o único grupo que foi registrado em todas as estações monitoradas e apresentaram um maior florescimento, sendo este de 190.000 células/L na estação 1 (superfície). Verificou-se também que os dinoflagelados apresentaram a segunda maior taxa de florescimento, com valor de 40.000 células/L na estação 3 (superfície).

A análise dos resultados quali-quantitativos permite dizer que permanece o desenvolvimento de uma ficoflora aquática diversa e com variações marcantes entre as estações, principalmente em relação às maiores densidades nas estações 1, 2 e 3, embora tenham sido as estações que apresentaram o menor número de táxons. Acredita-se que a localização destas estações (zona de arrebenção), associada ao hidrodinamismo local e o regime de ventos, podem ser apontados como os principais agentes estruturadores da comunidade fitoplanctônica nestas estações.

2.9.1.1.2 Zooplâncton

A caracterização da comunidade zooplanctônica no presente estudo foi baseada em dados secundários (Garcia *et al.*, 2007; CENTEC, 2009).

CENTEC (2009) analisou o zooplâncton das três faixas de tamanho: micro, meso e macrozooplâncton, nos mesmos pontos de amostragem apresentados para fitoplâncton (Figura), enquanto que Garcia e colaboradores (2007) trabalharam apenas com a faixa do mesozooplâncton, nos pontos de amostragem apresentados na Figura .

O zooplâncton constitui um importante componente da cadeia trófica, sendo um dos determinantes do nível de produção secundária, influenciando e determinando também as comunidades nectônicas e bentônicas que têm estágio no plâncton. Estas têm sido muito úteis na avaliação da qualidade ambiental, devido à existência de inúmeros grupos com espécies conhecidas como bioindicadoras de massas d'água e poluição orgânica.

2.9.1.1.2.1 Metodologia

Foram realizadas seis campanhas nos meses de setembro e novembro de 2005 e fevereiro, abril, julho e outubro de 2006, em 10 estações de coleta localizadas próximas à costa e adjacentes ao Complexo Portuário do Pecém (Figura). Destas, três (E1, E2 e E3) foram amostradas na praia (zona de arrebentação) e sete (E4 a E10), a bordo do barco de pesquisa "Prof. Martins Filho". Arrastos horizontais subsuperficiais foram realizados com redes cônicas (malha de 64 μ m, para o estudo do microzooplâncton, 120 μ m para mesozooplâncton e 300 μ m para macrozooplâncton, e diâmetro de boca de 50,0cm), durante 10 minutos. Todas as amostras foram imediatamente fixadas em solução de formaldeído 4%, tamponado com tetraborato de sódio.

Na etapa de laboratório, a biomassa úmida das amostras foi determinada seguindo o procedimento descrito em Harris *et al.* (2000). O peso úmido foi determinado em balança analítica com precisão de 0,001g e, após essa medição, foi efetuada a concentração em peneiras com malha de abertura inferior à da coleta e absorção do excesso de líquido através da malha por um papel toalha.

Para a identificação e análise quantitativa dos taxa de microzooplâncton, cada amostra foi transportada para um béquer de vidro, sendo diluída e homogeneizada para a retirada de uma subamostra de 1,0 mL, auxiliadas por uma pipeta tipo Stempel. Cada sub-amostra foi colocada em uma lâmina tipo Sedwick-Rafter e inspecionada sob microscópio composto Bausch-Lomb.

Para a análise quantitativa e de identificação dos taxa do meso e do macrozooplâncton, cada amostra foi transportada para um béquer de vidro, diluída, homogeneizada e retirada uma subamostra de 5,5 mL, auxiliadas por uma pipeta Stempel. Cada sub-amostra foi colocada em placa de contagem e inspecionada sob microscópio estereomicroscópio. No estudo taxonômico e ecológico do zooplâncton foram consultadas, diferentes obras especializadas: Tregouboff & Rose (1957), Mizuno (1968), Bougis (1974), Boltovoskoy (1981, 1999) e Omori & Ikeda (1984). Os grupos taxonômicos do zooplâncton foram identificados ao menor nível taxonômico possível.

Os dados foram analisados através da abundância relativa (%), frequência de ocorrência (%), densidade (org.m⁻³), índices de diversidade de Shannon-Wiener (H'), equitabilidade de Pielou (J'), que varia de 0 a 1, e riqueza de espécie (d), utilizando o programa Primer 5.2.4. A equitabilidade (J') é considerada boa entre os valores 0,5 e 1, indicando uma distribuição equilibrada das espécies.

2.9.1.1.2.2 Caracterização

2.9.1.1.2.2.1 Biomassa do Zooplâncton

Os valores que determinam a biomassa úmida mostraram um declínio da biomassa total de acordo com o tamanho dos organismos. A maior taxa de biomassa foi observada na rede de microzooplâncton, diminuindo para os outros tamanhos (meso e macrozooplâncton) (Figura 14).

A biomassa do microzooplâncton apresentou um mínimo de 15,6 mg/m³ na estação 9 e um máximo de 1.557,9 mg/m³ na estação 1. O mesozoplâncton apresentou um mínimo de 12,3 mg/m³ na estação 8 e um máximo de 1575,5 mg/m³ na estação 1. Para o macrozooplâncton, os valores menos elevado de biomassa ocorreu na estação 2 (6,3 mg/m³) e o valor mais elevado ocorreu na estação 1 (91,9 mg/m³).

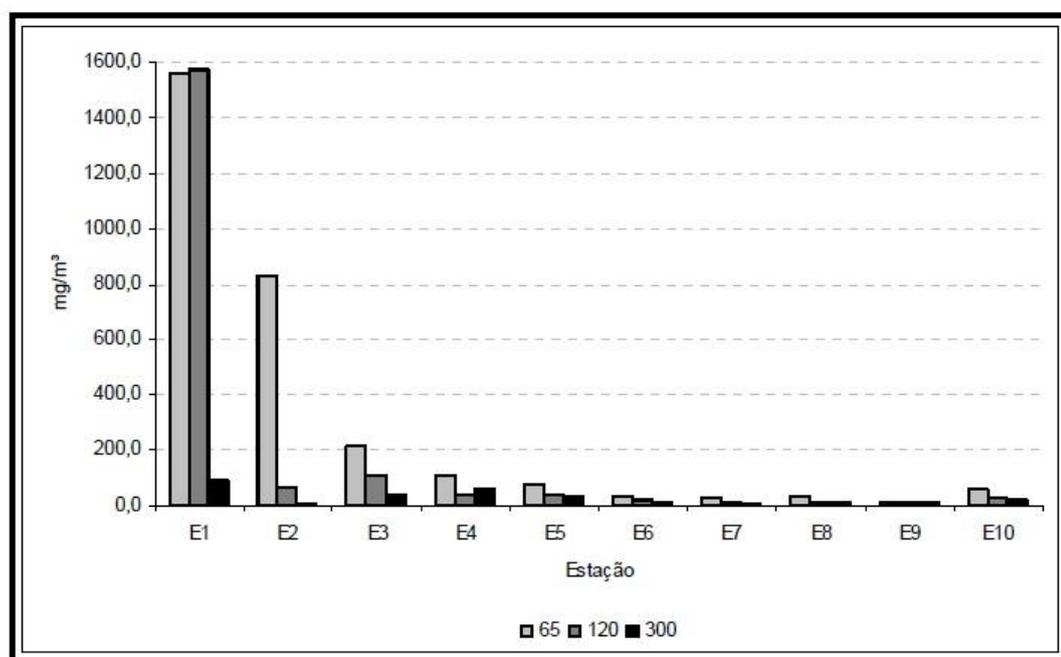


Figura 14 - Biomassa Úmida do Microzooplâncton (65µm), Mesozooplâncton (120µm) e Macrozooplâncton (300µm) nas Estações de Coleta na Área do Complexo Portuário do Pecém - CE.

Fonte: LABOMAR (2006).

2.9.1.1.2.2.2 Estrutura de Comunidades – Microzooplâncton

2.9.1.1.2.2.2.1 Biodiversidade

Os filos encontrados para a área de coleta foram Protozoa, Cnidaria, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Echinodermata, Chaetognatha, Bryozoa e Chordata, num total de 28 táxons, considerando a menor unidade de identificação possível para cada grupo (Figura).

Táxon	Total (Org/m ³)	Média (Org/m ³)	Desvio Padrão	Frequência de Ocorrência (%)
<i>Acartia lillgeborgi</i>	16,4	1,6	3,5	20
Bivalvia (veliger)	721,8	72,2	87,6	70
Brachyura (Zoea)	16,4	1,6	3,5	20
Bryozoa (larva)	98,4	9,8	17,2	60
<i>Centropages furcatus</i>	24,6	2,5	5,5	20
<i>Clausocalanus furcatus</i>	103,1	10,3	12,3	80
Cladocera	0,8	0,1	0,3	10
Copepodito	172,2	17,2	21,0	60
Copepoda	4,9	0,5	1,1	20
<i>Corycaeus</i> sp.	41,0	4,1	8,0	30
Crustacea (Nauplius)	1120,0	112,0	123,4	80
Echinopluteus	32,8	3,3	10,4	10
<i>Euterpina acutifrons</i>	641,2	64,1	59,7	90
Foraminifera	6568,0	656,8	565,0	100
Gastropoda (veliger)	49,2	4,9	6,9	40
Hidromedusa	8,2	0,8	2,6	10
<i>Oikopleura</i> spp.	1722,4	172,2	187,5	80
<i>Oithona</i> spp.	2257,2	225,7	222,0	90
Ovo de invertebrado	516,7	51,7	87,3	40
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	3241,5	324,1	346,1	90
Polychaeta (larva)	51,7	5,2	5,5	70
Polychaeta (ovo)	49,2	4,9	12,9	20
Protozoa de Lucifer	8,2	0,8	2,6	10
<i>Sagitta</i> spp.	49,2	4,9	5,7	50
<i>Spirillina</i> sp.	164,0	16,4	40,7	40
Teleostei (ovos)	16,4	1,6	3,5	20
<i>Temora</i> spp.	190,3	19,0	23,4	80
Tintinnina	1428,0	142,8	200,7	80

Figura 33 - Táxons do Microzooplâncton Coletados com Rede de 65 Micrômetros
Fonte: LABOMAR (2006).

Para o grupo dos Copepoda foram identificadas 10 espécies. O holoplâncton predominou em relação ao meroplâncton, sendo que dentre os meroplânctônicos foram registrados véligeres de Bivalvia e de Gastropoda, larvas de Ascidea, Bryozoa, Crustacea, Echinodermata e Polychaeta, além de ovos de Teleostei. A diversidade (H') apresentou valor médio de $1,59 \pm 0,58$, onde a estação 10 teve maior diversidade e a estação 5 a menor. O padrão de equitabilidade variou de 0,34 (estação 2) a 0,79 (estações 6 e 9), com média geral de $0,60 \pm 0,16$ (Figura , Figura e Figura).

Em termos de abundância relativa total, por táxon, destacaram-se Copepoda com 34%, seguido por Foraminifera com 35%. Os demais grupos estiveram representados por menos de 10%. Considerando as diferentes estações, o grupo Foraminifera foi dominante na maioria, com exceção das estações 6 e 10, onde houve o domínio de Copepoda.

Estação	Total (Org/m ³)	Média (Org/m ³)	Desvio Padrão	H'	J'
E1	150,7	5,4	23,8	0,7	0,4
E2	135,3	4,8	21,0	0,7	0,3
E3	81,2	2,9	10,6	1,1	0,5
E4	3043,0	108,7	310,2	1,5	0,6
E5	3116,8	111,3	323,6	1,5	0,6
E6	2632,9	94,0	158,9	2,2	0,8
E7	1599,4	57,1	169,9	1,6	0,6
E8	2222,8	79,4	173,1	1,9	0,7
E9	2206,4	78,8	126,2	2,3	0,8
E10	4125,7	147,3	266,2	2,2	0,7

Figura 34 - Microzooplâncton por Estação Coletada nas Estações de Coleta na Área do Complexo Portuário do Pecém – CE.

Fonte: LABOMAR (2006).

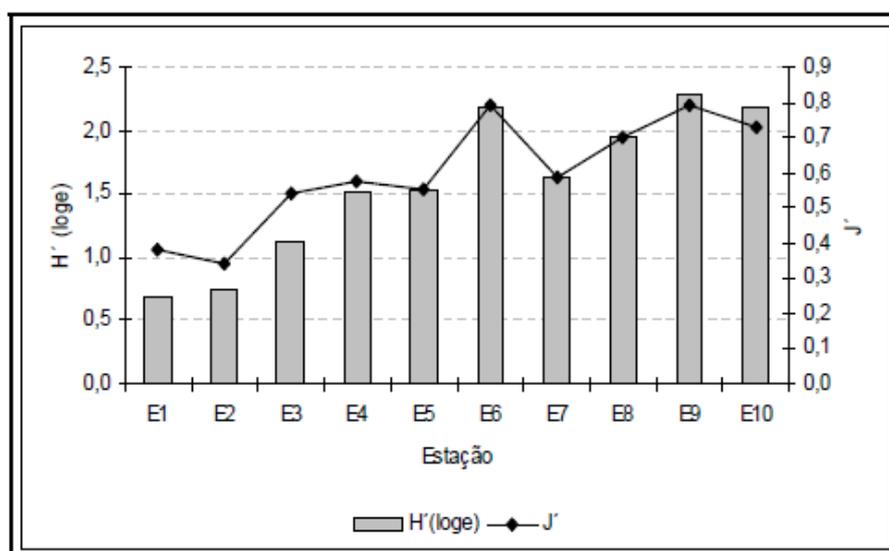


Figura 35 - Equitabilidade (J') e Diversidade de Espécies (H') do Microzooplâncton.

Fonte: LABOMAR (2006).

Quando se analisou a frequência de ocorrência, dentre os valores encontrados, verificou-se que 40% da comunidade microzooplancônica encontrava-se na lista de organismos muito frequentes (valores maiores que 70%), sendo eles: Foraminifera (100%), *Parvocalanus crassirostris* (90%), *Oithona* spp. (90%), *Euterpina acutifrons* (90%), Tintinnina (80%), *Temora* spp. (80%), *Oikopleura* spp. (80%), Crustacea (Nauplius) (80%), *Clausocalanus furcatus* (80%), Polychaeta (larva) (70%) e Bivalvia (veliger) (70%). A fauna classificada como frequente (entre 70 e 40%) apresentou 21% da comunidade, a pouco frequente (entre 40 e 10%), 21% e a rara ou esporádica (menos de 10%), 25%.

A densidade de organismos por estação variou entre 81 org/m³ (estação 3) e o máximo de 4.126 org/m³ (estação 10). A média dentre as estações de coleta foi de 1.931 ± 1.416 org/m³.

2.9.1.1.2.2.3 Estrutura de Comunidades - Mesozooplâncton

2.9.1.1.2.2.3.1 Biodiversidade

Foram registrados os mesmos filos encontrados para o microzooplâncton, porém num total de 34 táxons, considerando a menor unidade que possível de identificação para cada grupo. A composição faunística nas diferentes estações foi semelhante, destacando-se o grupo Copepoda com 11 espécies. De acordo com o verificado, o holoplâncton predominou em relação ao meroplâncton. Dentre os meroplânctônicos, assim como na comunidade de microzooplâncton, registrou-se véligeres de Bivalvia e de Gastropoda, larvas de Ascidea, Bryozoa, Crustacea, Echinodermata, Polychaeta e Teleostei, além de ovos de invertebrados.

As espécies de copépodes *Acartia lillgeborgi*, *Euterpina acutifrons*, *Oithona* spp., *Parvocalanus crassirostris*, *Centropages furcatus*, *Clausocalanus furcatus*, *Labidocera* sp., *Temora* spp. e *Corycaeus* spp foram freqüentes e ocorreram em todas as campanhas. Houve também a presença da apendiculária *Oikopleura* spp., do quetognata *Sagitta* spp., do foraminífera *Spirillina* sp., além das larvas Protozoa Lucifer, Ophiopluteus, Echinopluteus, Nauplii de Cirripedia e Cyphonautes.

Em termos de abundância relativa total, houve predomínio de Copepoda em todas as campanhas, com os seguintes resultados: C₁ = 76%; C₂ = 75%; C₃ = 39%; C₄ = 65%; C₅ = 86%; C₆ = 69%.

A densidade total do mesozooplâncton apresentou os seguintes valores médios nas seis campanhas realizadas: C₁ = 1.772,7 0 ± 1.449,7 org/m³; C₂ = 2.200,8 ± 1.647,0 org/m³; C₃ = 204,3 ± 229,2 org/m³; C₄ = 3.364,7 ± 1.197,0 org/m³; C₅ = 4.194,5 ± 3.790,0 org/m³; C₆ = 3.206,6 ± 2.288,0 org/m³.

Em relação à análise de diversidade, os maiores valores foram encontrados na campanha C3 e os menores, na campanha C6 (Tabela 9). A equitabilidade apresentou variabilidade em todas as campanhas, com os seguintes resultados: C₁ = 0,54 - 0,82; C₂ = 0,57 - 0,77; C₃ = 0,49 - 0,86; C₄ = 0,47 - 0,84; C₅ = 0,57 - 0,83; C₆ = 0,50 - 0,80.

Tabela 9 - Média e desvio padrão da diversidade (H'), equitabilidade (J') e riqueza de espécies (d) do mesozooplâncton, no Complexo Portuário do Pecém, Estado do Ceará

Descritores	C1	C2	C3	C4	C5	C6
H'	1,90±0,22	1,84±0,37	2,22±0,26	2,13±0,37	2,00±0,39	1,8±0,20
J'	0,65±0,08	0,66±0,06	0,74±0,10	0,69±0,12	2,00±0,39	0,6±0,10
d	2,53±0,65	2,23±0,80	4,03±0,77	2,58±0,29	1,96±0,70	2,1±0,50

Fonte: LABOMAR (2006).

O mesozooplâncton da área adjacente ao Complexo Portuário do Pecém caracteriza-se pelo predomínio de espécies holoplanctônicas, típicas de áreas costeiras, não havendo variação na taxonomia das espécies encontradas nas seis campanhas. Também não houve diferença expressiva entre as estações; apenas é preciso enfatizar que as estações 1, 2, 3 apresentam condições diferenciadas por estarem localizadas na zona de arrebentação,

enquanto as outras estações (4 a 10), embora também na região costeira, encontravam-se em profundidade na faixa de 10 - 20 metros.

Em relação à abundância dos grupos, Copepoda e Foraminifera apresentaram grande número de indivíduos. A presença dos foraminíferos, principalmente nas campanhas 2 e 3, pode estar associada à natureza do ambiente, sobretudo nas estações 1, 2 e 3, pois a maioria das espécies deste grupo era bentônica, o que sugere ser esta área um local de turbulência associada à pequena profundidade, característico da zona de arrebentação.

Em termos de abundância, Copepoda destacou-se em todas as campanhas, com valores acima de 65% da comunidade, com exceção da terceira campanha. As principais espécies de copépodes foram *Euterpina acutifrons*, *Clausocalanus furcatus*, *Parvocalanus crassirostris*, *Temora* spp., *Corycaeus* sp.

Deve-se destacar a presença do copépodo *Temora turbinata* em todas as estações localizadas nas proximidades do Complexo Portuário do Pecém. A presença desta espécie, que não ocorria no Nordeste brasileiro antes de 1993, e agora é dominante em muitas áreas costeiras e estuarinas do Brasil, pode ter sido introduzida através da água de lastro dos navios.

2.9.1.1.2.2.4 Estrutura de Comunidades – Macrozooplâncton

2.9.1.1.2.2.4.1 Biodiversidade

Foram registrados representantes dos Filos Protozoa, Cnidaria, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Echinodermata, Chaetognatha, Bryozoa e Chordata, divididos em um total de 35 taxa, considerando cada grupo até o menor nível possível. Novamente o grupo Copepoda apresenta destaque com 11 espécies. O holoplâncton predominou em relação ao meroplâncton. Dentre os meroplânctônicos registraram-se véligeres de Bivalvia e de Gastropoda, larvas de Ascidea, Bryozoa, Crustacea, Echinodermata e Polychaeta, além de ovos e larvas de Teleostei.

A diversidade (H') apresentou valor médio de $2,11 \pm 0,15$, onde a estação 10 teve maior diversidade, e a estação 5, a menor. A equitabilidade variou de 0,65 (estação 4) a 0,95 (estação 3), com média de $0,79 \pm 0,09$.

2.9.1.1.2.2.4.2 Abundância Relativa

Em relação à abundância relativa total, o grupo Copepoda se destaca com 55% seguido por Larvacea (14%) e Crustacea (12%). Considerando todas as estações, Copepoda dominou todas com percentuais acima de 30%.

2.9.1.1.2.2.4.3 Frequência de Ocorrência

Dentre todos os indivíduos encontrados, os caracterizados como muito frequentes (valores maiores que 70%) se destacam, sendo 31% da comunidade macrozooplâncton. Dentre as espécies incluídas nessa classificação temos: *Temora* spp. (100%), *Corycaeus* sp. (100%),

Acartia lillgeborgi (100%), *Caridea* (90%), *Bivalvia* (veliger) (90%), *Clausocalanus furcatus* (80%), *Sagitta* spp. (70%), Protozoa de Lucifer (70%), *Oikopleura* spp. (70%), *Gastropoda* (veliger) (70%), *Brachyura* (Zoea) (70%). A fauna classificada como freqüente (entre 70 e 40%) apresentou 17% da comunidade, a pouco frequente (entre 40 e 10%), 29% e a rara ou esporádica (menos de 10%), 23%.

2.9.1.1.2.2.4.4 Variação Quantitativa

A densidade total dos indivíduos coletados de uma forma geral, variou de um mínimo de 2,68 org/m³ (Estação 3), a um máximo de 601,74 org/m³ (Estação 4), sendo a média geral de 159,55 ± 186,52 org.m³.

De uma maneira geral, pode-se dizer que das comunidades do zooplâncton, as de micro, meso e macrozooplânctônicas da área próxima à ampliação do TMUT, conforme dados secundários obtidos em Garcia *et al.*, (2007) e CENTEC (2009), caracterizaram-se pelo predomínio de espécies holoplanctônicas e Copepoda, sendo este último o grupo mais representativo.

O grupo Foraminifera apresentou maior abundância no microzooplâncton, sendo um grupo formado principalmente por organismos bentônicos, o que sugere que esta área seja um local de turbulência associado a pouca profundidade. As estações 1, 2 e 3 possuíram as maiores biomassas, devido à presença de grande quantidade de areia, comum às coletas realizadas em zona de arrebentação.

Quanto ao mesozooplâncton e macrozooplâncton, o grupo Copepoda apresentou maior abundância relativa, destacando-se, principalmente, *Parvocalanus crassirostris*, *Oithona* spp., *Temora* spp., *Euterpina acutifrons*, *Corycaeus* sp., *Clausocalanus furcatus* P. *crassirostris*, *Oithona* spp., *E. acutifrons* e; *Temora* spp., *Corycaeus* sp., *Acartia lillgeborgi* e *Clausocalanus furcatus*, respectivamente.

Foi possível observar que as frequências relativas das espécies macrozooplânctônicas apresentaram alterações que podem ter sido ocasionadas pela diferença nos ciclos reprodutivos das espécies, por exemplo, na 1ª campanha, houve o predomínio de larvas *Cyphonautes* de *Bryozoa*, hidromedusas e velígeres de *Bivalvia* e *Gastropoda*, havendo na 2ª Campanha ovos e larvas de poliqueta com maior frequência e velígeres de *Bivalvia* e *Gastropoda* com menor frequência relativa.

De uma maneira geral, o zooplâncton se caracterizou pelo predomínio de uma mistura de espécies holoplanctônicas neríticas e oceânicas e algumas larvas de organismos em período reprodutivo.

2.9.1.2 Comunidade Bentônica

A caracterização da comunidade de fundo se baseou em dados secundários obtidos a partir do Programa de Monitoramento da Biota Marinha do Complexo Portuário do Pecém (CEARÁ PORTOS/IEPRO, 2012) e da dissertação intitulada "Avaliação da toxicidade dos

sedimentos e macrofauna bentônica em áreas portuárias: Porto do Mucuripe e Complexo Portuário do Pecém (CE); e Porto de Santos (SP)” (Moreira, 2009). Apesar do monitoramento estar sendo realizado desde o ano de 2005, optou-se pela utilização do relatório mais recente como base.

Buscando manter a estrutura dos trabalhos originais, a caracterização do bentos se dividiu em quatro tópicos: endofauna de substrato inconsolidado da zona de praia e de região subaquática, epifauna de substrato consolidado de zona entre-marés e de região subaquática.

Vale ressaltar que foram levados em consideração os estudos que contemplam a região de zona entremarés para caracterizar a AID do presente EA, uma vez que estes ambientes encontram-se no limite da AID do empreendimento e sofrem influência direta das águas oceânicas que se encontram dentro desta.

2.9.1.2.1 Endofauna da Zona de Praia

As praias arenosas são sistemas dinâmicos, nos quais a variabilidade das condições ambientais é uma constante e, por se tratarem de um ambiente de interface e transição entre a terra e o mar, seus limites com os ambientes adjacentes nem sempre são muito bem definidos. A zonação nessas áreas, no sentido clássico, nunca foi precisamente comprovada, ou seja, limites bem definidos não têm sido demonstrados.

Além disso, espécies individuais mostram mais claramente padrões de zonação do que sua biota como um todo. Os principais fatores estruturadores desta comunidade dizem respeito à morfodinâmica ambiental, como inclinação da praia e tamanho das partículas do sedimento, que irão regular a disponibilidade de alimento, dentre outros componentes de estresse à mesma. A macrofauna da zona entre-marés de praias pode ser caracterizada como uma comunidade com baixa diversidade, reduzida riqueza e elevada dominância numérica de poucas espécies, quando comparada com a de regiões submersas.

2.9.1.2.1.1 Metodologia

Os pontos de coletas foram distribuídos ao longo de dois transectos perpendiculares à linha de praia. O primeiro (T1) à jusante do píer do Complexo Portuário, com 150m de comprimento; o segundo transecto (T2) localizado também à jusante do píer, margeando o curral de pesca, com 300m de comprimento (Figura). Em cada um recolheu-se amostra do substrato utilizando “corer” (amostrador de PVC de 15 cm de altura por 15 cm de diâmetro) nas zonas de mesolitoral superior, médio e inferior. O sedimento foi peneirado em malha de 1 mm ainda no campo e o material obtido foi recolhido, levado ao laboratório fixado em álcool 70% e corado com Rosa Bengala, para posterior identificação. A cada transecto recolheu-se 15 amostras de sedimento não consolidado, distribuídos nas três regiões de entre-marés: mesolitoral superior (5), mesolitoral médio (5) e mesolitoral inferior (5), totalizando a cada coleta 30 amostras deste substrato.

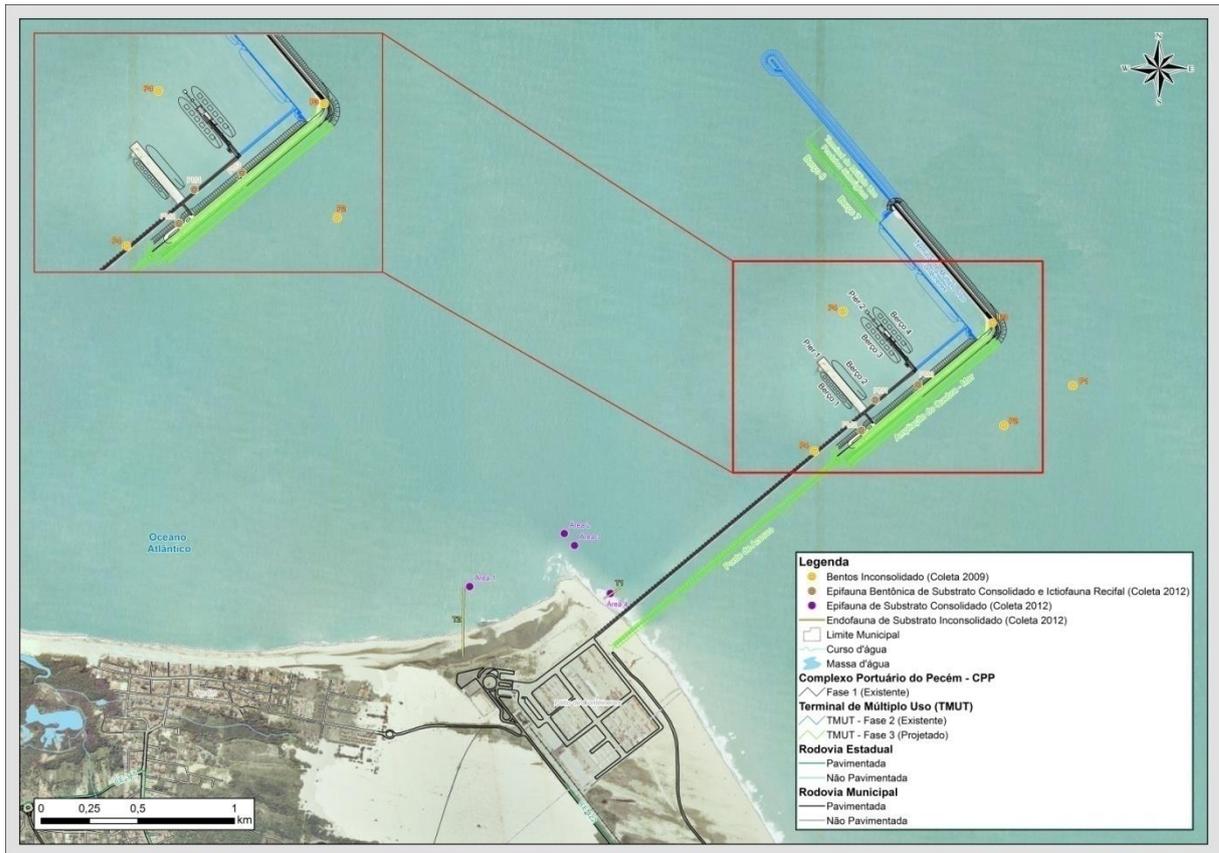


Figura 36 - Pontos de Amostragem da Endofauna, Epifauna e Bentos.

A praia do Pecém pode ser subdividida de acordo com as mudanças nas condições hidrodinâmicas da água intersticial, nos diferentes níveis da costa. Quatro zonas podem ser distinguidas:

- Zona 1, no topo da praia, caracterizada por areia seca oriunda do transporte eólico das gerações de dunas do Pecém;
- Zona 2, logo abaixo da zona 1, onde observa-se uma zona de retenção de água que é levemente umedecida na baixa-mar;
- Zona 3, uma área de ressurgência, onde a água flui e reflui do sedimento de acordo com as marés semi-diurnas da área;
- Zona 4, mais inferior da costa que é permanentemente saturada e ocorre pouca troca de água durante o ciclo de marés.

Com os dados foram calculadas as diversidades de Shannon-Wiener (H'), dominância de Simpson (λ), e a equitabilidade de Pielou (J') para cada transecto. Tais índices são importantes indicadores de qualidade ambiental.

2.9.1.2.1.2 Caracterização

Os transectos T1 e T2 possuem similaridades em termos de composição das espécies das suas comunidades, compartilhando 11 dos 16 táxons encontrados.

A fauna bentônica da zona de praia arenosa foi caracterizada principalmente pela presença de poliquetas, moluscos e crustáceos. A área 1 (próximo ao Complexo Portuário) possui menor diversidade de espécies e abundância de indivíduos (Tabela 10 e Tabela 11), provavelmente devido aos frequentes soterramentos eólicos e aprisionamento de sedimentos pela ponte de acesso ao Complexo.

Em contraste com as espécies que colonizam os recifes de arenito do Pecém, a maioria das espécies da praia arenosa é móvel. As características físicas e o perfil da praia do Pecém mudam sazonalmente e muitos organismos fazem uma migração mareal ou sazonal em resposta à mudança no batimento de ondas, devido ao intenso hidrodinamismo da praia. A abundância de poliquetas (52%) foi maior quando comparada com os moluscos (47%) e crustáceos (1%). Entre os moluscos destacaram-se os gastrópodes e bivalves.

Tabela 10 - Matriz da abundância da macroinfauna e epifauna bentônica dos pontos amostrados no substrato não consolidado da praia do Pecém, São Gonçalo do Amarante-CE nos meses de outubro de 2011 a outubro de 2012. MS: mesolitoral superior; MM: mesolitoral médio.

Táxons	MS	MM	MI	MS	MM	MI
	T1	T1	T1	T2	T2	T2
Polychaeta	113	127	25	629	94	31
<i>Donax striatus</i>	-	3	102	1	17	189
<i>Donax gemmula</i>	-	1	12	-	3	23
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	2	6	1	18	16	-
<i>Iphigenia brasiliana</i>	4	7	-	1	2	-
<i>Solen obliquus</i>	-	1	-	-	-	-
<i>Tellina sp</i>	1	1	1	-	2	-
<i>Sphenia antilensis</i>	-	-	-	-	-	1
<i>Heterodonax bimaculata</i>	27	9	8	30	5	-
<i>Neritina virginea</i>	1	-	-	280	-	-
<i>Neritina zebra</i>	1	-	-	21	-	-
<i>Olivella minuta</i>	-	-	-	-	6	88
<i>Turitella exoleta</i>	-	-	-	4	-	-
<i>Hastula cinerea</i>	-	-	-	-	-	26
Isopoda	-	2	2	-	-	3
Cumacea	-	-	2	-	-	2
Total	149	157	153	984	145	363

Fonte: CEARÁPORTOS/IEPRO (2012).

Tabela 11 - Dados agrupados da abundância da macrofauna e epifauna bentônica dos transectos no substrato inconsolidado da praia do Pecém, São Gonçalo do Amarante, Ceará ao longo do monitoramento (outubro/2011 a outubro/2012). T1: Transecto 1; T2: Transecto 2

Taxons	T1	T2
Polychaeta	265	754
<i>Donax striatus</i>	105	207
<i>Donax gemmula</i>	13	26
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	9	34
<i>Iphigenia brasiliana</i>	11	3
<i>Solen obliquus</i>	1	-
<i>Tellina</i> sp	3	2
<i>Spheniaantilensis</i>	-	1
<i>Heterodonax bimaculata</i>	44	35
<i>Neritina virginea</i>	1	280
<i>Neritina zebra</i>	1	21
<i>Olivella minuta</i>	-	94
<i>Turitella exoleta</i>	-	4
<i>Hastula cinerea</i>	-	26
Isopoda	4	3
Cumacea	2	2
Total	459	1492

Fonte: CEARÁPORTOS/IEPRO (2012).

Na zona do mesolitoral superior do transecto 2, cuja influência de água doce da percolação das dunas é evidente, ocorre um substrato de natureza lamosa, onde os poliquetas detritívoros da família Nereidae e o molusco gastrópode *Neritina virginea* são bastante abundantes. A dominância de poliquetas pode ter ocorrido devido à alta disponibilidade de matéria orgânica no sedimento, principal alimento de diversos grupos desta Classe.

Nesta faixa entremarés, espécies características predominaram, conforme observado durante todo o ano, como os poliquetas. Variações sazonais da descarga de água doce e acúmulo de matéria orgânica levaram a uma alteração na composição faunística durante todo o período do monitoramento ambiental.

No mesolitoral do transecto T2, os moluscos *Donax striatus* e *Olivella minuta* estiveram presentes durante todo o ano, com variações de populações jovens e adultas. Entre os moluscos encontrados tanto no T1 como no T2, *Donax striatus* foi a espécie que teve maior densidade, com 312 indivíduos.

A área do transecto T2 possui condições ambientais de sedimento lamoso, rico em matéria orgânica e sedimento anóxico a poucos centímetros da superfície, decorrente da deposição de argila. Nesta área, o acúmulo da matéria orgânica promove o surgimento da cadeia detritívora. A área do transecto T1 possui características de sedimento arenoso, baixo teor de matéria orgânica, alto hidrodinamismo e entrada de alimento e oxigênio pelo influxo e refluxo da maré. Tais características diferenciadas são fatores preponderantes na baixa similaridade ambiental em termos qualitativos e quantitativos de composição de espécies.

Os poliquetas dominaram o mesolitoral superior tanto no transecto T1 como no transecto T2. No mesolitoral superior e inferior dos transectos ocorreram mais espécies de moluscos, onde as espécies *Donax striatus*, *Hastula cinerea* e *Olivella minuta* foram dominantes em número de indivíduos no mesolitoral inferior, enquanto *Neritina virginea* foi dominante em número de indivíduos no mesolitoral superior. A maior abundância de moluscos ocorreu no transecto T2.

Na análise anual do monitoramento podem-se observar as variações da estrutura da comunidade. O transecto T2 do sedimento areno-lamoso apresentou um maior número de táxons e abundância em relação ao transecto T1 da área arenosa (Tabela 12). Os índices de diversidade de Shannon-Wiener mostram um aumento na área lamosa (transecto 2). Tal resultado mostra que o transecto 2 possui uma maior riqueza de táxons, sem haver dominância de algum táxon na comunidade. Este padrão não foi semelhante aos obtidos ao longo do monitoramento, desde 2005, o que sugere modificações significativas na estrutura da comunidade provavelmente devido ao soterramento.

Tabela 12 - Descritores de diversidade e dominância da comunidade da macrofauna do substrato inconsolidado da praia do Pecém, São Gonçalo do Amarante-CE. Dados agrupados das coletas de Outubro de 2011 a Outubro de 2012 para a análise anual do monitoramento.

Descritores / Transectos	T1	T2
S (táxons)	12	15
N (número de indivíduos)	459	1492
H' (Shannon-Wiener log10)	0,55	0,67
J' (Equitabilidade de Pielou)	0,51	0,57
λ (Simpson)	0,39	0,31

Fonte: CEARÁPORTOS/IEPRO (2012).

Comparando a variação sazonal dos índices, observa-se um decréscimo da diversidade no mês de fevereiro, permanecendo em níveis mais baixos nos meses seguintes até abril, no T2 (Figura). A redução da diversidade ocorreu devido às altas abundâncias dos poliquetas, do bivalve *Donax striatus* e do gastrópode *Olivella minuta*, resultante da variação sazonal das populações no Transecto 2 provavelmente por aspectos reprodutivos ou outros aspectos ecológicos. Pode-se também hipotetizar uma relação com o aumento da produtividade do ecossistema pelas chuvas. Assim, não parece haver forte impacto negativo do porto nessa dinâmica natural.

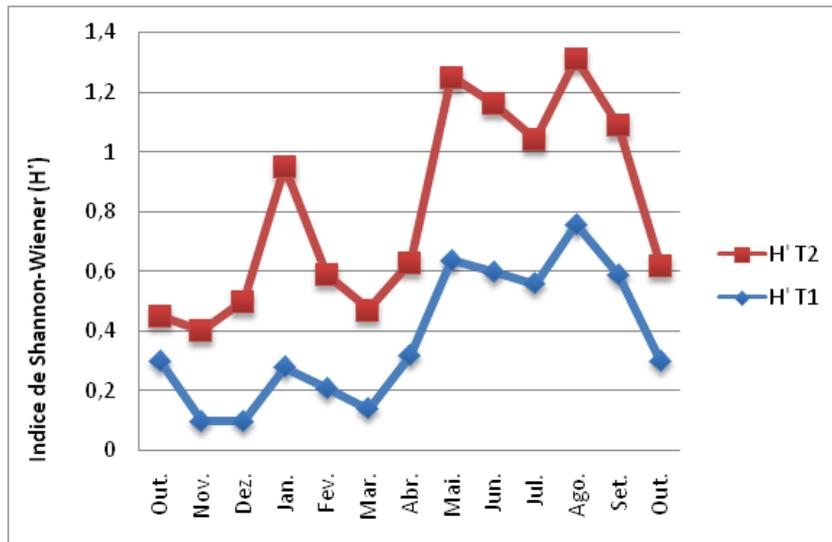


Figura 37 - Variação do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') nos meses amostrados e nos transectos na faixa arenosa inconsolidada do monitoramento ambiental de Outubro de 2011 a Outubro de 2012.

Fonte: CEARÁPORTOS/IEPRO (2012).

Este padrão foi acompanhado pelos outros descritores, equitabilidade e dominância. O início do período chuvoso a partir de março/julho promove a drenagem continental, o que leva a um aumento da produtividade e matéria orgânica na área, aumentando a população dos poliquetas detritívoros.

Observaram-se índices de diversidade comumente baixos ou nulos no transecto T1 decorrentes de impactos do Complexo Portuário, na estrutura sedimentar e, conseqüentemente, na comunidade biótica. Sua alteração significativa pode sugerir impactos ambientais negativos relacionados com o Complexo Portuário do Pecém, como poluição orgânica e introdução de espécies exóticas na estrutura da comunidade.

2.9.1.2.2 Endofauna da Região Subaquática

Ao contrário da fauna de praias caracterizada anteriormente, a infauna bentônica de regiões subaquáticas apresenta condições relativamente estáveis. A distribuição desta fauna ao longo do fundo acaba sendo determinada pelas condições físico-químicas da água circundante e do tipo de sedimento nos locais, geralmente resultando em uma distribuição em manchas. Sua distribuição vertical acaba sendo determinada pela disponibilidade de OD na água que percola pelo sedimento, com a macrofauna habitando geralmente as camadas superiores e organismos de menores tamanhos, como meiofauna e microfauna, que geralmente abundam em camadas mais profundas.

2.9.1.2.2.1 Metodologia

Foi realizada apenas uma coleta em cinco pontos diferentes (Figura) (janeiro de 2008), utilizando um pegador de fundo do tipo Van Veen. O sedimento foi refrigerado e levado ao laboratório, onde foi tratado para diversas outras análises e, por fim, peneirado para a separação dos organismos.

2.9.1.2.2.2 Caracterização

O grupo de maior ocorrência foi o dos bivalves, com 56% do total de 86 organismos. A espécie *Laevicardium brasilianum* foi a mais abundante e freqüente, com 36 indivíduos encontrados, não sendo registrada apenas na estação 1. A composição faunística, considerando-se apenas os grandes grupos taxonômicos teve Mollusca - 59,30%, Polychaeta - 32,56%, Nematoda - 4,65%, Crustacea - 2,33%, Echinodermata - 1,16%.

Na estação 1, foram identificados 11 organismos, sendo os Polychaeta o grupo mais abundante (66,67%). Destacaram-se as famílias Glyceridae e Orbiniidae, além do bivalve *Abra aequalis* e nemátodos.

A estação 2 apresentou 29 organismos, sendo o bivalve *Laevicardium brasilianum* o organismo mais abundante (21 indivíduos), seguido pelo bivalve *Strigilla* sp. (2) e por poliquetos (famílias Cirratulidae, Nereidae, Pholoididae e Sigalionidae). A estação apresentou ainda o crustáceo *Pinnixa* sp (caranguejo) e o ofiuróide *Ophionereis reticulata*.

Na estação P3, foram encontrados 20 organismos, sendo o bivalve *Laevicardium brasilianum* o organismo mais abundante (11 indivíduos). Foram encontrados também os bivalves *Tellina versicolor* e *Mulina cleryana* e o escafópode *Antalis disparile* e os poliquetos da família Magelonidae, Nereidae, Orbinidae e Pilargidae.

A estação P4 apresentou 15 organismos, sendo os poliquetos da família Pholoididae os organismos mais abundantes (6), seguido pelos bivalves *L. brasilianum* (3). Foram encontrados ainda os escafópodos *Antalis disparile* e *Graptacme eboreum*.

Na estação P5, foram identificados 11 organismos, sendo os bivalves o grupo mais abundante, com 5 indivíduos encontrados (representados pelas espécies *L. brasilianum*, *Corbula caribea* e *Strigilla* sp) e os poliquetos das famílias Cirratulidae e Syllidae, além de nematodos e o caranguejo *Excirrolana brasiliensis*.

Os descritores da comunidade calculados estão apresentados na Tabela 13, com os valores médios de três réplicas em cada ponto.

Tabela 13 - Descritores de comunidade bentônica calculados para o Complexo Portuario do Pecém.

Estação	Densidade	Riqueza	H'
1	67	2,33	0,79
2	176	3,67	1,11
3	121	3,67	1,12
4	91	3,67	1,25
5	67	2,67	0,91

Fonte: Moreira (2009).

2.9.1.2.3 Epifauna e Macroalgas de Substrato Consolidado de Zona Entre-Marés

As áreas com substrato rochoso geralmente abrigam flora e fauna mais ricas do que as de praias com areia (Lewis, 1964). Muitos animais da faixa entre marés podem tolerar a subida e descida da água e o bater das ondas, quando conseguem fixar-se firmemente a um

substrato estável. Existe um zoneamento distinto de algas e de vários tipos de animais, entre a marca da maré baixa e a zona de respingo supralitoral.

Num ambiente rochoso é característico o aparecimento de poças de marés. Estas poças são microcosmos da vida marinha encontrado na faixa entre-marés e facilmente acessíveis quando a maré está baixa. Para colonizarem a faixa entre-marés os organismos necessitam de adaptações que permitam sua sobrevivência. Dentre os que habitam substrato rochoso, as cracas e alguns moluscos são os melhor adaptados, pois apresentam um exoesqueleto bastante eficaz para enfrentar os problemas mais característicos do ambiente entre-marés, como hidrodinamismo e dessecação.

As regiões de substrato consolidado da zona entre-marés da praia do Pecém foram divididas em quatro áreas:

- Área 1: constituída de substratos consolidados próximos aos currais de pesca sob ação do processo de assoreamento na faixa de praia;
- Áreas 2 e 3: constituídas dos afloramentos rochosos mais abundantes no Pecém;
- Área 4: possui os afloramentos mais próximos ao píer e a estrutura física do Complexo Portuário.

2.9.1.2.3.1 Metodologia

Foram realizadas coletas utilizando-se “quadrats” (quadrados de 100 cm²). As coletas foram mensais nas marés baixas no período de Outubro (2011) a Outubro (2012), nas 4 áreas mostradas na Figura . Em cada “quadrat” amostrado os animais encontrados foram identificados e quantificados. Alguns dos exemplares vágeis foram recolhidos manualmente e os sésseis foram retirados, juntamente com parte do substrato, com o auxílio de uma espátula.

Esses animais foram levados ao laboratório, preservados em álcool 70%. Para os animais sésseis foi avaliado o percentual de cobertura e observadas as diversas interações tróficas entre as diferentes espécies vágeis e sésseis que se estabeleceram neste ambiente. No substrato consolidado são distribuídos os quadrats de acordo com o tamanho de cada recife incluindo também as poças de marés. Com os dados foram calculadas as diversidades de Shannon-Wiener (H'), dominância de Simpson (λ) para cada transecto, assim como a equitabilidade de Pielou (J').

2.9.1.2.3.2 Caracterização

A comunidade bentônica de substrato consolidado encontrada no entorno do Complexo Portuário do Pecém e, conseqüentemente, na Área de Influência da ampliação do TMUT, baseando-se nos dados secundários, é constituída basicamente de esponjas, cnidários, moluscos, crustáceos, poliquetas e ascídias (Figura).

A diversidade de espécies nos afloramentos rochosos da área de influência do Complexo Portuário do Pecém tem sido modificada ao longo do tempo. Após a construção do Porto, a

biodiversidade desta região sofreu impacto devido a um grande soterramento dos substratos, o que resultou em ampla mortalidade de espécies.

Após esse impacto inicial, observou-se, através do monitoramento mensal da região sob influência do Complexo Portuário do Pecém, que o processo de sucessão ecológica neste ecossistema é bastante dinâmico. Períodos com maior incidência de ventos e períodos de chuva e seca provocam alterações na dinâmica sedimentar da praia, ocasionando soterramentos/exposições periódicas do substrato consolidado. Ao longo de treze meses de monitoramento (outubro/2011 – outubro/2012) observou-se diferenças significativas na biota causadas pelos soterramentos periódicos das áreas recifais.

Nos meses de outubro, novembro, dezembro/2011 e janeiro/2012, a planície de abrasão presente na praia do Pecém (entre as Áreas 2 e 3 do monitoramento) encontrava-se completamente soterrada. Já em fevereiro/2012, esta formação rochosa começou a ser exposta, possibilitando a observação de pequenos bancos de algas, constituídos, principalmente, pela espécie *Ulva flexuosa*. No período de março a maio/2012, a planície de abrasão encontrava-se exposta em sua maior parte, sendo coberta principalmente por variadas macroalgas. A partir de junho/2012 foi observado o início do soterramento desta planície de abrasão, que progrediu até setembro/2012. No mês de outubro/2012, observou-se novamente o início da exposição desta planície de abrasão, agora sendo recoberta, principalmente, por uma alga coralina.

As consequências da dinâmica de soterramento/exposição do substrato consolidado sobre a biota da praia do Pecém podem ser exemplificadas através da variação das porcentagens médias de cobertura das macroalgas. As macroalgas são um dos componentes da biota mais diretamente afetados por este processo.

As macroalgas tiveram porcentagens médias de cobertura expressivas nas Áreas 1, 2 e 3 de monitoramento. No gráfico abaixo (Figura 3) pode-se observar claramente a diminuição da porcentagem média de cobertura das macroalgas na Área 2 do monitoramento, região que mais sofreu com o soterramento periódico do substrato.

A Área 3 é a que menos sofre com os processos de soterramento/exposição do substrato consolidado, pois nesta região o substrato consolidado é colonizado, principalmente, pela espécie de poliqueta bioconstrutor *Phragmatopoma caudata*. A Área 4, independente da dinâmica soterramento/exposição, sempre apresentou baixas porcentagens de cobertura de macroalgas.

Porém, observou-se um aumento desta cobertura nos meses de setembro e outubro/2012, quando o substrato consolidado da Área 4 foi colonizado por algumas espécies de macroalgas verdes e vermelhas.

Tabela 14 - Lista das espécies de macroalgas observadas na região entre marés em torno do Complexo Portuário do Pecém, São Gonçalo do Amarante, Ceará.

Divisão	Espécie	Divisão	Espécie
RHODOPHYTA (59%)	<i>Bryothamnion seaforthi</i>	CHLOROPHYTA (7%)	<i>Ulva lactuca</i>
	<i>Gracilaria cervicornis</i>		<i>Ulva flexuosa</i>
	<i>Gracilaria domingensis</i>		<i>Caulerpa racemosa</i>
	<i>Gracilaria birdiae</i>		<i>Caulerpa mexicana</i>
	<i>Hypnea musciformis</i>		<i>Caulerpa sertularioides</i>
	<i>Amansia multifida</i>		<i>Bryopsis pennata</i>
	<i>Pterocladia caerulescens</i>		<i>Rhizoclonium riparium</i>
	<i>Pterocladia bartletti</i>		<i>Cladophora sp.</i>
	<i>Jania rubens</i>		
	<i>Laurencia sp.</i>		
	<i>Cryptonemia crenulata</i>		
	<i>Cryptonemia seminervis</i>		
	<i>Gelidiella acerosa</i>		
	<i>Aglaothamnion sp.</i>		
	<i>Centroceras clavulatum</i>		
<i>Corallina officinalis</i>			
PHAEOPHYTA (30%)	<i>Padina gymnospora</i>	HETEROKONTOPHYTA (4%)	<i>Lobophora variegata</i>
	<i>Dictyopteris delicatula</i>		

Fonte: CEARÁPORTOS/IEPRO (2012).

Categorias segundo IUCN (2011):

CR (Em perigo crítico) - "Critically endangered" - Risco extremamente alto de extinção na natureza em futuro imediato.

EN (Em perigo) - "Endangered" - Risco muito alto de extinção na natureza em futuro próximo.

VU (Vulnerável) - "Vulnerable" - Alto risco de extinção na natureza em médio prazo.

DD (Dados deficientes).

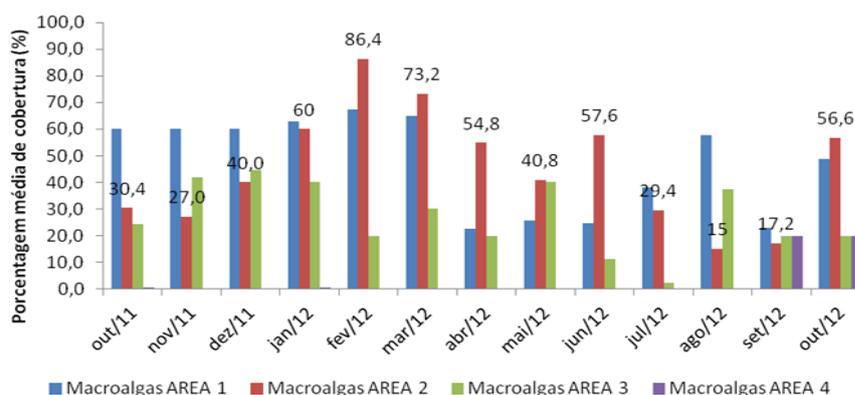


Figura 38 - Porcentagem média de cobertura das macroalgas nas quatro áreas de monitoramento da praia do Pecém, São Gonçalo do Amarante – CE

Fonte: CEARÁPORTOS/IEPRO (2012).

Os dois grupos de maior riqueza encontrados nas regiões de substrato consolidado da praia do Pecém são Rhodophyta e Chlorophyta.

A alga *Ulva flexuosa* forma extensos bancos tanto sobre os afloramentos, quanto sobre as colônias do poliqueta bioconstrutor *Phragmatopoma caudata*. A espécie de macroalga *Padina gymnospora*, que no ano anterior apresentava extensos bancos, ocorreu em baixas densidades no período de outubro/2011 a outubro/2012. Outras espécies de macroalgas

comumente encontradas na região entre marés da praia do Pecém são *Hypnea musciformis*, *Bryopsis pennata* e *Caulerpa racemosa*.

A fauna dos substratos consolidados da zona entre marés encontra-se listada na Figura . Os moluscos (bivalves e gastrópodes) e os crustáceos são os táxons mais representativos na composição da comunidade faunística observada neste período (Figura). A espécie de polvo *Octopus insularis*, já encontrada nesta região da praia do Pecém, não foi observada no período de outubro/2011 a outubro/2012.

Filo	Família	Espécie	Nome popular
PORIFERA	Clionidae	<i>Cliona</i> sp.	Esponja
	Chalinidae	<i>Haliclona</i> cf. <i>caerulea</i>	Esponja
	Placospongiidae	<i>Placospongia</i> sp.	Esponja
CNIDARIA	Actiniidae	<i>Bunodosoma</i> sp.	Anêmona-do-mar
	Zoanthidae	<i>Protospalythoa variabilis</i>	Coral-mole
	Zoanthidae	<i>Palythoa caribaeorum</i>	Baba-de-boi
	Zoanthidae	<i>Zoanthus sociatus</i>	Coral-mole
MOLLUSCA (Bivalvia/ Gastropoda)	Isognomonidae	<i>Isognomon bicolor</i>	-----
	Mytilidae	<i>Brachidontes exustus</i>	Búzio
	Ostreidae	<i>Crassostrea rhizophorae</i>	Ostra
	Ostreidae	<i>Crassostrea brasiliiana</i>	Ostra
	Buccinidae	<i>Pisania pusio</i>	Búzio
	Acmaeidae	<i>Collisella subrugosa</i>	Búzio
	Fissurellidae	<i>Fissurella rosea</i>	Búzio
	Littorinidae	<i>Littorina ziczac</i>	Búzio
	Littorinidae	<i>Littorina flava</i>	Búzio
	Trochidae	<i>Tegula viridula</i>	Búzio
	Siphonariidae	<i>Siphonaria hispida</i>	-----
	Thaididae	<i>Stramonita haemastoma</i>	Búzio
	ARTHROPODA (Crustacea)	Balanidae	<i>Balanus amphitrite</i>
Grapsidae		<i>Pachygrapsus transversus</i>	Caranguejo
Portunidae		<i>Callinectes</i> sp.	Siri
Xanthidae		<i>Eriphia gonagra</i>	Caranguejo
Xanthidae		<i>Pilumnus dasypodus</i>	Caranguejo
Chthamalidae		<i>Chthamalus bisinuatus</i>	Craca
Diogenidae		<i>Clibanarius antillensis</i>	Paguro
Menippidae		<i>Menippe nodifrons</i>	Caranguejo
Plagusidae		<i>Plagusia depressa</i>	Caranguejo
ANNELIDA (Polychaeta)	Sabellariidae	<i>Phragmatopoma caudata</i>	----
Echinodermata	Echinometridae	<i>Echinometra lucunter</i>	ouriço-do-mar-preto
CHORDATA (Tunicata: Ascidiacea)	Polycitoridae	<i>Eudistoma vannamei</i>	-----
	Didemnidae	<i>Didemnum</i> sp.	-----
	Didemnidae	<i>Didemnum psammotodes</i>	-----

Figura 39 - Fauna das áreas de substrato consolidado da praia do Pecém, São Gonçalo do Amarante - CE
Fonte: CEARÁPORTOS/IEPRO (2012).

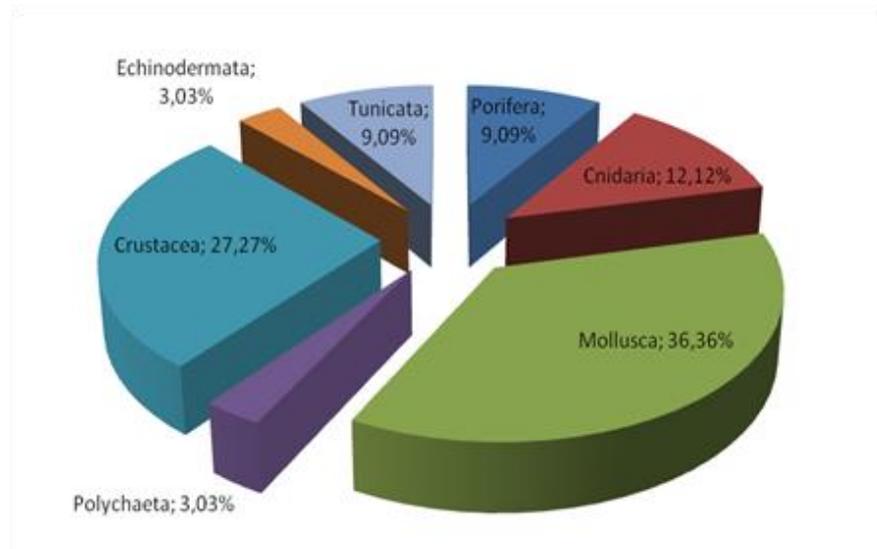


Figura 40- Porcentagem de espécies por táxon nos recifes de arenito sob influência do Complexo Portuário do Pecém, São Gonçalo do Amarante, Ceará.

Fonte: CEARÁPORTOS/IEPRO (2012).

A espécie exótica de poliqueta *Phragmatopoma caudata* foi encontrada em todas as quatro áreas de estudo, sendo o organismo sésil mais comum na região entre marés do substrato consolidado da praia do Pecém. A porcentagem média de cobertura chegou a 69,6%, levando a padrões de alta dominância e baixa diversidade do substrato consolidado. As colônias deste poliqueta apresentam aumento em sua área de cobertura desde o início do monitoramento em 2005. Assim, sugere-se que a espécie possa ter chegado por água de lastro, a partir dos navios que utilizam o Complexo Portuário do Pecém.

Os cirripédios *Chthamalus bissinuatus* e *Balanus anfruite* e o molusco bivalve *Brachidontes exustus* são organismos sesséis bem comuns nas zonas de supralitoral, mesolitoral superior e mesolitoral médio, mostrando a resistência destas espécies a períodos prolongados de dessecação.

O molusco bivalve *Isognomon bicolor* foi encontrado nos afloramentos rochosos e pilares do píer da praia do Pecém, deve ser acompanhada a médio e longo prazo para verificar as alterações decorrentes da introdução dessa espécie na área de influência do Complexo Portuário do Pecém.

De uma maneira geral, dentre todas as áreas, foi observado o mesmo padrão de baixas diversidades e equitabilidades e altas dominâncias ao longo do ano. A introdução de espécies exóticas, aliada às características intrínsecas a este tipo de ambiente, bastante variável ao longo do ano, faz com que haja dominância de certos grupos taxonômicos, o que causa este padrão nos fatores descritores da comunidade.

2.9.1.2.4 Epifauna de Substrato Consolidado Subaquático

O lançamento de água de lastro com organismos patogênicos e exóticos é considerada uma forma de poluição, uma vez que gera danos à flora e fauna da região costeira, pode trazer doenças à população e gerar impactos econômicos e sociais.

Isso ocorre porque, quando o navio capta água no porto doador (porto de partida) geralmente despeja essa água no porto de destino (porto receptor), fazendo com que os tanques contenham uma mistura de águas de diferentes locais. Empresas marítimas internacionais estimam que cerca de 3.000 espécies de microorganismos podem ser transportadas na água de lastro de navios. Entre as espécies que tem o potencial de serem transportadas estão pertencentes aos grupos das anêmonas, ascídeas, cracas, caranguejos, caracóis, mexilhões, ouriços do mar, entre outras. O monitoramento da fauna subaquática dos portos torna-se assim prioritário, pois permitirá a detecção e antecipação de eventuais problemas biológicos resultantes do estabelecimento de uma espécie invasora.

2.9.1.2.4.1 Metodologia

As amostragens foram feitas mensalmente através de equipamento de respiração autônoma (SCUBA) com duração aproximada de 1,5 horas nos três pontos mostrados na Figura . Os dados são anotados em placas de PVC e depois analisados.

2.9.1.2.4.2 Caracterização

Foi observado um evento de branqueamento de corais decorrido de aquecimento término no 1ª semestre de 2012 e evento semelhante foi registrado nos anos de 2010 e 2011, o que sugere o aumento da frequência dos eventos de *stress* ambiental em termos climáticos regionais.

Houve um aumento de diversidade na biodiversidade bentônica na área, com novos registros, aumentando a riqueza de 51 para 63 espécies nas áreas biomonitoradas. Foram registradas novas espécies exóticas, possivelmente decorrentes de introdução por água de lastro, como crustáceos e moluscos.

Devido às condições de visibilidade, foi observada na área dos molhes, uma clara distribuição batimétrica. Nos seis metros iniciais os corais escleractíneos, sobretudo *Siderastrea stellata*, são as espécies mais abundantes. Na zona de 6 a 12 metros, observou-se que a comunidade é dominada por octocorais, esponjas e ascídeas. Este padrão pode ser decorrente da redução de luminosidade nas áreas mais profundas, devido a turbidez das águas da bacia portuária.

Moluscos gastrópodes como *Cerithium atratum* e *Thais haemastoma* foram observados, sobretudo nos molhes na parte interna da zona portuária. Exemplares de *Thais haemastoma* apresentaram Imposex (presença de caracteres sexuais masculinos em fêmeas da espécie), devido à liberação de tintas dos cascos de navios desde 2004 (em especial relacionados com a presença da substância tributilestanho- TBT).

Já os bivalves filtradores (*Crassostrea rizophorae* e *Isognomon bicolor*) utilizam-se da matéria orgânica em suspensão do Complexo Portuário do Pecém para sua alimentação. *Isognomon bicolor* tem sido observado nas amostragens mensais, sendo uma espécie exótica provavelmente introduzida por água de lastro.

As amostragens dos organismos sésseis nos pilares constatam na área portuária do Pecém a presença de uma elevada representatividade taxonômica de diversos filões da biota de invertebrados marinhos, incluindo os filões Arthropoda (caranguejos, cracas), Chordata (ascídeas), Porifera (esponjas), Cnidaria (anêmonas, gorgônias, hidrozoários), Annelida (Sabellariidae) e Mollusca, dentre outros (Tabela 15).

Tabela 15 - Fauna de invertebrados marinhos na área de influência direta do ambiente subaquático (pilastras e molhes) do Complexo Portuário do Pecém, Ceará, Nordeste do Brasil. Análise através de mergulhos autônomos no período de Outubro/ 2011 a Outubro/2012

Filo	Classe	Espécie
Porifera (Espanjas)	Demospongiae	<i>Aplysina</i> sp.
		<i>Cinachyrella</i> sp.
		Demospongiae sp.1
		Demospongiae sp.2
Cnidaria	Anthozoa (corais, gorgônias e anêmonas)	<i>Scleractinea</i> sp.1
		<i>Favia gravida</i>
		<i>Calcigorgia</i> sp
		<i>Bunodosoma</i> sp.
		<i>Siderastrea stellata</i>
		<i>Carioja riisei</i>
		<i>Zoanthus sociatus</i>
	Hydrozoa (hidras)	<i>Pennaria disticha</i>
		<i>Thyroscyphus ramosus</i>
		<i>Sertularia marginata</i>
		<i>Clytia</i> sp.
Ctenophora	Ctenóforos	<i>Mnemiopsis leidyii</i>
Mollusca	Gastropoda ("caracóis")	<i>Petalconchus varians</i>
		<i>Dendropoma irregulare</i>
		<i>Cerithium atratum</i>
		<i>Leucozonia nassa</i>
		<i>Pleuroploca aurantiaca</i>
		<i>Anachis obesa</i>
		<i>Anachis veleda</i>
		<i>Luria cinerea</i>
		<i>Lamellaria mopsicolor</i>
		<i>Stramonita haemastoma</i>
		<i>Pleurobranchus areolatus</i>
Mollusca	Bivalvia ("ostras", "mexilhões")	<i>Creseis acicula</i>
		<i>Isognomon bicolor</i>
		<i>Pteria colymbus</i>
		<i>Pictata imbricata</i>
		<i>Musculus lateralis</i>
		<i>Chlamys muscosus</i>
		<i>Spondylus americanus</i>
		<i>Lithophaga bisulcata</i>
<i>Arca imbricata</i>		

Mollusca	Cephalopoda (polvos e lulas)	<i>Crassostrea rhizophorae</i>
		<i>Octopus cf. vulgaris</i>
		<i>Octopus cf. insularis</i>
		<i>Sepiotheutis sepioidea</i>
		<i>Lolliguncula brevis</i>
Arthropoda (Subfilo Crustacea)	Malacostraca (caranguejos e lagostas)	<i>Panulirus laevicauda</i>
		<i>Panulirus argus</i>
		<i>Menippe nodifrons</i>
		<i>Plagusia depressa</i>
	Cirripedia (cracas)	<i>Balanus amphitrite</i>
		<i>Chthamalus bissinuatus</i>
Annelida	Polychaeta	<i>Sabellaridae sp. 1</i>
		<i>Sabellaridae sp. 2</i>
		<i>Eurythoe complanata</i>
Echinodermata	Ophiuroidea	<i>Ophiuroidea sp. 1</i>
		<i>Ophiuroidea sp. 2</i>
		<i>Ophiuroidea sp. 3</i>
	Asteroidea	<i>Oreaster reticulatus</i>
Chordata	Ascidiacea (ascídeas)	<i>Phallusia nigra</i>
		<i>Didemnum sp.</i>
		<i>Eudistoma sp.</i>
		<i>Cystodytes sp.</i>
		<i>Polysincraton sp.</i>
		<i>Ascidiacea sp. 1</i>
		<i>Ascidiacea sp. 2</i>
		<i>Ascidiacea sp. 3</i>
<i>Ascidiacea sp. 4</i>		

Fonte: CEARÁPORTOS/IEPRO (2012).

Categorias segundo IUCN (2011):

CR (Em perigo crítico) - "Critically endangered" - Risco extremamente alto de extinção na natureza em futuro imediato.

EN (Em perigo) - "Endangered" - Risco muito alto de extinção na natureza em futuro próximo.

VU (Vulnerável) - "Vulnerable" - Alto risco de extinção na natureza em médio prazo.

DD (Dados deficientes).

2.9.2 COMUNIDADE DA ICTIOFAUNA

O presente estudo ambiental abordará a ictiofauna através de dados secundários, oriundos de diversas fontes. O estudo mais recente encontrado para a ictiofauna da região que leva em consideração a sazonalidade é o Programa de Monitoramento da Biota Marinha do Complexo Portuário do Pecém (CEARAPORTOS/IEPRO, 2012), que monitora os peixes associados ao substrato consolidado, os chamados peixes recifais, que habitam ou visitam as estruturas do porto. O restante da ictiofauna (com hábito demersal associada a substrato inconsolidado ou pelágico) será referido apenas com listas elaboradas para o litoral do estado do Ceará.

A abordagem por meio de listas de espécies para o litoral do estado justifica-se pela ausência de dados de coletas da fauna demersal (associada à pesca ou não) realizadas de forma sistemática na região de estudo e também pela mobilidade e ampla distribuição da ictiofauna. Mobilidade porque, em caso de degradação ambiental, os peixes têm a capacidade de evasão da área problemática e é essa mobilidade, aliada à capacidade de dispersão, que faz com que a maior parte das espécies possua ampla distribuição geográfica.

No entanto, por se tratar de um complexo portuário *offshore* e se situar em uma região oligotrófica (assim definida pelo estudo de fitoplâncton), este serve de atrativo para diversas espécies de peixes, em função do crescimento de organismos incrustantes nos pilares e no próprio quebra-mar, que fornecem alimento direta ou indiretamente para os peixes com variados hábitos de vida.

Outra atividade realizada comumente em áreas portuárias e que causa impacto na ictiofauna é a dragagem e o conseqüente descarte destes sedimentos. Essa atividade, se realizada de forma constante e sistemática, pode alterar significativamente a composição da ictiofauna demersal, com chance de comprometer ecológica e economicamente a região afetada, uma vez que os peixes demersais são comumente alvos da pesca artesanal realizada nas áreas costeiras.

Os teleósteos normalmente são considerados bons agentes bioindicadores, como espécies sentinelas de variados impactos, por serem suscetíveis à poluição das mais variadas fontes e ocuparem, de uma forma geral, diferentes níveis tróficos.

Os melhores candidatos para um monitoramento são espécies territorialistas ou que tenham relação mais intrínseca com o substrato, como é o caso das espécies de hábitos recifais e demersais.

2.9.2.1 Caracterização

O relatório do Projeto de Monitoramento e Caracterização da Biota Marinha do Complexo Portuário do Pecém (CEARAPORTOS/IEPRO, 2012) apresenta as informações coletadas entre Outubro/2011 e Outubro/2012. O mesmo apresenta a catalogação da fauna de peixes encontrada no Complexo Portuário do Pecém, bem como a avaliação da estrutura da comunidade quanto à frequência de ocorrência das espécies e representatividade das famílias.

Adicionalmente foram realizadas análises comparativas, com a finalidade de demonstrar como ocorreu a dinâmica da comunidade ao longo do monitoramento e os possíveis impactos ambientais observados. Os dados foram obtidos através de observações subaquáticas por meio de mergulhos autônomos nas pilastras do atracadouro e a sotavento do quebra-mar.

As espécies encontradas no período amostrado, bem como suas frequências de ocorrência, estão apresentadas na Tabela 16.

Tabela 16 - Listagem e frequência de ocorrência das espécies de peixes avistadas no monitoramento da ictiofauna associada ao Complexo Portuário de Pecém (CE)

Espécies	F	%F
<i>Ocyurus chrysurus</i>	13	100
<i>Anisotremus virginicus</i>	13	100
<i>Haemulon aurolineatum</i>	13	100
<i>Abudefduf saxatilis</i>	13	100
<i>Sparisoma axillare</i>	13	100
<i>Sparisoma frondosum</i>	13	100
<i>Acanthurus chirurgus</i>	13	100
<i>Chaetodon striatus</i>	11	84,6
<i>Haemulon plumieri</i>	10	76,9
<i>Mugil curema</i>	7	53,8
<i>Scarus trispinosus</i>	6	46,1
<i>Scarus zelindae</i>	5	38,5
<i>Eucinostomus lefroyi</i>	5	38,5
<i>Lutjanus jocu</i>	4	30,8
<i>Haemulon parra</i>	4	30,8
<i>Pomacanthus paru</i>	4	30,8
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	3	23
<i>Serranus flaviventris</i>	3	23
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i>	3	23
<i>Ogcocephalus vespertilio</i>	2	15,4
<i>Holacanthus ciliaris</i>	2	15,4
<i>Acanthurus coeruleus</i>	2	15,4
<i>Scorpaena plumieri</i>	1	7,7
<i>Mycteroperca bonaci</i>	1	7,7
<i>Carangoides bartholomaei</i>	1	7,7
<i>Caranx latus</i>	1	7,7
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	1	7,7
<i>Pseudupeneus maculatus</i>	1	7,7
<i>Stegastes fuscus</i>	1	7,7
<i>Chaetodipterus faber</i>	1	7,7
<i>Acanthostracion polygonia</i>	1	7,7
<i>Diodon hystrix</i>	1	7,7
<i>Sphoeroides testudineus</i>	1	7,7

Apresentemente, nenhum impacto ambiental foi observado durante o período de Outubro/2011 a Outubro/2012, uma vez que as características biológicas das espécies, bem como as condições ambientais e de exploração pesqueira, foram os fatores determinantes para a variação da ocorrência das espécies observadas.

2.9.2.2 Lista dos Elasmobrânquios Costeiros do Estado do Ceará

Os trabalhos de Gadig *et al.*, (2000) e Jucá-Queiroz *et al.*, (2008) listaram os peixes cartilaginosos, tanto costeiros, como oceânicos, que têm ocorrência no litoral do estado do Ceará. Para este presente estudo foram compiladas apenas as espécies costeiras, devido a possibilidade de terem interação mais direta com as atividades portuárias e pesqueiras da região (Tabela 17).

A lista contém 15 espécies de tubarões e 17 de raias, ordenadas evolutivamente. Os tubarões vão de *Ginglymostoma cirratum* até *Sphyrna tiburo* e as raias a partir de *Pristis perotteti* até o final.

É importante ressaltar que as espécies de *Pristis* (peixe-serra) correm o risco de extinção local abaixo da costa norte do Brasil, devido à baixa quantidade de registros recentes. As raias da família Mobulidae (na lista, *Mobula thurstoni* e *Manta birostris*) e as raias-jamanta, tem a pesca, transporte e comercialização proibidas na costa brasileira desde março de 2013 (INI 2 de MMA/MPA de 13 de março de 2013).

Tabela 17 - Lista de elasmobrânquios costeiros do estado do Ceará, as espécies endêmicas do Nordeste/Nordeste do Brasil estão marcadas com um asterisco (*).

Família	Espécie	Status IUCN	Status MMA
GINGLYMOSTOMATIDAE	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	DD	Ameaçada (Anexo I)
TRIAKIDAE	<i>Mustelus canis</i>	NT	
CARCHARHINIDAE	<i>Carcharhinus acronotus</i>	NT	
	<i>C. falciformis</i>	NT	
	<i>C. leucas</i>	NT	
	<i>C. limbatus</i>	NT	
	<i>C. obscurus</i>	VU	
	<i>C. plumbeus</i>	VU	
	<i>C. perezi</i>	NT	
	<i>C. porosus</i>	DD	
	<i>Galeocerdo cuvier</i>	NT	
	<i>Negaprion brevirostris</i>	NT	Ameaçada (Anexo I)
	<i>Rhizoprionodon lalandii</i>	DD	
	<i>R. porosus</i>	LC	
	SPHYRNIDAE	<i>Sphyrna lewini</i>	EN
<i>S. mokarran</i>		EN	
<i>S. tiburo</i>		LC	Ameaçada Sobreexploração
PRISTIDAE	<i>Pristis perotteti*</i>	CR	Ameaçada (Anexo I)
	<i>P. pectinata</i>	CR	Ameaçada (Anexo I)
NARCINIDAE	<i>Narcine brasiliensis</i>	DD	
RHINOBATIDAE	<i>Rhinobatos lentiginosus</i>	NT	
	<i>Rhinobatos percellens</i>	NT	
UROLOPHIDAE	<i>Urotrygon microphthalmum*</i>	LC	
DASYATIDAE	<i>Dasyatis americana</i>	DD	
	<i>D. guttata</i>	DD	

Família	Espécie	Status IUCN	Status MMA
	<i>D.mariana*</i>	DD	
	<i>Himantura cf. schmardae</i>	DD	
GYMNURIDAE	<i>Gymnura micrura</i>	DD	
RHINOPTERIDAE	<i>Rhinoptera bonasus</i>	NT	
	<i>R. brasiliensis</i>	EN	
MYLIOBATIDAE	<i>Aetobatus narinari</i>	NT	
MOBULIDAE	<i>Mobula thurstoni</i>	NT	
	<i>Manta birostris</i>	VU	

Categorias segundo IUCN (2011) :

CR (Em perigo crítico) - "Critically endangered" - Risco extremamente alto de extinção na natureza em futuro imediato.

EN (Em perigo) - "Endangered" - Risco muito alto de extinção na natureza em futuro próximo.

VU (Vulnerável) - "Vulnerable" - Alto risco de extinção na natureza em médio prazo.

(NT: Quase ameaçada perto de ser classificada ou provavelmente qualificável para ser incluída numa das categorias de ameaça num futuro próximo.

DD (Dados deficientes).

Anexo I: Ameaçadas de extinção (MMA – IN.5 de 2004)

Anexo II: Sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexploração (MMA – IN.5 de 2004)

2.9.2.3 Lista de Peixes encontrados nos Recifes de Arenito das Zonas Entre-Marés

Araújo *et al.*, (2000) compilaram, a partir de diversos outros trabalhos, uma lista de espécies que foram registradas nas poças formadas pela variação da maré, nos recifes de arenito existentes no estado do Ceará, inclusive na região da praia de Pecém, sob influência do porto.

As intervenções antrópicas nas zonas costeiras, tais como introdução de espécies exóticas, como o poliqueta formador de recifes *Phragmatopoma caudata*, ou alterações na dinâmica de correntes e sedimentação nas praias (conforme registrado pelo monitoramento realizado no Complexo Portuário de Pecém), podem causar sérios impactos neste tipo de habitat (CEARÁ PORTOS/IEPRO, 2012) (Tabela 18).

Tabela 18 - Lista de peixes encontrados nos recifes de arenito das zonas entre-marés do estado do Ceará.

Ictiofauna			
Família	Espécie	Status IUCN	Status MMA
DASYATIDAE	<i>Dasyatis guttata</i>	DD	
CLUPEIDAE	<i>Lile piquitinga</i>	LC	
	<i>Opistonema oglinum</i>		
ENGRAULIDAE	<i>Anchoa tricolor</i>		
	<i>Anchoviella lepidentostole</i>		
	<i>Lycengraulis grossidens</i>		
MURAENIDAE	<i>Gymnothorax funebris</i>		
	<i>Gymnothorax vicinus</i>		
OPHICHTHYIDAE	<i>Ahlia egmontis</i>		
	<i>Myrichthys ocellatus</i>		
ARIIDAE	<i>Arius spixii</i>		
	<i>Bagre marinus</i>		
OGCOCEPHALIDAE	<i>Ogcocephalus vespertilio</i>		

Ictiofauna			
Família	Espécie	Status IUCN	Status MMA
HEMIRAMPHIDAE	Hyporhamphus unifasciatus		
ATHERINIDAE	Xenomelaniris brasiliensis		
HOLOCENTRIDAE	Holocentrus adscensionis		
	Myripristis jacobus		
SCORPAENIDAE	Scorpaena plumieri		
SERRANIDAE	Epinephelus adscensionis	LC	
	Mycteroperca bonaci	NT	Ameaçadas (ANEXO II)
	Serranus flaviventris		
PRIACANTHIDAE	Priacanthus arenatus		
ECHENEIDAE	Echeneis naucrates		
CARANGIDAE	Carangoides bartholomaei		
	Caranx latus Agassiz		
	Chloroscombrus chrysurus		
	Trachinotus carolinus		
	Trachinotus falcatus		
	Trachinotus goodei	LC	
LUTJANIDAE	Selene setapinnis		
	Lutjanus analis	VU	Ameaçadas (ANEXO II)
	Lutjanus apodus		
	Lutjanus griseus		
	Lutjanus jocu		
GERREIDAE	Lutjanus chrysurus		
	Diapterus olisthostomus		
	Eucinostomus argenteus		
	Eucinostomus gula		
	Eugerres brasiliensis		
HAEMULIDAE	Ulaema lefroyi		
	Anisotremus moricandi	EN	
	Anisotremus surinamensis		
	Anisotremus virginicus		
	Genyatremus luteus		
	Haemulon parrai		
	Haemulon plumieri		
	Haemulon squamipinna		
	Haemulon steidachneri	LC	
Orthopristis ruber			
Pomadasys corvinaeformis			
SPARIDAE	Archosargus rhombodalis		
SCIAENIDAE	Parenques acuminatus		
	Menticirrus littoralis		
MULLIDAE	Pseudupeneus maculatus		
	Upeneus parvus		

Ictiofauna			
Família	Espécie	Status IUCN	Status MMA
CHAETODONTIDAE	Chaetodon ocellatus	LC	
	Chaetodon striatus	LC	
POMACANTHIDAE	Pomacanthus arcuatus	LC	
	Pomacanthus paru	LC	
POMACENTRIDAE	Abdefduf saxatilis		
	Stegastes fuscus	LC	
MUGILIDAE	Mugil curema		
LABRIDAE	Halichoeres maculipina	LC	
	Halichoeres radiatus	LC	
SCARIDAE	Sparisoma crysopterus	LC	
	Sparisoma rubripinne	LC	
LABRISOMIDAE	Labrisomus nuchipinnis		
GOBIIDAE	Bathygobius soporator		
	Gobionellus beleosoma		
EPHIPPIDAE	Chaetodipterus faber		
ACANTHURIDAE	Acanthurus chirurgus	LC	
	Acanthurus coeruleus	LC	
SPHYRAENIDAE	Sphyraena barracuda		
SCOMBRIDAE	Scomberomorus regalis	LC	
TETRAODONTIDAE	Sphoeroides testudineus		
	Sphoeroides greeleyi		
DIODONTIDAE	Chilomycterus antillarum		

Categorias segundo IUCN (2011) :

CR (Em perigo crítico) - "Critically endangered" - Risco extremamente alto de extinção na natureza em futuro imediato.

EN (Em perigo) - "Endangered" - Risco muito alto de extinção na natureza em futuro próximo.

VU (Vulnerável) - "Vulnerable" - Alto risco de extinção na natureza em médio prazo.

(NT: Quase ameaçada perto de ser classificada ou provavelmente qualificável para ser incluída numa das categorias de ameaça num futuro próximo.

DD (Dados deficientes).

Anexo I: Ameaçadas de extinção (MMA – IN.5 de 2004)

Anexo II: Sobreexploradas ou ameaçadas de sobreexploração (MMA – IN.5 de 2004)

2.9.3 AVES MIGRATÓRIAS

Algumas aves migratórias intercontinentais passam temporariamente pelo estado do Ceará rumo ao extremo sul do continente latino, fugindo do rigor do inverno boreal e, quando realizam o processo migratório inverso, fugindo do inverno Antártico.

Na Tabela 19 são destacadas as aves migratórias prováveis da região. Grande parte desses "maçaricos" são migratórios e alimentam-se de insetos, moluscos e poliquetas, encontrados sobretudo na faixa de praia.

Os manguezais e o recuo do mar, em tempos de maré baixa, revelam uma gama de invertebrados que servem de alimento para as aves migratórias, de forma com que estas aves costumam habitar tanto a costa litorânea como os estuários e manguezais.

Tabela 19 - Aves migratórias que ocorrem na costa do Ceará.

Aves				
Família	Espécie	Nome popular	Status IUCN	Status MMA
PANDIONIDAE	<i>Pandion haliaetus</i>	águia pescadora	LC	
CHARADRIIDAE	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Maçarico	LC	-
	<i>Pluvialis dominica</i>	Tarambola	LC	-
	<i>Pluvialis squatarola</i>	Tarambola-pintada, batuiruçu-de-axila-preta	LC	
	<i>Charadrius wilsonia</i>	Maçarico	LC	-
	<i>Vanellus chilensis</i>	Tetéu	LC	
	<i>Hoploxypterus cayanus</i>	Maçarico-barulhento		-
SCOLOPACIDAE	<i>Tringa solitaria</i>	Maçarico	LC	-
	<i>Arenaria interpres</i>	Maçarico	LC	-
	<i>Tringa melanoleuca</i>	Maçaricão	LC	-
	<i>Calidris canutus</i>	Maçarico-de-peito-marrom	LC	-
	<i>Calidris alba</i>	Maçarico-de-areia	LC	-
	<i>Bartramia longicauda</i>	Maçarico-do-campo	LC	-
	<i>Numenius phaeopus</i>	Pirão-gordo	LC	
	<i>Arenaria interpres</i>	Maçarico	LC	-
	<i>Calidris melanotos</i>	Maçarico	LC	-
	<i>Calidris minutilla</i>	Maçarico	LC	-
	<i>Gallinago paraguayae</i>	Narceja-pequena	LC	
	<i>Gallinago undulata</i>	Narceja	LC	
	<i>Charadrius collaris</i>	Maçarico	LC	-
	<i>Actitis macularia</i>	Maçariquinho		-
LARIDAE	<i>Larus dominicanus</i>	Gaivotão	LC	
	<i>Phaetusa simplex</i>	Gaivota-do-bico-grande	LC	
	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Gaivota		
	<i>Sterna dougallii</i>	Trinta-reisrôseo	LC	
	<i>Sterna hirundo</i>	Trinta-réis	LC	
	<i>Sterna superfiliaris</i>	Trinta réis	LC	
	<i>Rhynchops Níger</i>	Talha mar	LC	
RECURVIROSTRIDAE	<i>Himantopus himantopus</i>	Pernilongo	LC	

Categorias segundo IUCN (2011) e MMA Livro Vermelho (2008):

CR (Em perigo crítico) - "Critically endangered" - Risco extremamente alto de extinção na natureza em futuro imediato.

EN (Em perigo) - "Endangered" - Risco muito alto de extinção na natureza em futuro próximo.

VU (Vulnerável) - "Vulnerable" - Alto risco de extinção na natureza em médio prazo.

DD (Dados deficientes).

2.9.4 MAMÍFEROS MARINHOS

A diversidade biológica de mamíferos aquáticos que se distribuem ao longo da costa brasileira está composta por 47 espécies distribuídas em três grupos taxonômicos: a ordem Cetacea (baleias, golfinhos e botos), a ordem Sirenia (peixes-boi) e a Subordem Pinnipedia (focas, lobos, leões e elefantes marinhos) (Zerbini *et al.*, 2002).

Os mamíferos marinhos estão expostos a impactos ambientais de diferentes fontes. No Brasil, a caça comercial foi uma das principais causas de mortalidade de cetáceos no passado. A caça à baleia foi suspensa em 1985, após a adoção da moratória proposta pela Comissão Internacional Baleeira (IWC) e, posteriormente, com a ratificação da Lei Federal nº 7643, de 18 de dezembro de 1987, que proíbe o molestamento intencional de cetáceos em águas jurisdicionais brasileiras.

A caça também foi responsável pela drástica redução populacional de peixes-boi ao longo do litoral brasileiro, desde o início do período colonial. Esforços de conservação foram importantes para diminuir as capturas (Centro Peixe-Boi/IBAMA, 2005), mas, atualmente, alguns indivíduos ainda são mortos.

Embora não existam leis de proteção específica para os sirênios e pinipédios, as espécies pertencentes a esses grupos são protegidas pela Lei de Proteção à Fauna (Lei nº 5197, de 3 de janeiro de 1967) e os sirênios estão incluídos na lista de espécies ameaçadas de extinção (IBAMA, 1989).

Atualmente, a interação e captura acidental em artefatos de pesca (e.g. redes, espinheis, cabos) e a degradação do habitat são as principais fontes de impacto sobre as populações de mamíferos aquáticos. Nesta segunda categoria, inserem-se a poluição química (e.g. óleo e derivados, compostos organopersistentes, metais pesados, esgoto orgânico) e sonora (e.g. obras de engenharia costeira e oceânica, exploração de petróleo, atividades sísmicas), o tráfego de embarcações, o desenvolvimento, a ocupação e a exploração/utilização desordenada de regiões costeiras e águas adjacentes (e.g. baías, enseadas, estuários e etc) (Zerbini *et al.*, 2002).

Segundo a Aquasis, instituição licenciada para o atendimento de encalhes de mamíferos marinhos no Ceará, registros esporádicos foram realizados a partir de 1984; entretanto, de 1992 a 2011, quase 600 golfinhos, botos, baleias e peixes-bois foram resgatados.

A média de encalhe anual é de aproximadamente 29 indivíduos, porém, essa instituição registra um aumento significativo nos últimos três anos, o que confirma a necessidade da revisão do atual monitoramento da fauna, de forma a incluir os mamíferos marinhos, tal qual proposto ao final deste estudo ambiental.

A Tabela 20 apresenta a lista de mamíferos presentes na costa do Ceará.

Tabela 20 - Mamíferos marinhos na costa do Ceará.

MAMÍFEROS MARINHOS				
Família	Espécie	Nome popular	Status IUCN	Status MMA
Balaenopteridae	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	baleia-minke-anã	EN	Ameaçada
	<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	baleia-minke-antártica	DD	
	<i>Balaenoptera edeni</i>	baleia-de-bryde	DD	
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	baleia-jubarte	VU	Ameaçada
Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	cachalote	VU	Ameaçada
Kogiidae	<i>Kogia breviceps</i>	cachalote-pigmeu	DD	
	<i>Kogia sima</i>	cachalote-anão	DD	
Ziphiidae	<i>Ziphius cavirostris</i>	Baleia-bicuda	LC	
Delphinidae	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	baleia-piloto-de-peitorais-curtas	DD	
	<i>Grampus griseus</i>	golfinho-de-Risso	LC	
	<i>Lagenodelphis hosei</i>	golfinho-de-Fraser	LC	
Delphinidae	<i>Orcinus orca</i>	orca	DD	
	<i>Peponocephala electra</i>	Golfinho-cabeça-de-melão	LC	
	<i>Pseudorca crassidens</i>	falsa-orca	DD	
	<i>Sotalia guianensis</i>	boto-cinza	DD	
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	golfinho-listrado	LC	
	<i>Stenella longirostris</i>	golfinho-rotador	DD	
	<i>Stenella clymene</i>	Golfinho-de-clymene	DD	
	<i>Stenella frontalis</i>	golfinho-pintado-do-Atlântico	DD	
	<i>Steno bredanensis</i>	golfinho-de-dentes-rugosos	LC	
	<i>Tursiops truncatus</i>	golfinho-nariz-de-garrafa	LC	
	<i>Trichechus manatus</i>	Peixe-boi-marinho	VU	Ameaçada

Categorias segundo IUCN (2011) e MMA Livro Vermelho (2008):

CR (Em perigo crítico) - "Critically endangered" - Risco extremamente alto de extinção na natureza em futuro imediato.

EN (Em perigo) - "Endangered" - Risco muito alto de extinção na natureza em futuro próximo.

VU (Vulnerável) - "Vulnerable" - Alto risco de extinção na natureza em médio prazo.

DD (Dados deficientes).

2.9.5 QUELÔNIOS MARINHOS

Os quelônios realizam, durante seu ciclo de vida, migrações periódicas, podendo percorrer mais de 5.000 km entre as áreas de alimentação e áreas de desova (LIMA & TROËNG 2001). Possuem habitats marinhos e/ou estuarinos, sendo 1% do seu ciclo de vida ocorrendo nas praias de desova, na forma de embriões, filhotes e fêmeas em estágio de desova (BJORNDAL, 1999).

Distribuem-se de forma ampla nos oceanos de águas tropicais, subtropicais e temperadas. No Brasil cinco, das sete espécies existentes, ocorrem ao longo do litoral, sendo elas:

Chelonia mydas, *Caretta caretta*, *Eretmochelys imbricata*, *Lepidochelys olivacea* e *Dermochelys coriácea*. Todas são consideradas ameaçadas de extinção no Brasil e no mundo pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, 2011) (Tabela 21).

Segundo Bezerra (2011), a espécie com maior frequência de ocorrência no estado do Ceará é a *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), seguida de *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), que utilizam a região para sua alimentação, desenvolvimento e corredor migratório de tartarugas marinhas (LIMA & TROËNG 2001; PROJETO TAMAR / ICMBio 2009).

Os quelônios marinhos são animais com grande capacidade de migração, possuindo mecanismos de orientação migratória, os quais permitem retornar sempre à praia de origem para desovar (SANCHES, 1999; CRITE, 2000; NARO-MACIEL, 2006). Tartarugas marinhas podem ser incluídas na categoria dos animais migradores mais bem sucedidos, se deslocando frequentemente por milhares de quilômetros entre suas áreas de reprodução e alimentação (Hays et al., 2002). As tartarugas marinhas possuem papel fundamental para a manutenção do ecossistema em que vivem, pois atuam como consumidores, presas, competidores, hospedeiros para parasitas e patógenos e como substrato para epibiontes (BJORNDAL & JACKSON, 2003).

As tartarugas marinhas possuem distribuição tropical e subtropical e dependem do ambiente terrestre somente no período reprodutivo, realizando migrações entre as áreas de reprodução e alimentação. No Brasil, as fêmeas procuram praias desertas para desovar no período entre setembro e março. Durante a vida adulta, as tartarugas marinhas apresentam hábitos alimentares distintos. A tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) é onívora nos primeiros anos de vida e depois adota uma dieta exclusivamente herbívora (ALMEIDA *et al.*, 2011a). A tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriácea*) alimenta-se de zooplâncton gelatinoso, como cnidários, pyrossomos e salpas (ALMEIDA *et al.*, 2011b). A tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) é carnívora durante todo o ciclo de vida (CASTILHOS *et al.*, 2011) e a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) se alimenta de esponjas, anêmonas, lulas e camarões (PROJETO TAMAR, 2011b).

O ciclo de reprodução das tartarugas pode se repetir em intervalos de um, dois ou três anos, variando conforme a espécie e condições ambientais. O acasalamento ocorre no mar, em águas profundas ou costeiras. É importante ressaltar que as tartarugas marinhas são conhecidas por sua capacidade de retornar à mesma praia onde nasceram para desovar sendo com isso necessária a proteção dos locais de desova. Além dos locais de desova na costa, a porção marinha confrontante às praias também é de relevante importância para os comportamentos reprodutivos, reunindo machos e fêmeas para a cópula e fecundação e como área de permanência das fêmeas ao longo dos intervalos intertidais (CENTRO TAMAR-IBAMA, 2006).

Existia uma intensa exploração desses animais pelo homem no passado, a interação com artefatos de pesca e a degradação dos ambientes costeiros fizeram com que as populações de tartarugas marinhas sofressem um grande declínio (SPOTILA, 2004). Além disso, as próprias características fisiológicas dos animais, que apresentam uma maturação sexual

tardia e baixa taxa de sobrevivência dos filhotes (estimado em 1:1.000), serviram como fator acelerador desse processo.

A Tabela 21 apresenta a lista de quelônios presentes na costa do Ceará.

Tabela 21 - Quelônios na costa do Ceará.

Quelônios				
Família	Espécie	Nome popular	Status IUCN	Status MMA
Cheloniidae	<i>Chelonia mydas</i>	Tartaruga-verde, Aruanã, Uruanã	EN	Ameaçada
	<i>Caretta caretta</i>	Tartaruga-Cabeçuda	EN	Ameaçada
	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tartaruga-de-Pente	EN	Ameaçada
	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tartaruga-Oliva, tartaruga-olivacea, tartaruga-pequena	EN	Ameaçada
Dermochelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tartaruga-de-couro, tartaruga-gigante, tartaruga-de-cerro	EN	Ameaçada

Categorias segundo IUCN (2011) e MMA Livro Vermelho (2008):

CR (Em perigo crítico) - "Critically endangered" - Risco extremamente alto de extinção na natureza em futuro imediato.

EN (Em perigo) - "Endangered" - Risco muito alto de extinção na natureza em futuro próximo.

VU (Vulnerável) - "Vulnerable" - Alto risco de extinção na natureza em médio prazo.

DD (Dados deficientes).

2.9.6 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E DEMAIS ÁREAS DE VALOR ECOLÓGICO

Existem 4 Unidades de Conservação localizadas na região da Ampliação do TMUT, quais sejam: Área de Proteção Ambiental do Pecém, Área de Proteção Ambiental do Lagamar Cauípe, Estação Ecológica do Pecém, Parque Natural Municipal de São Gonçalo do Amarante conforme Tabela 22 e Mapa .

Todas estas UCs estão fora da área de influência do empreendimento, além disso conforme as distâncias apresentadas abaixo, nenhuma delas se enquadram na resolução CONAMA 428/210, ou seja, não é obrigatória a solicitação de anuência para nenhuma destas UCs.

Quanto às Área Prioritárias para Conservação, segundo o MMA (2007), a área de Ampliação do TMUT, encontra-se em área de importância "Alta" (Mapa 8).

Tabela 22 - Unidades de conservação próximas ao empreendimento.

Unidade de Conservação	Grupo	Categoria	Área (ha)	Município	Jurisdição	Documento de criação	Proximidade da Poligonal do Parque com a Poligonal da UC
Estação Ecológica do Pecém	Proteção Integral	Estação Ecológica	956,04 ha	Caucaia e São Gonçalo do Amarante	Estadual	Decreto Estadual nº 25.708 de 17/12/1999	21,9 km
Parque Natural Municipal de São Gonçalo do Amarante	Proteção Integral	Parque Natural Municipal	10,8 ha	São Gonçalo do Amarante	Estadual	Nº. 799/03 de 08/03/2003	8,98 km

Unidade de Conservação	Grupo	Categoria	Área (ha)	Município	Jurisdição	Documento de criação	Proximidade da Poligonal do Parque com a Poligonal da UC
Área de Proteção Ambiental do Pecém	Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental	122,79 ha	Caucaia e São Gonçalo do Amarante	Estadual	Decreto Estadual nº 24.957 de 05/06/1998	1,14 km
Área de Proteção Ambiental do Lagamar Cauípe	Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental	1.884,46	Caucaia	Estadual	Decreto Estadual nº 24.957 de 05/06/1998	5,34 km

2.9.6.1 Área de Proteção Ambiental do Pecém

A Área de Proteção Ambiental – APA do Pecém, foi criada através do Decreto Estadual Nº 24.957, de 05 de junho de 1998, localizada no município de São Gonçalo do Amarante, Estado do Ceará, esta UC apresenta como principal acesso a Via Estruturante – Costa do Sol Poente, CE - 085. A APA do Pecém possui uma área total de 122,79 hectares e é caracterizada como uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, dela fazendo parte comunidades pesqueiras e casas de veranistas.

A APA do Pecém integra ecossistemas da planície litorânea, dos tabuleiros pré-litorâneos e uma planície lacustre, na qual está localizada a Lagoa do Pecém que abastece a Vila do Pecém. A área de influência direta da APA e do seu entorno é composta por terrenos cenozóicos com predominância para os que têm deposição recente (quaternários).

A cobertura vegetal é composta por espécies características de áreas de dunas e tabuleiros pré-litorâneos, destacando-se o *Anacardium occidentale* (cajeiro), *Coccos nucifera* (coqueiro), *Byrsonima crassifolia* (murici) e *Hymenae courbarilia* (jatobá).

2.9.6.2 Área de Proteção Ambiental do Lagamar do Cauípe

A Área de Proteção Ambiental - APA do Lagamar do Cauípe foi criada através do Decreto Estadual Nº 24.957, de 05 de Junho de 1998. A APA está localizada no município de Caucaia, Estado do Ceará, com principais acessos pela Via Estruturante – Costa do Sol Poente, CE-085 ou pela Praia do Cumbuco, CE-090. A APA possui uma extensão territorial de 1.884,46 hectares, situada entre as coordenadas geográficas: 3°34'24" e 3°40'47" de latitude Sul e entre 38°49'03" e 38°44'22" de longitude Oeste.

Por estar localizada na área de influência do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, o Lagamar do Cauípe e suas comunidades são considerados pontos estratégicos e prioritários, devendo ter seu desenvolvimento criteriosamente planejado, principalmente no que se refere aos cuidados com o meio ambiente, para que não venham a ocorrer degradações que possam comprometer os ecossistemas que ali se desenvolvem.

A área integra ecossistemas da planície litorânea e dos tabuleiros pré-litorâneos, onde a planície flúvio-lacustre está embutida. O Lagamar se apresenta como um corpo d'água alongado, disposto perpendicularmente à linha de costa, oriundo do barramento do Rio Cauípe pelo campo de dunas móveis.

A cobertura vegetal nesta UC é composta por espécies características de áreas de dunas e tabuleiros pré-litorâneos, destacando-se *Anacardium occidentale* (cajuero), *Byrsonima crassifolia* (murici), *Guazuma ulmifolia* (mutamba), *Jatropha molissima* (pinhão-bravo) e *Hirtella racemosa* (azeitona-do-mato).

Os ecossistemas existentes na APA favorecem atividades de pesca esportiva, turismo, esportes náuticos à vela, além de caminhadas ecológicas nas dunas e lagoas interdunares.

2.9.6.3 Estação Ecológica do Pecém

A Estação Ecológica do Pecém foi criada através do Decreto Estadual Nº 25.708, de 17 de dezembro de 1999 pelo Estado do Ceará. Localiza-se a 57,0 km de Fortaleza, na Zona Costeira Oeste, apresenta área total de 956,04 ha, com principal acesso pela Via Estruturante – Costa do Sol Poente, CE-085. A área de abrangência da Estação Ecológica do Pecém apresenta vegetação do tipo Complexo Vegetacional Litorâneo, englobando ambientes lacustres interdunares e tabuleiros pré-litorâneo. As paleodunas, localizadas no Município de Caucaia, formam cordões de direção aproximadamente leste-oeste, posicionados à retaguarda das dunas recentes. Sendo formadas por areias bem selecionadas, de granulação fina a média, por vezes siltosa, quartzosas e/ou quartzofeldspáticas, com tons amarelados, alaranjados ou acinzentados.

A Estação é uma área de interfase do desenvolvimento do Complexo Industrial e Portuário do Pecém e de corredor ecológico para as Unidades de Conservação APA do Lagamar do Cauípe e APA do Pecém, considerando sua situação geográfica entre essas duas APA's. A Estação Ecológica do Pecém ocupa uma área de grande riqueza biológica, com diversidade faunística e florística.

2.9.6.4 Parque Natural Municipal de São Gonçalo do Amarante

O Parque Natural Municipal de São Gonçalo do Amarante, também chamado de Jardim Botânico de São Gonçalo do Amarante, criado pelo Decreto Municipal Nº. 799/03 de 08 de março de 2003, possui uma área de 108,90 ha, às margens da Rodovia CE-156, na localidade de Pecém. Na composição do ambiente, palmeiras e cactus, vegetações de cerrado, restinga e caatinga, bromélias, orquídeas e samambaias, além de jardins de fragrâncias e plantas medicinais, sem faltar as flores, esculturas e praças.

2.9.6.5 Impactos sobre as Unidades de Conservação

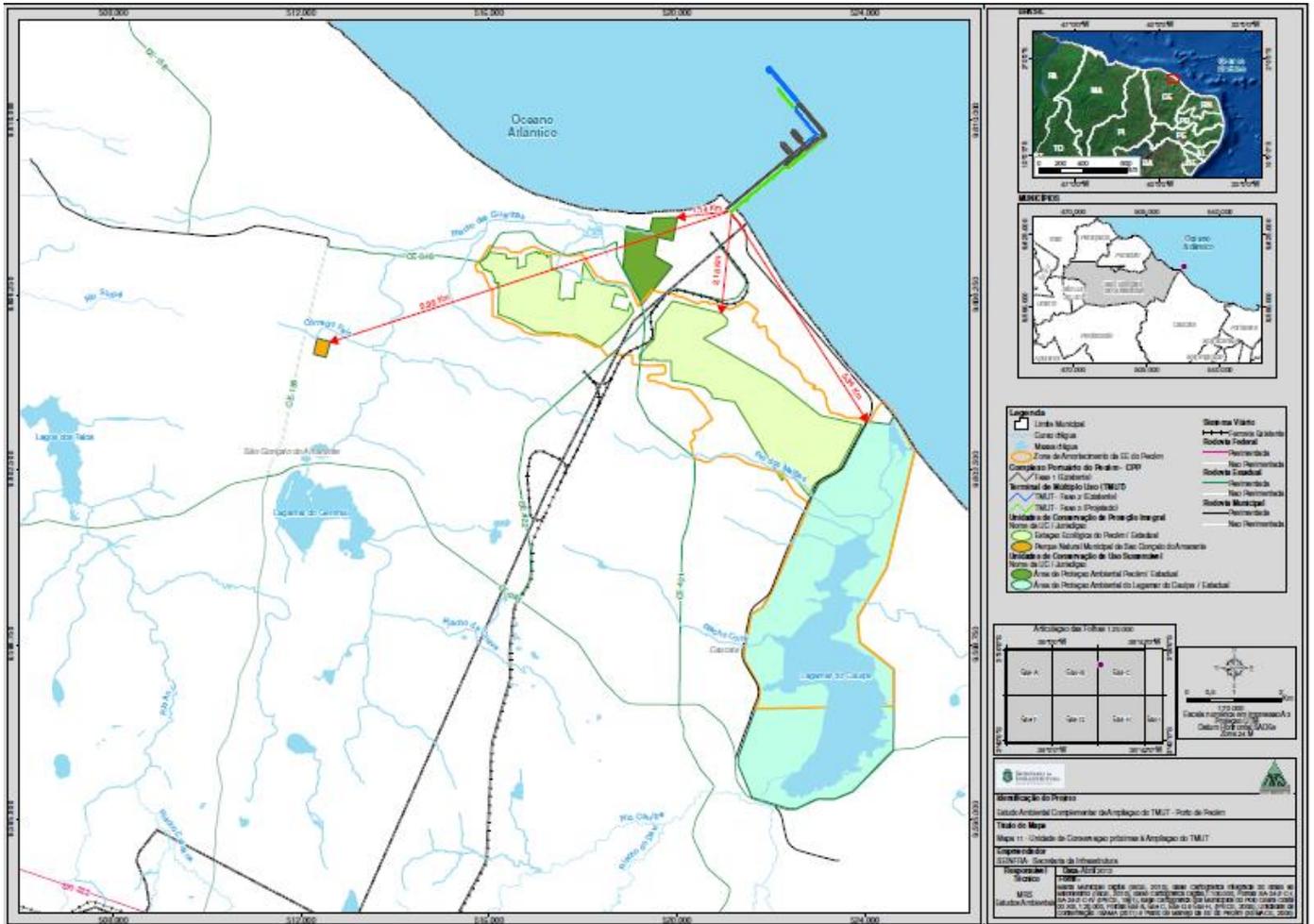
Atendendo às exigências feitas no Parecer 003744/2013, visando responder aos questionamentos feitos no Ofício nQ 011/2011-COIM/DIBIO/ICMBio. A Unidade de

Conservação marinha mais próxima ao Complexo Portuário do Pecém é a Reserva Extrativista Prainha do Canto Verde, situada a cerca de 130 km de distância.

O risco de ela ser afetada por um derramamento de óleo é muito pequeno ou nulo, devido à sua grande distância do empreendimento e à dinâmica de correntes da região.

A introdução de espécies exóticas trazidas por água de lastro é um risco inerente à atividade portuária de uma maneira geral, não sendo exclusiva ao Complexo Portuário do Pecém, mesmo com sua expansão. A UC em questão pode inclusive já ter sofrido a invasão de espécies exóticas provenientes de eventos ocorridos em outros portos. Como exemplo, o molusco bivalve *Isognomon bicolor* e o poliqueta *Petalconchus sp.* foram encontrados no estado do Rio de Janeiro no começo dos anos 2000 e o primeiro foi reportado no ambiente ao redor do Complexo Portuário do Pecém e o segundo pode ter sido encontrado por lá também. Portanto, o empreendimento em questão não representa um maior risco deste tipo de impacto à UC marinha mais próxima ao Porto.

Mapa 7 - Unidades de Conservação na região da Ampliação do TMUT.



3 BIBLIOGRAFIA

_____. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: março 2013.

_____. Relatório da Reunião com o Núcleo das Empresas Instaladas/em instalação na região do CIPP, 2012.

_____. Relatório da Reunião com o Núcleo do Poder Público Estadual do Pacto pelo Pecém, 2012.

_____. Relatório da Reunião com o Núcleo dos Movimentos Sociais – Organizações das Comunidades da Região do CIPP, 2012.

_____. Relatório da Reunião com o Núcleo dos Movimentos Sociais – Sindicatos de Trabalhadores do Pacto pelo Pecém, 2012.

_____. Relatório da Reunião com o Núcleo Municipal do Pacto pelo Pecém, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br>>. Acesso em: março 2013.

ALBUQUERQUE, MARIA F. COELHO. Zona Costeira do Pecém: de Colônia de Pescador a Região Portuária. Tese de mestrado - Universidade Estadual do Ceará (UECE), 2005.

ANA, 2011. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos/ Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília.

ANTUNES, Paulo de Bessa. Direito Ambiental. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 13a ed., 2011.

ARAÚJO, ANA M. MATOS. Urbanização litorânea nordestina: os casos de Pecém e do Arpoador-Ceará. - XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, Caxambu-MG, 2008.

ARAÚJO, M.E., CUNHA, F.E.A., CARVALHO, R.A.A., FREITAS, J.E.P., NOTTINGHAM, M.C. AND BARROS, B.M.N. Ictiofauna marinha do estado do Ceará, Brasil: II. Elasmobranchii e Actinopterygii de arrecifes de arenito da região entre marés. Arquivo de Ciências do Mar 33: 133-138. 2000

ARQUEOLOG PESQUISAS. Estudo de Impacto sobre o Patrimônio Cultural concernente às obras de Implantação do Complexo Turístico Hoteleiro na praia de Taiba, no município de São Gonçalo do Amarante-CE. [s.l.]:[s.n.], 2012.

ARQUEOLOG PESQUISAS. Programa de Prospecção e Educação Patrimonial na Área de Implantação da LT 500 kV - Seccionamento das LTs 500 kV Sobral III / Fortaleza II C1 e C2. Relatório Final. [s.l.]:[s.n.], 2013.

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO CEARÁ - Cenário Atual do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, 2013.

BARRETO, P. T. Casas de Câmara e Cadeia. In: Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Número 26. [s.l.]: IPHAN/MinC, 1997.

BESIL, C. M.; MARINHO, R. A.; MAIA, L. P. (2005). Clima de ondas e sua implicação com a erosão costeira ao longo do Estado do Ceará. Congresso di Ingegneria di Pesca, Fortaleza, Ceará, Brasil. p. 802-815.

BEZERRA, M. Teores de mercúrio total em duas espécies de tartaruga marinha encontradas no litoral do Ceará. 2011. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2011.

BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; MARTIN, L.; SILVA, I. R. (2003). Uma aproximação de primeira ordem entre o clima de ondas e a localização, de longa duração, de regiões de acumulação flúvio-marinha e de erosão na costa norte do Brasil. Rev. Bras. De Geociências, 33(2):159-166.

BJORNDAL, K.A. Priorities for Research in Foraging Habitats. In Eckert, K.L., Bjorndal K.A., Abreu-Grobois, F.A., & Donnelly (Eds). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Specialist Group Publication. 4, p. 41 – 44. 1999.

BOLETIM ESTATÍSTICO DA PESCA E AQUICULTURA, MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA (MPA), 2010. Disponível em: http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20Estat%20C3%ADstico%20MPA%202010.pdf>

Bull., Kidlington, v. 54, p. 240-246.

CADASTRO NACIONAL DE ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE – CNES. Disponível em: <cnes.datasus.gov.br/>. Acesso em: março 2013.

CAMPOS, J.,N.,B. & STUDART, T., M., C. (2003). Climatologia. Diagnóstico Geoambiental. In: Alberto Alvos Campos et. al.. (Org.). A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para a Gestão Integrada.. 1ed.Fortaleza: AQUASIS, 2003, v., p. 51-54.

CARVALHO, A., M., MAIA., L., P., DOMINGUEZ, J., M., L. (2007) A deriva e o transporte litorâneo de sedimentos no trecho entre Cumbuco e Matões – Costa Noroeste do Estado do Ceará. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, 2007, 40 (1): 43 - 51

CASTRO, B.M., MIRANDA, L.B. (1998). Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4°S and 34°S coastal segment (4°). The Sea, 209-251.

CEARÁ PORTOS/IEPRO. Monitoramento da biota marinha do terminal portuário do Pecém e seus indicadores bio-ecológicos. Relatório anual outubro 2011 a outubro 2012. Fortaleza, 2012

CEARÁ. Secretaria de Desenvolvimento e Meio Ambiente – SEMACE. Atlas dos Manguezais do Nordeste do Brasil: Avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Fortaleza: SEMACE, 2006.

COASTAL PLANNING & ENGINEERING DO BRASIL, 2010. Modelagem numérica da dispersão da pluma de sedimentos provenientes das atividades de dragagem dos canais de acesso da Baía de Paranaguá – PR. 64f. Relatório técnico Aquaplan.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/>, acesso em: 29 Mar. 2013.

DATASUS. Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. Disponível em: < <http://www.cnes.datasus.gov.br> >. Acesso em: mar. 2013.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE RODOVIAS. Disponível em: <http://www.der.ce.gov.br/> . Acesso em: março 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Disponível em: < <http://www.dnit.gov.br> >. Acesso em: março 2013.

EIA / RIMA – Refinaria Premium II – Diagnóstico Ambiental - Fundação de Apoio a Serviços Técnicos Ensino e Fomento a Pesquisa , 2011 (Fundação ASTEF).

EMERY, K.O. (1961). A Simple Method of Measuring Beach Profiles. *Limnology and Oceanographic*, 6:90-93.

FARIAS & SOUZA (2012). Chegada dispersiva de campos de ondas swell na costa oeste do Estado Ceará – Brasil. *Arq. Ciên. Mar, Fortaleza*, 2012, 45(1): 69 - 74 69.

FASTEF - Fundação de Apoio a Serviços Técnicos, Ensino e Fomento a Pesquisas (2010). Refinaria Premium II e Dutovia - Petrobrás. Estudo de Impacto Ambiental-EIA/RIMA. Diagnóstico Ambiental, p. 94-395.

FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES. Disponível em: < <http://www.palmares.gov.br> >. Acesso em: março 2013.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO – FUNAI. Disponível em: < <http://www.funai.gov.br> >. Acesso em: março 2013.

GADIG, O.B.F.; BEZERRA, M.A.; FEITOSA, R.D. & FURTADO-NETO, M.A.A. Ictiofauna marinha do Estado do Ceará, Brasil: I. Elasmobranchii. *Arquivos de Ciências do Mar*, v.33, p. 127-132, 2000

GARCIA, T.M., LIMA, J.P., CASTRO-FILHO, R.S. Mesozooplâncton da Região Costeira próxima ao Terminal Portuário do Pecém – Estado Do Ceará. *Arq. Ciên. Mar, Fortaleza*, 2007, 40(2): 19 – 25.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Disponível em: <http://www.ceara.gov.br/governo-do-ceara/projetos-estruturantes/porto-do-pecem--gnl--siderurgica>, acesso em: 01 Abr. 2013.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Disponível em: <http://www.spa.ce.gov.br/index.php/noticias/43535-estado-do-ceara-e-o-4o-do-brasil-na-producao-de-pescado>

GOVERNO FEDERAL. Palácio do Planalto. Portal de Legislação. Disponível em: <http://www2.planalto.gov.br/presidencia/legislacao>, acesso em: 27 Mar. 2013.

GUIMARAES & ARAUJO (2012). medição de ondas, correntes e maré no Terminal Portuário do Pecém. Relatório Técnico.

HELLERMAN, SOL & ROSENSTEIN, M. (1983). Normal Monthly Wind Stress over the World Ocean with Error Estimates. J. Phys. Oceanographic, vol. 13, pp 1093-1104.

IBAMA. Estatística da Pesca no Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação. 2000

IBAMA. Estatística da Pesca no Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação. 2001

IBAMA. Estatística da Pesca no Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação. 2002

IBAMA. Estatística da Pesca no Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação. 2003

IBAMA. Estatística da Pesca no Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação. 2004

IBAMA. Estatística da Pesca no Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação. 2005

IBAMA. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/>, acesso em: 29 Mar. 2013.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/>, acesso em: 29 Mar. 2013.

INESP – Instituto de Pesquisas para o desenvolvimento do estado do Ceará (2009). Caderno regional das bacias Metropolitanas. Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. Fortaleza, v.9, 136 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Demográfico 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: março 2013.

INSTITUTO CENTRO DE ENSINO TECNOLÓGICO – CENTEC. Estudo de Impacto Ambiental – EIA do Complexo Industrial do Pecém – CIP.Tomo B-2. Fortaleza. 2009

Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará – CE.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE. Disponível em: < www.ipece.ce.gov.br/ >. Acesso em: março 2010.

IPHAN/DPI – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional / Departamento do Patrimônio Imaterial. Os sambas, as rodas, os bumbas, os meus e os bois. Princípios, ações e resultados da política de salvaguarda do patrimônio cultural imaterial no Brasil 2003-2010. Brasília: IPHAN/DPI, 2010.

IUCN. IUCN Red List of Threatened Species. Version: 2010.4 <www.iucnredlist.org>. Acessado em abril de 2013.

JUCÁ-QUEIROZ, B., SANTANDER-NETO, J., MEDEIROS, R.S., NASCIMENTO, F.C.P., FURTADO-NETO, M.A.A, FARIA, V.V., RINCON, G. Cartilaginous Fishes (Class

Chondrichthyes) off Ceará State, Brazil, Western Equatorial Atlantic - an Update. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, 2008, 41(2): 73 – 81

KENNISH, Michael J. (ed.). Practical Handbook of Marine Science. 3ª. Edição. Nova Iorque: CRC Press. 896 p.

LABOMAR – Laboratório de Ciências do Mar (2001). Monitoramento das águas oceânicas na área de construção do porto do Pecém e sua zona de influência direta. Universidade Federal do Ceará. 48f. Relatório técnico SEMACE.

LEHUGEUR, L., G., SILVA, P. R., SILVA, J. G., BRANCO, M., P., RODRIGUES, A., C., B., (2003). *Morfodinâmica da praia da barra do ceará, Município de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil*. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, 2003, 36: 7 - 17

LIMA, E.H.S.M., TROËNG, S. Link between green turtles foraging in Brazil and nesting in Costa Rica? Marine Turtle Newsletter. Wales, 94, p. 9. 2001.

MAGALHÃES, H., O., M. & MAIA, L., P. (2003) *Caracterização morfológica a curto prazo das praias dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, Estado do Ceará, Brasil*. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, 2003, 36: 77-87.

magnetic susceptibility in sediment cores from the Santos Estuary, Brazil. Mar. Pollut.

MARQUES, M. Diagnóstico Arqueológico da Área do Complexo Industrial do Pecém. Fortaleza: [s.n.], 2009.

MARTINS, C. et al (2007). Comparison between anthropogenic hydrocarbons and

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB, 2009. Disponível em: < <http://portalideb.inep.gov.br/> >. Acesso em: Nov. 2012.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>, acesso em 01 Abr. 2013.

MOREIRA, L.B. 2009. Avaliação da toxicidade dos sedimentos e macrofauna bentônica em áreas portuárias: Porto do Mucuripe e Terminal Portuário do Pecém (CE); e Porto de Santos (SP). Programa de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará.

MOREIRA, Lucas Buruaem. Avaliação da toxicidade dos sedimentos e Macrofauna Bentônica em áreas portuárias: Porto do Mucuripe e Terminal Portuário do Pecém (CE); e Porto de Santos (SP). Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2009

MPA. Estatística da Pesca no Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação. 2007

MPA. Estatística da Pesca no Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação, 2008 e 2009. 2009

MPA. Estatística da Pesca no Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação. 2010

NISHIMURA, P.Y., CARLOS, V.M. Ecologia do Fitoplâncton: aspectos gerais. Website Portal de Ecologia Aquática da USP. http://ecologia.ib.usp.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=147&Itemid=443. Acessado em 11/04/2013

OGX / AECOM. Quelônios marinhos. In: Desenvolvimento e escoamento da produção de petróleo no bloco BM-C-41, Bacia de Campos. Rio de Janeiro. 15p. 2011

OGX / HABTEC. Diagnóstico Ambiental. In: Teste de Longa Duração e Desenvolvimento da Produção de Waimea, no Bloco BM-C-41, Bacia de Campos. Rio de Janeiro. rev. 2, p. 261 – 263. 2011

PITOMBEIRA, E., S. (2004). Levantamento dos Perfis de Praia para avaliação do Impacto Ambiental do Terminal Portuário do PECÉM, no Período de 1996 a 2004. Relatório Técnico.

PORTAL ODM – Acompanhamento Municipal dos Objetivos do Milênio. Disponível em: <<http://www.portalodm.com.br/>>. Acesso em: Nov. 2012.

Prefeitura Municipal de Caucaia. Disponível em: <http://www.caucaia.ce.gov.br/>, acesso em 28 Mar. 2013.

Prefeitura Municipal de Fortaleza. Disponível em: <http://www.fortaleza.ce.gov.br/>, acesso em 28 Mar. 2013.

PROJETO TAMAR / ICMBio. Acervo bibliográfico base de Almofala – CE. Relatório de atividades 2008. Itarema, p. 84. 2009.

RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA) do projeto de “Adequação e Aumento de Capacidade da Rodovia BR-222/Ce”, Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura (FCPC), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

RELATÓRIO TÉCNICO DO PROJETO DE CADASTRAMENTO DAS EMBARCAÇÕES PESQUEIRAS NO LITORAL DAS REGIÕES NORTE E NORDESTE DO BRASIL. Fundação de Amparo à Pesquisa de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva – Fundação PROZEE / Secretaria Especial de Pesca e Aquicultura da Presidência da República - SEAP/PR / Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA – Brasília, novembro de 2005. Disponível em: http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Cadastramento-da-Frota-Pesqueira-do-Litora-Norte-Nordeste.pdf

REYNOLDS, C. S. Ecology of Phytoplankton. Cambridge: Cambridge University Press. 2006. 535 p.

RODRIGUES, R.R., ROTHSTEIN L.M. & WIMBUSH, M. (2006)- Seasonal Variability of the South Equatorial Current Bifurcation in the Atlantic Ocean: A Numerical Study. J. Phys. Oceanogr., 37:16-30.

SEAP/IBAMA/PROZEE. Monitoramento da Atividade Pesqueira no Litoral Nordestino – Projeto ESTATPESCA. Tamandaré. 2008

SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente (2013). Relatório anual da balneabilidade da praia do Pecém – São Gonçalo do Amarante/CE – Anos 2012 e 2013. Fortaleza, Abril 2013. Relatório Técnico.

SEMACE. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.semace.ce.gov.br/>, acesso em 28 Mar. 2013.

SGA Notícias. Disponível em: <http://www.sganoticias.com.br/2012/03/prefeituras-deixam-de-fazer-publicacao.html>, acesso em: 01 Abr. 2013.

SIGNORINI, R. S., & MIRANDA L. B. (1983). Tidal and Low-Frequency Near the Shelf-Break: Northeastern Coast of Brazil. *J. Phys. Oceanogr.*, 2107-2115.

SILVA-JUNIOR, D.R., SANTOS, S.R, TRAVASSOS, M., VIANNA, M. Impact on a Fish Assemblage of the Maintenance Dredging of a Navigation Channel in a Tropical Coastal Ecosystem. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60(1):25-32, 2012

SILVEIRA, I.; MIRANDA, L. B. & BROWN, W. (1994). On the Origins of the North Brazil Current. *Journal of Geophysical Research*, 99(C11): 22.501-22.512.

SILVEIRA, J.D. (1964). Morfologia do litoral. In: AZEVEDO, A (Ed.) *Brasil, a terra e o homem*. São Paulo, p. 253-305.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE ORÇAMENTOS PÚBLICOS EM SAÚDE – SIOPS. Disponível em: < siops.datasus.gov.br/ >. Acesso em: março 2013.

SOARES, I. V. P. *Proteção jurídica do patrimônio arqueológico no Brasil: fundamentos para efetividade da tutela em face de obras e atividades impactantes*. Erechim: Habilis, 2007.

STANDARD METHODS, 2013. Disponível em <http://www.standardmethods.org/>. Acesso em 10.abr.2013.

STRAMMA, L. & ENGLAND, M. (1999). On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. *J. Geophys. Res.*, 104(C9): 20863-20883.

VENTURINI et al. (2008) Petroleum contamination impact on macrobenthic communities under the influence of an oil refinery: Integrating chemical and biological multivariate data *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 78 (2008) p. 457 – 467.

ZANETTINI ARQUEOLOGIA. Programa de Diagnóstico, Prospecção, Resgate e Monitoramento Arqueológico Ferrovia Transnordestina. Trecho Missão Velha - Porto de Pecém, Estado do Ceará. [s.l.]:[s.n.], 2008.

4 GLOSSÁRIO

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ADA - Área Diretamente Afetada

AEAT - Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho

AI - Área de Influência

AID - Área de Influência Direta

AII - Área de Influência Indireta

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários

APP - Análise Preliminar de Perigos

AR - Análise de Risco

CIP – Complexo Industrial do Pecém

CIPP – Complexo Industrial e Portuário do Pecém

CPP – Complexo Portuário do Pecém

EA - Análise de Estudo Ambiental

EA – Estudo Ambiental

EPI - Equipamento de Proteção Individual

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

IPHAN/DPI – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional / Departamento do Patrimônio Imaterial.

LI - Licença de Instalação

LO - Licença de Operação

MPAS - Ministério da Previdência e Assistência Social

MTE - Ministério do Trabalho e Emprego

NBR - Norma Brasileira Regulamentadora da ABNT

NPCP - Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos do Ceará

NR - Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego

PAE - Plano de Ação de Emergência



PAR - Parecer

PCMAT - Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho

PEI - Plano de Emergência Individual

PGR - Programa de Gerenciamento de Riscos

PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

SECULT - Secretaria da Cultura do Estado do Ceará

SEINFRA - Secretaria da Infraestrutura do Estado do Ceará

TMUT – Terminal de Múltiplo Uso