



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
DA ASSOCIAÇÃO PLENA EM REDE DAS INSTITUIÇÕES**



**Doutorado em Desenvolvimento
e Meio Ambiente**

**Associação Plena
em Rede**



PAULO DE TARSO DE CASTRO MIRANDA

**MACROFAUNA BENTÔNICA MARINHA E ESPÉCIES INTRODUZIDAS
NA ÁREA PORTUÁRIA DO PECÉM, ESTADO DO CEARÁ-BRASIL**

FORTALEZA

2013

PAULO DE TARSO DE CASTRO MIRANDA

MACROFAUNA BENTÔNICA MARINHA E ESPÉCIES INTRODUZIDAS
NA ÁREA PORTUÁRIA DO PECÉM, ESTADO DO CEARÁ-BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. George Satander Sá Freire.

Co-orientadora: Profa. Dra. Helena Matthews Cascon.

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- M645m Miranda, Paulo de Tarso de Castro.
Macrofauna bentônica marinha e espécies introduzidas na área portuária do Pecém,
Estado do Ceará - Brasil / Paulo de Tarso de Castro Miranda. – 2013.
109 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-
Graduação, Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Associação Plena em
Rede, Fortaleza, 2013.
Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.
Orientação: Prof. Dr. George Satander Sá Freire.
Coorientação: Profa. Dra. Helena Matthews Cascon.
1. Bentos – Ceará. 2. Áreas portuárias. I. Título.

PAULO DE TARSO DE CASTRO MIRANDA

MACROFAUNA BENTÔNICA MARINHA E ESPÉCIES INTRODUZIDAS
NA ÁREA PORTUÁRIA DO PECÉM, ESTADO DO CEARÁ-BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. George Satander Sá Freire (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Marisete Dantas de Aquino
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Aos meus pais (*in memoriam*).

À minha família.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Erasmo da Silva Pitombeira, o meu agradecimento especial pela compreensão da importância do conhecimento acadêmico e pela permissão concedida para a realização do Curso de Doutorado.

Ao Professor George Satander Sá Freire, orientador deste trabalho, pelo apoio, amizade e eficiente orientação.

À Professora Helena Matthews Cascon, co-orientadora deste trabalho, pela amizade, disponibilidade, orientação e valiosas sugestões oferecidas.

À Professora Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima, pela inestimável ajuda na elaboração das análises estatísticas.

À Professora Marizete Dantas de Aquino, pela amizade, disponibilidade, incentivo, apoio e sugestões.

À Companhia de Integração Portuária do Ceará (CEARÁPORTOS), pela disponibilização de dados que permitiram a elaboração deste trabalho.

Ao amigo Aluísio Santos pela colaboração e presteza na obtenção e cessão de dados disponíveis na CEARÁPORTOS.

À equipe técnica do Laboratório de Invertebrados Marinhos do Ceará (LIMCE), responsável pelo Programa de Monitoramento da Biota Marinha do Terminal Portuário do Pecém (TPP), especialmente à bióloga Soraya Guimarães Rabay pela colaboração, esclarecimentos e informações disponibilizadas.

À bióloga Jéssika Alves Oliveira Pereira, por toda a ajuda, especialmente pelo esforço na organização e tabulação dos dados para a realização das análises estatísticas.

Aos colegas do Laboratório de Geologia Marinha Aplicada (LGMA), Inácio Ocinaí de Lima Neto e Nilberto Carlos Teodósio Filho, pela colaboração nas coletas, análises e interpretação dos dados sedimentológicos.

À amiga Magda Maria Marinha Almeida, pela facilidade na disponibilização dos dados pluviométricos.

À colega Ponciana Freire de Aguiar, pela gentileza e indispensável ajuda na elaboração dos mapas.

Aos professores participantes da banca examinadora, pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos amigos do Curso de Doutorado, pelo incentivo, amizade e companheirismo.

A Coordenação do Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará – UFC, especialmente à Secretária Sônia Almeida, por todo o apoio dispensado durante o curso.

À bibliotecária Isabela da Rocha Nascimento, pela ajuda na normalização bibliográfica.

À Karine Gouveia Pontes dos Santos, pela ajuda na formatação do trabalho.

A todos, que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.
(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

No presente trabalho foi realizado o levantamento e caracterização da macrofauna bentônica da faixa entremarés da praia do Pecém, no período de 2006 a 2011, com a finalidade de obter informações sobre a diversidade taxonômica das espécies e aprofundar o conhecimento sobre a ecologia desses organismos frente às novas condições ambientais impostas pela implantação do Terminal Portuário do Pecém. Foram identificados 71 táxons pertencentes a 7 grupos taxonômicos: Porifera, Cnidaria, Mollusca, Annelida (Polychaeta), Arthropoda (Crustacea), Echinodermata e Chordata. Como espécies introduzidas foram identificados os moluscos bivalves *Isognomon bicolor*, *Donax gemmula* e *Heterodonax bimaculatus*, o crustáceo decápodo *Charibdys hellerii* e o poliqueta *Phragmatopoma caudata*. As espécies *Phragmatopoma caudata*, *Donax gemmula* e *Heterodonax bimaculatus* foram classificadas como criptogênicas e *Isognomon bicolor* e *Charibdys hellerii* como exóticas detectadas em ambiente natural. *Heterodonax bimaculatus* é registrado pela primeira vez para o estado do Ceará, ampliando sua distribuição na costa brasileira. Foram constatadas preferências específicas da macrofauna bentônica com relação à variabilidade dos substratos o que influencia na composição e distribuição dos táxons, tendo sido identificada uma maior quantidade de grupos taxonômicos (7) no substrato consolidado quando comparada aos grupos taxonômicos (3) identificados no substrato inconsolidado. Não foram observadas alterações significativas na composição da macrofauna bentônica local quando comparada com a de outras localidades costeiras do estado. As flutuações quantitativas observadas nas populações parecem estar relacionadas a uma resposta dos organismos à dinâmica costeira, indicando um processo adaptativo das espécies às novas condições ambientais da área. Foi verificado um decréscimo no percentual médio de cobertura dos organismos no substrato consolidado, não tendo sido observado diferenças significativas na quantidade média de organismos no substrato inconsolidado entre os anos de 2008 e 2011. Com relação à periodicidade de coleta (mensal, bimestral e trimestral) observou-se que o percentual médio de cobertura de organismos no substrato consolidado e a quantidade média de organismos no substrato inconsolidado não apresentaram diferenças significativas entre os três períodos analisados durante os anos de 2008 e 2011. Os dados quantitativos e qualitativos obtidos nesse estudo sugerem que as espécies

introduzidas na faixa entremarés da praia do Pecém não têm, até o momento, causado impactos significativos na macrofauna local, embora possam ser consideradas como uma potencial ameaça à estrutura dessas comunidades. O transporte marítimo realizado através do Terminal Portuário do Pecém parece ser o vetor responsável pela introdução de novas espécies no macrozoobentos local.

Palavras-chave: Bentos. Espécies exóticas. Terminal portuário.

ABSTRACT

In the present work we performed a study and characterization of benthic macrofauna of the intertidal fringe of Pecém beach between the years 2006 and 2011 in order to obtain information about the taxonomic diversity of species and deepen knowledge about the ecology of these organisms in the face of new environmental conditions imposed by the deployment of Marine Terminal of Port of Pecém. Seventy-one taxa belonging to seven taxonomic groups: Porifera, Cnidaria, Mollusca, Annelida (Polychaeta), Arthropoda (Crustacea), Echinodermata and Chordata were listed. Six species of marine benthic invertebrates introduced: the bivalve mollusc *Isognomon bicolor*, *Donax gemmula* and *Heterodonax bimaculatus*, the crustacean Decapoda *Charybdis hellerii* and the polychaete *Phragmatopoma caudata* were listed. The species *Phragmatopoma caudata*, *Donax gemmula* and *Heterodonax bimaculatus* were classified as cryptogenic and *Isognomon bicolor* and *Charybdis hellerii* as exotic detected in the natural environment. *Heterodonax bimaculatus* is first recorded in the state of Ceará, extending its distribution along the Brazilian coast. Specific preferences of benthic macrofauna in relation to the variability of substrates were found. This fact influences the composition and distribution of taxa, has been identified a greater number of taxonomic groups (seven) in consolidated substrate when compared to taxonomic groups (three) identified in the unconsolidated substrate. There were no significant changes in the composition of local benthic macrofauna when compared to other coastal regions of the state. The quantitative fluctuations observed in populations seem to be related to a response of organisms to coastal dynamics, indicating an adaptive process of species to new environmental conditions of the area. It was observed a decrease in the average percentage of coverage of organisms in consolidated substrate, and there were no significant differences in the average number of organisms in unconsolidated substrate between the years 2008 and 2011. With reference to the collect frequency (monthly, bimonthly and quarterly) was observed that the average percentage of coverage of organisms in consolidated substrate and the average amount of organisms in unconsolidated substrate showed no significant differences among the three study periods during the years 2008 and 2011. The quantitative and qualitative data obtained in this study suggest that the introduced species in the intertidal fringe Pecém beach have not, so far, caused significant impacts on local

benthic macrofauna, although they may be considered as a potential threat to the structure of these communities. Shipping accomplished through the Marine Terminal of Port of Pecém seems to be the vector responsible for the introduction of new species in local macrozoobenthos.

Keywords: Benhos. Exotic species. Marine terminal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Mapa com a localização da área estudada	34
Figura 2	– Vista do Terminal Portuário do Pecém	36
Figura 3	– Mapa geológico da área do Terminal Portuário do Pecém	43
Figura 4	– Mapa dos locais de coleta das amostras sedimentológicas na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante /CE nos anos de 2008 e 2011.....	47
Figura 5	– Mapa dos locais de coleta dos organismos bentônicos na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante /CE.....	51
Figura 6	– Subtrato consolidado constituído por rochas de praia na área do Terminal Portuário do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE.....	52
Figura 7	– Subtrato inconsolidado constituído por sedimentos arenosos na área do Terminal Portuário do Pecém (Transecto 1), município de São Gonçalo do Amarante/CE	52
Figura 8	– Subtrato inconsolidado constituído por sedimentos arenosos na área do Terminal Portuário do Pecém (Transecto 2), município de São Gonçalo do Amarante/CE	53
Figura 9	– Fluxograma dos trabalhos de coleta e identificação da macrofauna	54
Figura 10	– Equipamento (<i>quadrat</i>) utilizado para amostragem da macrofauna bentônica de substrato consolidado	55
Figura 11	– Equipamento (<i>core</i>) utilizado para amostragem da macrofauna bentônica de substrato inconsolidado	55
Figura 12	– Exemplar de <i>Isognomon bicolor</i> coletado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE.....	63
Figura 13	– Exemplar de <i>Donax gemmula</i> coletado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE.....	65
Figura 14	– Exemplar de <i>Heterodonax bimaculatus</i> coletado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE.....	66
Figura 15	– Colônia do poliqueta <i>Phragmatopoma caudata</i> coletada na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE.....	67

Figura 16 – Exemplar de <i>Phragmatopoma caudata</i> coletado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE.....	68
Figura 17 – Exemplar de <i>Charybdis helleri</i> coletado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Precipitação pluviométrica anual no município de São Gonçalo do Amarante/CE entre os anos de 2000 e 2011.....	39
Tabela 2	– Pontos georeferenciados dos locais de coleta das amostras sedimentológicas na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante /CE nos anos de 2008 e 2011	48
Tabela 3	– Análise sedimentológica de amostras coletadas na Praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE no ano de 2008	61
Tabela 4	– Análise sedimentológica de amostras coletadas na Praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE no ano de 2011	62
Tabela 5	– Tipos de substrato utilizados pela macrofauna bentônica na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante /CE entre os anos de 2006 e 2011	75
Tabela 6	– Percentual médio de cobertura de organismos em substrato consolidado na Praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE durante os anos de 2008 e 2011	78
Tabela 7	– Periodicidade de coleta e percentual de cobertura de organismos em substrato consolidado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE durante o ano de 2008	78
Tabela 8	– Periodicidade de coleta e percentual de cobertura de organismos em substrato consolidado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE durante o ano de 2011.....	78
Tabela 9	– Quantidade média de organismos em substrato inconsolidado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE durante os anos de 2008 e 2011	79
Tabela 10	– Periodicidade de coleta e quantidade média de organismos em substrato inconsolidado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE durante o ano de 2008	80
Tabela 11	– Periodicidade de coleta e quantidade média de organismos em substrato inconsolidado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE durante o ano de 2011.....	80

Tabela 12 – Precipitação pluviométrica mensal no município de São Gonçalo do Amarante/CE nos anos de 2008 e 2011.....	81
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANASED	Análise Sedimentológica
ANOVA	Análise de variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEARÁPORTOS	Companhia de Integração Portuária do Ceará
CIP	Complexo Industrial do Pecém
CONABIO	Comissão nacional de Biodiversidade
DCP	Diretoria de Portos e Costas
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
LABOMAR	Instituto de Ciências do Mar
LGMA	Laboratório de Geologia Marinha Aplicada
LIMCE	Laboratório de Invertebrados Marinhos do Ceará
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NORMAN	Norma da Autoridade Marítima
PROCAD	Programa Nacional de Cooperação Acadêmica
RLAM	Refinaria Landulpho Alves-Mataripe
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TPP	Terminal Portuário do Pecém
UFC	Universidade Federal do Ceará

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	Objetivo geral.....	25
1.2	Objetivos específicos.....	26
1.3	Estrutura da pesquisa.....	26
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	28
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	34
3.1	Localização	34
3.2	O Terminal Portuário do Pecém	35
3.2.1	<i>Localização geográfica e acessos</i>	35
3.2.2	<i>Classificação das instalações físicas</i>	35
3.2.3	<i>Instalações do terminal</i>	36
3.2.4	<i>Movimentação de navios</i>	37
3.3	Caracterização Climatológica	38
3.3.1	<i>Classificação climática</i>	38
3.3.2	<i>Pluviometria</i>	39
3.3.3	<i>Temperatura e umidade relativa do ar</i>	39
3.3.4	<i>Nebulosidade e insolação</i>	40
3.3.5	<i>Ventos</i>	40
3.4	Caracterização oceanográfica	41
3.4.1	<i>Marés</i>	41
3.4.2	<i>Ondas</i>	41
3.4.3	<i>Correntes</i>	42
3.5	Caracterização geológica/geomorfológica	42
3.6	Caracterização morfodinâmica	44
4	METODOLOGIA	46
4.1	Levantamento bibliográfico	46
4.2	Procedimentos de amostragem	46
4.2.1	Sedimentologia	46
4.2.1.1	<i>Amostragens de campo</i>	46

4.2.1.2	<i>Procedimentos em laboratório</i>	48
4.2.1.3	<i>Tratamento estatístico dos dados</i>	48
4.2.2	<i>Amostragens da macrofauna</i>	49
4.2.2.1	<i>Amostragens quantitativas</i>	49
4.2.2.1.1	Substrato consolidado	49
4.2.2.1.2	Substrato inconsolidado.....	50
4.2.2.2	<i>Amostragens qualitativas</i>	50
4.2.2.3	<i>Procedimentos em laboratório</i>	53
4.2.2.4	<i>Tratamento estatístico dos dados</i>	56
4.2.3	<i>Classificação das espécies introduzidas</i>	57
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5.1	Sedimentologia	59
5.2	Macrofauna	62
5.2.1	<i>Identificação e classificação das espécies introduzidas</i>	62
5.2.1.1	<i>Isognomon bicolor</i>	63
5.2.1.2	<i>Donax gemula</i>	65
5.2.1.3	<i>Heterodonax bimaculatus</i>	66
5.2.1.4	<i>Phragmatopoma caudata</i>	67
5.2.1.5	<i>Charybdis helleri</i>	69
5.2.2	<i>Distribuição de acordo com o substrato</i>	74
5.3	Análises Estatísticas	77
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	86
	REFERÊNCIAS	89
	ANEXOS	101

1 INTRODUÇÃO

As praias são consideradas um dos sistemas mais dinâmicos do planeta e representam a zona de transição entre os processos marinhos e os terrestres, recebendo, dessa forma, as influências desses dois ecossistemas. De acordo com Magalhães e Maia (2003), sua posição no espaço muda constantemente em diferentes escalas (diárias a milenares) e diversos parâmetros a modificam. Dentre esses parâmetros citam como de origem natural as condições oceanográficas, suprimento de sedimentos, tempestades e como de origem antrópica a construção de espigões e edificações portuárias, barragens, dragagens, ocupação de dunas, dentre outros.

A praia do Pecém, localizada no município de São Gonçalo do Amarante, na costa oeste do estado do Ceará constituiu-se em uma praia arenosa onde afloram rochas do embasamento cristalino (quartzitos e gnaisses) e rochas sedimentares (rochas de praia ou *beach rocks*), apresentando uma fauna bentônica característica associada a esses substratos inconsolidados e consolidados. A fauna desses substratos é altamente diversificada e complexa incluindo organismos importantes nos ciclos geoquímicos dos oceanos, tendo papel fundamental no ciclo de energia, em diferentes níveis tróficos das cadeias e teias alimentares marinhas. Apesar disso, pouco se conhece sobre a macrofauna bentônica marinha no Brasil, especialmente nas regiões norte e nordeste do país. A falta de informações faz com que as estimativas da biodiversidade de comunidades bentônicas ao longo da costa sejam muito limitadas ou mesmo impossíveis, bem como a avaliação de impactos ambientais naturais ou de origem antropogênica, uma vez que a região costeira é bastante utilizada para o desenvolvimento de atividades econômicas nas áreas de transporte, lazer, imobiliária e portuária, dentre outras (AMARAL; MIGOTTO, 2011).

O Terminal Portuário do Pecém (TPP), construído no final da década de 90, está localizado na praia do Pecém, entre as coordenadas geográficas 39°50'00" Long. W e 3°30'00" Lat.S. Esse empreendimento tem como finalidade básica atender às exigências das grandes empresas implantadas e em implantação no Complexo Industrial do Pecém (CIP). Construído a partir de técnicas e equipamentos inovadores no campo da engenharia portuária constitui-se em um terminal marítimo do tipo *off shore*, abrigado artificialmente por quebra-mar tipo berma, em forma de L e com extensão de 2.770 metros, administrado pela Companhia de Integração

Portuária do Ceará (CEARÁPORTOS). O terminal iniciou suas atividades no ano de 2002, com serviço de navios porta-contêineres nas rotas dos Estados Unidos, da América do Sul e do Caribe. Atualmente, além dos destinos iniciais e da Europa, está interligado aos principais portos mundiais com frequência semanal, destacando-se em primeiro lugar como polo exportador de frutas tropicais no Brasil.

Os terminais portuários são empreendimentos capazes de provocar modificações físicas, químicas e biológicas nos ecossistemas costeiros, interferindo, frequentemente, na composição e distribuição da biota marinha, alterando a reserva genética local e provocando a formação de comunidades estruturalmente diferentes das originais. Além disso, o processo de introdução de espécies provenientes do transporte marítimo, principalmente por meio de incrustações no casco dos navios e de plataformas, bem como por meio de água de lastro e seus sedimentos pode causar danos à biodiversidade local ou regional pela competição e substituição de espécies nativas, e a economia, pela diminuição da produtividade pesqueira, invasão de organismos nocivos em áreas de aquicultura e danos a instalações portuárias (BRASIL, 2005). Além desses vetores, materiais sólidos flutuantes como madeira, plástico, borracha, dentre outros e materiais orgânicos variados, passaram a ser referenciados, a partir da década de 1990, como potenciais responsáveis pela introdução de espécies exóticas em ambientes marinhos (FARRAPEIRA, 2011; SOUZA; FERREIRA; PEREIRA, 2009).

Silva *et al.* (2004), ressaltam que áreas de descarga, como os portos, por serem locais fechados, são as mais suscetíveis à introdução dessas espécies, principalmente quando são ecologicamente semelhantes aos portos de carga. Alterações no ambiente, como os provocados por dragagens e drenagens facilitam a colonização de novas espécies por criarem diferentes nichos.

As referências sobre os processos de introdução de organismos em ecossistemas aquáticos têm aumentado bastante nos últimos anos. No entanto, segundo Souza, Calazans e Silva (2009b), nenhuma conclusão pode ser tirada a respeito desse fato, uma vez que o mesmo pode estar refletindo interesses atuais específicos de pesquisa sobre o assunto ao invés da velocidade das introduções das espécies e seus padrões de dispersão.

No Brasil a presença de espécies aquáticas introduzidas vinha sendo percebida esporadicamente ao longo da costa até o aparecimento do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) constatado em 1988, na foz do rio Jacuí, no Rio

Grande do Sul, cuja ocorrência é atualmente constatada nos rios Guaíba, Paraguai e Paraná. Sua presença tem causado prejuízos em função das aglomerações em admissões e descargas das tubulações de sistemas de abastecimento de água e seu conseqüente bloqueio, bem como na obstrução precoce de filtros e grades devido a grande quantidade de incrustações geradas, além de problemas nas estações de tratamento de água, quando ocorre a sua mortandade.

Posteriormente, outras espécies introduzidas de diferentes grupos taxonômicos de invertebrados marinhos como Cnidaria, Crustacea, Mollusca e Chordata, dentre outros, foram sendo reportadas por diversos autores para diferentes regiões do Brasil (CALDER; MAYAL, 1998; DOMANESCHI; MARTINS, 2002; FARRAPEIRA-ASSUNÇÃO, 1990; NEVES, 2006; NOGUEIRA JUNIOR; OLIVEIRA, 2006; PAULA; CREED, 2004; ROCHA; BONNET, 2009).

A classificação e situação populacional das espécies marinhas bioinvasoras são extremamente variáveis e sujeitas a controvérsia, não existindo um pleno consenso sobre uma terminologia que unifique conceitos e critérios. Valéry *et al.* (2008), através de uma revisão bibliográfica sobre o assunto citam diferentes termos encontrados: espécies alienígenas, exóticas, não indígenas, não nativas, importadas, introduzidas, imigrantes, colonizadoras, naturalizadas, revelando a falta de precisão e conhecimento dos autores sobre a noção de invasão biológica. Os autores propõem a seguinte definição para invasão biológica, baseada no critério geográfico e no critério de impacto:

A invasão biológica consiste no processo em que as espécies adquirem uma vantagem competitiva após o desaparecimento de obstáculos naturais para a sua proliferação, o que permite que se espalhem rapidamente e conquistem novas áreas dentro de ecossistemas receptores em que se tornam uma população dominante (VALÉRY *et al.*, 2008, p. 1349, tradução do autor).

Esse processo pode acontecer naturalmente, a partir da expansão populacional de uma espécie, aumentando a sua área de ocorrência, mas pode também ser uma introdução, ou seja, uma invasão mediada pelo homem, cada vez mais frequente nas últimas décadas (CARLTON, 1996).

Lopes e Villac (2009), classificaram as espécies marinhas em 3 categorias genéricas: exótica, nativa e criptogênica. As espécies exóticas são classificadas em 4 categorias específicas: contida, detectada em ambiente natural, estabelecida e invasora, pressupondo um gradiente crescente de potencial de invasão, no qual as

espécies contidas seriam menos invasivas do que as espécies detectadas no ambiente, que por sua vez seriam as espécies mais prováveis para se tornarem estabelecidas e, posteriormente, invasoras. Os referidos autores citam para a zona costeira brasileira o registro de 58 espécies exóticas (incluindo os grupos biológicos do fitoplâncton, zooplâncton, fitobentos, zoobentos e peixes) dentre as quais 40 são de espécies de zoobentos, sendo 21 detectadas, 13 estabelecidas e 6 invasoras.

Reconhecendo a importância do problema das invasões biológicas no Brasil, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), através da Secretaria de Biodiversidades e Florestas e da Comissão Nacional de Biodiversidade (CONABIO) publicou, em 21 de outubro de 2009, a Resolução CONABIO Nº 5 que dispõe sobre a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras (BRASIL, 2009b), como se vê adiante:

[...] Considerando que as espécies exóticas invasoras são consideradas, atualmente, a segunda maior causa de perda de biodiversidade, e que com a crescente globalização, a ampliação das vias de transporte, o incremento do comércio e do turismo internacional, aliado às mudanças no uso da terra, das águas e às mudanças climáticas decorrentes do efeito estufa, tendem a ampliar significativamente as oportunidades e os processos de introdução e de expansão de espécies exóticas invasoras nos diferentes biomas brasileiros;

Considerando que as espécies exóticas invasoras estão assumindo no Brasil grande significado como ameaça real à biodiversidade, aos recursos genéticos e à saúde humana, ameaçando a integridade e o equilíbrio dessas áreas, e causando mudanças, inclusive, nas características naturais das paisagens;

Considerando que em razão da complexidade dessa temática, as espécies exóticas invasoras envolvem uma agenda bastante ampla, com ações intersetoriais, interinstitucionais e multidisciplinares, onde ações de prevenção, erradicação, controle e monitoramento são fundamentais e exigem o envolvimento e a convergência de esforços dos diferentes órgãos dos governos federal, estadual e municipal envolvidos no tema, além do setor empresarial e das organizações não-governamentais;

[...]

Resolve:

Art. 1º Aprovar a Estratégia nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras [...].

Referida estratégia que visa à prevenção e mitigação dos impactos negativos das espécies exóticas invasoras sobre a população humana, os setores produtivos, o meio ambiente e a biodiversidade, destaca como prioritárias a execução de ações de prevenção, erradicação e contenção ou controle dessas espécies em articulação com os diversos setores governamentais.

Especificamente com relação ao ambiente marinho, Oliveira, Machado e Okada (2010), reportam duas Normas da Autoridade Marítima (NORMAM) instituídas

pela Diretoria de Portos e Costas (DCP) da Marinha do Brasil como das mais concretas nas ações de prevenção de espécies exóticas introduzidas por água de lastro no Brasil: A NORMAM 08/DCP/2000 e a NORMAM 20/DCP/2005 e suas alterações posteriores. Citam também a legislação instituída pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) representada pela Resolução ANVISA-RDC N°. 217/2001, parcialmente revogada pela Resolução ANVISA-RDC N°. 89/2007. Ainda segundo os autores o Brasil não possui uma legislação que trate especificamente do controle de introduções biológicas pela bioincrustação no casco das embarcações, especialmente em decorrência da falsa percepção de que esse constitui um vetor de introdução desprezível.

De acordo com Oliveira e Machado (2009), a detecção precoce e a resposta rápida são fundamentais para os processos de intervenção no controle de espécies invasoras ainda em condições de serem contidas ou erradicadas. Ressaltam a necessidade de integração dos mecanismos de detecção, monitoramento e intervenção de diferentes instituições através de esforços direcionados para estudos sistematizados de longa duração, nas áreas de maior susceptibilidade.

Dessa forma e com o intuito de atender às exigências da legislação ambiental vigente a CEARÁPORTOS tem internalizado e priorizado uma política de gestão ambiental, através da implementação de ações de proteção ao meio ambiente. Dentre essas ações destaca-se o desenvolvimento dos programas e projetos exigidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) como condicionantes da licença de operação do terminal portuário (PITOMBEIRA *et al.*, 2008). Ressalta-se, dentre outros, o Programa de Proteção da Biota Marinha do Terminal Portuário do Pecém (TPP) que objetiva, primordialmente, o conhecimento da composição e aspectos ecológicos das espécies aquáticas na área do terminal através de uma atividade constante de monitoramento.

Estudos sobre a biota marinha realizados nos anos de 2002 e 2003 por Matthews-Cascon e Lotufo (2006), para a costa oeste do estado do Ceará, não identificaram a presença de espécies introduzidas na praia do Pecém. No entanto, levantamentos realizados a partir do ano de 2005 pela CEARÁPORTOS, através de pesquisadores da Universidade Federal do Ceará (UFC) dentro do Programa de Monitoramento da Biota Marinha constataram a presença dessas espécies em áreas

adjacentes ao Terminal Portuário e detectaram uma tendência de dispersão longitudinal das mesmas ao longo do ambiente praial (CEARÁPORTOS, 2009).

O mecanismo de dispersão e transporte dessas espécies está diretamente relacionado à morfologia da costa, as correntes costeiras transversais e longitudinais o que pode propiciar a ampliação de sua área de ocorrência para ecossistemas adjacentes aos seus locais de introdução (MCLACHLAN; BROWN, 2006; MCLACHLAN; HESP, 1984; SHORT, 2003). Com isso, pode impactar a ecologia das comunidades da macrofauna nativa pela interferência na sua composição, diversidade e abundância.

Araújo (2012) estudando o desenvolvimento de um sistema portuário de tratamento de água de lastro e a análise de sua viabilidade utilizando como exemplo o Terminal Portuário do Pecém verificou durante o mês de janeiro de 2010, a movimentação de 42 navios de várias nacionalidades com uma quantidade de água de lastro variando 2.356m^3 a 15.371m^3 perfazendo um total de 380.750m^3 .

De acordo com Leal Neto (2007) existem pelo menos 4 hipóteses importantes para avaliação da proporcionalidade do risco da introdução de espécies por água de lastro que levam em consideração: 1. o número de inoculação; 2. a quantidade de indivíduos transferidos; 3. a similaridade ambiental e 4. o potencial das espécies de risco. Ainda segundo o autor diversas empresas e pesquisadores estão buscando tecnologias que forneçam alternativas à troca de água de lastro em águas profundas, em mar aberto, único método aprovado para a gestão de água de lastro a bordo, apesar de todas as preocupações com sua efetividade.

Dessa forma, com a recente ampliação da capacidade de operação do Terminal Portuário do Pecém a partir de 2011, que passou a receber um maior número de navios com o conseqüente aumento na quantidade de água de lastro transportada, torna-se maior o risco de introdução de novas espécies, se não forem adotadas normas rígidas de controle da troca dessas águas.

Baseados nos dados resultantes dos levantamentos realizados na área e nas informações disponíveis na literatura especializada formulou-se a hipótese que a operacionalização do Terminal Portuário do Pecém é capaz de favorecer o processo de introdução de novas espécies, capazes de impactar a biota marinha local, interferindo na sua composição e comportamento.

As alterações na biota nativa na área do Terminal Portuário do Pecém, como conseqüência da introdução de novos organismos, podem ocasionar prejuízos

econômicos, ambientais e sociais, especialmente nas comunidades pesqueiras existentes na área que ainda sobrevivem da pesca artesanal marítima e da captura de outras espécies aquáticas.

De acordo com Araújo, Freitas e Albuquerque (2009), os impactos socioeconômicos sobre as comunidades e recursos pesqueiros são crescentes à medida que as atividades econômicas e os investimentos em infraestrutura se intensificam na zona costeira. Considerando os dados do autor, a pesca artesanal na praia do Pecém não tinha sido, até a época do estudo, afetada significativamente com a implantação do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP). Torna-se necessário, entretanto, a realização de pesquisas na área como forma de identificar possíveis alterações ambientais oriundas especialmente da implantação do terminal que possam impactar o ambiente e as atividades desenvolvidas pela população local, principalmente a pesca artesanal marinha, fonte de sobrevivência de comunidades tradicionais.

Considerando todos os aspectos anteriormente expostos, verifica-se ser de fundamental importância o conhecimento da macrofauna bentônica marinha e de seus aspectos ecológicos em áreas adjacentes ao Terminal Portuário do Pecém. Esse conhecimento permitirá a detecção e antecipação de eventuais problemas relacionados ao comportamento desses organismos, especialmente com relação à introdução de novas espécies.

A presente pesquisa, pioneira para o estado do Ceará, visa a contribuir com a escassa bibliografia sobre as inter-relações entre a macrofauna bentônica marinha nativa no estado do Ceará, as espécies introduzidas e a dinâmica de um ecossistema costeiro em área portuária. O conhecimento dessas variáveis é imprescindível para a proposição e implementação de medidas de controle e gerenciamento dessa área costeira, reconhecida como ecologicamente frágil, visando à manutenção do equilíbrio ambiental.

1.1 Objetivo geral

Realizar o levantamento da macrofauna bentônica nativa e introduzida na faixa entremarés em área adjacente ao Terminal Portuário do Pecém.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar o levantamento quanto-qualitativo da macrofauna bentônica nativa e das espécies introduzidas que ocorrem na zona entremarés em áreas adjacentes ao Terminal Portuário do Pecém;
- Classificar as espécies introduzidas em categorias genéricas e específicas, de acordo com a classificação adotada por Lopes e Villac (2009);
- Identificar a distribuição das espécies bentônicas nativas e introduzidas com relação aos diferentes tipos de substrato;
- Avaliar a variabilidade temporal da macrofauna bentônica nativa e introduzida identificando as possíveis alterações no período estudado; e,
- Fornecer informações sobre as inter-relações existentes entre a macrofauna bentônica nativa e introduzida.

1.3 Estrutura da pesquisa

Este trabalho está estruturado em seis capítulos, descritos a seguir.

Este capítulo 1, Introdução, faz uma explanação inicial sobre a tese, abordando o tema, sua importância e justificativa, formulação de hipótese, objetivos geral e específicos e estrutura da pesquisa.

O capítulo 2 aborda o estado atual do conhecimento sobre a macrofauna bentônica marinha nativa e introduzida no Brasil e no mundo, com ênfase nos levantamentos e pesquisas realizadas no estado do Ceará.

O capítulo 3 trata da caracterização geral da área, considerando sua localização e aspectos geoambientais constando de dados climatológicos, geológicos, geomorfológicos e parâmetros oceanográficos.

O capítulo 4 apresenta a metodologia usada neste trabalho, considerando as pesquisas bibliográficas, coletas de campo, os procedimentos laboratoriais e o tratamento estatístico dos dados.

O capítulo 5 trata dos resultados e discussão dos dados obtidos englobando o levantamento taxonômico das espécies nativas e introduzidas, tipos de substratos utilizados pelos organismos, estudos quantitativos e análises estatísticas.

O capítulo 6 traz as conclusões e os comentários. Também recomenda trabalhos futuros, para complementar e ampliar a contribuição deste trabalho na gestão ambiental em ambientes portuários.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conhecimento dos invertebrados bentônicos marinhos no Brasil é insatisfatório, apesar de alguns registros datarem de meados do século XVII, refletindo-se no pequeno número de espécies registradas no país com relação às conhecidas para o mundo. Apesar do incremento significativo do conhecimento da zoologia marinha e costeira no país a partir da década de 1970, alguns filos, por falta de estudo, nunca foram registrados na nossa costa, como Placozoa, Mesozoa, Gnathostomulida, Loricifera e Cycliophora (AMARAL; JABLONSKY, 2005). Esses autores ressaltam que o bentos das regiões sudeste e sul é o melhor conhecido da costa brasileira devido a existência de grupos de pesquisas já consolidados e a grande quantidade de amostras coletadas nas expedições oceanográficas. Esse conhecimento decresce gradativamente com relação às regiões nordeste e norte, respectivamente. Citam, ainda, os trabalhos de Kempf e Morais (1967); Kempf (1970); Aller e Aller (1986) e Lana *et al.* (1996) como referências básicas sobre a macrofauna bentônica do norte e nordeste e os de Pires-Vanin (1993), Amaral *et al.* (2003) e Seeliger, Odebrecht e Castello (1998) para o sudeste e sul do país. As pesquisas citadas tratam de levantamentos e descrições da fauna bentônica nativa, abordando ainda aspectos ecológicos e estudos quantitativos relativos à sua biomassa ou a sua densidade, não apresentando referências sobre a ocorrência de espécies introduzidas.

Pysec *et al.* (2008), verificam que a grande maioria dos estudos e publicações sobre a invasão de organismos aquáticos não nativos se concentra na América do Norte e Europa. Merecem destaque, os trabalhos de Carlton (1985); Carlton (1996); Chapman e Carlton (1991), Cohen *et al.* (2005) e Valéry *et al.* (2008), dentre outros. Por outro lado na África, no Oceano Índico, no sudoeste do Oceano Pacífico e na América Latina os registros dessas espécies estão muito pouco documentados.

A introdução de espécies marinhas no Brasil, de acordo com Souza *et al.* (2009b), está intimamente relacionada aos avanços tecnológicos, podendo ser dividida em três fases: do descobrimento até o final do século XIX, o século XX e a partir do século XXI. A primeira fase compreende a época da colonização e tráfico de escravos e se caracteriza pela chegada de navios oriundos do continente europeu e

da África, responsáveis pela introdução de um grande número de espécies marinhas incrustadas em seus cascos. A segunda fase foi caracterizada pelo aumento do comércio marítimo e utilização da água de lastro pelos navios, responsável pela intensificação na transferência de espécies. A terceira fase caracteriza-se pelo incremento das pesquisas científicas, que se direcionaram para o conhecimento da biologia e biogeografia das espécies e suas relações inter e intraespecíficas e pelo aumento dos registros das espécies exóticas introduzidas no país. As invasões biológicas passaram a ser analisadas com uma visão mais ampla e multidisciplinar, surgindo, então, a necessidade de se investir nos procedimentos de prevenção, controle e monitoramento do ambiente marinho com relação às espécies introduzidas.

O escasso conhecimento das biotas regionais torna difícil, no entanto, o rastreamento das espécies introduzidas no Brasil, uma vez que requer o conhecimento da biodiversidade das regiões doadoras e receptoras, assim como a biogeografia das espécies alvo e dos possíveis vetores de transporte. Entretanto, a distribuição de espécies bentônicas confinadas a áreas portuárias revela a importância dos mecanismos humanos de introdução, como é o caso de várias espécies componentes das incrustações biológicas ou *fouling* (JUNQUEIRA *et al.*, 2009).

Domaneschi e Martins (2002), referem à ocorrência de *Isognomon bicolor*, molusco marinho introduzido de forma não intencional no Brasil, no ano de 1994 no litoral de São Sebastião no estado de São Paulo. Acredita-se que sua invasão se deu através da água de lastro de navios e sua dispersão tenha sido acentuada pela atividade de aquicultura e dinâmica das correntes marinhas.

Ferreira, Gonçalves e Coutinho (2004), citam a ocorrência de *Isognomon bicolor* e duas espécies de corais, *Stereonephthya aff. Curvata* e *Tubastraea coccinea* como espécie introduzidas provavelmente por meio de cascos de navios e plataformas de petróleo em Arraial do Cabo, no estado do Rio de Janeiro, na década de 1990.

Paula e Creed (2004), registram a ocorrência de duas espécies de coral, *Tubastraea coccinea* e *Tubastraea tagusensis* como introduzidas em Angra dos Reis no estado do Rio de Janeiro, provavelmente em função do tráfego de navios.

Dentre os hidrozoários a espécie *Garveia franciscana* foi registrada por Calder e Mayal (1998) em um sistema estuarino no estado de Pernambuco.

Nogueira Junior e Oliveira (2006), reportam as espécies de hidromedusas *Moerisia inkermanica* e *Blackfordia virginica* para a baía de Antonina no estado do Paraná, espécies com características invasivas, aparentemente bem estabelecidas na região. Rocha e Kremer (2005) identificam para a baía de Paranaguá, localizada no mesmo estado, 3 espécies nativas de ascídias, 1 como introdução inter-regional, 2 como introduzidas e 12 como criptogênicas.

Rocha e Bonnet (2009), constataam a presença da espécie introduzida de ascídia *Ciona intestinalis* no arquipélago de Alcatrazes no estado de São Paulo.

Com relação aos cirripédios, um dos grupos mais freqüentes associados à bioinvasão, Neves (2006), identifica a espécie *Amphibalanus reticulatus* para a baía de Paranaguá, também identificada por Farrapeira-Assunção (1990), para o estado de Pernambuco.

Tavares e Mendonça Junior (2004) reportam a ocorrência e analisam as circunstâncias e riscos potenciais da introdução de 18 espécies de crustáceos decápodes no Brasil, sendo dezesseis marinhas e duas dulcícolas. Com relação a origem das espécies marinhas introduzidas consideram que 75% são originárias dos oceano Indo-Pacífico e 37,5% do Pacífico leste. O Atlântico oriental representa 18,75% das introduções e o Atlântico norte ocidental apenas 6,25%. As regiões sudeste e sul do país concentram 81,25% dos casos de introdução de crustáceos decápodes e a região nordeste 18,75% como reflexo do papel preponderante dos portos do sudeste e sul do país no tráfego marítimo internacional.

Na costa do estado do Ceará, o estado da arte do estudo do bentos foi levantado até o ano de 1999 por Rocha (1999). Segundo a autora a história do estudo dos organismos bentônicos no estado confunde-se com a história do Laboratório de Ciências do Mar (atualmente, Instituto de Ciências do Mar) da Universidade Federal do Ceará – LABOMAR/UFC, fundado em 1960. Ressalta que para as décadas de 1960 e 1970 destacam-se os trabalhos de levantamentos taxonômicos, especialmente para o grupo dos moluscos e crustáceos, quando foram organizadas as coleções malacológica e carcinológica do LABOMAR/UFC.

A partir de 1990, além dos levantamentos taxonômicos, os estudos da fauna bentônica receberam novos impulsos em função dos projetos de graduação e de mestrado e de alguns trabalhos sobre ecologia de comunidades macrobentônicas. Nesse período foram realizadas amostragens em profundidades de até 25m, facilitadas pela aquisição do barco de pesquisa Prof. Martins Filho pela

Universidade Federal do Ceará (UFC) e através do projeto de monitoramento das condições químicas, físicas e biológicas do sistema de disposição oceânica dos esgotos sanitário de Fortaleza. Ainda nessa década destacam-se os estudos voltados a espécies ou grupos de organismos bentônicos de importância econômica, especialmente lagostas e caranguejo e importantes pesquisas sobre técnicas de cultivo e biologia dos organismos cultivados. Percebe-se, entretanto, uma grande lacuna nos estudos relacionados à macrofauna das praias arenosas e das formações rochosas do litoral cearense.

Os estudos voltados para o conhecimento da biologia e ecologia da macrofauna bentônica da região entremarés, do litoral cearense, consolidaram-se efetivamente a partir do ano 2000. Nesse ano Castro, Mathews-Cascon e Fernandez (2000), estudam a ocorrência de imposex no molusco *Thais haemastoma* como indicador de contaminação por organoestênicos em praias do município de Fortaleza e Caucaia. No ano seguinte Pequeno e Matthews-Cascon (2001) analisam, em laboratório, o comportamento predatório do molusco *Cassis tuberosa* sobre o equinodermo *Mellita quinquiesperforata* coletados na praia da Redonda em Icapuí. Rocha-Barreira, Monteiro e Franklin Júnior (2001) publicam um trabalho abordando aspectos quanto-qualitativos e de zonação da macrofauna bentônica da zona intertidal da praia do Futuro, em Fortaleza, relacionados com parâmetros abióticos. Rocha-Barreira *et al.* (2002), realizam estudos sobre aspectos da estrutura populacional e etária do molusco *Donax striatus* nessa mesma praia.

A macrofauna bentônica da faixa entre marés em dois quebra-mares da região portuária de Fortaleza foi estudada por Monteiro (2003). Meirelles e Matthews-Cascon (2003), publicam um trabalho sobre a relação entre o tamanho da concha e da rádula em prosobrânquios marinhos coletados nas praias de Pacheco (Caucaia), Flexeiras (Mundaú) e Redonda (Icapuí) e Matthews-Cascon e Rabay (2003), estudam a morfologia de *Phalium* (Semicassis) *granulatum* coletados na praia da Redonda, em Icapuí.

A dinâmica populacional do bivalve marinho *Anomalocardia brasiliiana*, estabelecido sobre o banco areno-lamoso da praia do Canto da Barra no município de Fortim foi avaliada por Araújo e Rocha-Barreira (2004). Meirelles e Matthews-Cascon (2005), estudam a desova do molusco *Pleuroploca aurantiaca* coletados na praia do Pacheco, em Caucaia; Matthews-Cascon e Pereira (2005), estudam em laboratório, o desenvolvimento larval e desova do molusco *Pisania pusio* e

Matthews-Cascon *et al.* (2005) investigam o dimorfismo sexual na rádula de *Pisania pusio* em exemplares coletados na mesma praia.

Castro *et al.* (2005), registram o incremento da incidência de *imposex* no molusco *Stramonita haemastoma* após o estabelecimento do Porto do Pecém.

Estudo das variações espaço-temporais da macrofauna bentônica de ambientes inconsolidados na zona entremarés e de arrebentação da praia de Paracuru (Paracuru) são realizados por Viana, Rocha-Barreira e Grossi Hijo (2005). Nesse mesmo ano Matthews-Cascon e Lotufo (2006), realizam o levantamento da biota marinha dos substratos consolidados e inconsolidados em 6 (seis) praias da costa oeste do estado do Ceará.

Aspectos da biologia da lesma do mar *Aplysia dactylomela* são estudados por Bezerra *et al.* (2006) nas praia de Flexeiras, em Trairi e na praia do Pacheco em Caucaia. Castro *et al.* (2008), registram a ocorrência de *imposex* em *Voluta ebraea* na praia do Pacheco, em Caucaia. Matthews-Cascon *et al.* (2009a), descrevem a ooteca de *Turbinella laevigata* coletadas em praias dos municípios de Icapuí e Trairi e Matthews-Cascon *et al.* (2009b), levantam os moluscos encontrados em potes para a captura de polvos nos municípios de Fortaleza, Icapuí e Itarema.

Santana *et al.* (2009), estudam, em laboratório, o comportamento predatório do caranguejo *Menippe nodifrons* sobre moluscos gastrópodes coletados na Praia do Pacheco, em Caucaia. A densidade e distribuição do equinoderma *Chiridota rotifera* é estudada por Martins, Martins e Matthews-Cascon (2010) para a mesma praia. Nesse mesmo ano Meirelles *et al.* (2010) registram a ocorrência do opistobrânquio *Oxynoe antillarum* para o estado do Ceará baseados em exemplares coletados nas praias do Pacheco, em Caucaia e da Pedra Rachada, em Paracuru.

Pequeno e Matthews-Cascon (2001) analisam, em laboratório, o comportamento predatório do gastrópode *Cassis tuberosa* sobre o equinoderma *Lytechinus variegatus* coletados na praia da Redonda, em Icapuí.

A distribuição espaço-temporal de comunidades da macrofauna bentônica associada a um banco da fanerógama marinha *Holodule wrightii* na praia das Goiabeiras em Fortaleza foi estudada por Barros e Rocha-Barreira (2010).

As ascídias da Praia do Náutico, em Fortaleza foram estudadas por Souza (2010) e nesse mesmo ano Oliveira Filho (2010) realiza um estudo caracterizando as ascídias em duas regiões portuárias do Ceará, o Terminal Portuário do Pecém e o Porto do Mucuripe.

Bezerra (2010), refere à existência de uma população de *Isognomon bicolor* bem estabelecida nos pilares do Terminal Portuário do Pecém em seu estudo sobre a malacofauna em pilares dos terminais portuários do Ceará.

Matthews-Cascon *et al.* (2011), registram pela primeira vez a presença do gastrópode *Lamellaria mopsicolor* como espécie introduzida no estado do Ceará, coletada na área do Terminal Portuário do Pecém.

Araújo e Rocha-Barreira (2012), estudam aspectos ecológicos do molusco gastrópode *Olivella minuta* na praia do Meireles no município de Fortaleza. Rabelo, Soares e Matthews-Cascon (2013), estudam as interações competitivas entre três espécies de zoantídeos em ambiente de recife de arenito na praia de Paracuru.

Pereira (2013), realiza um levantamento taxonômico de anfípodas presentes em placas artificiais de recrutamento instaladas sob os piers de atracação do Terminal Portuário do Pecém, registrando novas ocorrências para o estado do Ceará.

Mais recentemente, Miranda *et. al.* (no prelo), estudando a introdução de espécies marinhas no estado do Ceará identificam a ocorrência desses organismos em 10 municípios do litoral cearense: em Fortaleza e em municípios do litoral oeste (Caucaia, São Gonçalo do Amarante, Paracuru, Paraipaba, Trairi e Camocim) e leste (Cascavel, Fortim e Icapuí), tendo observado uma maior quantidade de espécies em áreas adjacentes ao Terminal Portuário do Pecém.

Analisando os trabalhos realizados sobre o bentos da costa do estado do Ceará e apesar dos avanços obtidos na última década pelos esforços dos pesquisadores e especialistas na área verifica-se uma grande carência de dados e a necessidade de desenvolvimento de projetos mais abrangentes e de longo prazo que permitam o melhor entendimento da ecologia das comunidades bentônicas.

Com relação às espécies introduzidas estudos sobre a sua introdução, identificação, comportamento e interferência sobre a macrofauna nativa ao longo do litoral cearense são praticamente inexistentes, o que enseja, urgentemente, o desenvolvimento de pesquisas que permitam diagnosticar e monitorar a introdução dessas espécies.

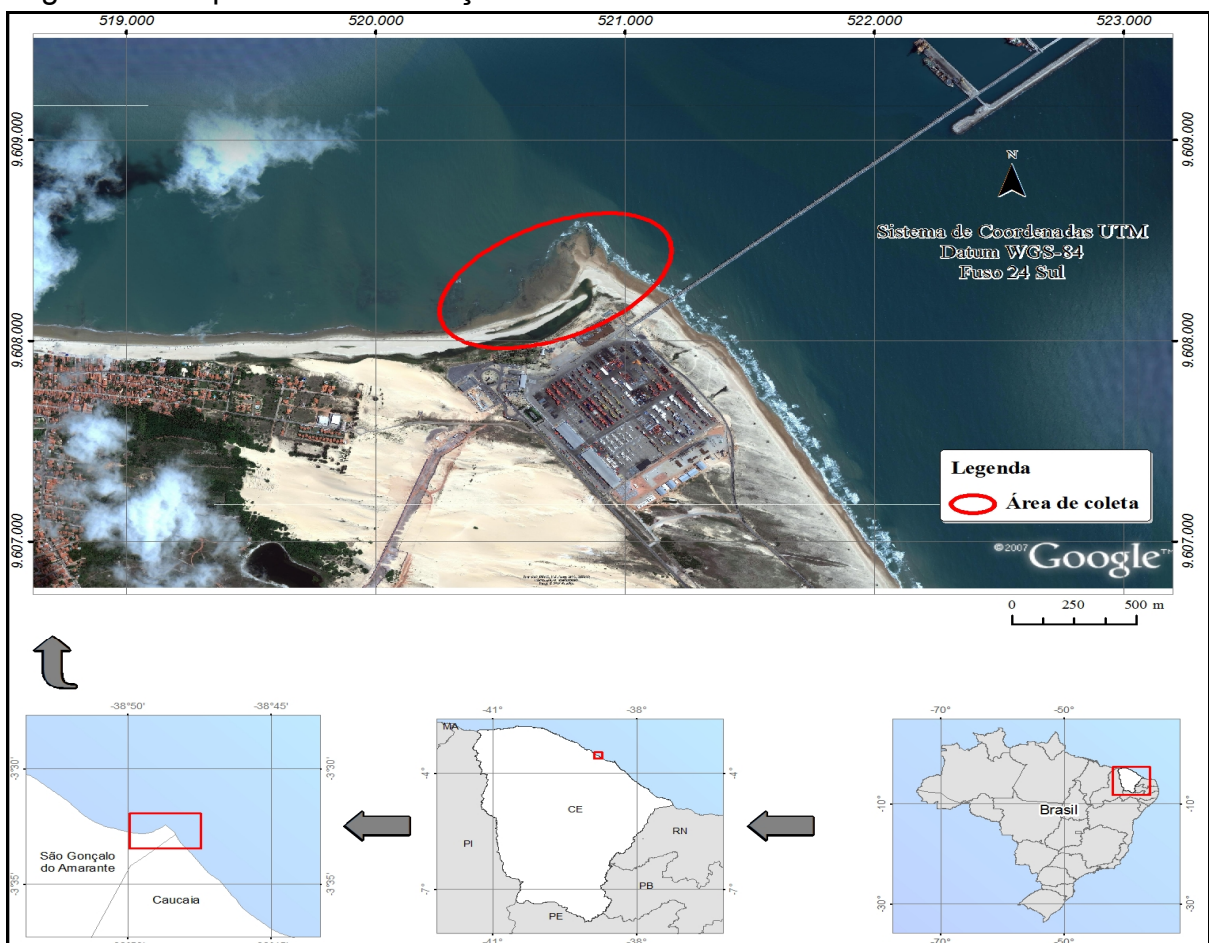
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Nesta seção são apresentadas informações referentes à localização da área estudada, além das características físicas e de aspectos relacionados a navegação de longo curso e de cabotagem no Terminal Portuário do Pecém. As informações referentes às características geoambientais permitem avaliar de forma integrada as condições climatológicas, oceanográficas, geológicas, geomorfológicas e morfodinâmicas na área

3.1 Localização

A pesquisa foi realizada na praia do Pecém, no município de São Gonçalo do Amarante, no estado do Ceará, onde está instalado o Terminal Portuário do Pecém, conforme representado na Figura 1.

Figura 1 – Mapa com a localização da área estudada.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2 O Terminal Portuário do Pecém

A localização geográfica e acessos à área do Terminal Portuário do Pecém, bem como a descrição de suas instalações físicas e dados sobre a movimentação de navios, incluindo a procedência dos navios na navegação de longo curso e de cabotagem são apresentados a seguir.

3.2.1 Localização geográfica e acessos

O Terminal do Pecém está situado no Município de São Gonçalo do Amarante, estado do Ceará. As coordenadas geográficas do Terminal, referenciadas ao Datum WGS-84, são: Latitude: 3° 30' 00" S e Longitude: 39° 50' 00" W.

Os principais acessos terrestres ao local, partindo da cidade de Fortaleza são a BR – 222, através da CE – 422, que se interligam as instalações portuárias, a BR – 116 e a CE – 085.

O acesso ferroviário é realizado através do ramal de 22 km de extensão, interligando o terminal à linha da Transnordestina Logística Fortaleza / São Luís.

3.2.2 Classificação das instalações físicas

O Terminal Portuário do Pecém é um porto marítimo do tipo off shore abrigado artificialmente por um por quebra-mar tipo berma em forma de L, com orientação cardinal NO e comprimento total de 2.770 m.

Por se tratar de um Terminal do tipo *off shore* o acesso marítimo as suas instalações não representa dificuldades às embarcações, não havendo canal de acesso nem baía de evolução (Figura 2).

Figura 2 – Vista do Terminal Portuário do Pecém.



Fonte: CEARÁPORTOS (2013).

3.2.3 Instalações do terminal

- Instalações de Acostagem

- Píer 1

Destinado a granéis sólidos e carga geral possui um comprimento de 350 m e uma largura de 45m. Possui 2 berços de atracação com calado de 15 m no berço externo e 14 m no berço interno, podendo receber navios de até 125.000 TPB (Tonelagem de porte bruto).

- Píer 2

Destinado a granéis líquidos e gás natural liquefeito (GNL) possui um comprimento de 392 m e plataforma de operação com 35 m de comprimento e 32 m de largura. Possui 2 berços de atracação com calado de 15,5 m, podendo receber navios de até 175.000 TPB (Tonelagem de porte bruto).

– Terminal de múltiplo uso - TMUT

Destinado a carga geral possui um comprimento de 760 m e extensão acostável de 700 m de comprimento com área de operação de 87.000 m². Possui 2 berços de atracação com profundidade média de 17,5 m podendo receber navios de até 140.000 TPB (Tonelagem de porte bruto).

– Píer de Rebocadores

Apresenta 2 berços de atracação e plataforma de operação com comprimento de 60 m e largura de 12,5 m capazes de acostar rebocadores de até 50 tf de *Bollard Pull*.

- Ponte de Acesso aos Píers

Apresenta um comprimento total de 2.502 m com faixa de rolamento variando de 3,60m a 7,20m. Possui suporte para correia transportadora na lateral esquerda e para tubulações (tubovia) na lateral direita.

- Instalações de Retaguarda

As instalações de retaguarda são compostas por pátio de estocagem, armazéns e prédios administrativos.

3.2.4 Movimentação de navios

O Terminal Portuário do Pecém iniciou suas operações no ano de 2002 com serviço de navios porta-contêineres nas rotas dos Estados Unidos, da América do Sul e do Caribe. Atualmente, além dos destinos iniciais e da Europa, está interligado aos principais portos mundiais com frequência semanal.

De acordo com dados obtidos na Companhia de Integração Portuária do Ceará (CEARÁPORTOS) com relação à navegação de longo curso, os navios que atracaram no terminal, no período compreendido entre os anos de 2010 e 2012, foram provenientes dos seguintes países:

- América do Norte: Canadá, Estados Unidos e México;
- América Central: Martinica e Trinidad e Tobago;
- América do Sul: Argentina, Colômbia, Uruguai e Venezuela;
- Europa: Alemanha, Bélgica, Espanha, França, Gibraltar, Grécia, Itália, Lituânia, Noruega, Portugal, Rússia, Suécia e Ucrânia;
- Ásia: Catar, China, Emirados Árabes, Índia, Japão, Singapura e Turquia.

Com relação à navegação de cabotagem aportaram no terminal navios provenientes dos estados de Alagoas, Amazonas, Espírito Santo, Maranhão, Pará, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo, além dos oriundos do Porto de Fortaleza e do Terminal de Paracuru, no estado do Ceará.

3.3 Caracterização climatológica

Os dados a seguir apresentados caracterizam as condições climáticas na área do Terminal Portuário do Pecém.

3.3.1 Classificação climática

A área estudada apresenta clima equatorial úmido e sem-úmido com precipitação máxima no outono, ou seja, nos meses de março, abril, maio e junho, correspondendo ao tipo AW' na classificação de Köppen. Na classificação de Gaussen, pertence a modalidade 4cTh, ou seja, tropical quente de seca atenuada, apresentando um índice xerotérmico entre 40 e 100 e número de meses secos entre 3 e 4 (JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973).

3.3.2 Pluviometria

A distribuição das precipitações pluviométricas no estado do Ceará, caracterizada por sua irregularidade no tempo e no espaço, determina a existência de dois períodos anuais distintos: o chuvoso, no primeiro semestre do ano e o seco, no segundo semestre, atenuado por precipitações esparsas.

De acordo com os dados pluviométricos obtidos na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) para o município de São Gonçalo do Amarante, entre os anos de 2000 e 2011, a distribuição das chuvas variou de um mínimo de 837,5mm no ano de 2001 a um máximo de 1.896,6mm no ano de 2009, apresentando um valor médio de 1.119,1mm nesse período (Tabela 1).

Tabela 1 – Precipitação pluviométrica anual no município de São Gonçalo do Amarante/CE entre os anos de 2000 e 2011.

ANO	PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm)	ANO	PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm)
2000	1.103,4	2006	1.058,3
2001	837,5	2007	966,9
2002	1.103,4	2008	896,8
2003	1.443,9	2009	1,896,6
2004	1.067,6	2010	754,4
2005	966,9	2011	1,334,4
MÉDIA	-	-	1.119,1

Fonte: Adaptado de Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos ([2013]).

3.3.3 Temperatura e umidade relativa do ar

A temperatura do ar apresenta-se praticamente estável ao longo do ano, característica típica das regiões tropicais/equatoriais, pela maior proximidade com a linha do Equador, o que repercute em baixas amplitudes térmicas mensais. A temperatura média oscila entre 26,0°C e 27,3°C, com mínimas médias ocorrendo em junho, julho e agosto e máximas médias em dezembro e janeiro. A temperatura atinge uma média anual de 27°C (NOGUEIRA *et al.*, 2005).

Embora a amplitude mensal seja baixa, a temperatura diária varia muito, apresentando valores elevados durante o dia e valores mais amenos durante a noite.

Os valores de umidade relativa do ar guardam uma relação direta com a sazonalidade da precipitação observada na região. Apresentam-se mais elevados no primeiro semestre do ano, apresentando um valor de umidade média relativa de 80,3%. No segundo semestre esse valor é sempre inferior a 73,0%.

3.3.4 Nebulosidade e insolação

A nebulosidade mantém uma relação direta com a distribuição das chuvas, apresentando valores médios mais elevados no primeiro semestre do ano, girando em torno de 5,0 e valores médios mais baixos no segundo semestre, em torno de 4,0.

A insolação exibe um comportamento inverso, apresentando-se mais baixa no período chuvoso e mais alta no período seco, com valores médios que podem variar de 158,0 horas de sol no primeiro semestre a 294,0 horas de sol no segundo semestre.

3.3.5 Ventos

Com relação aos ventos, durante todos os meses do ano sopram ventos do quadrante ES-SE pela influência acentuada do anticiclone do Atlântico Sul, sistema de alta pressão de onde se originam os alísios de SE. No período chuvoso, entretanto, observa-se também, embora pouco expressiva, a presença de ventos de NE, influenciados pela posição mais meridional da Zona de Convergência Intertropical.

De acordo com Silva *et al.* (2011) as séries históricas anuais de vento na região do Pecém apresentam valores mais baixos ao longo dos meses de janeiro a junho, com pico mínimo de 5,1 m/s no mês de março. Os maiores valores ocorrem entre agosto e novembro, com valor máximo de 9,4 m/s. As direções do vento se encontram associadas a sua intensidade. Os ventos fluem de nordeste com direção quase perpendicular à costa, associados ao período de menor intensidade de ventos e ventos de sudeste nos meses de agosto a outubro, atingindo valores médios em torno de 9 m/s neste período.

3.4 Caracterização Oceanográfica

Os dados oceanográficos a seguir apresentados caracterizam o regime de marés, ondas e correntes na área do Terminal Portuário do Pecém.

3.4.1 Marés

De acordo com CEARAPORTOS (2013) a maré na área do Terminal Portuário do Pecém pode ser caracterizada como maré mista com predominância semi-diurna. Em função de sua amplitude de 3,1m na sizígia pode ser classificada como mesomaré.

Vasconcelos (2004) apresenta os seguintes valores característicos para a área: Nível médio (1,42m), preamar média de sizígia (2,70m) e preamar média de quadratura (2,08m).

3.4.2 Ondas

A praia do Pecém apresenta um regime de ondas constituído por dois tipos de ondas: as ondas do tipo *sea* (vagas) e *swell* (ondulações).

As ondas do tipo *sea* sofrem a influência do vento na área de geração e aparecem próximas à linha de costa do Pecém com direções de 75° a 120° N entre os meses de abril e outubro. Estudos realizados na área registraram os menores valores de altura máxima de onda (H_{max}) e altura significativa de onda (H_s) para o primeiro semestre do ano, com direções preferencialmente de 40-60° (NE). Os maiores valores de onda foram registrados no segundo semestre, com direções localizadas no quadrante 100-120° (ESE), chegando a atingir alturas maiores que 4 metros.

As ondas do tipo *swell* (ondulações) são geradas preponderantemente por tempestades de médias latitudes e podem se propagar por milhares de quilômetros através do oceano. No Terminal Portuário do Pecém chegam vindo de N a NE entre os meses de outubro e março. Registros históricos mostram a presença de ondas do tipo *swell* atingindo o litoral cearense com período de pico maior que 10 segundos (FARIAS; SOUZA, 2012; PITOMBEIRA, 2005; VIEIRA; PITOMBEIRA; SOUZA, 2007).

3.4.3 Correntes

A dinâmica das correntes na área estudada é imposta predominantemente pelos ventos alísios cuja intensidade varia entre 5 e 9 m/s. O fluxo de água tem uma direção praticamente paralela à costa, no sentido de leste para oeste, criando fluxos mais intensos na sua proximidade pela junção dos efeitos causados pela aproximação das linhas batimétricas e pelas correntes litorâneas induzidas pelas correntes longitudinais.

Bensi (2006) estudando a dinâmica das correntes na área do Pecém observou que os valores médios das velocidades das correntes ao longo da coluna de água a leste da estrutura portuária variaram de 0,16-0,24 m/s aumentando de intensidade com valores de 0,30-0,50 m/s fora da estrutura para o largo, onde foram registrados os valores máximos. Na zona oeste da área onde a estrutura portuária induz o efeito de proteção às ondas e às correntes, as velocidades apresentaram valores entre 0,06 e 0,20 m/s.

Ainda segundo o autor as direções da corrente parecem seguir a batimetria, com direções entre 290-320° onde não é presente a influência do Terminal Portuário, enquanto na área de acesso ao mesmo, as direções são afetadas pelo efeito da difração ocasionada pela estrutura portuária e apresentam-se desviadas, com direções entre 90° e 180°.

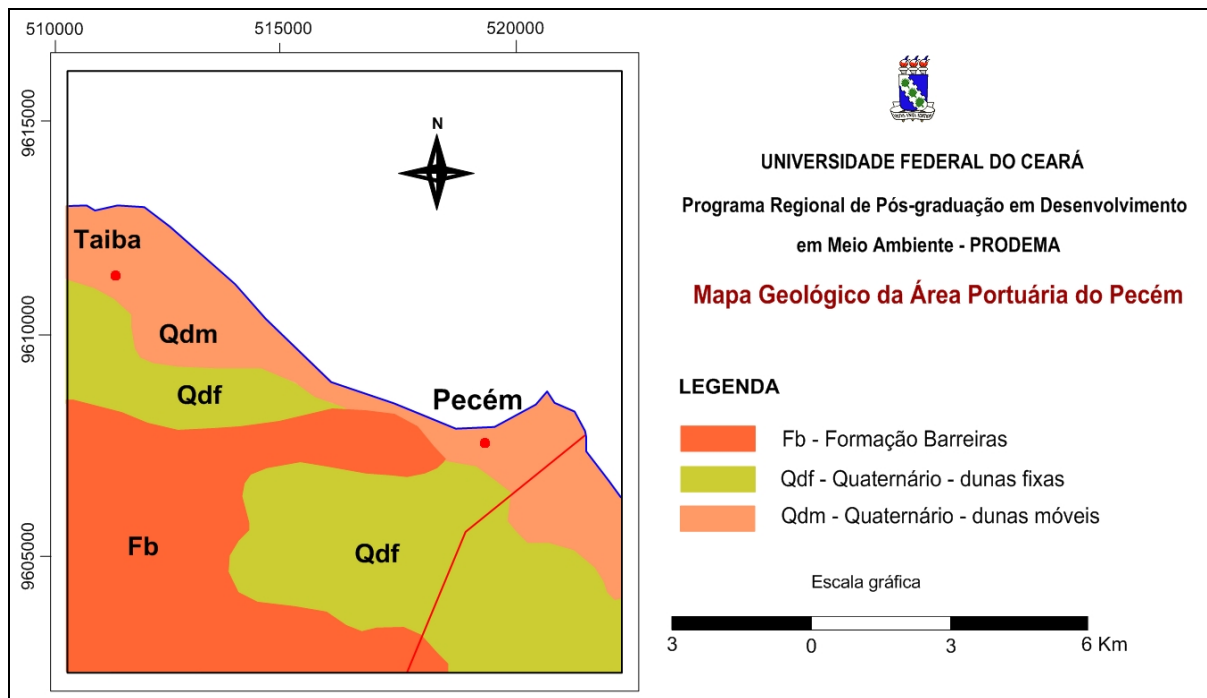
As variações das correntes com a profundidade mostraram que as velocidades diminuem com o aumento da profundidade chegando a valores de até 0,04 m/s para profundidades maiores de 12 m. As direções sofrem um leve desvio para esquerda com o aumento da profundidade, mas em média sempre são incluídas no intervalo SW-N.

3.5 Caracterização geológica/geomorfológica

A geomorfologia da área estudada deriva da ação convergente de fatores litológicos, paleoclimáticos, eustáticos e morfodinâmicos. De modo predominante a área encerra um elevado grau de instabilidade. Isso se manifesta pela predominância dos processos erosivos sobre as alterações e acréscimos de materiais superficiais. A planície litorânea é formada por sedimentos Quaternários que repousam, discordantemente sobre a Formação Barreiras, como pode ser

observado na figura 3. As feições morfológicas que a integram são muito variadas, incluindo-se as faixas praias, os campos de dunas, as planícies flúvio-marinhas, as planícies de marés, as planícies lacustres e falésias. A maioria das feições do modelado resulta de processos de acumulação. Esses processos são condicionados por agentes marinhos, eólicos, fluviais e mistos (PITOMBEIRA, 2005).

Figura 3 – Mapa geológico da área do Terminal Portuário do Pecém.



Fonte: Universidade Federal do Ceará (2013).

Ainda segundo o mesmo autor a praia do Pecém apresenta uma feição fisiográfica notável, a Ponta do Pecém, na parte limítrofe com o município de Caucaia, constituída por rochas do embasamento cristalino (quartzitos e gnaisses) e rochas sedimentares (rochas de praia). Esta feição geomorfológica tipo promontório atua no sentido de direcionar o ataque das ondas a linha de costa como também a deriva litorânea dos sedimentos. As rochas de praia se desenvolvem sobre rochas do embasamento que afloram na praia, ou imediatamente ao lado deles, adentrando no mar. De um modo genérico, a área em análise, demonstra a ocorrência da praia propriamente dita e da alta praia, além da ocorrência eventual de rochas de praia e plataformas de abrasão. A praia (estirâncio) fica situada na porção de terras submetidas às amplitudes de marés, ou seja, entre a mais alta e a mais baixa maré de forma que os sedimentos arenosos que recobrem a faixa praias são

continuamente lavados. Com maior aderência dos grãos de areia, a mobilização dos sedimentos por processos eólicos fica inviabilizada. Em direção ao continente há o desenvolvimento da alta praia, constituída por uma faixa de terras de contorno pouco sinuoso abrigada das águas marinhas cuja superfície frontal voltada para o mar tem declive nítido. Daí até a base do campo de dunas os aclives são suaves.

3.6 Caracterização morfodinâmica

A ponta do Pecém se destaca como sendo a região em que as curvas batimétricas de 15 a 18 metros mais se aproximam da linha de costa, com distâncias da ordem de 2 km, um dos motivos pela qual foi escolhida para implantação do terminal Portuário do Pecém não necessitando, portanto, de dragagem para atingir profundidades adequadas para navios de grande calado (VIEIRA; PITOMBEIRA; SOUZA, 2007).

A combinação de parâmetros físicos constituídos pelas correntes marítimas, ondas incidentes e movimento das marés, bem como a incidência dos ventos, provocam ações oceânicas capazes de definir um processo contínuo de transporte longitudinal de sedimentos de leste para oeste ao longo da linha de costa, estabelecendo a evolução e transformação desta região costeira. A turbulência e a corrente gerada pela ação das ondas resultam na mistura e suspensão de sedimento que são transportados ao longo da linha de costa pelas correntes de marés e pelas marés altas e baixas.

De acordo com Pitombeira (2005) a dinâmica costeira da praia do Pecém é influenciada por diversos fatores responsáveis pelas modificações em seus perfis, que ora engordam, ora emagrecem, destacando-se, dentre eles: 1.o regime de ondas (*sea* ou *swell*) atuante; 2. o processo de ocupação das dunas, responsável por uma parcela na falta de alimentação da praia por sedimentos e o seu conseqüente recuo; 3. a construção do quebra-mar *off shore* para implantação do Terminal Portuário do Pecém responsável pelo aparecimento de uma zona de sombra ocasionando um depósito de sedimentos na zona de sombra e o conseqüentes avanço das isóbatas na área.

Magini *et al.* (2011) identificaram alterações na sedimentação costeira na praia do Pecém quantificadas através de perfis de praia realizados entre os anos de 2005 e 2009. Essas alterações se refletiram no aprisionamento de sedimentos

costeiros responsáveis pelo deslocamento da linha de costa em alguns perfis, pela diminuição da força de correntes, ventos e marés na área de praia em consequência das edificações portuárias. Ressaltam como fator positivo dessas mudanças a diminuição da erosão das ondas na praia, anteriormente sujeita a um forte processo erosivo, e como fator negativo o soterramento de algumas propriedades a oeste da vila do Pecém.

4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho levou em consideração, inicialmente, o conhecimento científico já construído sobre o assunto e disponibilizado na literatura. Foram também utilizados dados primários de natureza quantitativa, analisados através de métodos de estatística descritiva, bem como dados qualitativos. Além disso, foram consideradas as observações de campo realizadas pelo autor, o que permitiu uma maior segurança na análise e interpretação dos resultados. Os métodos e técnicas adotados são descritos a seguir.

4.1 Levantamento bibliográfico

Os levantamentos bibliográficos constaram de pesquisas realizadas em livros, revistas e artigos especializados e periódicos e foram realizados em bibliotecas de instituições de ensino e órgãos federais, estaduais e municipais e através da rede de comunicação internet.

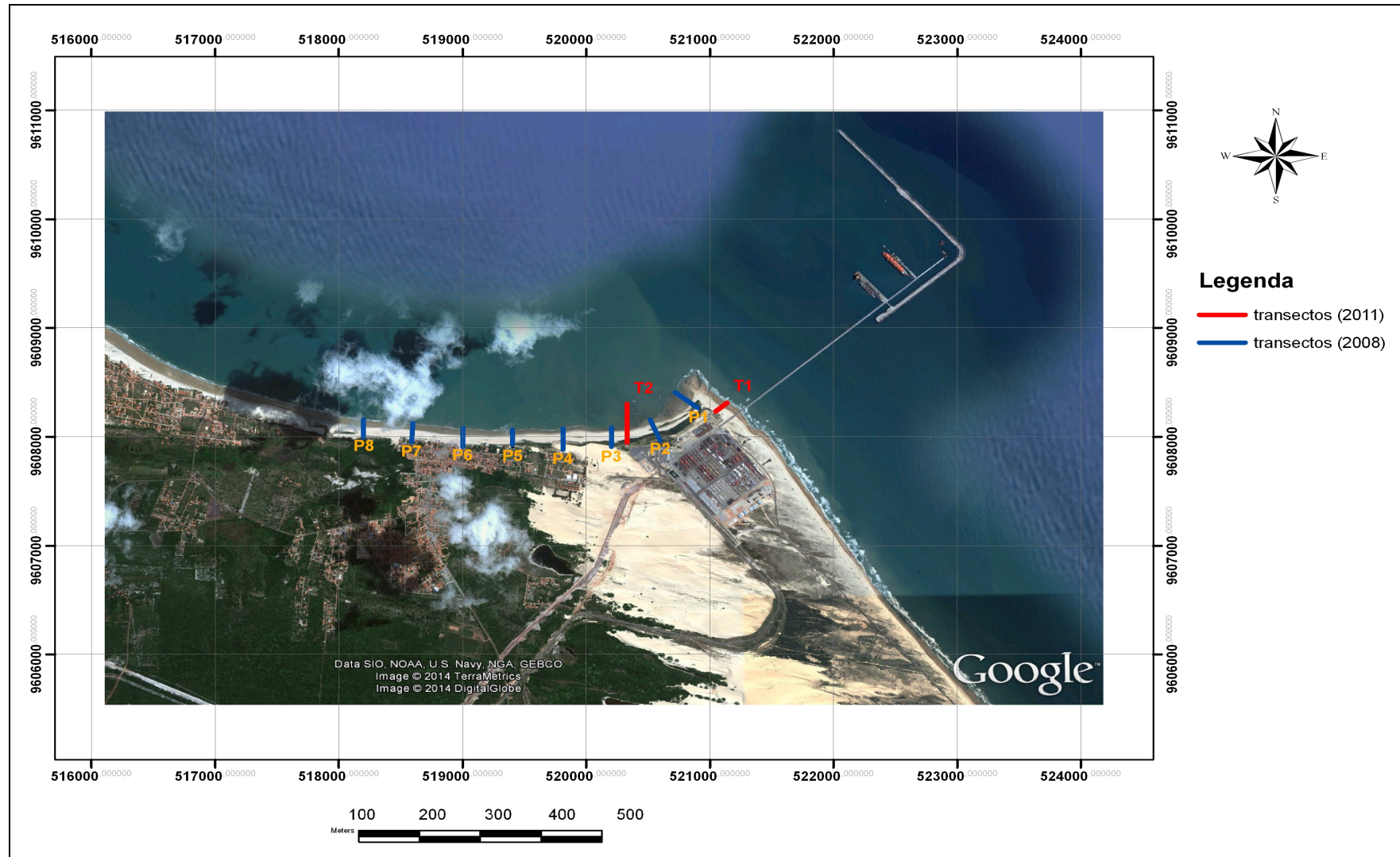
4.2 Procedimentos de amostragem

4.2.1 Sedimentologia

4.2.1.1 Amostragens de campo

As amostras de sedimentos foram coletadas em pontos localizados a oeste do Terminal Portuário do Pecém, durante o mês de janeiro de 2011 ao longo de dois transectos, de onde foram coletadas 5 amostras, perfazendo um total de 10 amostras. Os dados de 2001 foram disponibilizados pela CEARÁPORTOS e são resultantes de amostragens realizadas trimestralmente durante o ano de 2008 ao longo de 8 transectos perpendiculares a linha de costa, de onde foram coletadas 3 amostras, perfazendo um total de 24 amostras. Todos os transectos foram georeferenciados conforme representado na figura 4 e tabela 2.

Figura 4 – Mapa dos locais de coleta das amostras sedimentológicas na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante /CE nos anos de 2008 e 2011.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 2 – Pontos georeferenciados dos locais de coleta das amostras sedimentológicas na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante /CE nos anos de 2008 e 2011.

ANO 2008		COORDENADAS	
Transectos	N	E	
P1	9.608.263	520.909	
P2	9.607.970	520.599	
P3	9.607.902	520.204	
P4	9.607.881	519.807	
P5	9.607.875	519.403	
P6	9.607.909	519.002	
P7	9.607.946	518.597	
P8	9.608.001	518.202	
ANO 2011		COORDENADAS	
Transectos	N	E	
T1 (início)	9.608.250	521.051	
T1 (fim)	9.608.310	521.142	
T2 (início)	9.607.952	520.327	
T2 (fim)	9.608.310	520.327	

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2.1.2 Procedimentos em laboratório

A análise textural dos sedimentos baseou-se nos métodos clássicos para trabalhos de sedimentologia. Inicialmente as amostras foram levadas à estufa para secar a uma temperatura de 60°C de forma a não sofrerem nenhuma modificação quanto aos componentes finos e orgânicos que pudessem existir. Quando secas foram quarteadas para homogeneização e, posteriormente, coletadas sub-amostras para as análises granulométricas, definição do grau de esfericidade, grau de arredondamento e textura superficial.

As amostras para análise textural foram obtidas de alíquotas de 100 gramas para o peneiramento úmido com peneiras de 0,062µm e 2mm, determinando-se as frações cascalho, areia e lama. A fração grossa (cascalho e areia) foi peneirada mecanicamente em um peneirador Granutest com peneiras variando de ¼ de Ø.

4.2.1.3 Tratamento estatístico dos dados

O cálculo dos parâmetros estatísticos, representados pela mediana (Md), média (Mz), selecionamento (Si), assimetria (SKi) e curtose (Kg) foi realizado

segundo as fórmulas clássicas de Folk e Ward (1957) e a classificação segundo Shepard, utilizando-se o software ANASED – Análise Sedimentológica (LIMA *et al.*, 2001) desenvolvido com o apoio do Laboratório de Geologia Marinha da Universidade Federal do Ceará (LGMA/UFC).

4.2.2 Amostragens da macrofauna

4.2.2.1 Amostragens quantitativas

As coletas e observações dos organismos bentônicos foram realizadas por um período de 6 anos (2006 a 2011) na faixa entremarés a oeste do Terminal Portuário do Pecém, durante as marés baixa de sizígia, em substratos consolidados e inconsolidados (Figura 5). A localização da área de coleta levou em consideração o sentido leste-oeste das correntes na região, o que facilita a dispersão dos organismos aquáticos, através do transporte de ovos e larvas.

Foram utilizados métodos de amostragens quantitativos e qualitativos conforme descrito a seguir.

4.2.2.1.1 Substrato consolidado

Para o substrato consolidado (Figura 6) foram realizadas coletas mensais utilizando o método de amostragem por estimativa visual, utilizando-se *quadrats* (quadrados de PVC de 100cm²), sendo efetuadas 5 amostragens aleatórias mensais, em 4 pontos de coleta, perfazendo 20 amostragens mensais. Durante o período estudado foram realizadas 1.440 amostragens. As zonas de amostragem se distribuíram em áreas localizadas entre as seguintes coordenadas geográficas (UTM): área 1: 9.608.314/5.203.580; área 2: 9.608.590/5.208.480; área 3: 9.608.528/5.209.010 e área 4: 9.608.278/5.210.870. Para cada área delimitada através do lançamento do *quadrat* calculava-se visualmente o percentual de cobertura das espécies. Após esse procedimento, realizava-se, quando necessário, a coleta de exemplares através da raspagem do substrato com a utilização de espátulas, os quais eram acondicionados em sacos plásticos e encaminhados ao laboratório.

4.2.2.1.2 Substrato inconsolidado

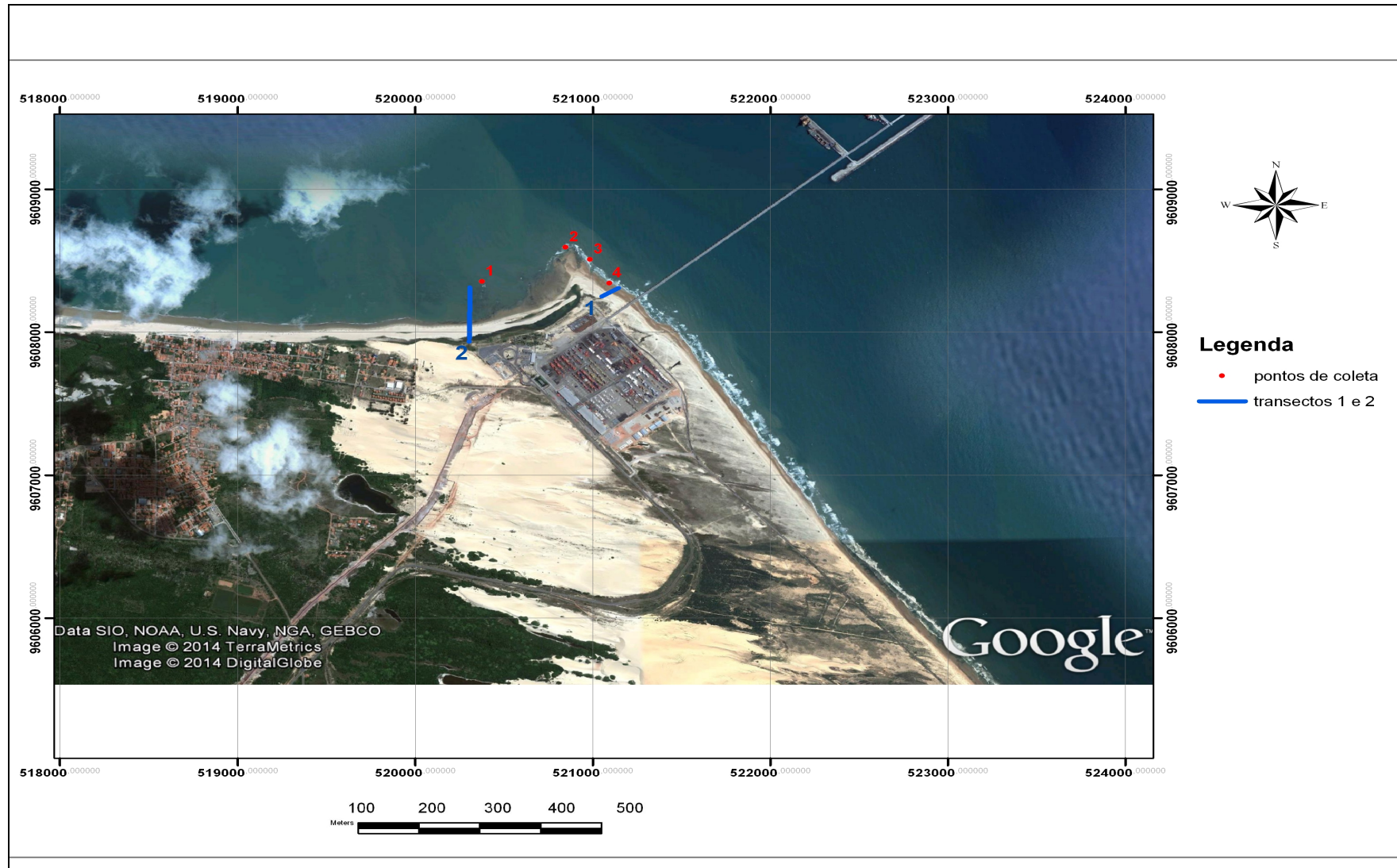
Para o substrato inconsolidado os pontos de coletas foram distribuídos em torno de dois transectos perpendiculares à linha de praia com distância de 1 km entre eles. O primeiro (T1) localizado a oeste do píer do Terminal Portuário do Pecém, com 150m de comprimento com as seguintes coordenadas geográficas (UTM): início: 0521051/9608250 e fim: 0521142/9608310. O segundo transecto (T2) localizado também a oeste do píer, com 300m de comprimento apresentando as seguintes coordenadas geográficas (UTM): início: 0520323/9607952 e fim: 0520327/9608310 (Figuras 7 e 8).

Em cada transecto foram recolhidas 15 amostras de sedimento em pontos distribuídos nas três regiões entremarés: mesolitoral superior (5), mesolitoral médio (5) e mesolitoral inferior (5), totalizando a cada coleta, 30 amostras do substrato inconsolidado utilizando o *core* (amostrador de PVC de 15 cm de altura por 15 cm de diâmetro). Durante o período estudado foram coletadas 1.950 amostras. O sedimento foi peneirado em malha de 0,5 mm de abertura ainda no campo para separação do macrozoobentos, acondicionado em sacos plásticos etiquetados e encaminhado ao laboratório.

4.2.2.2 Amostragens qualitativas

Por ocasião das amostragens quantitativas foram também realizadas coletas qualitativas de organismos nesses dois ambientes praias. Essas coletas tiveram por objetivo a identificação de espécies que dificilmente são obtidas através de amostradores, como forma de fornecerem dados mais representativos sobre a composição da macrofauna bentônica local.

Figura 5 – Mapa dos locais de coleta dos organismos bentônicos na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante /CE.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 6 – Subtrato consolidado constituído por rochas de praia na área do Terminal Portuário do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE.



Fonte: Matthews-Cascon (2009b).

Figura 7 – Subtrato inconsolidado constituído por sedimentos arenosos na área do Terminal Portuário do Pecém (Transecto 1), município de São Gonçalo do Amarante/CE.



Fonte: Matthews-Cascon (2011).

Figura 8 – Substrato inconsolidado constituído por sedimentos arenosos na área do Terminal Portuário do Pecém (Transecto 2), município de São Gonçalo do Amarante/CE.



Fonte: Matthews-Cascon (2011).

4.2.2.3 Procedimentos em laboratório

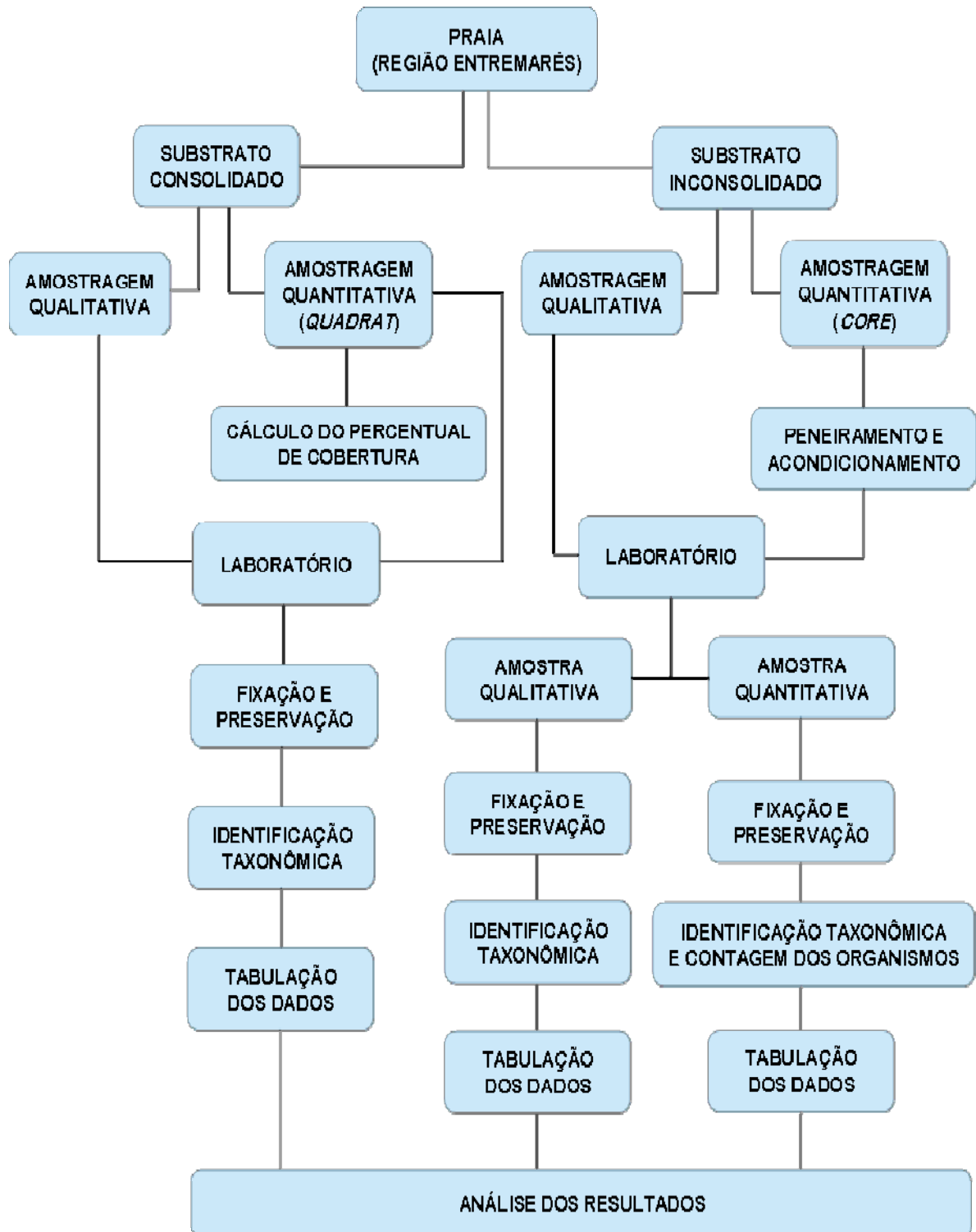
Os exemplares coletados nos diferentes substratos foram transportados para o Laboratório de Invertebrados Marinhos do Ceará (LIMCE) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Todos os exemplares coletados foram corados com Rosa de Bengala, sendo as espécies fixadas em solução de formol salino a 10%, por 48 horas, e em seguida transferidas para álcool etílico a 70%. Após 24 horas as amostras obtidas no substrato inconsolidado foram triadas sob microscópio estereoscópico, com contagem e separação dos organismos.

Os organismos foram identificados até o menor nível taxonômico possível, com o auxílio de literatura especializada, baseada especialmente nos trabalhos de Coan, Scott e Bernard (2000); Daly *et al.* (2007); Martin e Davis (2001); Ponder e Lindberg (2008) e Rios (2009).

A figura 9 apresenta o fluxograma das etapas do trabalho de coleta e identificação da macrofauna em campo e em laboratório, como forma de facilitar a

compreensão do processo metodológico utilizado. As figuras 10 e 11 detalham os equipamentos utilizados para amostragens da macrofauna bentônica.

Figura 9 – Fluxograma dos trabalhos de coleta e identificação da macrofauna.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 10 – Equipamento (*quadrat*) utilizado para amostragem da macrofauna bentônica de substrato consolidado.



Fonte: Universidade Federal do Ceará (2013).

Figura 11 – Equipamento (*core*) utilizado para amostragem da macrofauna bentônica de substrato inconsolidado.



Fonte: Matthews-Cascon (2009b).

4.2.2.4 Tratamento estatístico dos dados

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o *software* aplicativo *Statistical Package for the Social Sciences* - pacote estatístico para as ciências sociais - (SPSS versão 13) conforme Bisquerra, Martinez e Sarriera (2004). Foram analisados dados provenientes de amostragens realizadas em 2008 e 2011, uma vez que nesses anos foram realizadas observações e coletas em todos os meses, de forma ininterrupta, o que proporcionou uma maior segurança na obtenção dos resultados.

O teste de hipótese utilizado para comparação entre as médias das amostras observadas (no substrato consolidado) e coletadas (no substrato inconsolidado) nos anos de 2008 e 2011 foi o teste paramétrico 't' de *Student* para dados não pareados, adotando-se o nível de significância de 5%.

As hipóteses adotadas foram:

- Hipótese nula $H_0: \mu_{2008} = \mu_{2011}$
- Hipótese alternativa $H_a: \mu_{2008} \neq \mu_{2011}$

Para verificação do comportamento populacional considerando variações na periodicidade de coleta das amostras durante os anos de 2008 e 2011 foi utilizada a análise de variância (ANOVA) tendo como variáveis analisadas o percentual observado de cobertura das espécies (no substrato consolidado) e o número médio de espécies coletadas (no substrato inconsolidado) com periodicidade mensal, bimestral e trimestral.

Na análise dos dados bimestrais foram considerados os meses de março, abril, setembro e outubro e na análise dos dados trimestrais os meses de março, abril, maio, setembro, outubro e novembro. Para a escolha desses meses foram levados em consideração os períodos chuvosos e de estiagem no estado do Ceará, que correspondem, ao primeiro e segundo semestre do ano, respectivamente. Foram adotadas as seguintes hipóteses:

- Hipótese nula $H_0: \mu_{mensal} = \mu_{bimestral} = \mu_{trimestral}$
- Hipótese alternativa $H_a: \mu_{mensal} \neq \mu_{bimestral} \neq \mu_{trimestral}$

4.2.3 Classificação das espécies introduzidas

A classificação das espécies introduzidas foi realizada de acordo com os critérios adotados por Lopes e Villac (2009) da seguinte forma:

Categorias Genéricas

Exótica: espécie registrada fora de sua área natural de distribuição.

Nativa: espécie que vive em sua região de origem (em contraste a espécie exótica).

Criptogênica: espécie de origem biogeográfica desconhecida ou incerta - este termo deve ser empregado quando não existe uma evidência clara de que a espécie seja nativa ou exótica (CARLTON, 1996).

Categorias específicas para espécies exóticas

Contida: quando a presença da espécie exótica foi detectada apenas em ambientes artificiais controlados, isolados total ou parcialmente do ambiente natural (aquário comercial, cultivo para fins científicos, tanque de água de lastro de navios, etc.).

Detectada em ambiente natural: quando a presença da espécie exótica foi detectada no ambiente natural, porém sem aumento posterior de sua abundância e/ou de sua dispersão (considerando o horizonte de tempo das pesquisas ou levantamentos a respeito); ou, alternativamente, sem que tenham sido encontradas informações subsequentes sobre a situação populacional da espécie (registro isolado);

Estabelecida: quando a espécie introduzida foi detectada de forma recorrente, com ciclo de vida completo na natureza e indícios de aumento populacional ao longo do tempo em uma região restrita ou ampla, porém sem apresentar impactos ecológicos ou socioeconômicos aparentes;

Invasora: quando a espécie estabelecida possui abundância ou dispersão geográfica que interferem na capacidade de sobrevivência de outras espécies em uma ampla região geográfica ou mesmo em uma área específica, ou quando a espécie estabelecida causa impactos mensuráveis em atividades socioeconômicas ou na saúde humana.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do estudo estão organizados em tópicos e são apresentados de acordo com os diferentes levantamentos e análises realizadas como forma de facilitar o entendimento dos diversos aspectos abordados na pesquisa.

5.1 Sedimentologia

Com relação à caracterização sedimentológica a área de estudo esteve representada, no ano de 2008, de acordo com a tabela 3, por sedimentos de textura variando de Areia Muito Fina (8,33%), Areia Fina (54,16%), Areia Média (29,17%) e Areia Grossa (8,33%), com grau de seleção variando de Muito bem selecionado (8,33%) a Pobremente selecionado (16,67%), porém a maioria das amostras são Bem selecionadas (29,17%) ou Moderadamente selecionadas (45,83%).

Quanto ao achatamento das curvas, Curtosis, as amostras indicam que os sedimentos da área variam de platicúrtica (29,17%), mesocúrtica (50%) a leptocúrtica (20,83%), mostrando que existe uma boa variação das classes texturais nas amostras.

A assimetria variou de assimetria negativa (50%), que representa uma tendência para sedimentos mais grosseiros, a assimetria positiva (20,83%) que representa uma tendência para sedimentos mais finos. 29,17% das amostras foram consideradas simétricas.

Para o ano de 2011 a área de estudo esteve representada, de acordo com a tabela 4, por sedimentos variando de textura de Areia Fina (40%), Areia Média (30%), Areia Grossa (20%) e Areia Muito Grossa (10%), com grau de seleção variando de Bem selecionado (10%) a Pobremente selecionado (40%), porém a maioria das amostras tinha grau de seleção moderado (60%).

Quanto ao achatamento das curvas, Curtosis, as amostras mostram que os sedimentos da área variam de platicúrtica (40%), mesocúrtica (30%) a leptocúrtica (30%), mostrando que existe uma boa variação das classes texturais nas amostras.

A assimetria variou de assimetria negativa (40%) que representa uma tendência para sedimentos mais grosseiros a assimetria positiva (40%) que

representa uma tendência para sedimentos mais finos enquanto 20% das amostras foram consideradas simétricas.

Realizando uma análise em termos comparativos dos resultados desses parâmetros nos dois anos estudados verificou-se, que com relação à textura houve uma predominância de sedimentos de textura Areia Fina e Areia Média nos dois períodos de amostragem. Observou-se um empobrecimento no selecionamento dos grãos para o ano de 2011 quando comparado ao ano 2008 e 2011, bem como uma diminuição da granulometria nesse espaço de tempo, evidenciada pela diminuição do número de amostras com assimetria negativa e o aumento de amostras com assimetria positiva. Com relação à Curtose observou-se em 2008 uma concentração de amostras de curvas mesocúrticas (50%) e em 2011 os sedimentos coletados estava bem mais distribuídos nos tipos de curva e a que apresentou maior número de amostra foi a Platicúrtica (40%). De um modo geral os dados indicam uma variação de energia na área, característica de zona costeira.

Com base nesses resultados, verificou-se que não houve diferenças significativas com relação às características sedimentológicas da área. As pequenas variações percebidas nos resultados das análises devem-se, provavelmente, as localizações diferenciadas dos pontos de coleta e a dinâmica ambiental da área.

Magalhães e Maia (2003) encontraram resultados semelhantes com relação à sedimentologia em praias dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, incluindo a praia do Pecém e verificaram que a semelhança entre o material sedimentológico constituinte dessas praias indica uma única fonte de sedimentos para as mesmas. Constataram ainda um processo erosivo em toda a área estudada como consequência do aprisionamento de sedimentos nos espigões ao longo da costa de Fortaleza o que modificou o balanço sedimentar e aumentou cada vez mais o déficit de sedimentos nessas praias.

Tabela 3 – Análise sedimentológica de amostras coletadas na Praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE no ano de 2008.

AMOSTRAS	MÉDIA	GRAU DE SELEÇÃO	CURTOSE	ASSIMETRIA	CLASSF. SHEPARD
P1	Areia Media	Bem Selecionada	Mesocurtica	Positiva	Areia
P1	Areia Grossa	Mod. Selecionada	Mesocurtica	Positiva	Indefinido
P1	Areia Media	Bem Selecionada	Mesocurtica	Positiva	Areia
P2	Areia Fina	Bem Selecionada	Mesocurtica	Aproximadamente Simetrica	Areia
P2	Areia Fina	Bem Selecionada	Mesocurtica	Negativa	Areia
P2	Areia Fina	Bem Selecionada	Mesocurtica	Aproximadamente Simetrica	Areia
P3	Areia Fina	Mod. Selecionada	Mesocurtica	Negativa	Areia
P3	Areia Fina	Mod. Selecionada	Leptocurtica	Negativa	Areia
P3	Areia Muito Fina	Muito Bem Selecionada	Mesocurtica	Muito Negativa	Areia
P4	Areia Media	Mod. Selecionada	Mesocurtica	Positiva	Areia
P4	Areia Fina	Mod. Selecionada	Leptocurtica	Negativa	Areia
P4	Areia Media	Pobremente Selecionada	Platicurtica	Negativa	Indefinido
P5	Areia Muito Fina	Muito Bem Selecionada	Platicurtica	Aproximadamente Simetrica	Areia
P5	Areia Fina	Mod. Selecionada	Leptocurtica	Muito Negativa	Areia
P5	Areia Grossa	Pobremente Selecionada	Platicurtica	Aproximadamente Simetrica	Indefinido
P6	Areia Media	Mod. Selecionada	Platicurtica	Aproximadamente Simetrica	Areia
P6	Areia Fina	Mod. Selecionada	Mesocurtica	Negativa	Areia
P6	Areia Fina	Mod. Selecionada	Platicurtica	Muito Negativa	Areia
P7	Areia Fina	Moderadamente Selecionada	Mesocurtica	Aproximadamente Simetrica	
P7	Areia Fina	Bem Selecionada	Leptocurtica	Negativa	Areia
P7	Areia Media	Pobremente Selecionada	Platicurtica	Positiva	Indefinido
P8	Areia Fina	Mod. Selecionada	Mesocurtica	Aproximadamente Simetrica	Areia
P8	Areia Fina	Bem Selecionada	Leptocurtica	Negativa	Indefinido
P8	Areia Media	Pobremente Selecionada	Platicurtica	Muito Negativa	Indefinido

Fonte: CEARÁPORTOS (2013).

Tabela 4 – Análise sedimentológica de amostras coletadas na Praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE no ano de 2011.

AMOSTRAS	MÉDIA	GRAU DE SELEÇÃO	CURTOSE	ASSIMETRIA	CLASS. SHEPPARD
T1 - 1	Areia Fina	Moderadamente Selecionado	Mesocurtica	Negativa	Areia
T1 - 2	Areia Média	Pobrememente Selecionado	Platicurtica	Simétrica	Areia
T1 - 3	Areia Média	Pobrememente Selecionado	Leptocurtica	Muito Negativa	Areia
T1 - 4	Areia Média	Moderadamente Selecionado	Platicurtica	Negativa	Areia
T 1 -5	Areia Fina	Moderadamente Selecionado	Muito Leptocurtica	Negativa	Areia
T2 - 1	Areia Fina	Moderadamente Selecionado	Leptocurtica	Negativa	Areia
T2 - 2	Areia Fina	Bem Selecionado	Platicúrtica	Positiva	Areia
T2 - 3	Areia Grossa	Pobrememente Selecionado	Platicúrtica	Muito Positiva	Areia
T2 - 4	Areia Grossa	Moderadamente Selecionado	Leptocúrtica	Muito Positiva	Areia
T2 - 5	Areia Muito Grossa	Pobrememente Selecionado	Mesocúrtica	Simétrica	Areia Cascalhosa

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 Macrofauna

No que se refere à macrofauna foram identificados 70 táxons pertencentes a 7 grupos taxonômicos: Porifera, Cnidaria, Mollusca, Annelida (Polychaeta), Arthropoda (Crustacea), Echinodermata e Chordata. A diversidade taxonômica dos organismos coletados durante o período de estudo está representada na lista 1, anexo A. De um modo geral a composição da macrofauna bentônica identificada não difere significativamente dos táxons identificados por Rocha-Barreira, Monteiro, Franklin Júnior (2001) e por Matthews-Cascon e Lotufo (2006) para a região entre-marés de diversas praias do litoral cearense.

5.2.1 Identificação e classificação das espécies introduzidas

Com relação às espécies introduzidas foram identificadas 5 espécies na área em estudo: os moluscos bivalves *Isognomon bicolor* (Figura 12), *Donax gemmula* (Figura 13) e *Heterodonax bimaculatus* (Figura 14), o poliqueta

Phragmatopoma caudata (Figuras 15 e 16) e o crustáceo decápode *Charybdis hellerii* (Figura 17), descritas a seguir.

5.2.1.1 *Isognomon bicolor*

Filo *Mollusca*
Classe *Bivalvia*
Ordem *Pterioidea*
Família *Isognomonidae*
Isognomon bicolor (Adams, 1845)

Figura 12 - Exemplar de *Isognomon bicolor* coletado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE.



Fonte: Matthews-Cascon (2011).

Características morfológicas: Concha com altura maior que o comprimento (72 x 76mm), fracamente inflada, obliquamente subquadrada nos espécimes mais regulares. Contorno muito variável, indo do ovóide ao espatulado, passando pelo mitiliforme, e alongando-se acentuadamente na região ventro-posterior em espécimes vivendo em grandes adensamentos, fendas ou cavidades. Margem dorsal reta, com umbos na extremidade anterior formando rostro anguloso; margem anterior da região rostral geralmente mais côncava na valva direita, na

altura do entalhe bissal; margem ventral arredondada, podendo prolongar-se fortemente, e com maior frequência, em direção posterior. Valva esquerda ligeiramente mais convexa que a direita; plano de comissura ondulado. Coloração variando do castanho enegrecido, levemente avermelhado, até tons de creme-amarelado ou levemente esverdeado, esmaecendo em direção aos umbos em função do desgaste da concha (DOMANESCHI; MARTINS, 2002; RIOS, 2009).

Origem: Espécie originária do Caribe (DOMANESCHI; MARTINS, 2002).

Distribuição: Contínua para as Américas. Bermudas; EUA: Flórida e Texas; Bahamas; México; Cuba; Jamaica; Porto Rico; Costa Rica; Ilhas Virgens, Ilhas Caiman; Saint Thomas; San Andrés; Martinica; Trindade; Panamá; Pequenas Antilhas; Colômbia, Santa Marta; Venezuela, Ilha Margarida; Brasil (MARTINS, 2000; HUBER, 2013).

Habitat: Poças de maré no supralitoral até sete metros de profundidade no infralitoral. Costões amplos no mesolitoral, banhados por ondas de baixo impacto e correndo subparalelas à superfície da rocha apresentam indivíduos densamente agregados, formando faixa distinta. Presente em número reduzido no interior de depressões, fendas, ou cavidades abandonadas por animais do mesolitoral, na face protegida de rochas e de costões sujeitos a fortes ondas (DOMANESCHI; MARTINS, 2002).

Comentários: *Isognomon bicolor* foi introduzido no Brasil de forma não intencional, sendo primeiramente registrada no ano de 1994 no litoral de São Sebastião no estado de São Paulo. Acredita-se que sua invasão se deu através da água de lastro de navios e sua dispersão tenha sido acentuada pela atividade de aquicultura e dinâmica das correntes marinhas. Por seu potencial invasor e alto poder de dispersão a espécie vem causando danos nas comunidades incrustantes nativas. Fernandes, Rapganã e Bueno (2004) observaram uma diminuição significativa das populações do bivalve comestível *Perna perna* em Arraial do Cabo no estado do Rio de Janeiro.

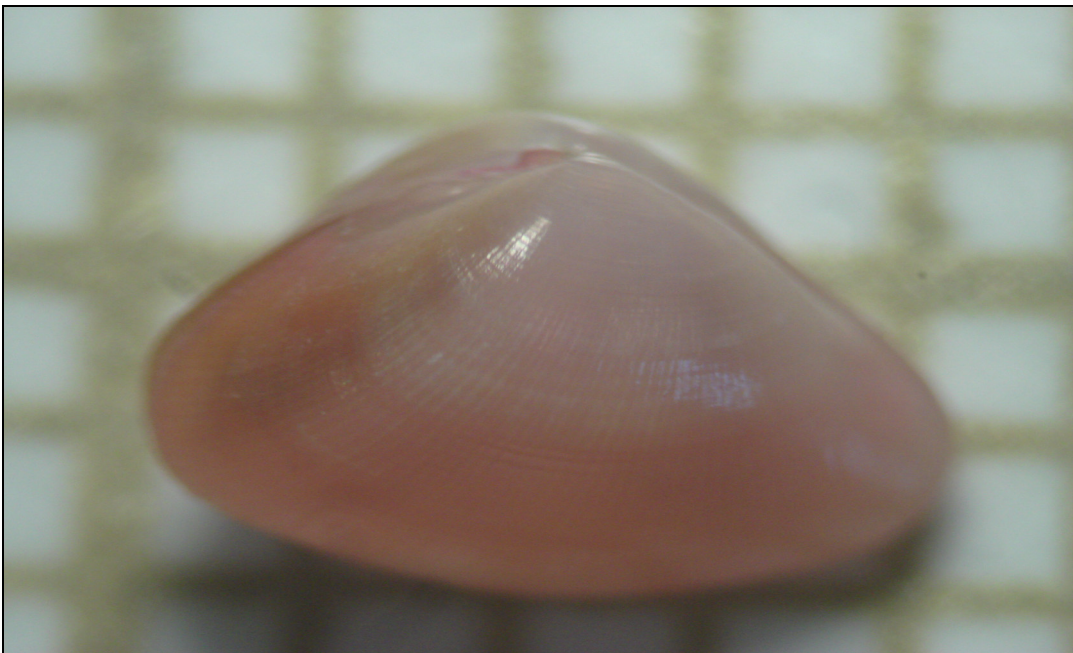
A grande incidência de *Isognomon bicolor* no Brasil pode causar danos às atividades marítimas, por se incrustar numerosamente em cascos de navios, danificando-os. Nas plataformas de petróleo a incrustação estimula a corrosão e em instalações flutuantes e bóias de navegação, aumenta o peso e reduz a flutuabilidade.

Na praia do Pecém, no período de 2006 a 2011 a espécie foi coletada esporadicamente e em pequena quantidade em substratos consolidados. Bezerra (2010), no entanto, estudando a malacofauna em pilares dos terminais portuários do Ceará refere à existência de uma população de *Isognomon bicolor* bem estabelecida nos pilares do Terminal Portuário do Pecém.

5.2.1.2 *Donax gemmula*

Filo *Mollusca*
 Classe *Bivalvia*
 Ordem *Veneroida*
 Família *Donacidae*
Donax gemmula Morrison, 1971.

Figura 13 - Exemplar de *Donax gemmula* coletado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE.



Fonte: Universidade Federal do Ceará ([200-?]).

Características morfológicas: Concha triangular, subglobosa e inequilateral (6,5 x 4,8mm); Valvas finas com brilho vítreo, coloração bastante esbranquiçada ou acinzentada; Ornamentação externa da valva constituídas por linhas radiais baixas, igualmente espaçadas (PASSOS; DOMANESCHI, 2004; RIOS, 2009).

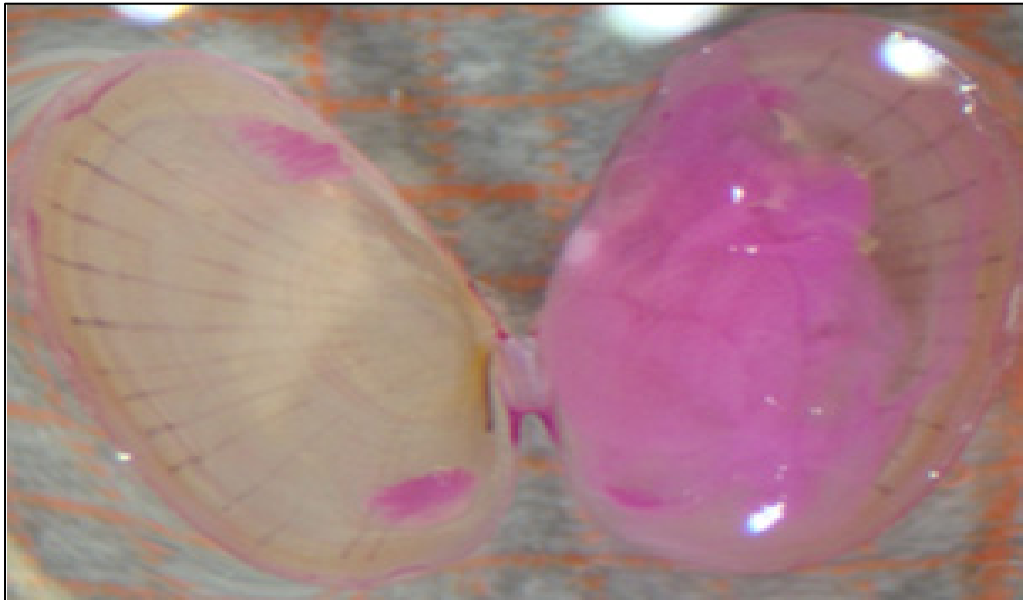
Distribuição: Costa sudeste e sul do Brasil até o Uruguai (PASSOS e DOMANESCHI, 2004).

Comentários: De acordo com o levantamento bibliográfico realizado por Passos e Domaneschi (2004) para a costa oeste das Américas são conhecidas 17 espécies de *Donax* e para a costa leste dez. Destas últimas, *D. denticulatus*, *D. striatus*, *D. gemmula*, *D. hanleyanus* e *D. vellicatus* ocorrem no Brasil. *Donax gemmula* é endêmica no Atlântico Sul ocorrendo desde o Estado do Espírito Santo, no Brasil, até o Uruguai, sendo pouco freqüente no litoral deste último. Apresenta adaptações morfológicas que permitem uma escavação rápida, vital em praias sujeitas a intensa ação das ondas, locais onde habita. A espécie tem hábito alimentar suspensívoro seletivo. Na praia do Pecém o aparecimento da espécie foi registrado somente a partir do ano de 2010.

5.2.1.3 *Heterodonax bimaculatus*

Filo *Mollusca*
 Classe *Bivalvia*
 Ordem *Veneroida*
 Família *Psammobiidae*
Heterodonax bimaculatus (Linnaeus, 1758).

Figura 14 - Exemplar de *Heterodonax bimaculatus* coletado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE.



Fonte: Matthews-Cascon (2009a).

Características morfológicas: Concha ovalada (15 x 10mm) com ornamentação pouco destacada, geralmente apresentando poucas estrias radiais; coloração rosada a púrpura; valvas de tamanho pequeno (RIOS, 2009).

Distribuição: Flórida, Mar do Caribe, Cuba, Porto Rico, Golfo do México, Jamaica, Colômbia, Venezuela, sudeste do Brasil (NARCHI; DOMANESCHI, 1993; HUBER, 2013).

Comentários: No Brasil, de acordo com Narchi e Domaneschi (1993), *Heterodonax bimaculatus* tem sua distribuição conhecida para o sudeste, habita substratos de areia e lama. Ocorre em águas rasas de baías desde a zona entre marés até 10 metros de profundidade não sendo uma espécie muito frequente.

Os espécimes de *Heterodonax bimaculatus* coletados na praia do Pecém foram de juvenis, desenvolvendo-se na região entre marés desde médio litoral até o infralitoral e ocorrem com relativa abundância em algumas épocas do ano. Aparentemente esta espécie consegue fazer o assentamento, mas não sobrevive por muito tempo.

5.2.1.4 *Phragmatopoma caudata*

Filo *Anellida*
Classe *Polychaeta*
Ordem *Sabellida*
Família *Sabellariidae*
Phragmatopoma caudata Krøyer in Mörch, 1863.

Figura 15 – Colônia do poliqueta *Phragmatopoma caudata* coletada na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE.



Fonte: Matthews-Cascon (2009a).

Figura 16 - Exemplar de *Phragmatopoma caudata* coletado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE.



Fonte: Universidade Federal do Ceará ([200-?]).

Características morfológicas: Organismo esguio, provido de eficientes aparelhos de movimentação da água circunjacente; penachos branquiais profusamente ciliados; páleas operculares internas expostas; tubícolas formando grandes camadas de cobertura sedimentar sobre recifes e costões rochosos. A região da cabeça do *Phragmatopoma caudata* tem vários tentáculos para captura do alimento e um par de pequenos palpos. A região torácica do corpo tem 3 ou 4 segmentos com cerdas em formato de remo. A região abdominal apresenta vários segmentos, cada um com cerdas em forma de gancho. Há um par de brânquias em cada um dos segmentos torácicos e nos segmentos abdominais frontais. A parte final do corpo é dobrada para a frente ao longo de um sulco na secção média do corpo. A espécie é pequena, alcançando 17 mm de comprimento, incluindo a região posterior afilada, embora estudos recentes tenham demonstrado que esse valor pode variar em diferentes populações ao longo da costa brasileira (AMARAL, 1987; OCCHIONI; BRASIL; ARAÚJO, 2009).

Distribuição: América do Norte, América Central e América do Sul.

Comentários: Os organismos da espécie *Phragmatopoma caudata* vivem em tubos construídos por meio de uma aglomeração de partículas de areia utilizando para isto, uma substância mucosa insolúvel na água. A parte superior do tubo é fechada por um opérculo quitinoso. São animais filtradores. Estes animais formam

agregados cimentando seus tubos uns aos outros podendo criar elevações e até formar recifes. Estes recifes formados por *Phragmatopoma caudata* servem de abrigo para diversos animais.

A bioconstrução decorrente da atividade desses poliquetas gera uma cobertura sedimentar sobre os recifes soterrando outras espécies podendo causar forte impacto na estrutura da comunidade bentônica nativa.

Na praia do Pecém, *Phragmatopoma caudata* habita porções dos recifes existentes na área impedindo o estabelecimento de outros animais incrustantes, como por exemplo, cracas, ostras ou mexilhões.

5.2.1.5 *Charybdis helleri*

Filo *Arthropoda*
 Subfilo *Crustacea*
 Classe *Malacostraca*
 Ordem *Decapoda*
 Família *Portunidae*
Charybdis helleri (Milne Edwards, 1867).

Figura 17 - Exemplar de *Charybdis helleri* coletado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE.



Fonte: Universidade Federal do Ceará ([200-?]).

Características morfológicas: Carapaça lisa; margem antero-lateral com seis dentes pontiagudos (incluindo o orbital externo). Região frontal com seis dentes:

dois orbitais internos e quatro submedianos. Quelas fortes; palma com cinco espinhos fortes na superfície dorsal. Carpo e mero dos periópodos natatórios armados com um espinho forte na porção distal da margem posterior de cada um deles; própodo com uma fileira de espínulos na margem posterior.

Distribuição: Mar Vermelho, Djibouti, Somália, África do Sul, Madagascar, Golfo Pérsico, Hong Kong, Singapura, Ceilão, Índia, China, Japão, Indonésia, Filipinas, Nova Caledônia, Austrália, Havaí, Egito e Israel. Atlântico Ocidental: Flórida, Cuba, Colômbia, Venezuela, Guiana Francesa e Brasil (DAVIE; FRANSEN; TURKAY, 2013; TAVARES; MENDONÇA JÚNIOR, 2004).

Comentários: *Charybdis hellerii* é uma espécie nativa do Indo-Pacífico, introduzida no Mar Mediterrâneo devido à abertura do Canal de Suez. Presume-se que o aparecimento dessa espécie no Ocidente deu-se através de transporte de formas larvais em água de lastro de navios oriundos do Mediterrâneo Oriental (BEZERRA; ALMEIDA, 2005).

Sua chegada ao Atlântico ocidental aconteceu na década de 80 com a intensificação do comércio marítimo entre Israel e a região do Caribe. As primeiras publicações sobre sua ocorrência no litoral do Brasil datam de 1996 (CALADO, 1996; CARQUEIJA; GOUVÊA, 1996). No ano de 2004 foram coletados exemplares desta espécie nos municípios de Icapuí e Fortim, costa leste do estado do Ceará. O material examinado proveniente da praia da Redonda, em Icapuí, constou de 1 macho (27,5 x 43,4 mm) e 1 fêmea (27,7 x 41,5 mm). O material proveniente da praia do Pontal de Maceió, em Fortim, constou de 1 macho (21,4 x 32,4 mm) e de 1 fêmea (24,0 x 38,1mm (BEZERRA; ALMEIDA, 2005).

Esta espécie possui várias características biológicas que favorecem a invasão de novas áreas, como a fase larval de 44 dias, o que permite um período mais longo de transporte nos navios, bem como o crescimento e maturação rápida, a habilidade de estocar espermas e dieta carnívora generalizada.

Existe um risco potencial de que *Charybdis hellerii* torne-se um competidor de espécies comercialmente importantes de *Callinectes*, gênero de siri bastante consumido no Brasil.

Dentre as espécies de moluscos bivalves, *Heterodonax bimaculatus* é registrado pela primeira vez para o estado do Ceará, ampliando sua distribuição na costa brasileira.

De acordo com a classificação de Lopes e Villac (2009), as espécies introduzidas na área do Terminal Portuário do Pecém foram classificadas na categoria genérica como criptogênicas (*Phragmatopoma caudata*, *Donax gemmula* e *Heterodonax bimaculatus*) e exóticas detectadas em ambiente natural (*Isognomon bicolor* e *Charybdis hellerii*). Considerando-se a situação populacional na praia do Pecém, as espécies *Charybdis hellerii* e *Isognomon bicolor* foram incluídas na categoria específica exótica detectada em ambiente natural, podendo ser consideradas espécies invasoras em potencial de acordo com Souza, Ferreira e Pereira (2009). As diferentes categorias - contida, detectada, estabelecida e invasora - representam o momento atual da situação populacional podendo ser revertidos de acordo em qualquer sentido durante o processo de dispersão. As espécies enquadradas nas categorias contida, detectada e estabelecida são consideradas como espécie invasora potencial e as espécies enquadradas na categoria invasora são consideradas como espécie invasora atual. Essa classificação em hierarquias populacionais guarda certo nível de subjetividade, sendo, entretanto importantes para fins de prevenção e controle (LOPES; VILLAC, 2009).

A introdução de espécies marinhas em diferentes localidades parece estar diretamente relacionada à presença de portos ao longo do litoral que permitem sua introdução por meio de água de lastro e de seus sedimentos, bem como pelas incrustações nos cascos de navios (CHAPMAN; CARLTON, 1991; COHEN *et al.*, 2005; HADDAD; NOGUEIRA JÚNIOR, 2006; SILVA; BARROS, 2011).

Segundo Junqueira *et al.* (2009), o escasso conhecimento das biotas regionais torna difícil o rastreamento das bioinvasões no Brasil, que requer o conhecimento da biodiversidade das regiões doadoras e receptoras, assim como a biogeografia das espécies alvo e dos possíveis vetores de transporte. Entretanto, a distribuição de espécies bentônicas confinadas a áreas portuárias revela a importância dos mecanismos humanos de introdução, como é o caso de várias espécies componentes das incrustações biológicas. Haddad e Nogueira Júnior (2006) confirmam as dificuldades em classificar essas espécies devido à falta de dados pretéritos sobre a fauna dessas regiões.

Cangussu *et al.*, (2010), consideram a baía de Paranaguá, no estado do Paraná, como a porta de entrada para espécies introduzidas por se tratar de área estuarina com a presença de porto. Nessa área, durante os últimos 20 anos foi observado um incremento significativo no número de invertebrados sésseis não nativos.

Farrapeira, Ferreira e Tenório (2010), demonstraram a eficiência dos rebocadores de navio na introdução de espécies bioincrustantes, identificando as espécies *Mytilopsis leucophaeta*, *Amphibalanus eburneus* e *Amphibalanus reticulatus* no Porto de Natal como introduzidas através do casco de um rebocador que atuava nos portos do estado de Pernambuco e foi cedido para o estado do Rio Grande do Norte.

No estado do Ceará as primeiras referências sobre as espécies marinhas introduzidas datam dos anos de 2005 e 2006, quando Bezerra e Almeida (2005) fazem o registro da espécie indo-pacífica *Charybdis hellerii* para o litoral dos municípios de Fortim e Icapuí. Os autores apontam como possível mecanismo de introdução dessa espécie no litoral oeste do Ceará a existência do porto-ilha de Areia Branca (RN), uma vez que a direção das correntes favorece o transporte de larvas para áreas limítrofes no litoral cearense. Franklin Júnior *et al.* (2005) e Mathews-Cascon e Lotufo (2006), identificaram a ocorrência do molusco bivalve *Isognomon bicolor* em algumas praias do litoral cearense. Bezerra (2010) refere à existência de uma população de *Isognomon bicolor* bem estabelecida nos pilares do Terminal Portuário do Pecém.

Miranda *et al.* (no prelo), estudando a introdução de espécies marinhas no estado do Ceará registraram a ocorrência desses organismos em 10 municípios do litoral cearense: em Fortaleza e em municípios do litoral oeste (Caucaia, São Gonçalo do Amarante, Paracuru, Paraipaba, Trairi e Camocim) e leste (Cascavel, Fortim e Icapuí). Verificaram, ainda, que o maior número de espécies ocorreu no município de São Gonçalo do Amarante quando comparado às demais localidades do litoral cearense. Matthews-Cascon *et al.* (2011), registraram pela primeira vez a presença do gastrópode *Lamellaria mopsicolor* como espécie introduzida no estado do Ceará, coletada na área do Terminal Portuário do Pecém, como resultado de experimento integrante do projeto Bentos em regiões portuárias ao longo da costa brasileira: biodiversidade, filogeografia e aspectos de bioinvasão por “*biofouling*”, através do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD) da

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Os dados resultantes dessas pesquisas são fortes indícios da influência do transporte marítimo realizado através do Terminal Portuário do Pecém no processo de introdução de novas espécies no macrozoobentos daquela região.

Comparando os resultados do presente trabalho com os realizados em outras regiões do Brasil verifica-se uma grande inferioridade numérica com relação às espécies introduzidas listadas para os estados do sul e sudeste. Tal fato parece estar relacionado, de acordo com Haddad e Nogueira Júnior (2006), com a presença dos principais portos brasileiros nessas duas regiões, bem como ao maior número de pesquisadores atuando nos grandes centros como São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná. Além disso, foi observado que muitas das espécies listadas para essas regiões foram coletadas na faixa de praia, no plâncton e no infralitoral, enquanto as listadas no presente trabalho foram coletadas exclusivamente na região entre marés. Além disso, os estudos para o estado do Ceará, iniciados na década passada com os trabalhos de Bezerra e Almeida (2005), Franklin Júnior *et al.* (2005) e Matthews-Cascon e Lotufo (2006), são recentes quando comparadas as das regiões sul e sudeste do Brasil.

Os impactos potenciais da introdução de espécies marinhas ainda são muito pouco conhecidos. Gerard, Cerrato e Larso (1999), estudando os hábitos do caranguejo *Hemigrapsus sanguineus* originário do oeste do Pacífico e introduzido recentemente na costa atlântica da América do Norte sugerem que essa espécie possui um potencial significativo para afetar a estrutura das comunidades rochosas entre-marés por sua altas taxas de alimentação e habilidade em consumir indivíduos maiores dos moluscos *Littorina littorea* e *Mytilus edulis*.

Segundo Lopes e Villac (2009), não existem avaliações de impacto individualizadas e detalhadas para a maioria das espécies marinhas detectadas ou introduzidas na costa brasileira, sendo as informações disponíveis baseadas em conjecturas e hipóteses ainda não adequadamente testadas. Entretanto, alguns estudos vêm sendo realizados com a finalidade de averiguar a dinâmica de interações de invasões biológicas, como o de Fernandes, Rapagnã e Bueno (2004) que estudaram a população do bivalve exótico *Isognomon bicolor* na região de Arraial do Cabo (RJ) e consideram a possibilidade dessa espécie constituir um fator de risco ao desenvolvimento do mexilhão *Perna perna*, de importância econômica, por ser um importante competidor por alimento e espaço. Silva *et al.* (2007) alertam

sobre a possibilidade de alterações da comunidade bentônica nativa na Baía de Sepetiba (RJ) pela introdução do bivalve *Myoforceps aristatus*, espécie que perfura a concha de outros moluscos, causando danos e deformações nas conchas, podendo levar o animal a morte.

Teixeira *et al.* (2010), referem que os poucos estudos disponíveis sobre a ecologia de bivalves exóticos introduzidos no Brasil são resultado de monografias, dissertações e teses, estando pouco deles disponíveis como publicações científicas. Torna-se, portanto, necessário a realização e divulgação de pesquisas mais detalhadas sobre a distribuição, biologia e ecologia dessas espécies com a finalidade de avaliar os possíveis impactos de sua introdução sobre as comunidades nativas.

5.2.2 Distribuição das espécies de acordo com o substrato

A distribuição das espécies de acordo com o tipo de substrato utilizado está representada na tabela 5. Foram registrados 35 táxons no substrato inconsolidado e 42 táxons no substrato consolidado. Os táxons Porifera, Cnidaria, Echinodermata e Chordata foram coletados exclusivamente no substrato consolidado. Os táxons Mollusca, Annelida e Crustacea ocorreram nos substrato consolidado e inconsolidado. O molusco *Epitonium* sp. os crustáceos *Clibanarius* sp. e *Clibanarius antillensis*, bem como exemplares dos taxa Decapoda e Paguridae ocorreram em ambos os substratos. As espécies exóticas, *Isognomon bicolor* e *Phragmatopoma caudata* ocorreram em substrato consolidado, *Donax gemmula* e *Heterodonax bimaculatus* ocorreram em substrato inconsolidado e *Chaybdis hellerii* ocorreu em ambos os substratos. Esses resultados indicam as preferências específicas dos organismos bentônicos identificados com relação aos dois tipos de substrato analisados. Essa preferência, condicionada por fatores físicos e biológicos, que determinam muitas vezes a necessidade de adaptações de natureza morfológica e fisiológica por parte desses organismos, tem sido comprovada e amplamente referenciada na literatura (COUTINHO; ZALMON, 2009; SOARES-GOMES *et al.*, 2009).

Tabela 5 – Tipos de substrato utilizados pela macrofauna bentônica na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante /CE entre os anos de 2006 e 2011.

Táxons/Tipos de Substrato	Inconsolidado	Consolidado
PORIFERA		
<i>Haliclona</i> cf. <i>caerulea</i>	-	X
<i>Cliona</i> sp.	-	X
<i>Cinachyrella</i> sp.	-	X
CNIDARIA		
<i>Eudendrium carneum</i>	-	X
<i>Bunodossoma</i> sp.	-	X
<i>Siderastrea stellata</i>	-	X
<i>Favia grávida</i>	-	X
<i>Zoanthus sociatus</i>	-	X
<i>Palythoa caribaeorum</i>	-	X
<i>Protopalythoa variabilis</i>	-	X
MOLLUSCA		
<i>Epitonium</i> sp.	X	X
<i>Caecum</i> sp.	X	-
<i>Littoraria flava</i>	-	X
<i>Littoraria ziczac</i>	-	X
<i>Pisania pusio</i>	-	X
<i>Stramonita haemastoma</i>	-	X
<i>Olivella minuta</i>	X	-
<i>Hastula cinerea</i>	X	-
<i>Neritina virginea</i>	X	-
<i>Neritina zebra</i>	X	-
<i>Lottia subrugosa</i>	-	X
<i>Fissurella rosea</i>	-	X
<i>Tegula viridula</i>	-	X
<i>Tricolia affinis</i>	X	-
<i>Arca imbricata</i>	-	X
<i>Crassostrea brasíliana</i>	-	X
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	-	X
<i>Isognomon bicolor</i>	-	X
<i>Brachidontes exustus</i>	-	X
<i>Musculus lateralis</i>	-	X
<i>Donax striatus</i>	X	-
<i>Donax gemula</i>	X	-
<i>Strigilla pisiformis</i>	X	-
<i>Tellina</i> sp.	X	-
<i>Tagelus plebeius</i>	X	-
<i>Heterodonax bimaculatus</i>	X	-
<i>Anomalocardia brasíliana</i>	X	-
<i>Tivela mactroides</i>	X	-
<i>Divaricella quadrisulcata</i>	X	-
<i>Phacoides pectinatus</i>	X	-
<i>Sphenia antillenses</i>	-	X
<i>Lucina pectinata</i>	X	-
ANNELIDA		
Polychaeta	X	-
<i>Phragmatopoma caudata</i>	-	X

Tabela 5 – Tipos de substrato utilizados pela macrofauna bentônica na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante /CE entre os anos de 2006 e 2011. (Continuação).

Táxons/Tipos de Substrato	Inconsolidado	Consolidado
CRUSTACEA		
<i>Chthamalus bissinuatus</i>	-	X
<i>Balanus amphitrite</i>	-	X
Cumacea	X	-
Decapoda	X	X
Amphipoda	X	-
Isopoda	X	-
Ostracoda	X	-
Paguridae	X	X
Peracarida	X	-
Peneidae	X	-
Phyllocarida	X	-
Sergestidae	X	-
<i>Palinurus laevicauda</i>	-	X
<i>Clibanarus</i> sp.	X	X
<i>Clibanarus antillensis</i>	X	X
<i>Emerita brasiliensis</i>	X	-
<i>Callinectes</i> sp.	X	-
<i>Charybdis helleri</i>	X	X
<i>Pilumnus dasypodus</i>	-	X
<i>Menippe nodifrons</i>	-	X
<i>Eriphia gonagra</i>	-	X
<i>Pachygrapsus transversus</i>	-	X
<i>Uca leptodactyla</i>	X	-
ECHINODERMATA		
<i>Echinometra lucunter</i>	-	X
CHORDATA		
<i>Didemnum</i> sp.	-	X
<i>Eudistoma vannamei</i>	-	X

Fonte: Elaborada pelo autor.

No substrato consolidado foram identificados organismos pertencentes a todos os 7 grupos taxonômicos identificados (Porifera, Cnidaria, Mollusca, Annelida (Polychaeta), Arthropoda (Crustacea), Echinodermata e Chordata).

Esse resultado segue um padrão semelhante ao encontrado por Rocha-Barreira *et al.* (2001) para a macrofauna bentônica de substrato inconsolidado coletado na faixa entremarés da Praia do Futuro, no município de Fortaleza, estado do Ceará. A predominância desses táxons também foi registrada por Matthews-Cascon e Lotufo (2006) para várias praias do litoral oeste do estado. Paiva, Coelho e

Torres (2005) referem os moluscos, poliquetas e crustáceos, respectivamente, como os mais abundantes nos substratos inconsolidados da zona entre-marés do Canal de Santa Cruz no estado de Pernambuco. Amaral, Rizzo e Arruda (2011), identificaram grupos pertencentes aos táxons Mollusca, Polychaeta e Crustace, respectivamente, como os mais abundante e frequentes entre as comunidades macrobentônicas da região entremarés de 9 praias com características estruturais distintas e sujeitas a vários graus de interferência antrópica no litoral norte do estado de São Paulo. Esse padrão de ocorrência da macrofauna de praias arenosas também tem sido referenciado para outros países por autores como Dexter (1983) e Pichon (1967). Para McLachlan (1983), a presença e distribuição e abundância da fauna bentônica na região entremarés de praias arenosas parece estar relacionada à sua capacidade de adaptação a maior ou menor exposição das praias aos diferentes fatores físicos atuantes nessas áreas, além das características climáticas da região. Warwick e Ruswahyuni (1987) e Alongi (1990), ressaltam a alta diversidade e riqueza de espécies em regiões tropicais e subtropicais quando comparada com regiões temperadas. Com base nas informações disponibilizadas nessas pesquisas os resultados obtidos nesse estudo não indicam alterações na composição da macrofauna bentônica quando comparados com dados obtidos para outras localidades costeiras, especialmente no estado do Ceará.

5.3 Análises estatísticas

De acordo com os resultados obtidos no teste de hipótese aplicado (teste 't' de Student) para dados não pareados, verificou-se que houve diferença significativa entre o percentual médio de cobertura dos organismos coletados no substrato consolidado entre os anos de 2008 e 2011. Para o ano de 2008 os organismos que apresentaram os maiores percentuais médios de cobertura estiveram representados pelo poliqueta *Phragmatopoma caudata*, pelo crustáceo *Chtamalus bissinuatus*, pelo molusco *Brachidontes exustus* e pelas macroalgas, respectivamente. Para o ano de 2011 os organismos com maior percentual médio de cobertura estiveram representados pelas macroalgas, seguido por *Phragmatopoma caudata*, *Chtamalus bissinuatus* e *Brachidontes exustus*, respectivamente. Foi registrado um decréscimo no percentual médio de cobertura das espécies da macrofauna e um incremento no percentual médio de cobertura das macroalgas a um nível de significância de 5% (Tabela 6).

Tabela 6 - Percentual médio de cobertura de organismos em substrato consolidado na Praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE durante os anos de 2008 e 2011.

Organismos	2008	2011	Estatística t	Sig.
<i>Protopalythoa variabilis</i>	1,00	0,00	1,61	0,109
<i>Zoanthus sociatus</i>	5,00	0,00	3,96	0,000*
<i>Brachidontes exustus</i>	26,0	4,00	3,93	0,000*
<i>Phragmatopoma caudata</i>	51,0	33,0	2,89	0,004*
<i>Cthamalus bisssinuatus</i>	37,0	21,0	3,18	0,002*
Macroalgas	21,0	32,0	-2,27	0,025**

Fonte: Elaborada pelo autor.

Nota: * Significativo a 1%; ** Significativo a 5%

No que se refere ao comportamento populacional com relação à periodicidade de coleta abrangendo os períodos chuvosos e de estiagem durante os anos de 2008 e 2011, pode-se afirmar de acordo com o resultado da análise de variância (ANOVA) que o percentual médio de cobertura dos organismos coletados não apresentou diferenças significativas entre os três períodos analisados (mensal, bimestral e trimestral), à exceção da espécie *Brachidontes exustus*, considerando um nível de significância de 5%, conforme representado nas tabelas 7 e 8.

Tabela 7 - Periodicidade de coleta e percentual de cobertura de organismos em substrato consolidado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE durante o ano de 2008.

Espéies	Periodicidade de Coleta			ANOVA	
	Mensal	Bimestral	Trimestral	F	Sig.
<i>Protopalythoa variabilis</i>	0,74	0,50	0,42	0,138	0,871
<i>Zoanthus sociatus</i>	4,68	4,25	4,17	0,049	0,952
<i>Brachidontes exustus</i>	25,62	9,65	8,88	4,210	0,018
<i>Phragmatopoma caudata</i>	50,82	59,50	56,04	0,532	0,589
<i>Cthamalus bisssinuatus</i>	37,41	37,45	37,88	0,002	0,999
Macroalgas	20,87	23,30	21,38	0,092	0,913

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 8 - Periodicidade de coleta e percentual de cobertura de organismos em substrato consolidado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE durante o ano de 2011.

Espéies	Periodicidade de Coleta			ANOVA	
	Mensal	Bimestral	Trimestral	F	Sig.
<i>Protopalythoa variabilis</i>	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
<i>Zoanthus sociatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
<i>Brachidontes exustus</i>	4,27	3,60	7,62	0,488	0,616
<i>Phragmatopoma caudata</i>	33,49	32,10	30,63	0,143	0,867
<i>Cthamalus bisssinuatus</i>	21,01	21,02	22,22	0,119	0,888
Macroalgas	32,17	31,62	32,27	0,004	0,996

Fonte: Elaborada pelo autor.

Com relação ao substrato consolidado, de acordo com o teste 't' de *Student*, pode-se afirmar que não houve diferença significativa na quantidade média de organismos coletados entre os anos de 2008 e 2011, à exceção das espécies *Epitonium* sp. e *Donax gemmula*, considerando um nível de significância de 5%, conforme representado na tabela 9. Dentre os organismos coletados os poliquetas apresentaram a maior quantidade média nos dois anos estudados.

Tabela 9 - Quantidade média de organismos em substrato consolidado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE durante os anos de 2008 e 2011.

Organismos	2008	2011	Estatística t	Sig.
<i>Epitonium</i> sp.	0,000	0,083	-1,424	0,001
<i>Ollivella minuta</i>	0,361	0,055	3,526	0,159
<i>Hastula cinerea</i>	0,194	0,111	0,465	0,643
<i>Neritina virginea</i>	0,347	0,277	0,219	0,827
<i>Neritina zebra</i>	0,069	0,125	-0,559	0,577
<i>Donax stiatius</i>	1,027	1,541	-0,618	0,538
<i>Donax gemmula</i>	0,000	1,388	-3,099	0,003
<i>Stigilla pisiformis</i>	0,013	0,027	-0,580	0,563
<i>Tagelus plebeius</i>	0,013	0,000	1,000	0,319
<i>Tellina</i> sp.	0,986	0,027	0,986	0,326
<i>Heterodonax bimaculatus</i>	0,027	0,000	1,424	0,159
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	0,013	0,000	1,000	0,321
<i>Divaricella quadrisulcata</i>	0,055	0,055	0,000	1,000
<i>Phacoides pectinatus</i>	0,041	0,027	0,380	0,704
<i>Lucina pectinata</i>	0,069	0,000	1,688	0,096
Poliqueta	14,027	8,416	1,311	0,193
Cumaceae	0,027	0,000	1,424	0,159
Amphipoda	0,194	0,000	1,905	0,061
Isopoda	0,277	0,125	0,847	0,398

Fonte: Elaborada pelo autor.

No que se refere ao comportamento populacional com relação à periodicidade de coleta abrangendo os períodos chuvosos e de estiagem durante os anos de 2008 e 2011, pode-se afirmar de acordo com o resultado da análise de variância (ANOVA) que a quantidade média de organismos coletados não apresentou diferenças significativas considerando os três períodos analisados (mensal, bimestral e trimestral) conforme representado nas tabelas 10 e 11.

Tabela 10 - Periodicidade de coleta e quantidade média de organismos em substrato consolidado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE durante o ano de 2008.

Espécies	Periodicidade de Coleta			ANOVA	
	Mensal	Bimestral	Trimestral	F	Sig.
<i>Epitonium sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
<i>Olivella minuta</i>	0,33	0,32	0,36	0,045	0,956
<i>Hastula cinerea</i>	0,04	0,03	0,19	0,388	0,678
<i>Neritina virginea</i>	0,08	0,08	0,35	0,371	0,691
<i>Neritina zebra</i>	0,00	0,00	0,07	0,972	0,381
<i>Donax stiatius</i>	1,17	1,59	1,03	0,297	0,743
<i>Donax gemmula</i>	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
<i>Stigilla pisiformis</i>	0,00	0,00	0,01	0,420	0,658
<i>Tagelus plebeius</i>	0,00	0,00	0,01	0,420	0,658
<i>Tellina sp.</i>	2,92	1,89	0,99	0,327	0,722
<i>Heterodonax bimaculatus</i>	0,00	0,03	0,03	0,332	0,718
<i>Anomalocardia brasiliana</i>	0,04	0,03	0,01	0,332	0,718
<i>Divaricella quadrisulcata</i>	0,17	0,11	0,06	0,648	0,506
<i>Phacoides pectinatus</i>	0,00	0,00	0,04	0,764	0,468
<i>Lucina pectinata</i>	0,13	0,14	0,07	0,382	0,683
Poliqueta	10,17	13,22	14,03	0,125	0,883
Cumaceae	0,00	0,00	0,03	0,852	0,429
Amphipoda	0,04	0,22	0,19	0,407	0,667
Isopoda	0,00	0,05	0,28	0,994	0,373

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 11 - Periodicidade de coleta e quantidade média de organismos em substrato consolidado na praia do Pecém, município de São Gonçalo do Amarante/CE durante o ano de 2011.

Espécies	Periodicidade de Coleta			ANOVA	
	Mensal	Bimestral	Trimestral	F	Sig.
<i>Epitonium sp.</i>	0,00	0,14	0,08	0,526	0,529
<i>Olivella minuta</i>	0,00	0,00	0,06	0,850	0,430
<i>Hastula cinerea</i>	0,17	0,17	0,11	0,109	0,089
<i>Neritina virginea</i>	0,25	0,17	0,28	0,109	0,897
<i>Neritina zebra</i>	0,25	0,17	0,13	0,161	0,852
<i>Donax stiatius</i>	0,67	0,50	1,56	0,723	0,487
<i>Donax gemmula</i>	0,25	2,31	1,41	1,967	0,144
<i>Stigilla pisiformis</i>	0,04	0,06	0,03	0,244	0,784
<i>Tagelus plebeius</i>	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
<i>Tellina sp.</i>	0,04	0,03	0,03	0,060	0,942
<i>Heterodonax bimaculatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
<i>Anomalocardia brasiliana</i>	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
<i>Divaricella quadrisulcata</i>	0,00	0,00	0,06	0,850	0,430
<i>Phacoides pectinatus</i>	0,04	0,03	0,03	0,060	0,942
<i>Lucina pectinata</i>	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
Poliqueta	11,33	8,57	8,52	0,337	0,714
Cumaceae	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
Amphipoda	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
Isopoda	0,33	0,22	0,13	0,476	0,622

Fonte: Elaborada pelo autor.

Com relação às espécies exóticas verificou-se, para o substrato consolidado, um decréscimo no percentual de cobertura da espécie *Phragmatopoma caudata* no ano de 2011 quando comparado ao ano de 2008. Para o substrato inconsolidado não houve diferença significativa na quantidade de organismos coletados de *Heterodonax bimaculatus* entre os dois anos estudados. Com relação a *Donax gemmula* não foi possível obter uma conclusão em termos comparativos entre os dois anos estudado, uma vez que o aparecimento da espécie foi registrado somente a partir do ano de 2010. O comportamento das espécies *Isognomon bicolor* e *Charybdis helleri* não pode ser avaliado em termos quantitativos uma vez que essas espécies foram coletadas somente em amostragens qualitativas.

As observações de campo e as análises estatísticas realizadas indicam um comportamento semelhante, em termos quantitativos, para as espécies da macrofauna local e as espécies introduzidas *Phragmatopoma caudata* e *Heterodonax bimaculatus* no período estudado.

Analisando-se os dados pluviométricos coletados nos anos de 2008 e 2011 no município de São Gonçalo, verificou-se que as chuvas se concentraram entre os meses de janeiro a junho em 2008 e janeiro a agosto em 2011, correspondendo aos períodos chuvosos, enquanto os baixos índices pluviométricos do segundo semestre caracterizaram os períodos de estiagem. As maiores precipitação pluviométricas ocorreram nos meses de março e abril nos dois anos estudados (Tabela 12).

Tabela 12 - Precipitação pluviométrica mensal no município de São Gonçalo do Amarante/CE nos anos de 2008 e 2011.

MESES	PRECIPITAÇÃO (mm) (2008)	PRECIPITAÇÃO (mm) (2011)
JANEIRO	114,4	257,0
FEVEREIRO	30,4	147,6
MARÇO	280,6	252,8
ABRIL	303,4	333,0
MAIO	121,0	93,8
JUNHO	47,0	100,0
JULHO	-	117,8
AGOSTO	-	9,0
SETEMBRO	-	-
OUTUBRO	-	23,4
NOVEMBRO	-	-
DEZEMBRO	-	-
TOTAL	896,8	1.334,4

Fonte: Adaptado de Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos ([2013]).

De acordo com o resultado obtido nas análises de variância (ANOVA), bem como através de observações em campo verifica-se que as variações na precipitação pluviométrica entre os períodos chuvosos e de estiagem durante os anos de 2008 e 2011 parecem não constituir fator preponderante na composição, distribuição e abundância da macrofauna bentônica local. O comportamento e a estrutura da macrofauna nesse período parece ter tido como fatores condicionantes a dinâmica ambiental a que a área esteve submetida, especialmente no que se refere aos processos de assoreamento e erosão, aos eventos de anomalia da temperatura do mar, bem como as características biológicas das espécies e o tipo de sedimento.

Os processos de assoreamento e erosão observados periodicamente na praia do Pecém durante o período estudado, capazes de influenciar na ecologia das espécies, foram relatados e discutidos por Pitombeira (2005) para a praia do Pecém como resultado da combinação de parâmetros físicos, como ondas, marés, correntes e vento e antrópicos como a ocupação de dunas e a construção do terminal portuário. Freitas, Vieira e Araújo (2009) estudaram as comunidades de peixes da zona intertidal da praia do Pecém e constataram o deslocamento de 25 espécies pertencentes a 17 famílias em consequência do processo crescente de sedimentação nas poças de maré, em decorrência da construção do Terminal Portuário.

A diminuição no percentual de cobertura da macrofauna observada no substrato consolidado entre os anos de 2008 e 2011 pode estar correlacionada ao fato de que as espécies estudadas são sésseis, e, portanto mais sujeitas às variações ambientais. As comunidades bentônicas sésseis, de acordo com Coutinho e Zalmon (2009), são constituídas comumente por organismos utilizados como indicadores de condições ambientais, pois estando aderidos ao substrato, não podem se afastar da fonte do distúrbio. A ausência de registro da ocorrência das espécies de coral *Protopalythoa variabilis* e *Zoanthus sociatus* no ano de 2011 parece estar associada ao fenômeno de branqueamento desses organismos em decorrência dos eventos de anomalia da temperatura do mar (TSM) como referido por Soares, Aquino e Rabelo (no prelo) para as praias de Pecém e Paracuru durante o ano de 2010. Fenômeno semelhante foi observado no Atol das Rocas e no arquipélago de Fernando de Noronha por Ferreira *et al.* (2013), que reportam a existência de uma relação positiva entre o branqueamento de colônias de corais e a

consequente diminuição da cobertura desses organismos nos recifes e as anomalias na temperatura da superfície do mar durante o ano de 2009 e 2010 durante o fenômeno *El Niño*. Cerqueira (2012) também observou o efeito dessas anomalias no branqueamento de *Siderastrea stellata* nas praias do Forte e de Coroa Vermelha no litoral do estado da Bahia. Por outro lado, a disponibilidade de substrato ocasionada pela ausência dos corais *Protopalythoa variabilis* e *Zoanthus sociatus* proporcionou um melhor desenvolvimento das espécies de macroalgas, refletindo no incremento do seu percentual médio de cobertura.

Por outro lado, a constatação de que não houve diferença significativa na quantidade média na maioria dos organismos no substrato consolidado no mesmo período pode ser justificado pelo fato de que, por possuírem algum tipo de mobilidade são mais eficientes no processo de adaptação às modificações ambientais. De acordo com Veloso e Neves (2009) a macrofauna bentônica de substratos consolidados apresenta adaptações morfológicas e fisiológicas peculiares, em função da sua necessidade de respostas rápidas às variações do ambiente e à instabilidade do sedimento. Essas adaptações estão relacionadas principalmente ao clima de ondas e às características sedimentológicas. Pires-Vanin, Muniz e De Léo (2011), reportam a existência de uma relação entre a diversidade e densidade de espécies da macrofauna da região intertidal e infralitoral na porção nordeste da Baía de Todos os Santos, no estado da Bahia, sob influência da Refinaria Landulpho Alves-Mataripe (RLAM), com os padrões de sedimentação e o gradiente de distúrbio ambiental na área.

Rocha-Barreira, Monteiro, Franklin Júnior (2001), observaram pequenas alterações de salinidade intersticial na praia do Futuro, no município de Fortaleza/CE em função do período chuvoso. No entanto, segundo esses autores, fatores ambientais como temperatura do sedimento, salinidade da água de percolação e profundidade do lençol freático não apresentaram efeitos significativos na densidade e distribuição espacial da macrofauna da área. De acordo com esses autores o estágio morfodinâmico e a composição granulométrica do sedimento foram, provavelmente, os fatores abióticos que mais influenciaram os padrões de zonação dos organismos, além de fatores bióticos como características adaptativas, morfológicas e funcionais de cada espécie. Paiva, Coelho e Torres (2005), citam o tipo de sedimento como um dos fatores abióticos mais importantes na estruturação

da macrofauna da zona entremarés do Canal de Santa Cruz no estado de Pernambuco.

De um modo geral os resultados obtidos na pesquisa e na literatura existente sobre o assunto parecem indicar um processo adaptativo da macrofauna bentônica às novas condições ambientais da área. Considerando o comportamento da macrofauna nativa e das espécies introduzidas em termos qualitativos e quantitativos, verifica-se que, até o momento, a ocorrência de espécies introduzidas na praia do Pecém, parece não ter causado impactos significativos na macrofauna local, embora possam ser consideradas como uma ameaça potencial à estrutura dessas comunidades.

Silva *et al.* (2004), consideram que o estabelecimento de espécies exóticas depende de vários fatores, sendo os mais importantes as suas características biológicas e as condições ambientais onde estão sendo introduzidas, o clima, o número de indivíduos introduzidos, a competição com as espécies nativas e a disponibilidade de alimento. Geralmente, entre essas espécies, apenas algumas terão êxito na colonização de novas áreas, de modo que das centenas de espécies introduzidas ao redor do globo, somente algumas se tornaram pragas efetivamente (TAVARES; MENDONÇA JÚNIOR, 2004). No entanto, de acordo com Stachowicz *et al.* (2002), o estabelecimento de uma espécie introduzida pode demandar um longo período de tempo. Além disso, mudanças ambientais nas suas áreas de introdução podem iniciar um processo de aumento descontrolado das mesmas, capaz de colocar em risco a fauna local.

Dessa forma, é importante o desenvolvimento de pesquisas voltadas para a observação de cada uma das espécies exóticas identificadas, incluindo, estágios reprodutivos, crescimento, recrutamento e competição entre as espécies, correlacionando os dados obtidos com as condições ambientais da área. Esses estudos permitirão uma avaliação mais aprofundada da ecologia desses organismos na praia do Pecém e do seu grau de interferência na macrofauna local, uma vez que a colonização, o estabelecimento e o crescimento desses organismos dependem de todos esses fatores. A relevância de estudos sobre espécies introduzidas de acordo com Rocha e Kremer (2005), consiste no fato de fornecerem informações para o entendimento da dinâmica dessas populações e os problemas potenciais associados com a sua introdução.

O resultado das análises de variância indicou não haver, de um modo geral, diferença significativa com relação à periodicidade de coleta mensal, bimestral e trimestral tanto para o percentual médio de cobertura das espécies como para a quantidade média dos organismos que ocorrem nos substrato consolidado e inconsolidado, respectivamente, sugerindo a possibilidade de se utilizar coletas bimestrais ou trimestrais como procedimento metodológico de amostragens da macrofauna bentônica. A adoção desses procedimentos acarretaria, em termos econômicos, em decréscimo de custos financeiros, uma vez que implicaria em uma diminuição no número de coletas, e, conseqüentemente na diminuição de insumos (matéria-prima, equipamentos, capital, horas de serviço etc.) necessários para realização dos trabalhos referentes ao monitoramento da macrofauna bentônica. No entanto, considerando que os dados utilizados correspondem somente a dois anos de coleta (2008 e 2011) e que o programa de monitoramento da biota aquática na praia do Pecém, sob a responsabilidade da CEARÁPORTOS, permanecerá sendo desenvolvido na área como condicionante da licença de operação do terminal portuário, sugere-se a ratificação desses resultados, através de análise de dados obtidos em um maior período de tempo em anos posteriores a 2011. Assim, de acordo com os resultados a serem obtidos com essas análises poderá ser verificada a possibilidade de se propor, efetivamente, uma nova metodologia de coleta mais simplificada.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No estudo realizado a macrofauna bentônica esteve representada por 70 táxons pertencentes a 7 grupos taxonômicos: Porifera, Cnidaria, Mollusca, Annelida (Polychaeta), Arthropoda (Crustacea), Echinodermata e Chordata.

Com relação à ocorrência de novos organismos na área de estudo foram identificadas 5 espécies introduzidas compreendendo os moluscos bivalve *Isognomon bicolor*, *Donax gemmula* e *Heterodonax bimaculatus*, o crustáceo decápoda *Charibdys hellerii* e o poliqueta *Phragmatopoma caudata*. As espécies *Phragmatopoma caudata*, *Donax gemmula* e *Heterodonax bimaculatus* foram classificadas na categoria genérica como criptogênicas e *Isognomon bicolor* e *Charibdys hellerii* como exóticas. As espécies *Charibdys hellerii* e *Isognomon bicolor* de acordo com a situação populacional foram incluídas na categoria específica detectada em ambiente natural.

A espécie *Heterodonax bimaculatus* é registrada pela primeira vez para o estado do Ceará, ampliando sua distribuição na costa brasileira.

Foram identificados 7 grupos taxonômicos representado por 41 táxons no substrato consolidado e 3 grupos taxonômicos representados por 35 táxons no substrato inconsolidado. Esses resultados indicam preferências específicas dos organismos bentônicos com relação ao tipo de substrato influenciando na sua composição e distribuição na área estudada.

A macrofauna bentônica apresentou uma variação em termos quantitativos nos dois tipos de substrato estudados. Foi observado um decréscimo no percentual médio de cobertura dos organismos no substrato consolidado entre os anos de 2008 e 2011, não tendo sido constatadas variações significativas na quantidade média na maioria dos organismos no substrato inconsolidado para o mesmo período.

As espécies exóticas *Phragmatopoma caudata* e *Heterodonax bimaculatus* apresentaram um comportamento semelhante, em termos quantitativos, ao dos organismos da macrofauna local, ou seja, foi verificado entre os anos de 2008 e 2011 um decréscimo no percentual médio de cobertura de *Phragmatopoma caudata*, não tendo sido observado variação significativa na quantidade média de *Heterodonax bimaculatus* no mesmo período.

As alterações na variabilidade temporal da macrofauna bentônica nativa e introduzida no período estudado pareceram estar relacionadas principalmente à fatores físicos específicos (dinâmica ambiental da área e tipo de sedimento) e as características biológicas de cada espécie.

Não foi possível obter uma conclusão em termos comparativos entre os dois anos estudados com relação à *Donax gemmula* uma vez que o aparecimento da espécie foi registrado somente a partir do ano de 2010.

Não foi possível avaliar o comportamento das espécies *Isognomon bicolor* e *Charybdis helleri* em termos quantitativos uma vez que essas espécies foram coletadas somente em amostragens qualitativas.

Verificou-se que o percentual médio de cobertura de organismos no substrato consolidado e a quantidade média de organismos no substrato inconsolidado não apresentaram diferenças significativas com relação à periodicidade de coleta (mensal, bimestral e trimestral), considerando os períodos chuvosos e de estiagem nos anos de 2008 e 2011.

Os dados quantitativos e qualitativos obtidos no presente trabalho sugerem que, até o momento, a ocorrência de espécies introduzidas na praia do Pecém não tem causado impactos significativos na macrofauna local, embora possam ser consideradas como uma ameaça potencial à estrutura dessas comunidades.

A presença de espécies exóticas e criptogênicas na área estudada constitui um forte indício de que o transporte marítimo realizado através do Terminal Portuário do Pecém é o vetor responsável pela introdução desses organismos na macrofauna bentônica local.

Faz-se necessário a realização de pesquisas sobre a ecologia das espécies introduzidas na área como forma de avaliar os seus possíveis impactos na macrofauna local e de propor planos de monitoramento e controle desses organismos.

Sugere-se a ampliação e continuidade de pesquisas visando à proposição de procedimentos metodológicos mais simplificados para amostragens da macrofauna bentônica, passíveis de serem aplicados em outras áreas portuárias.

Recomenda-se ao poder público a adoção de medidas mais efetivas no controle da introdução de novas espécies em áreas portuárias tais como: intensificação da fiscalização e monitoramento da água de lastro dos navios;

desenvolvimento e implantação de novas tecnologias para o tratamento da água de lastro em áreas portuárias e criação de mecanismos de controle sobre as introduções de organismos por bioincrustação no casco de embarcações.

REFERÊNCIAS

- ALLER, J. Y.; ALLER, R. C. General characteristics of benthic faunas on the Amazon inner continental shelf with comparison to the shelf off Changjiah River, east China Sea. **Continental Shelf Research**, v. 6, p. 291-310, 1986.
- ALONGI, D. M. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. **Oceanography and Marine Biology: a annual review**, v. 28, p. 381-496, 1990.
- AMARAL, A. C. Z. Breve caracterização de *Phragmatopoma lapidosa* Kinberg, 1867 (Polychaeta, Sabellariidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 3, n. 8, p. 471-474, 1987.
- AMARAL, A. C. Z. *et al.* Intertidal macrofauna in Brazilian subtropical sandy beaches landscape. **Journal of Coastal Research**, v. 35, p. 446-455, 2003.
- AMARAL, A. C. Z.; MIGOTTO, A. E. Prefácio. In: AMARAL, A. C. Z.; NAILIN, S. A. H. (Org). **Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do litoral norte de São Paulo, sudeste do Brasil**. Campinas, SP: UNICAMP, 2011. p. 10-12.
- AMARAL, A. C. Z.; RIZZO, A. E.; ARRUDA, E. P. Comunidades bentônicas de ambientes entremarés de praias arenosas. In: AMARAL, A. C. Z.; NAILIN, S. A. H. (Org). **Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do litoral norte de São Paulo, sudeste do Brasil**. Campinas, SP: UNICAMP, 2011. p. 370-387.
- AMARAL, A. C. Z.; JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 43-51, 2005.
- ARAÚJO, M. L. R.; ROCHA-BARREIRA, C. A. Distribuição espacial de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) na Praia do Canto da Barra, Fortim, Ceará, Brasil. **Bol. Té. Cient. CEPENE**, v. 12, n. 1, p. 9-21, 2004.
- ARAÚJO, P. H. V.; ROCHA-BARREIRA, C. A. Population dynamic and secondary production of *Olivella minuta* (Gastropoda: Olividae) on Sandy Beach in Northeastern Brazil. **Amici Molluscarum**, v. 20, n. 1, p. 7-15, 2012.
- ARAÚJO, R. C. P.; FREITAS, K. S.; ALBUQUERQUE, R. L. Impactos socioeconômicos do complexo industrial e portuário do Pecém (CIPP) sobre os pescadores artesanais, São Gonçalo do Amarante - CE. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **[Anais...]** Porto Alegre: [s. n.], 2009.
- ARAÚJO, T. C. **Estudo do sistema de tratamento de água de lastro: viabilidade técnica do sistema portuário**. Projeto de Graduação (Graduação em Engenharia Naval e Oceânica) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

BARROS, K. V. S.; ROCHA-BARREIRA, C. A. Caracterização da dinâmica espaço-temporal da macrofauna bentônica em um banco de *Halodule wrightii* Ascherson (Cymodoceaceae) por meio de estratificação. **Revista Nordestina de Zoologia**, v. 4, n. 1, p. 73-81, 2010.

BENSI, M. **Aplicação do correntômetro acústico ADCP em ambientes marinhos e estuarinos do Ceará e Paraíba - Nordeste do Brasil**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

BEZERRA, D. F. **Distribuição da malacofauna em pilares dos terminais portuários do Ceará – Brasil, com ênfase no bivalve invasor *Isognomon bicolor***. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

BEZERRA, L. E. A. *et al.* Some aspects of the population biology of sea hare *Aplysia dactylomela* (Rang, 1828) in two beaches from Ceará state, Brazil. **Arq. Ciê. Mar.** v. 39, p. 81-85, 2006.

BEZERRA, L. E. A.; ALMEIDA, A. O. Primeiro registro da espécie indo-pacífica *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) (Crustaceae: Decapoda: Portunidae) para o litoral do estado do Ceará, Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 33, n. 1, p. 33-38, 2005.

BISQUERRA, R.; MARTINEZ, F.; SARRIERA, J. C. **Introdução à estatística: enfoque Informático com o pacote estatístico SPSS**. Porto Alegre: ArtMed, 2004. (edição digital).

BRASIL. Marinha. Diretoria de Portos e Costas. **Norma de autoridade marítima para o gerenciamento da água de lastro de navios NORMAM-20/DCP**. [Brasília], 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil**. Brasília, 2009a. (Série Biodiversidade, 33).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Resolução CONABIO nº 5 de 21 de outubro de 2009**. Dispõe sobre a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras. [Brasília], 2009b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conabio>>. Acesso em: 18 fev. 2013.

CALADO, T. C. S. Registro de *Charybdis helleri* (Milne Edwards, 1867) em águas do litoral brasileiro (Decapoda:Portunidae). **Bol. de Est. Ciê. Mar**, v. 9, p. 175-180, 1996.

CALDER, D. R.; MAYAL, E.M. Dry season distribution of hydroids in a small tropical estuary, Pernambuco, Brasil. **Zool. Verh. Leiden**, v. 323, p. 69-78, 1998.

CANGUSSU, L. C. *et al.* Substrate type as a selective tool against colonization by non-native sessile invertebrates. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, n. 3, p. 219-231, 2010.

CARLTON, J. T. Biological invasions and cryptogenic species. **Ecology**, v. 77, n. 6, p. 1653-1655, 1996.

CARLTON, J. T. Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. **Invasion Biology**, v. 78, n. 1-2, p. 97-106, 1996.

CARLTON, J. T. Trans-Oceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. **Oceanography and Marine Biology**, v. 23, p. 313-317, 1985.

CARQUEIJA, C. R. G.; GOUVÊA, E. P. A. A ocorrência na costa brasileira de um Portunidae (Crustaceae, Decapoda) originário do Indo-Pacífico e Mediterrâneo. **Nauplius**, v. 4, p. 105-112, 1996.

CASTRO, I. B. *et al.* Imposex in endemic volutid from northeast Brazil (Mollusca: Gastropoda). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 5, p.1065-1069, 2008.

CASTRO, I. B.; MATTHEWS-CASCON, H.; FERNANDEZ, M. A. Imposex em *Thais haemastoma* (Linnaeus, 1767) (Mollusca: Gastropoda) uma indicação da contaminação por organoestômicos na costa do município de Fortaleza – Ceará - Brasil. **Arq. Ciê. Mar**, v. 33, p. 51-56, 2000.

CASTRO, I. B. *et al.* The increasing incidence of imposex in *Stramonita haemastoma* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae) after the establishment of the Pecém Harbor, Ceará State, Northeast Brazil. **Thalassas**, v. 21, n. 2, p. 71-75, 2005.

CEARÁPORTOS. **Monitoramento da biota marinha do terminal portuário do Pecém e seus indicadores ecológicos de qualidade ambiental**. Fortaleza, 2009.

CEARÁPORTOS. **Monitoramento das águas oceânicas na área do Terminal Portuário do Pecém, São Gonçalo do Amarante/CE: medição de marés no período de junho de 2006 a dezembro de 2011**. Fortaleza, 2013.

CERQUEIRA, W. R. P. ***Ophiocomella ophiactoides* (H. L. Clark, 1901) (Echinodermata, Ophiuroidea)**: taxonomia, habitats, distribuição, estatura e reprodução clonal em ambientes tropicais do atlântico sul ocidental entre as latitudes de 12 e 16° (Bahia, Brasil). 2012. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

CHAPMAN, J. W.; CARLTON, J. T. A test of criteria for introduced species: the global invasion by the isopod *Synidotea laevidorsalis* (Miers, 1881). **Journal of Crustacean Biology**, v. 11, n. 3, p. 386-400, 1991.

COAN, E. V.; SCOTT, P. V.; BERNARD, F. R. **Bivalve Seashells of Western North America**. Santa Barbara: Santa Barbara Museum, 2000.

COHEN, A. N. *et al.* Rapid assessment survey for exotic organisms in southern California bays and harbors, and abundance in port and non-port areas. **Biological Invasions**, v. 7, n. 6, p. 995-1002, 2005.

COUTINHO, R.; ZALMON, I. R. O bentos de costões rochosos. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Org). **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. p. 281-297.

DALY, M. *et al.* The phylum Cnidaria: a review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after Linnaeus. **Zootaxa**, v. 1668, p. 127-182, 2007.

DAVIE, P.; FRANSEN, C.; TÜRKAY, M. **Charybdis (Charybdis) hellerii (A. Milne-Edwards, 1867)**. [S. I.]: World Register of Marine Species, 2013. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=107382>>. Acesso em: 3 set. 2013.

DEXTER, D. M. Community structure of intertidal sandy beaches in New South Wales, Australia. In: MCLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (eds.). **Sandy beaches as ecosystems**. The Hague: Dr. W. Junk Publ., 1983. p. 461-467.

DOMANESCHI, O.; MARTINS, C. M. *Isognomon bicolor* (C.B. Adams) (Bivalvia, Isognomonidae): primeiro registro para o Brasil, redescrição da espécie e considerações sobre a ocorrência e distribuição de *Isognomon* na costa brasileira. **Rev. Bras. Zool.**, v. 19, n. 2, p. 611-627, 2002.

FARIAS, E. G. G.; SOUZA, J. M. A. C. Chegada dispersiva de campos de ondas *swell* na costa oeste do estado do Ceará - Brasil. **Arq. Ciê. Mar**, v. 45, n. 1, p. 69-74, 2012.

FARRAPEIRA, C. M. R. Invertebrados macrobentônicos detectados na costa brasileira transportados por resíduos flutuantes sólidos abiogênicos. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 11, n. 1, p. 85-96, 2011.

FARRAPEIRA, C. M. R.; FERREIRA, G. F. A.; TENÓRIO, D. O. Intra-regional transportation of a tugboat fouling community between the ports of Recife and Natal, northeast Brazil. **Brazilian Journal Oceanography**, v. 58, p. 1-14, 2010. (special issue IV SBO).

FARRAPEIRA-ASSUNÇÃO, C. M. Ocorrência de *Chiroma (Stiatobalanus) amarilis* Darwin, 1854. e de *Balanus reticulatus* Utimoni, 1967 (Cirripedia, Balanomorpha) no estado de Pernambuco In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 17., 1990, Londrina. **Anais....** Londrina: [s.n], 1990.

FERNANDES, F. C.; RAPAGNÃ, L. C.; BUENO, G. B. Estudo da população do bivalve exótico *Isognomon bicolor* (C. B. Adams, 1845) (Bivalvia, Isonomonidae) na Ponta de Fortaleza em Arraial do Cabo – RJ. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Org.). **Água de lastro e bioinvasão**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 133-141.

FERREIRA, C. E.; GONÇALVES, J. E. A.; COUTINHO, R. Cascos de navios e plataformas como vetores na introdução de espécies exóticas. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Org.). **Água de lastro e bioinvasão**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 143-155.

FERREIRA, P. B. *et al.* The effects of sea surface temperature anomalies on oceanic coral reef systems in the southwestern tropical Atlantic. **Coral Reefs**, v. 32, n. 2, p. 441-454, 2013.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 27, p. 3-27, 1957.

FRANKLIN JÚNIOR, W. *et al.* **Macrofauna bentônica de ambientes consolidados no estado do Ceará – região entremaré de praias rochosas**. Relatório Científico do Projeto de Zoneamento Ecológico Econômico do Litoral do Ceará – ZEE, Fortaleza: SEMACE/FCPC/LABOMAR-UFC. p. 89, 2005.

FREITAS, M. C.; VIEIRA, R. H. S. F.; ARAÚJO, M. E. Impact of the construction of the harbor at Pecém (Ceará, Brasil) upon reef fish communities in tide pools. **Braz. Arch. Biol. Technol.** v. 52, n. 1, p. 187-195, 2009.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. [**Dados pluviométricos de São Gonçalo do Amarante entre os anos de 2000 e 2011**]. Fortaleza, [2013]. Planilhas em arquivo de computador.

GERARD, V. A.; CERRATO, R. M.; LARSO, A. A. Potential impacts of a western pacific crab on intertidal communities of the northwestern Atlantic ocean. **Biological Invasions**, v. 1, n. 4, p. 353-361, 1999.

HADDAD, M. A.; NOGUEIRA JÚNIOR, M. Reappearance and seasonality of *Phyllorhiza punctata* Von Lenderfeld (Cnidaria, Scyphozoa, Rhizoztomeae) medusae in southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 824-831, 2006.

HUBER, M. ***Isognomon bicolor* (C. B. Adams, 1845)**. [S. I.]: World Register of Marine Species, 2013a. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=420737>>. Acesso em: 3 set. 2013.

HUBER, M. ***Heterodonax bimaculatus* (Linnaeus, 1758)**. [S. I.]: World Register of Marine Species, 2013b. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=420907>>. Acesso em: 3 set. 2013.

JACOMINE, P. K. T.; ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do estado do Ceará. Recife: [s. n.], 1973, v. 1.

JUNQUEIRA, A. O. R. *et al.* Zoobentos. *In*: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil**. Brasília, 2009. p. 145-371. (Série Biodiversidade, 33).

KEMPF, M. Notes on the benthic bionomy of N-NE Brazilian shelves. **Marine Biology**. v. 5, n. 3, p. 213-224, 1970.

KEMPF, M.; MORAIS, J. O. Plataforma Continental do Norte e Nordeste do Brasil: Nota preliminar sobre a natureza do fundo. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, v. 9, 10, 11, p. 9-26, 1967/69

LANA, P. C. *et al.* **O bentos da costa brasileira**: avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858-1996). Rio de Janeiro: Fundação de Estudos do Mar, 1996.

LEAL NETO, A. C. **Identificando similaridades**: uma aplicação para a avaliação de risco de água de lastro. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

LIMA, S. F. *et al.* ANASED: programa de análise, classificação e arquivamento de parâmetros sedimentológicos. *In*: CONGRESSO DA ABEQUA, 7., 2001, Imbé, **Anais...** Imbé: [s. n.], 2001.

LOPES, R. M.; CUNHA, D. R.; SANTOS, K. C. Estatísticas sobre as espécies exóticas marinhas registradas na zona costeira brasileira. *In*: BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil**. Brasília, 2009. p. 31-35. (Série Biodiversidade, 33).

LOPES, R. M.; VILLAC. M. C. Métodos. *In*: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil**. Brasília, 2009. p. 19-28. (Série Biodiversidade, 33).

MAGALHÃES, S. H. O.; MAIA, L. P. Caracterização morfológica a curto prazo das praias dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, estado do Ceará, Brasil. **Arq. Ciê. Mar**, v. 36, p. 77-87, 2003.

MAGINI, C. *et al.* A influência da estrutura portuária na dinâmica costeira da Vila do Pecém, Ceará, Brasil. **Revista de Geologia**, v. 24, n. 2, p. 136-149, 2011.

MARTIN, J. W.; DAVIS, G. E. An updated classification of the recent crustacea. **Natural History Museum of Los Angeles County**, Los Angeles, n. 39, Science Series, 2001.

MARTINS, A. C.; MARTINS, I. X.; MATTHEWS-CASCON, H. Density and distribution of *Chiridota rotifera* (Pourtales, 1851) (Echinodermata: Holothuroidea: Chiridotidae) on Pacheco beach, Ceará state. **Arq. Ciê. Mar**, v. 43, n. 2, p. 27-31, 2010.

MARTINS, C. M. **Isognomon bicolor (C. R. Adams) (Bivalvia: Isognomonidae)**: ocorrência nova, redescrição e anatomia descritiva e funcional. Tese (Doutorado em Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MATTHEWS-CASCON, H. (Coord.). **Monitoramento da biota marinha do terminal portuário do Pecém e seus indicadores ecológicos de qualidade ambiental município de São Gonçalo do Amarante - Ceará, nordeste do Brasil**: relatório anual (outubro/2012 – outubro/2013). Fortaleza: CEARAPORTOS; FCPC, 2013.

MATTHEWS-CASCON, H. (Coord.). **Monitoramento da biota marinha do terminal portuário do Pecém e seus indicadores ecológicos de qualidade ambiental**

município de São Gonçalo do Amarante - Ceará, nordeste do Brasil: relatório anual (outubro/2010 – outubro/2011). Fortaleza: CEARAPORTOS; FCPC, 2011.

MATTHEWS-CASCON, H. (Coord.). **Monitoramento da biota marinha do terminal portuário do Pecém e seus indicadores ecológicos de qualidade ambiental município de São Gonçalo do Amarante - Ceará, nordeste do Brasil:** água de lastro e espécies exóticas. Fortaleza: CEARAPORTOS; FCPC, 2009a.

MATTHEWS-CASCON, H. (Coord.). **Monitoramento da biota marinha do terminal portuário do Pecém e seus indicadores ecológicos de qualidade ambiental, Município São Gonçalo do Amarante – Ceará:** relatório anual (outubro/2008 – outubro/2009). Fortaleza: CEARAPORTOS; FCPC, 2009b.

MATTHEWS-CASCON, H. (Coord.). **Monitoramento da biota marinha do terminal portuário do Pecém e seus indicadores bioecológicos. Município São Gonçalo do Amarante – Ceará:** relatório anual (setembro/2005 – agosto/2006). Fortaleza: CEARAPORTOS; IEPRO, 2006.

MATTHEWS-CASCON, H. *et al.* Description of the ootheca of *Turbinella laevigata* (Mollusca: Gastropoda). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 2, p. 359-364, 2009a.

MATTHEWS-CASCON, H. *et al.* Mollusks found inside Octopus (Mollusca: Cephalopoda) pots in the of Ceará, northeast Brazil. **The Open Marine Biology Journal**, v. 3, n. 1, p. 1-5, 2009b.

MATTHEWS-CASCON, H. *et al.* Primeiro registro de *Lamellaria mopsicolor* Marcus 1956 (Mollusca: Gastropoda: Caenogastropoda) para o nordeste do Brasil. *In:* CONGRESSO LATINOAMERICANO DE MALACOLOGIA, 8., 2011, Puerto Madryn. **Anais...** Puerto Madryn, 2011.

MATTHEWS-CASCON, H.; LOTUFO, T. M. C. **Biota marinha da costa oeste do estado do Ceará.** Brasília: MMA, 2006. (Série Biodiversidade, 24).

MATTHEWS-CASCON, H.; PEREIRA, H. A. Observations on the reproduction of *Pisania pusio* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Gastropoda: Bucinidae) in laboratory. **Tropical Oceanography**, v. 33, p. 159-162, 2005.

MATTHEWS-CASCON, H.; RABAY, S. G. Morfologia de *Phalium (Semicassis) granulatum* (Born, 1778) (Mollusca: Gastropoda, Cassidae). **Arq. Ciê. Mar**, v. 36, p. 57-61, 2003.

MATTHEWS-CASCON, H. *et al.* Sexual dimorphism in the radula os *Pisania pusio* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Gastropoda: Bucinidae). **Thalassas**, v. 21, n. 1, p. 29-33, 2005.

MCLACHLAN, A. Sandy beach ecology: a review. *In:* MCLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (eds.). **Sandy beaches as ecosystems.** The Hague: Dr. W. Junk Publ., 1983. p. 321-381.

MCLACHLAN, A.; BROWN, A. C. **The ecology of sandy shores**. San Diego, Academic Press, 2006.

MCLACHLAN, A.; HESP, P. Faunal response to morphology and water circulation of a sandy beach with cusps. **Marine Ecology - Progress Serie**, v. 19, p. 133-144, 1984.

MEIRELLES, C. A. O. *et al.* *Oxynoe antillarum* (Mollusca: Oxynoidae) no estado do Ceará, nordeste do Brasil. **Revista Nordestina de Zoologia**, v. 4, n. 1, p. 42-47, 2010.

MEIRELLES, C. A. O.; MATTHEWS-CASCON, H. Relation between shell size and radula size in marine prosobranchs (Mollusca: Gastropoda). **Thalassas**, v. 19, n. 2, p. 45-53, 2003.

MEIRELLES, C. A. O.; MATTHEWS-CASCON, H. Spawn and larval development of *Pleuroploca aurantiaca* (Lamarck, 1816) (Gastropoda: Fasciolaridae) from northeast Brazil. **Scientia Marina**, v. 69, n. 2, p. 199-204, 2005.

MIRANDA, P. T. C. *et al.* Macrofauna marinha introduzida na costa do estado do Ceará, nordeste do Brasil. **Arq. Ciê. Mar** (no prelo).

MONTEIRO, D. O. **Macrofauna bentônica da faixa entre maré em dois quebra-mares da região portuária de Fortaleza - Ceará**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

NARCHI, W.; DOMANESCHI, O. Functional morphology of *Heterodonax bimaculatus*. **American Malacological Bulletin**, v. 10, n. 2, p. 139-152, 1993.

NEVES, C. S. **Bioinvasão mediada por embarcações de recreio na Baía de Paranaguá, PR e suas implicações para a conservação**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

NOGUEIRA JÚNIOR, M.; OLIVEIRA, J. S. *Moerisia inkermanica* Paltschikova-Ostroumova (Hydrozoa; Moerisidae) e *Blackfordia virginica* Mayer (Hydrozoa; Blackfordiidae) na Baía de Antonina, Paraná, Brasil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 1, n. 1, p. 35-42, 2006.

NOGUEIRA, M. L. *et al.* Caracterização geoambiental e hidrológica da zona portuária do Pecém/CE. **Revista de Geologia**. v. 18, n. 2, p. 203-213, 2005.

OCCHIONI, G. E.; BRASIL, A. C. S.; ARAÚJO, A. F. B. Morphometric study of *Phragmatopoma caudata* (Polychaeta: Sabellida: Sabellariidae). **Zoologia**. v. 26, n. 4, p. 739-746, 2009.

OLIVEIRA FILHO, R. R. **Caracterização das ascídeas em regiões portuárias do Ceará**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

OLIVEIRA, A. E. S.; MACHADO, C. J. S. Quem é quem diante da presença de espécies exóticas no Brasil?: Uma leitura do arcabouço institucional-legal voltada para a formulação de uma política pública nacional. **Ambiente & Sociedade**, v. 12, n. 2, p. 373-387, 2009.

OLIVEIRA, A. E. S.; MACHADO, C. J. S.; OKADA, D. S. Realidade e limites do arcabouço legal de prevenção, controle e fiscalização da introdução de espécies marinhas exóticas no Brasil. **Revista de Informação Legislativa**, ano 47, n. 185, p. 145-159, 2010.

PAIVA, A. C. G. de.; COELHO, P. A.; TORRES, M. F. A. Influência dos fatores abióticos sobre a macrofauna de substratos inconsolidados da zona entre-marés no canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. **Arq. Ciê. Mar**, Fortaleza, v. 38, p. 85-92, 2005.

PASSOS, F. D.; DOMANESCHI, O. Biologia e anatomia funcional de *Donax gemmula* Morrison (Bivalvia, Donacidae) do litoral de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 4, p. 1017-1032, 2004.

PAULA, A. F.; CREED, J. C. Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: a case of accidental introduction. **Bulletin of Marine Science**, v. 74, n. 1, p. 175-183, 2004.

PEQUENO, A. P. C.; MATTHEWS-CASCON, H. Predation by Young *Cassia tuberosa* Linnaeus, 1758 (Mollusca: Gastropoda) on *Mellita quinquesperforata* (Clark, 1940) (Echinodermata: Echinoidea) under laboratory conditions. **Arq. Ciê. Mar**, v. 34, p. 83-85, 2001.

PEREIRA, J. A. O. **Taxonomia de amphipoda (Crustacea: Peracarida) em placas de recrutamento no Porto do Pecém, Ceará**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

PICHON, M. Contribution a l'etude des peuplements de la zone intertidale sur sable fins et sables vaseux non fixés dans la région de Tuléar. **Rec. Trav. Sta. Mar.**, Endoume, v. 7, p. 57-100, 1967.

PIRES-VANIN, A. M. S. A macrofauna bêntica da plataforma continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brasil. **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v. 10, p. 137-158, 1993.

PIRES-VANIN, A. M. S.; MUNIZ, P.; DE LÉO. Benthic macrofauna structure in the northeast area of Todos os Santos Bay, Bahia State, Brazil: patterns of spatial and seasonal distribution. **Braz. J. Oceanogr.**, v. 59, n. 1, p. 27-42, 2011.

PITOMBEIRA, E S. *et al.* A gestão ambiental no Terminal Portuário do Pecém, São Gonçalo do Amarante, Ceará - Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 3., 2008, Fortaleza. [Anais...] Fortaleza: AOCEANO, 2008.

PITOMBEIRA, E. S. **Processos litorâneos em regiões costeiras do estado do Ceará**. 2005. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

PONDER, W.; LINDBERG, D. R. R. **Phylogeny and evolution of the mollusca**. Berkeley: University of California Press, 2008.

PYSEC, P. *et al.* Geographical and taxonomic biases in invasion ecology. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 23, n. 5, p. 237-244, 2008.

RABELO, E. F.; SOARES, M. O.; MATTHEWS-CASCON, H. Competitive interactions among zoanths (Cnidária: Zoanthidae) in an intertidal zone of northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 61, n. 1, p. 35-42, 2013.

READ, G.; FAUCHALD, K. **Phragmatopoma caudata Krøyer in Mörch, 1863**. [S. l.]: World Register of Marine Species, 2013. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=330550>>. Acesso em: 3 set. 2013.

RIOS, E. C. **Compendium of brazilian sea shells**. Rio Grande: Evangraf, 2009.

ROCHA, C. A. Estado da arte do estudo do bentos da costa do estado do Ceará.. *In*: ENCONTRO DE ZOOLOGIA DO NORDESTE, 12., 1999, Feira de Santana, **Anais...** Feira de Santana: [s. n.], 1999.

ROCHA, R. M.; BONNET, N. Y. K. Ascídias (Tunicata, Ascidiaceae) introduzidas no Arquipélago de Alcatrazes, São Paulo. **Iheringia, Sér. Zool.**, v. 99, n. 1, p. 27-35. 2009.

ROCHA-BARREIRA, C. A. *et al.* Aspectos da estrutura populacional de *Donax striatus* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Donacidae) na praia do Futuro, Fortaleza - Ceará. **Arq. Ciê. Mar**, v. 35, p. 51-55, 2002.

ROCHA-BARREIRA, C. A. *et al.* Levantamento da macroinfauna bentônica de ambientes inconsolidados do estado do Ceará (faixa entre-marés de praias arenosas). **Relatório Científico do Projeto de Zoneamento Ecológico Econômico do Litoral do Ceará – ZEE**, Fortaleza: SEMACE/FCPC/LABOMAR-UFC, 2005.

ROCHA-BARREIRA, C. A.; MONTEIRO, D. O.; FRANKLIN JÚNIOR, W. Macrofauna bentônica da faixa entremarés da praia do Futuro, Fortaleza, Ceará, Brasil. **Arq. Ciê. Mar**, v. 34, p. 23-38, 2001.

ROCHA, R. M.; KREMER, L. P. Introduced ascidean in Paranaguá Bay, Paraná, southern Brazil. **Rev. Bras. Zool.**, v. 22, n. 4, p. 1170-1184, 2005.

SANTANA, G. X. *et al.* Comportamento predatório *ex situ* do caranguejo *Menippe nodifrons* Stimpson, 1859 (Decapoda, Brachyura) sobre moluscos gastrópodes. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 4, n. 3, p. 326-338, 2009.

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

SHORT, A. D. Australia beach systems: the morphodynamics of wave through tide-dominated beach-dune systems. **Journal of Coastal Research**, n. 35, p. 7-20, 2003. (Special issue).

SILVA, A. C. *et al.* Características das ondas “sea” e “swell” observadas no litoral do Ceará-Brasil: variabilidade anual e inter-anual, **Tropical Oceanography** (Revista Online), v. 39, n. 2, p. 123-132, 2011. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/tropicaloceanography/artigos_completos_resumos_t_d/39_2011_2_2_silva.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2013.

SILVA, E. C.; BARROS, F. Macrofauna bentônica introduzida no Brasil: lista de espécies marinhas e dulcícolas e distribuição atual. **Oecologia Australis**. v 15. n. 2, p. 326-344, 2011.

SILVA, J. S. V. *et al.* *Myoforceps aristatus* (Dillwyn, 1817), mais um bivalve introduzido na Baía de Sepetiba/RJ. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007.

SILVA, J. S. V. *et al.* Água de lastro e bioinvasão. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Org.). **Água de lastro e bioinvasão**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 1-10.

SOARES, M. O.; AQUINO, A. R. A.; RABELO, E. F. Primeiro registro do branqueamento no litoral do Ceará (NE, Brasil): indicador das mudanças climáticas? **Geociências** (no prelo).

SOARES-GOMES, A. *et al.* Bentos de sedimentos não consolidados. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Org.). **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. p. 319-337.

SOUZA, F. M. **Ascidiaceae (Chordata: Tunicata) da praia do Náutico, Fortaleza, Ceará**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

SOUZA, R. C. C. L.; CALAZANS, S. H.; SILVA, E. P. Impacto das espécies invasoras no ambiente aquático. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 1, p. 35-41, 2009.

SOUZA, R. C. C. L.; FERREIRA, C. E. L.; PEREIRA, C. R. Bioinvasão marinha. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Org.). **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009a. p. 555-577.

STACHOWICZ, J. *et al.* Linking climate change and biological invasions: ocean warming facilitates nonindigenous species invasions. **Proceedings of National Academy of Science**, v. 99, n. 24, p. 15497-15500, 2002.

TAVARES, M.; MENDONÇA JÚNIOR, J. B. Introdução de crustáceos decápodes exóticos no Brasil: uma roleta ecológica. *In*: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Org.). **Água de lastro e bioinvasão**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 59-76.

TEIXEIRA, R. M. *et al.* Bioinvasão Marinha: os bivalves exóticos de substrato consolidado e suas interações com a comunidade receptora. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 2, p. 381-402, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Laboratório de Geologia Marinha Aplicada. [mapa]. Fortaleza, 2013. Arquivos de computador.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Laboratório de Invertebrados Marinhos do Ceará. [Imagens das pesquisas]. Fortaleza, [200-?]. Arquivos de computador.

VALÉRY, L. *et al.* In search of a real definition of biological invasion phenomenon itself. **Biological Invasions**, v. 10, n. 8, p. 1345-1351, 2008.

VASCONCELOS, J. A. G. **A construção dos portos no Ceará e conseqüências para o litoral**. 2004. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

VELOSO, V. G.; NEVES, G. Praias arenosas. *In*: PEREIRA, R. C.; SOARES GOMES, A. (Org). **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. p. 339-360.

VIANA, M. G.; ROCHA-BARREIRA, C. A.; GROSSI HIJO, C. A. Macrofauna bentônica da faixa entremarés e zona de arrebentação da praia de Paracuru (Ceará-Brasil). **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, v. 9, n. 1, p. 75-82, 2005.

VIEIRA, L. A. A.; PITOMBEIRA, E. S.; SOUZA, R. O. Comprovação das alterações da linha de costa e de transporte de sedimentos na área costeira do porto do Pecém. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. [Anais...] São Paulo, 2007.

WARWIC, R. M.; RUSWAHYUNI. Comparative study of the structure of some tropical and temperate marine soft-bottom macrobenthic communities. **Marine Biology**, v. 95, n. 4, p. 641-649, 1987.

**ANEXO A – LISTA TAXONÔMICA DA MACROFAUNA BENTÔNICA COLETADA
NA PRAIA DO PECÉM, MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE/CE
ENTRE OS ANOS DE 2006 E 2011.**

Filo PORIFERA Grant, 1863.

Classe Desmospongiae Sollas, 1885.

Ordem Haplosclerida Topsent, 1928.

Família Chalinidae Gray, 1867.

Gênero *Haliclona* Grant, 1836.

Haliclona cf. *caerulea* (Hetchel, 1965).

Ordem Hadromerida Topsent, 1894.

Família Clionidae d'Orbigny, 1851.

Gênero *Cliona* Grant, 1826 *Cliona* sp.

Ordem Spiroporida Bergquist & Hogg, 1969.

Família Tetillidae Sollas, 1886.

Gênero *Cinachyrella* Wilson, 1925.

Cinachyrella sp.

Filo CNIDARIA Linnaeus, 1758

Classe Hydrozoa Owen, 1843

Ordem Athoathecata Cornelius, 1992

Família Eudendriidae L. Agassiz, 1862

Gênero *Eudendrium* Ehrenberg, 1834

Eudendrium carneum Clarck, 1882

Classe Anthozoa Erenberg, 1831

Subclasse Hexacorallia (Bleinvillie, 1830)

Ordem Actinaria Hertwig, 1882

Família Actiniidae Rafinesque, 1815

Gênero *Bunodossoma* Verrill, 1899

Bunodossoma sp.

Ordem Scleractinia

Família Favidae Gregory, 1900.

Gênero *Favia* Oken, 1815.

Favia gravida Verrill, 1868.

Família Siderastreidae

Gênero *Siderastrea* (Chamisso & Eysenhardt, 1821)

Siderastrea stellata Verrill, 1868

Ordem Zoanthidea Rafinesque, 1815

Família Zoanthidae Gray, 1840

Gênero *Zoanthus* Lamarck 1801

Zoanthus sociatus Ellis, 1768

Família Sphenopidae Hertwig, 1882

Gênero *Palythoa* Lamouroux, 1816

Palythoa caribaeorum (Duchassaing & Michelotti, 1860)

Gênero *Protopalythoa* Verrill, 1900

Protopalythoa variabilis Duerden, 1898

Filo MOLLUSCA Linnaeus, 1759

Classe Gastropoda Cuvier, 1795

Subclasse Orthogastropoda Ponder-Lindberg, 2008

Superordem Caenogastropoda Cox, 1960

Família Epitoniidae Berry, 1910

Gênero *Epitonium* Rodding, 1798

Epitonium sp.

Ordem Littorinomorpha Golikov & Starobogatov, 1975

Família Caecidae Gray, 1850

Gênero *Caecum* Flemming, 1813

Caecum sp.

Família Littorinidae Children, 1834.

Gênero *Littoraria* King & Brodetrip, 1832.

Littoraria flava King & Brodetrip, 1832.

Littoraria ziczac (Gmelin, 1871)

Ordem Neogastropoda Wenz, 1838.

Família Buccinidae Rafinesque, 1815.

Gênero *Pisania* Bivona-Bernard, 1832.

Pisania pusio Linnaeus, 1758.

Família Muricidae Rafinesque, 1815

Gênero *Straminita* Schumacher, 1817.

Stramonita haemastoma (Linnaeus, 1758).

Família Ollivelidae Troschel, 1869.

Gênero *Ollivella* Swainson, 1831.

Ollivella minuta Link, 1807

Família Terebridae Morch, 1852

Gênero *Hastula* Adams & Adams, 1853

Hastula cinerea Born, 1778

Subclasse Neritimorpha Golikov & Starobogatov, 1975

Família Neritidae Rafinesque, 1815

Gênero *Neritina* Lamarck, 1816

Neritina virginea Linnaeus, 1758

Neritina zebra Bruguière, 1792

Subclasse Patellogastropoda Lindberg, 1986

Família Lottidae Gray, 1840

Gênero *Lottia*, Gray 1833

Lottia subrugosa (d'Orbigny, 1846)

Subclasse Vetigastropoda Salvini-Plawen, 1980

Família Fissurellidae Flemming, 1822

Gênero *Fissurella* Bruguière, 1789

Fissurella rosea (Gmelin, 1791)

Família Phasianellidae Swainson, 1840

Gênero *Tegula* Lesson, 1832

Tegula viridula (Gmelin, 1791)

Família Turbinidae Rafinesque, 1815

Gênero *Tricolia* Risso, 1826

Tricolia affinis C. B. Adams, 1850

Classe Bivalvia Linnaeus, 1758

Sub-classe Pteriomorphia Beurlen, 1944

Ordem Arcoidea

Família Arcidae

Gênero *Arca* Linnaeus, 1758

Arca imbricata Bruguière, 1789

Ordem Ostreoidea Férussac, 1822

Família Ostreidae Rafinesque, 1815

Gênero *Crassostrea* Sacco, 1897

Crassostrea brasiliiana Lamarck, 1819

Crassostrea rhizophorae Guilding, 1828

Ordem Pteroidea Gray, 1847

Família Pteriidae Newell, 1965

Gênero *Isognomon* Lightfoot, 1786

Isognomon bicolor Adams, 1845

Ordem Mytiloidea Ferussac, 1922

Família Mytilidae Rafinesque, 1815

Gênero *Brachidontes* Swainson, 1840

Brachidontes exustus Linnaeus, 1758

Gênero *Musculus* Röding, 1798

Musculus lateralis Say, 1822

Sub-classe Heterodonta Neumayr, 1884

Ordem Veneroida Gray, 1854

Superfamília Tellinoidea Bleinville, 1814

Família Donacidae Flemming, 1828

Gênero *Donax* Linnaeus, 1758

Donax striatus Linnaeus, 1767

Donax gemula Morrison, 1971

Família Tellinidae Bleinville, 1814

Gênero *Strigilla* Turton, 1822

Strigilla pisiformis Turton, 1822

Gênero *Tellina* Linnaeus, 1758

Tellina sp.

Família Solecurtidae d'Orbigni, 1846

Gênero *Tagelus* Gray, 1847

Tagelus plebeius Lightfoot, 1786

Família Psammobiidae Fleming, 1828

Gênero *Heterodonax* Mörch, 1853

Heterodonax bimaculatus Linnaeus, 1758

Superfamília Veneroidea Rafinesque, 1815

Família Veneridae Rafinesque, 1815

Gênero *Anomalocardia* Schumacker, 1817

Anomalocardia brasiliiana Gmelin, 1871

Gênero *Tivela* Link, 1801

Tivela mactroides Born, 1778

Superfamília Lucinoida Fleming, 1828

Família Lucinidae Fleming, 1828

Gênero *Lucina* Lamarck, 1799

Lucina pectinata (Gmelin, 1791)

Gênero *Divaricella* Martens, 1880

Divaricella quadrisulcata d'Orbigny, 1846

Gênero *Phacoides* Gray, 1847

Phacoides pectinatus (Gmelin, 1791)

Superfamília Myoida Stoliczka, 1870

Família Myidae Lamarck, 1809

Gênero *Sphenia* Turton, 1822

Sphenia antillensis Dall & Simpson, 1901

Filo ANNELIDA Lamarck, 1809

Classe Polychaeta Grube, 1850

Ordem Sabellida Levinsen, 1883

Família Sabellariidae Johnston, 1865

Gênero *Phragmatopoma* Morch, 1863

Phragmatopoma caudata Morch, 1863

Filo ARTHROPODA Latreille, 1829

Subfilo Crustacea Brunnich, 1772

Classe Maxillopoda Dahl, 1856

Subclasse Thecostraca Gruvel, 1905

Infraclasse Cirripedia Burmeister, 1834

Ordem Sessilia Lamarck, 1818

Sub-ordem Balanomorpha Pilsbry, 1916

Família Chthamalidae Darwin, 1854

Gênero *Chthamalus* Ranzani, 1817

Chitanalus bissinuatus Pilsbry, 1916

Família Balanidae Leach, 1817

Gênero *Balanus* Costa, 1777

Balanus amphitrite (Darwin, 1854)

Classe Ostracoda Latreille, 1802

Classe Malacostraca Latreille, 1802

Subclasse Phyllocarida Packard, 1879

Subclasse Eumalacostraca Grobben, 1892

Superordem Peracarida Calman, 1904

Ordem Amphipoda Latreille, 1816

Ordem Isopoda Latreille, 1817

Ordem Cumacea Kroyer, 1846

Superordem Eucarida Calman, 1904

Ordem Decapoda Latreille, 1807

Sub-ordem Dendobranchiata

Superfamília Sergestoidea Dana, 1852

Família Sergestidae Dana, 1852

Superfamília Penaeoidea Rafinesque, 1815

Família Penaeidae Rafinesque, 1815

Sub-ordem Pleocyemata Burkenroad, 1963

Infraordem Palinura Latreille, 1802

Família Palinuridae Latreille, 1802

Gênero *Palinurus* Weber, 1905

Palinurus laevicauda (Latreille, 1817)

Infraordem Anomura McLeay, 1838

Superfamília Paguroidea Latreille, 1802

Família Diogenidae Ortmann, 1892

Gênero *Clibanarus* Dana, 1852

Clibanarus sp.

Clibanarus antillensis Stimpson, 1859

Família Paguridae Latreille, 1802

Superfamília Hippoidea Latreille, 1825

Família Hippidae Latreille, 1825

Gênero *Emerita* Scopoli, 1777

Emerita brasiliensis Schmitt, 1835

Infraordem Brachyura Latreille, 1802

Superfamília Portunoidea Rafinesque, 1815

Família Portunidae Rafinesque, 1815

Gênero *Callinectes* Stimpson, 1860

Callinectes sp.

Gênero *Charybdis* De Haan, 1833

Charybdis helleri (Milne-Edwards 1867)

Superfamília Xanthoidea MacLeay, 1838

Família Pilumnidae Samouelle, 1819

Gênero *Pilumnus* Leach, 1816

Pilumnus dasypodus Kingsley, 1879

Família Menippidae Orthman, 1893

Gênero *Menippe* Dan Haan, 1833

Menippe nodifrons Stimpson, 1859

Superfamília Eriphoidea MacLeay, 1838

Família Eriphiidae MacLeay, 1838

Gênero *Eriphia* Latreille, 1817

Eriphia gonagra Fabricius 1781

Superfamília Grapsoidea MacLeay, 1838

Família Grapsidae MacLeay, 1838

Gênero *Pachygrapsus* Randall, 1840

Pachygrapsus transversus Gibbes, 1850

Superfamília Ocypodoidea Rafinesque, 1815

Família Ocypodidae Rafinesque, 1815

Gênero *Uca* Leach, 1814

Uca leptodactyla Rathbun, 1898

Filo ECHINODERMATA Bruguière, 1791

Classe Echinoidea Leske, 1778

Ordem Camarodonta Jackson, 1912

Família Echinometridae Gray, 1855

Gênero *Echinometra* Gray, 1825

Echinometra lucunter Linnaeus, 1758

Filo CHORDATA Bateson, 1885

Subfilo Tunicata Lamarck, 1816

Classe Ascidiacea Nielsen, 1995

Ordem Aplousobranchia Lahille, 1886

Família Didemnidae Giard, 1872

Gênero *Didemnum* Savigny, 1816

Didemnum sp.

Família Polycitoridae Michaelsen, 1904

Gênero *Eudistoma* Caulleri, 1909

Eudistoma vannamei Millar, 1977