



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR - LABOMAR
MESTRADO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS**

DIEGO FEITOSA BEZERRA

**DISTRIBUIÇÃO DA MALACOFUNA EM PILARES DOS TERMINAIS
PORTUÁRIOS DO CEARÁ – BRASIL, COM ÊNFASE NO BIVALVE
INVASOR *ISOGNOMON BICOLOR***

FORTALEZA – CE

ABRIL DE 2010

DIEGO FEITOSA BEZERRA

**DISTRIBUIÇÃO DA MALACOFAUNA EM PILARES DOS TERMINAIS
PORTUÁRIOS DO CEARÁ – BRASIL, COM ÊNFASE NO BIVALVE
INVASOR *ISOGNOMON BICOLOR***

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Prospecção de recursos marinhos

Orientadora: Prof^a Dr^a Cristina de Almeida Rocha-Barreira

FORTALEZA – CE

ABRIL DE 2010

B469 Bezerra, Diego Feitosa

Distribuição da malacofauna em pilares dos terminais portuários do Ceará – Brasil, com ênfase no bivalve invasor *Isognomon bicolor* / Diego Feitosa Bezerra, 2010.
75 f. ; il. color. enc.

Orientador: Prof. Dr^a Cristina de Almeida Rocha Barreira

Área de concentração: Prospecção de Recursos Marinhos
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, 2010.

1. Bioincrustação 2. Moluscos 3. Espécies exóticas 4. Portos 5.
Isognomon bicolor I. Barreira, Cristina de Almeida Rocha II.
Universidade Federal do Ceará - Instituto de Ciências do Mar, Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais.

CDD 594

DIEGO FEITOSA BEZERRA

DISTRIBUIÇÃO DA MALACOFAUNA EM PILARES DOS TERMINAIS
PORTUÁRIOS DO CEARÁ – BRASIL, COM ÊNFASE NO BIVALVE
INVASOR *ISOGNOMON BICOLOR*

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais.

Aprovada em: ___ / ___ / ___

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Cristina de Almeida Rocha Barreira (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof^a Dr^a Helena Matthews-Cascon
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. Ricardo Coutinho
Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM

À minha família.....

AGRADECIMENTOS

À natureza, por não ser apenas meu objeto de estudo, mas também fonte de inspiração, sabedoria e respeito todos os dias. Também agradeço àqueles que compartilham a esperança de mudar a atual forma de lidar com o meio ambiente.

Agradeço principalmente à minha família pelo amor, compreensão e apoio sempre me concedido, pessoas que mais amo nessa vida.

À minha orientadora Prof^ª Dr.^ª Cristina de Almeida Rocha Barreira por acreditar no meu trabalho, por me acolher no Laboratório Zoobentos desde o início de minha graduação, pelo profissionalismo, pelas oportunidades concedidas e aprendizado diário. Mesmo havendo a necessidade de tirar licença maternidade conseguiu estar presente na concretização deste trabalho. Tenho orgulho de ser seu orientando. E também aos momentos de diversão e aprendizado com seu filho Luca.

Ao Prof^º e antes de tudo grande amigo Wilson Franklin pelo aprendizado, caráter, simplicidade e companheirismo desde minha chegada ao Labomar. Ele mereceria um parágrafo de adjetivos de qualidade. Também sou grato pela contribuição direta na elaboração e concretização deste estudo. Além disso, os ótimos momentos musicais e happy hours da vida.

Ao amigo Ronaldo Ruy que compartilhou esforços na execução deste projeto. Sempre disposto a ajudar e discutir sobre a logística de coleta e elaboração do trabalho. Também cumplicidade nos momentos mais difíceis. Saiba que sempre poderá contar comigo!

Ao Dr^º Ricardo Coutinho pela contribuição no planejamento estratégico, por ser sempre prestativo, pela recepção na minha chegada ao IEAPM e também a participação na banca examinadora.

Ao Dr^º Tito Lotufo pela ajuda no planejamento amostral e estatístico, pelo empréstimo do material de mergulho que sem os mesmos o trabalho seria extremamente laborioso e oneroso.

À Prof^ª Dr.^ª Helena Matthews-Cascon, exemplo de pesquisadora, disposta a ajudar todos. Também na identificação dos moluscos, bem como o acolhimento em seu laboratório. Além da participação na banca examinadora. Também fico grato a Soraya no auxílio à identificação dos moluscos.

Ao Prof^o Dr^o Ricardo Simone na identificação dos moluscos e ótima recepção no Laboratório de Malacologia da USP, bem como Vavá (salvou), Jaime (identificação dos quítons), Erick, Rodrigo (Portuga) e Aninha.

Também agradeço por ajudar na correção do presente estudo, pela oportunidade de mergulhar em Ilha Bela e pelos momentos de aprendizado oferecidos por Franklin Santos (Funk).

Ao doutorando André Breves pela colaboração na pesquisa bibliográfica e trocas de idéias.

A todos os membros do Laboratório Zoobentos que estão presentes nos bons e maus momentos de trabalho como meu brother Carlos, Liana (obrigado pela força), Lígia, Alines, Flávia, Rafaela Maia (agradeço de coração por tudo), Kcrishna, Adriana, Roberto (me apresentou o Zoobentos) e Glauber.

Agradeço muito as pessoas que participaram nas coletas Carlos, Janaína, Tarciana, Felipe, Didi e a empolgante Carolzinha. Especialmente, ao amigo Eduardo (Picolé), sempre disposto a ajudar na logística de mergulho e no campo.

Aos estagiários e guerreiros que ajudaram a medir milhares de conchas de *I. bicolor* Fiamma, Allan e Belchior.

Ao Lucas, meu conterrâneo, dando força sempre e companheiro de rangos.

Agradeço a autorização e o apoio prestados pela Ceará Portos e Companhia Docas do Ceará, principalmente ao Aloísio, Antônio Harildes e Raimundo José.

Aos meus amigos verdadeiros, musicais e incentivadores Mastho, Heitor, Brunão, Maurício, Bob e Marcius (teacher).

E não menos importante, a todos que me ajudaram diretamente ou indiretamente que não constam nos agradecimentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

A voz do dono e o dono da voz

Até quem sabe a voz do dono
Gostava do dono da voz
Casal igual a nós, de entrega e de abandono
De guerra e paz, contras e prós

Fizeram bodas de acetato - de fato
Assim como os nossos avós
O dono prensa a voz, a voz resulta um prato
Que gira para todos nós

O dono andava com outras doses
A voz era de um dono só
Deus deu ao dono os dentes
Deus deu ao dono as nozes
Às vezes Deus só deu seu dó

Porém a voz ficou cansada após
Cem anos fazendo a santa
Sonhou se desatar de tantos nós
Nas cordas de outra garganta

A louca escorregava nos lençóis
Chegou a sonhar amantes
E, rouca, regalar os seus bemóis
Em troca de alguns brilhantes

Enfim a voz firmou contrato
E foi morar com novo algoz
Queria se pensar, queria ser um prato
Girar e se esquecer, veloz
Foi revelada na assembléia - atéia
Aquela situação atroz

A voz foi infiel, trocando de traquéia
E o dono foi perdendo a voz
E o dono foi perdendo a linha - que tinha
E foi perdendo a luz e além
E disse: minha voz, se vós não sereis minha
Vós não sereis de mais ninguém

Composição: Chico Buarque

RESUMO

Terminais portuários adicionam estruturas artificiais ao ambiente marinho propiciando o estabelecimento de organismos epibênticos nativos e espécies exóticas devido à intensa circulação de navios. O presente estudo caracterizou e comparou a composição específica e a distribuição batimétrica da malacofauna associada aos pilares dos terminais portuários do Pecém e do Mucuripe - Ceará, Brasil, a fim de verificar a ocorrência de espécies exóticas. Foi avaliada também a estrutura populacional do bivalve invasor *Isognomon bicolor* em ambos os portos. As coletas da malacofauna foram realizadas por meio de mergulho autônomo e método destrutivo. A amostragem foi feita entre 0-5 metros de profundidade, espaçadas em 1 metro. Foram coletadas 41 espécies de moluscos sendo 35 nativas, cinco criptogênicas e uma exótica. As maiores densidades foram registradas para *Petalonchus* aff. *varians*, *Isognomon bicolor*, *Lithophaga bisulcata*, *Crassostrea rhizophorae* e *Sphenia antillensis*. Em ambos os portos, houve maior densidade média de moluscos no primeiro metro, bem como de *I. bicolor*. Nenhum dos portos demonstrou diferença significativa dos descritores de comunidade em relação à orientação das faces nos pilares (interna e externa). No primeiro metro, foram observados os indivíduos de *I. bicolor* de menor tamanho da concha. Esta distribuição dos organismos pode provavelmente ser determinada pelo assentamento larval diferencial ao longo dos pilares e também a faixa em que *I. bicolor* está mais adaptado fisiologicamente. Estudos sobre estas comunidades são de grande importância para o monitoramento de regiões portuárias e o diagnóstico precoce de espécies potencialmente invasoras.

Palavras-chave: *fouling*; moluscos; espécies exóticas; portos; *Isognomon bicolor*.

ABSTRACT

Ports add artificial structures to the marine environment giving the establishments of natives epibenthic organisms and exotic species due to intense ship traffic. The present study classifies and compared the specific composition and bathymetric distribution of mollusc fauna associated to the ports pillars of Pecém and Mucuripe – Ceará, Brasil, wanting to check the occurrence of exotic species. It was also evaluated the population structure of the bivalves *Isognomon bicolor* invaders on both ports. The gathering of mollusc fauna was possible through the autonomous diving and destructive method. The sample was made between 0-5 meters of depth, with space of 1 meter. 41 species of molluscs were gathered, being 35 natives, 5 cryptogenic and 1 exotic. The highest densities were registered to *Petalocochus* aff. *Varians*, *Isognomon bicolor*, *Lithophaga bisulcata*, *Crassostrea rhizophorae* and *Sphenia antillensis*. On both ports, there was a medium density of molluscs in the first meter. Neither of the Ports showed significant difference from communities descriptors related to the orientation of the pillar's faces. Considering the bathymetric of *I. bicolor* on Pecém Port, it was verified a predominance of these bivalves in the first meter of pillars. This organism's distribution might be determinate on pillars by differential larval settlement on pillars length and also the range in which *I. bicolor* is more physiologically adapted. Studies about these communities are of great importance to the monitoring of portuaries regions and the early diagnoses of potentially invasive species.

Keywords: *fouling*; molluscs; exotic species; ports; *Isognomon bicolor*.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
SUMÁRIO.....	xi
1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS.....	22
3. HIPÓTESES.....	23
4. ÁREAS DE ESTUDO.....	24
Circunscrição de Estudo	24
4.1 - Terminal Portuário do Pecém	24
4.2 - Porto do Mucuripe	26
5. METODOLOGIA	29
5.1 - Análises dos dados	30
5.1.1- Análises dos dados de <i>Isognomon bicolor</i>	30
6. RESULTADOS.....	32
6.1 - Terminal Portuário do Pecém	33
6.2 - Porto do Mucuripe	38
6.3 - Estrutura populacional de <i>Isognomon bicolor</i>	44
7. DISCUSSÃO.....	50
8. CONCLUSÕES.....	57
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXOS.....	72

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Vista aérea do Terminal Portuário do Pecém – Fonte: http://www.docasdoceara.com.br/galerias/fotos-aereas-do-porto	25
Figura 2 – Vista aérea do Porto do Mucuripe. Fonte: http://www.transportes.gov.br/bit/portos/pecem/popecem.htm	28
Figura 3 – Representação esquemática (planta baixa) dos pilares e faces amostrados nos Terminais Portuários do Pecém e do Mucuripe.	29
Figura 4 - Indivíduo de <i>Isognomon bicolor</i> e as medidas mensuradas da charneira (CH) e da região nacarada (RN) da concha esquerda.	31
Figura 5 – Densidade média de moluscos no Terminal Portuário do Pecém quanto à profundidade.	34
Figura 6 - Análise de agrupamento das profundidades (1 – 5 metros) e faces interna e externa (FI/FE) do Terminal Portuário do Pecém, com base na abundância média de moluscos, a partir da similaridade de Bray-Curtis.	36
Figura 7 - Densidade de moluscos com frequência de ocorrência acima de 5% em relação à batimetria para o Terminal Portuário do Pecém.	37
Figura 8 - Densidade média de moluscos no Porto do Mucuripe quanto à profundidade.	39
Figura 9 - Análise de agrupamento das profundidades (1 – 5 metros) e faces internas e externas (FI/FE) do Porto do Mucuripe, com base na abundância média de moluscos, utilizando a similaridade de Bray-Curtis.	42
Figura 10 - Densidade de moluscos com frequência de ocorrência acima de 5% em relação à batimetria para o Porto do Mucuripe.	43
Figura 11 - Correlação entre as medidas do comprimento da charneira (CH) e da região nacarada (RN) de <i>Isognomon bicolor</i> para o Terminal Portuário do Pecém. ($r= 0,905$)	45
Figura 12 - Correlação entre as medidas do comprimento da charneira (CH) e da região nacarada (RN) de <i>Isognomon bicolor</i> para o Porto do Mucuripe ($r= 0,849$).	45
Figura 13 - As medidas do comprimento da charneira (CH) e da região nacarada (RN) de <i>I. bicolor</i> em relação as profundidades e faces (externa/interna) do Terminal Portuário do Pecém.	48
Figura 14 - As medidas do comprimento da charneira (CH) e da região nacarada (RN) de <i>I. bicolor</i> em relação as profundidades e faces (externa/interna) do Porto do Mucuripe.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista de presença e ausência das espécies de moluscos em pilares do Terminal Portuário do Pecém e Porto do Mucuripe:.....	32
Tabela 2 – Abundância, densidade e frequência de ocorrência das espécies de moluscos coletados no Terminal Portuário do Pecém.	33
Tabela 3 - Índices dos descritores de comunidade diversidade, riqueza e equitabilidade; e suas respectivas médias para o Terminal Portuário do Pecém:	35
Tabela 4 - Resultado do teste não paramétrico de Mann-Whitney para os moluscos com frequência de ocorrência acima de 5% para o Terminal Portuário do Pecém:.....	37
Tabela 5 - Abundância, densidade e frequência de ocorrência das espécies de moluscos coletados no Porto do Mucuripe.	38
Tabela 6 - Probabilidades do Teste de Fisher (LSD) <i>a posteriori</i> em relação à densidade de moluscos quanto às profundidades e faces no Porto do Mucuripe (MS = 4916,4; df = 30,00).	40
Tabela 7 - Índices dos descritores de comunidade diversidade, riqueza e equitabilidade; e suas respectivas médias para o Porto do Mucuripe.	40
Tabela 8 - Probabilidades do Teste de Fisher (LSD) <i>a posteriori</i> em relação à equitabilidade de Pielou (J') de moluscos quanto às profundidades e faces no Porto do Mucuripe (MS = 0,012, df = 30,00).	40
Tabela 9 - Probabilidades do Teste de Fisher (LSD) em relação à diversidade de Shannon-Wiener (H') de moluscos quanto às profundidades e faces no Porto do Mucuripe (MS = 0,107, df = 30,00).	41
Tabela 10 - Análise de variância para os moluscos do Terminal Portuário do Pecém com frequência de ocorrência acima de 5%:.....	43
Tabela 11 - Tamanho médio, máximo e amplitude de tamanho do comprimento da charneira e da região nacarada da concha de <i>I. bicolor</i> , no Terminal Portuário do Pecém em relação à batimetria.	46
Tabela 12 - Tamanho médio, máximo e amplitude de tamanho do comprimento da charneira e da região nacarada da concha de <i>Isognomon bicolor</i> , no Porto do Mucuripe em relação à batimetria.	46

Tabela 13 - Análise não paramétrica de Kruskal-Wallis para as medidas do comprimento da charneira (CH) e da região nacarada (RN) de *I. bicolor* em relação as profundidades do Porto do Mucuripe e Terminal Portuário do Pecém:**47**

Tabela 14 - Análise não paramétrica de Mann-Whitney para as medidas do comprimento da charneira (CH) e da região nacarada (RN) de *I. bicolor* em relação as faces dos pilares no Terminal Portuário do Pecém e Porto do Mucuripe:**47**

1. INTRODUÇÃO

As atividades humanas têm sido e continuam a mudar o ambiente em escalas local e global. (SCHWARTZ et al. 2000; SAX; GAINES, 2003). Mais que 60% da população humana habitam as zonas costeiras e em previsões para as próximas décadas estima-se um aumento desta fração excedendo 75% como consequência da expansão demográfica atual e tendências de migração em direção a áreas costeiras. (EEA, 1999; AIROLDI; BECK, 2007).

A urbanização da zona costeira tem resultado em novas estruturas sendo adicionadas ao ambiente marinho. A maioria destes é muito diferente dos substratos naturais em diversos aspectos incluindo a sua composição, posição em relação ao fundo do mar e do grau em que estão sombreados. (GLASBY, 1999)

Na medida em que a modificação antrópica de substratos naturais é cada vez mais citada como um agente de declínio populacional e extinção de espécies, a compreensão do papel de superfícies artificiais como substitutos hábitat de superfícies naturais é fundamental (CHAPMAN; BULLERI, 2003; BULLERI et al.,2005).

Fouling é um termo náutico e industrial, subseqüentemente adaptado para ecologistas marinhos, consistindo de ecossistemas de organismos incrustantes que colonizam sobre uma superfície (epibênticos), em fendas (infauna) ou outras formas de fixação em substratos duros naturais ou artificiais (BAKER et al.,2004).

A incrustação e corrosão de navios e estruturas imersas no mar representam altos custos econômicos e operacionais para os proprietários. Crescimento da comunidade incrustante pode interferir na operação de equipamentos submersos, imporem um aumento de carga, bem como afetar o desempenho dos navios, aumentando o atrito hidrodinâmico, exigindo mais energia e combustível para mover embarcações através da água (LEWIS, 1999).

O emprego de tintas biocidas anti-incrustantes vem reduzindo bastante o número de organismos presos aos cascos, mas a utilização de tintas anti-incrustantes contendo o composto biocida tributilestanho (TBT) tem induzido a anomalias como o imposex. Este fenômeno é caracterizado pelo surgimento de caracteres sexuais masculinos, sobretudo, pênis e vaso deferente não funcionais em fêmeas de moluscos caenogastropodes (CASTRO, 2004). Castro et al. (2005) constataram um aumento na incidência de imposex em *Stramonita haemastoma* após o estabelecimento do Terminal Portuário do Pecém.

Devido sua importância econômica e ecológica, assim como a sua vida sedentária, moluscos têm assumido um papel importante no monitoramento de contaminantes pelo

mundo (FELDSTEIN et al., 2003). Eles são abundantes, sedentários e fáceis de coletar, o que os torna ideais para biomonitoramento (BRESLER et al., 2003). Bivalves e moluscos gastrópodes estão entre os organismos mais úteis para o monitoramento ambiental (BOENING, 1999).

Alguns autores têm apontado o vetor “incrustação” como a principal fonte na introdução de espécies exóticas em vários países costeiros, baseando-se principalmente no tipo de ciclo de vida do organismo e na sua presença em cascos de navios e plataformas (ENO, 1996; REISE et al., 1999; GOLLASCH, 2002; ELDREDGE ; CARLTON, 2002).

Vetores dominantes de invasão não-intencionais incluem introduções via água de lastro, tanques de sedimentos, incrustação em cascos de navios, aquacultura e construção de canais que tem facilitado ativa e passivamente a dispersão natural. (LEPPÄKOSKI et al., 2002).

Espécies invasoras são também conhecidas como exóticas, alienígenas ou não nativas, são todos os organismos ou materiais biológicos capazes de propagar espécies indesejáveis que não tenham registro anterior num determinado local (COMMITTEE ON SHIP'S BALLAST OPERATIONS, 1996). Entretanto, alguns autores têm distinguido espécies exóticas que seriam espécies apenas registradas em áreas fora de sua distribuição conhecida e invasoras que já estariam estabelecidas no ambiente receptor.

Devido à falta de registros ao longo da história, para muitas espécies com ocorrência em diferentes regiões não é possível determinar o local de origem e, assim, não se pode definir o status como nativa ou introduzida, sendo estas espécies classificadas como criptogênicas (CARLTON, 1996a). No mundo já se tem registro de invasões de moluscos realizadas com sucesso de acordo com MORTON (1996):

- *Dreissena polymorpha*, o mexilhão zebra, que se estabeleceu nos Grandes Lagos, EUA, e hoje ocupa 40% dos rios americanos de norte a sul do país, oriundo da Europa, vem causando prejuízo de milhões de dólares por ano com remoção da incrustação e controle (GAUTHIER ; STELL, 1996).

- *Mytilopsis sallei*: originário do Golfo do México, já alcançou a Europa e Ásia e causa grandes problemas de incrustação nos portos da Índia.

- *Musculista senhousia*: asiático é utilizado na China como alimento, provavelmente introduzido na América junto com *Ostrea* sp. enviadas do Japão.

O aumento significativo dos custos ecológicos e econômicos advindos da introdução de espécies não nativas tem estimulado a realização de pesquisas e o aumento expressivo do número de publicações sobre a predição, o impacto potencial ou mesmo a distribuição destas

espécies (KOLAR ; LODGE, 2001; GROSHOLZ, 2002). O transporte destas espécies é freqüente, sendo associado às atividades de navegação comercial, uma vez que os ambientes portuários serem os principais pontos de invasão biótica (COHEN; CARLTON 1995, 1998; RUIZ et al. 1997; HEWITT ; CAMPBELL 2001; HEWITT 2002).

Os navios utilizam água nos tanques de lastro para manter a segurança, aumentar o seu calado e ajudar na propulsão e manobras, compensar perdas de peso por consumo de combustíveis e de água, regular a estabilidade e manter os níveis de estresse na estrutura em patamares aceitáveis (COMMITTEE ON SHIPS' BALLAST OPERATIONS, 1996). A primeira via identificada para introdução de espécies não-indígenas marinhas foi o tráfico de navios marítimos pelo mundo através da descarga de água de lastro (WILLIAMS et al., 1988; CARLTON ; GELLER, 1993). Água de lastro também é capaz de transportar vírus e bactérias patogênicas, incluindo o vibrião que causa a cólera. (RUIZ et al., 2000)

Segundo a Diretoria de Portos e Costas (DPC), a média anual de visitas aos portos brasileiros é de 40.000 navios. Pelo volume de carga exportada, pode-se estimar em cerca de 40 milhões de toneladas de água de lastro por ano despejada em nossa costa.

De acordo com as Diretrizes da IMO (Organização Marítima Internacional) e a Agenda Ambiental Portuária gerenciada pela Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (BRASIL, 1998; CIRM, 1998) , um dos procedimentos para o controle ambiental da atividade portuária deve ser o monitoramento ambiental e controle da introdução de espécies marinhas exóticas por meio de água de lastro.

O pré-requisito para qualquer tentativa de controle está no conhecimento da fauna e flora locais, identificando as espécies endêmicas e determinando a presença, distribuição e abundância de espécies exóticas (SILVA et al., 2002).

Neste sentido, o Brasil tem demonstrado um grande interesse nos assuntos relacionados à água de lastro incentivando diversas iniciativas, principalmente por meio da participação do Global Ballast Water Management Programme (GloBallast), uma iniciativa de cooperação entre o Global Environment Facility (GEF), o United Nations Development Programme (UNDP) e a International Maritime Organization (IMO).

Como consequência dessa interação, foi estabelecido o projeto "Remoção de Barreiras para a Implementação Efetiva do Controle de Água de Lastro e Medidas de Gestão em Países em Desenvolvimento (IMO/UNDP/GEF)". Estudos de caso em seis países em desenvolvimento (Brasil, China, Índia, Irã, África do Sul e Ucrânia) servirão como demonstração das dificuldades e experiências de sucesso de gestão do problema.

Diferentes portos têm um número muito variável de espécies exóticas e estes indivíduos parecem ser mais freqüentes em águas superficiais, como em San Francisco Bay (213 exóticas, COHEN; CARLTON, 1998), Port Phillip Bay (165 exóticas, HEWITT et al., 1999), Chesapeake Bay (100 exóticas, RUIZ et al., 1997), Cork Harbour (24 exóticas, MINCHIN ; SHEEHAN, 1999).

A capacidade de fixação em substrato natural pode representar um fator limitante ao estabelecimento de espécies exóticas, impedindo que estas se tornem invasoras. Estudos apontam que variações estruturais do substrato resultam em diferentes comunidades, tanto em composição de espécies quanto em abundância das mesmas (MEADOWS, 1964; CONNELL, 2000; GLASBY, 2000; STACHOWICZ et al., 2007; FLORES ; FAULKES, 2008).

Glasby (1999) forneceu claras evidências de que o sombreamento pode afetar a cobertura de muitos taxóns em pilares e tem o potencial de influenciar a composição das assembléias de toda a epibiota subtidal. Mudanças na estrutura da comunidade através de gradiente vertical são geralmente relacionados a fatores físicos que co-variam com a profundidade tais como a ação de ondas e a luminosidade. (SMITH, 1996; WITMAN; DAYTON, 2001)

É cada vez mais evidente, em manipulações experimentais, a idéia de que a diversidade aumenta diretamente a resistência das comunidades às invasões. (Naeem et al. 2000, LYONS; SCHWARTZ 2001; KENNEDY et. al. 2002; STACHOWICZ et al., 2002).

Estudos recentes na Grécia ampliaram o número de espécies exóticas conhecidas de 90 para 126 (PANCUCCI-PAPADOPOULOU et al., 2005a, PANCUCCI-PAPADOPOULOU et al., 2005b) e de 15 registros de espécies transportadas por navios reportadas em 2002 (ZENETOS et al., 2002) para 34 (PANCUCCI- PAPADOPOULOU et al., 2006). Uma revisão da biota marinha exótica da Grécia revelou que os moluscos predominam entre 78 das espécies exóticas que foram registradas (PANCUCCI- PAPADOPOULOU et al., 2003). Demonstrando a necessidade de esforços para um aumento e atualização do conhecimento da biota local e introduzida.

A maioria das distribuições de moluscos marinhos conhecidas antes do século XIX é considerada como “naturais”, enquanto que as distribuições de moluscos durante ou desde o século 19 são consideradas potencialmente sujeitas à modificação humana.

Segundo Carlton (1999), um conjunto de 38 moluscos introduzidos do Hemisfério Norte revelou padrões geográficos distintos: 63% têm origem no Atlântico Norte / região do Mediterrâneo, enquanto 37% têm origem no Oceano Pacífico Norte. Dentro do Oceano

Atlântico, o Atlântico Ocidental é uma área doadora significativamente mais forte, sendo responsável por 75% dos táxons do Atlântico Norte que são dispersas globalmente.

No Brasil, ocorrências de espécies exóticas vinham sendo narradas através de registros esparsos de crustáceos, corais e moluscos ao longo do litoral, até a introdução do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* Dunker, 1857, determinando uma mudança de escala no quadro das invasões em águas brasileiras, assim como na forma de abordar a questão da água de lastro e dos organismos aquáticos invasores (SILVA et al., 2004).

Mansur et al.(2003) atribuiu a inclusão de organismos nativos na lista de espécies da fauna silvestre ameaçadas de extinção do estado do Rio Grande do Sul, devido a competição ecológica causada pela invasão de outros moluscos exóticos, tais quais o *Limnoperna fortunei* e a *Corbicula fluminea*. De modo semelhante, Borges et al.(2007) registrou uma redução da abundância relativa de invertebrados bentônicos do reservatório da Hidroelétrica de Pedra (BA), após a introdução do molusco de água doce *Melanoides tuberculatus*.

Estudos sobre bio-incrustação e invasão biológica marinha no Brasil concentram-se principalmente nas regiões Sul e Sudeste do país. Nas regiões Norte e Nordeste os conhecimentos a respeito ainda são incipientes, sobretudo a respeito de moluscos.

Em uma marina adjacente ao Porto de Paranaguá, um importante porto internacional no sul do país, a comunidade incrustante foi estudada, onde um total de 85 espécies foi encontrado, das quais 50 foram classificadas em três categorias: quatro introduzidas, 33 criptogênicas e 13 nativas. (NEVES et al., 2007). A partir da análise de dados das coletas pelo GloBallast em 2001, foi efetuado uma caracterização do macrozoobentos em substrato consolidado na Baía de Sepetiba, no qual foram identificadas 272 espécies, sendo que 226 são novas citações para a Baía de Sepetiba, tendo o total de espécies registradas para a região passado de 135 para 363, um aumento de 169%. Seis espécies foram classificadas como introduzidas incluso os bivalves *Perna perna* e *Isognomon bicolor*. (SILVA, 2007)

Para a região Nordeste, Farrapeira (2007) no Porto de Recife investigou 32 navios de diversas origens, nos quais foram encontradas 60 espécies de animais associados, sendo 15 espécies representantes da malacofauna.

No Ceará foram realizados poucos levantamentos da macrofauna bentônica associadas às estruturas dos terminais portuários do estado. Mota (2006) realizou uma caracterização sazonal de um pilar do Terminal Portuário do Pecém em que averiguou os grupos mais abundantes: Ostreidae (Mollusca, Bivalvia), Cirripedia (Arthropoda, Crustacea), Demospongiae (Porifera), Vermetidae (Mollusca, Gastropoda) e Chamidae (Mollusca,

Bivalvia). Nos pilares do Porto do Mucuripe não foram concretizados trabalhos voltados a bio-incrustação

Entretanto, levantamentos da malacofauna cearense em áreas adjacentes aos terminais portuários foram realizados por diversos pesquisadores. Furtado-Ogawa (1970) contribuiu ao conhecimento da fauna malacológica intertidal de substratos consolidados da praia de Meireles, adjacente ao Porto do Mucuripe, registrando a presença acentuada das espécies *Crassostrea rhizophorae*, *Arca imbricata*, *Lithophaga bisulcata*, *Littorina ziczac* e *Petalochonchus varians*.

Estudos sobre a macrofauna bentônica de ambientes consolidados na Praia do Pecém foram concretizados no Programa de Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE) da Zona Costeira do Estado do Ceará notificando 44 espécies, principalmente poríferos, cnidários, moluscos, poliquetas e crustáceos. Na Praia do Meireles, foram realizados estudos dos principais grupos de animais na composição específica do mesolitoral rochoso no qual estão listadas 82 espécies; crustáceos foi o grupo mais abundante seguido de moluscos gastrópodes. (FRANKLIN-JÚNIOR et al., 2005).

Uma análise bioecológica dos quebra-mares do Titanzinho e do Porto do Mucuripe constatou uma dominância quantitativa de crustáceos cirripédios, enquanto os moluscos dominaram qualitativamente. (MONTEIRO, 2003)

Em pilares de uma ponte metálica inativa, na Praia de Iracema (CE) colônias do poliqueta *Sabellaria nanella* foram investigadas junto a sua fauna associada (FAUSTO FILHO; FURTADO, 1970). Do mesmo modo, colônias de poliqueta, do bioconstrutor *Phragmatopoma cf. lapidosa* tem aumentado sua área recifal considerando a série temporal 2005-2009 (Matthews-Cascon, com. pes.). Ambas as espécies, provavelmente, se estabeleceram após a implantação de portos no Ceará, possivelmente introduzidos por água de lastro.

Os moluscos bivalves parecem ser o grupo bentônico mais comumente introduzido durante a fase planctônica, tanto em ambientes marinhos quanto de água doce. Também estão entre os grupos mais transportados intencional e não intencionalmente. (CARLTON; GELLER, 1993; NAYLOR et al., 2001; BOLLENS et al., 2002). Desta forma, são excelentes exemplos para se examinar as mudanças em ecossistemas marinhos, principalmente, pela combinação de um longo registro fóssil, arqueológico e histórico (CARLTON, 1999) e o seu potencial para afetar dramaticamente as comunidades nativas (CROOKS, 1998).

Dentro do ambiente marinho, o caso do bivalve exótico *Isognomon bicolor* vem mudando a estrutura das comunidades bentônicas de substrato rochoso.

Matthews e Kempf (1970) foram os primeiros a registrar um Isognomonidae para o Brasil, com o encontro de *Isognomon cf. alatus* no Atol das Rocas. Rios (1970, 1975 e 1985) citou a mesma espécie restringindo-a ao Atol das Rocas. Posteriormente, a distribuição do Isognomonidae foi ampliada para o sudeste e sul do Brasil (Rios, 1994). Domaneschi e Martins (2002) em uma extensa revisão sobre a ocorrência da espécie no Brasil, examinaram e constataram que a espécie registrada pelos referidos autores se tratava de *Isognomon bicolor* e não *I. alatus*. A localidade tipo de *I. bicolor* é a Jamaica (Adams, 1845), no Mar do Caribe, para a qual existe ampla bibliografia que descreve a presença desta espécie (ABBOTT, 1974; ALVAREZ, 1998).

Breves-Ramos et al. (2004) realizaram amostragens em diferentes áreas costeiras do estado do Rio de Janeiro, observando uma alta concentração de indivíduos de *Isognomon bicolor*, em média de 800 indivíduos por 100 cm². Recentemente, diversos trabalhos foram desenvolvidos na região Sudeste do Brasil verificando a presença e/ou distribuição de *I. bicolor* (JACOBUCCI et al., 2006; FERREIRA-SILVA et al. 2007; OLIVEIRA ; CREED, 2008; TEIXEIRA et al., 2009; BREVES-RAMOS et al., 2009). De acordo com Teixeira et al., esta espécie era encontrada em grandes agregados no estado do Rio de Janeiro, até sofrer uma mortalidade em massa em 2006

Em costões rochosos do Rio de Janeiro, a distribuição de *Perna perna* e *Pinctada imbricata* vem sofrendo uma redução em função da chegada do bivalve invasor *I. bicolor* (RAPAGNÃ, 2004). López & Coutinho (2003) investigaram a mudança de hábito alimentar no gastrópode *Stramonita haemastoma* depois da introdução de *I. bicolor* em Arraial do Cabo e concluíram que este último se tornou importante na dieta deste gastrópode. De acordo com Lavrado (1992), antes da introdução de *I. bicolor*, o bivalve *Perna perna* era a espécie preferencialmente consumida por *S. haemastoma* na área.

As primeiras ocorrências de *Isognomon bicolor* no estado do Ceará foram registradas nos costões rochosos e em pilares do Terminal Portuário do Pecém na série temporal 2004 - 2006 (FRANKLIN-JÚNIOR et al., 2005; MOTA, 2006; MATTHEWS-CASCON ; LOTUFO, 2006). *I. bicolor* já se encontra amplamente distribuído em substratos consolidados naturais e artificiais da costa brasileira desde o Ceará até Santa Catarina (ROBLES; ROSSO, 2001; FRANKLIN-JÚNIOR et al., 2005; JACOBUCCI et al., 2006; PEREIRA et al., 2009). Este bivalve invasor tem demonstrado um potencial de expandir sua distribuição rapidamente.

2. OBJETIVOS

Tendo em vista a importância do levantamento de espécies, em especial da malacofauna, que vivem associadas às estruturas artificiais em regiões portuárias e a fim de avaliar a ocorrência de espécies introduzidas e como estas se estabelecem em função das características de cada porto, os seguintes objetivos foram considerados:

- 1) Descrever a composição específica e comparar a distribuição batimétrica da malacofauna incrustante em pilares dos terminais portuários do Ceará.
- 2) Comparar a distribuição da malacofauna incrustante quanto à orientação da face dos pilares nos terminais portuários do Pecém e do Mucuripe;
- 3) Verificar a ocorrência de espécies de moluscos exóticos em terminais portuários do Ceará.
- 4) Comparar a estrutura populacional (densidade populacional e distribuição por tamanho) do bivalve invasor *Isognomon bicolor* em pilares dos terminais portuários do Ceará.

3. HIPÓTESES

- 1) A distribuição e a composição específica de moluscos entre os portos do Ceará diferem quanto à batimetria pelo posicionamento em relação à costa (inshore / offshore) e tempo de funcionamento dos portos.
- 2) A composição, abundância e diversidade malacológica nos portos do Ceará variam em função da orientação espacial das faces nos pilares, sob efeitos de sombreamento e corrente incidentes interferindo o assentamento das espécies.
- 3) Há diferença no número de ocorrências e grau de estabelecimento de moluscos exóticos nos terminais portuários do Ceará, pelo tempo de implantação dos mesmos.
- 4) A estrutura populacional (densidade e distribuição por tamanho dos indivíduos) do bivalve invasor *Isognomon bicolor* tem características distintas nos portos examinados.

4. ÁREAS DE ESTUDO

▪ Circunscrição de Estudo

O litoral cearense é marcado por um clima tropical chuvoso (AW), quente e úmido, com chuvas de verão e outono, sendo os meses mais chuvosos de Janeiro a Junho e os mais secos de Julho a Dezembro (FUNCEME, 2009). Em função da zona de convergência intertropical da região, há a predominância de ventos alísios na direção E-W que determina o transporte de sedimentos nesse sentido, onde a temperatura média anual é de 27°C, com uma evaporação média anual de 1469,2 mm (JIMENES ; MAIA, 1999; NOGUEIRA *ET AL.*, 2005).

Segundo a FUNCEME (2009) para o estado do Ceará, a precipitação pluviométrica observada no início de 2009 apresentou-se em torno da média histórica à acima da média histórica. No litoral de Fortaleza, registrou-se uma média de 1396 mm, situado o Porto do Mucuripe, e o litoral do Pecém uma precipitação média de 1179 mm.

De acordo com Smith e Morais (1984) a zona costeira do Estado do Ceará é caracterizada por apresentar grandes extensões de praias arenosas e planícies de acumulação de sedimentos onde ocorrem dunas móveis e fixas. A predominância arenosa da faixa litorânea é ocasionalmente interrompida por dois tipos de formações de material consolidado: os afloramentos rochosos e os recifes de praia, ou “*beach rocks*”

4.1 - Terminal Portuário do Pecém

O Terminal Portuário do Pecém (523123,92 W e 9609154,05 S - WGS84) está localizado em um complexo industrial-portuário, na Ponta do Pecém, no município de São Gonçalo do Amarante, a cerca de 60 km da capital do estado, Fortaleza, com início das operações comerciais desde 2001.

Este terminal portuário caracteriza-se como “*off shore*”, ou seja, afastado da costa, estando conectado a ela por meio de uma ponte erguida sobre pilotis. Esse modelo de construção portuário é considerado como uma alternativa de avanço tecnológico, principalmente no que se refere à preservação da linha de costa, pois a corrente litorânea não é muito comprometida e o transporte de sedimentos continua a ocorrer por entre os pilares da ponte de ligação entre a estrutura do porto (quebra-mar e berços de atracação) e a retro-área portuária (CHAGAS, 2000) (Figura 1).



Foto: Diego Bezerra

Figura 1 - Vista aérea do Terminal Portuário do Pecém – Fonte: <http://www.docasdoceara.com.br/galerias/fotos-aereas-do-porto>

As instalações portuárias estão situadas nas isóbatas de 15 a 17 m, a cerca de 2000 m da costa, na direção nordeste, e estão arranjadas em uma ponte de acesso de 1.800 m de extensão, dois píers de atracação (nº 1 e nº 2) com 350 m de comprimento por 45 m de largura cada um, separados a uma distância de 319,5 m. Fazendo a proteção das áreas de atracação, o terminal conta com um quebra-mar do tipo berma (rubble mound breakwater) em forma de “L” de 1,7 km, construído paralelamente a ponte de acesso (CHAGAS, 2000).

As pontes e os *piers* são sustentados por pilares de concreto distribuídos paralelamente em 108 eixos, sendo que as distâncias entre os eixos 01 a 74 e entre os eixos 74 a 108 são de 20 m e 10 m, respectivamente. Os pilares de sustentação dos *piers* começam desde a linha de costa no supralitoral até o final do *Pier 2*. A área de trabalho foi delimitada entre os pilares que ligam os *Piers 1 e 2* (eixo 92 ao 106), totalizando 30 pilares.

Na área do Terminal Portuário do Pecém, segundo os dados do Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias – INPH, as marés variam na faixa de $-1,5$ m a $1,5$ m em relação ao nível médio do mar, dentro de um ciclo de 15 dias entre os valores máximos (preamar) e mínimos (baixa-mar) registrados, caracterizando-se como uma região de amplitude média de marés. As correntes costeiras estão paralelas a linha da costa, deslocam-se no sentido NNW,

sendo mais intensas na superfície com a velocidade variando de 0,08 a 0,20m/s (na profundidade de 2 a 18m) e 0,12 a 0,52m/s (no nível do mar até 2m. de profundidade) .

Dentro do terminal as correntes não seguem o padrão do entorno. Sua estrutura termohalina é caracterizada pela homogeneidade, pois sua profundidade é pequena, com valor médio de temperatura de 28,4⁰ C e 35,9 de salinidade.

Segundo Deusdará (1996), a construção do terminal portuário do Pecém provocou, em termos de movimentação de sedimentos, um impacto considerável no clima de ondas local, acarretando um processo de sedimentação na zona de "sombra" do terminal, bem como uma alteração significativa da linha de costa, através dos processos de erosão e assoreamento. Estas alterações geomorfológicas, sedimentológicas, de circulação e de turbidez continham uma capacidade intrínseca de modificar a biota marinha de formas direta e indireta, acarretando um efeito imediato através da remoção de parte da fauna bentônica e, conseqüentemente, alterando a reserva genética local e provocando a formação de comunidades estruturalmente diferentes das originais.

4.2 - Porto do Mucuripe

O Porto do Mucuripe (557980,55 W e 9589635,46 S - WGS84) está localizado na enseada do Mucuripe, na região metropolitana de Fortaleza (CE), com mais de meio século de atividade. É considerado um porto marítimo artificial e protegido por dois quebra-mares construídos paralelamente à costa, com disposição vertical irregular e constituídos por rochas graníticas, sendo: o “Titãzinho”, com aproximadamente 700 m de comprimento e 14m de altura e o “Titã”, com 1910 m de comprimento e 10 m de altura (Maia *et al.*,1998).(Figura 2).

As instalações do porto consistem em cais comercial, píer petroleiro e cais pesqueiro. O cais comercial possui o comprimento de 1.116 m com extensão operacional de 1.047 m., o píer petroleiro é constituído por uma ponte de acesso com comprimento total de 853 m e uma plataforma de atracação com dois berços sendo interno e externo, com 90 m e 28 m de comprimento e profundidades de 11 m e 12 m. e o cais pesqueiro é localizado a sudeste das instalações portuárias e possui comprimento total de 210 m e profundidade variável de 3 m a 5 m. Esse cais é utilizado quase que exclusivamente por barcos de pesca, não dispondo de equipamentos ou instalações de suprimento (DOCAS DO CEARÁ, 2009). No Porto do Mucuripe as coletas ocorreram nos pilares a partir do segundo par de pilares da base de acesso ao píer.

Segundo Maia *et al.*, (1998), a implementação da estrutura portuária com a construção dos quebra-mares acarretou em uma alteração no balanço sedimentar, com mudanças observadas na interrupção do transporte de sedimentos e o avanço do mar na Região Metropolitana de Fortaleza, com isso houve a erosão das praias a oeste do porto.

De acordo com estes mesmos autores, na região do Porto, houve também o comprometimento da área abrigada e do canal de navegação (áreas de atracação), na qual ocorre a difração das correntes induzidas pelos quebra-mares, em função das fortes correntes que ocorrem naturalmente na região, propiciando, assim, um alto hidrodinamismo nas feições leste dessas estruturas, caracterizando-as como áreas de grande energia, enquanto, nas feições oeste, ocorreu a atenuação das ondas e correntes, promovendo assoreamento e deposição de sedimentos mais finos no assoalho da região.

Estes fenômenos têm implicações econômicas para o porto. Uma vez que o assoreamento requer que sejam realizadas atividades de dragagem de manutenção. Do mesmo modo, também possui implicações ambientais, sendo os sedimentos suscetíveis à presença de contaminantes (através das atividades do porto e lançamentos de efluentes industriais) tornando-os potencialmente tóxicos, de modo que a dragagem e disposição dos sedimentos acabam tendo sérias implicações ambientais, pois podem ser altamente impactantes.



Foto: Diego Bezerra

Figura 2 – Vista aérea do Porto do Mucuripe. Fonte:

<http://www.transportes.gov.br/bit/portos/pecem/popecem.htm>

5. METODOLOGIA

As coletas da malacofauna incrustante no Terminal Portuário do Pecém foram realizadas nos dias 12, 13, 15 e 16 de janeiro e para o Porto do Mucuripe nos dias 2 e 5 de fevereiro de 2009, por meio de mergulho autônomo (SCUBA - Self Contained Underwater Breathing). Foi utilizado um método destrutivo, com o auxílio de uma marreta, espátula e um quadrado de 15 cm de lado (unidade amostral). A amostragem foi realizada entre 0-5 metros de profundidade, espaçadas em 1 m. Foi considerado zero metro o início da zona sujeita a variações de marés, onde predomina, nos pilares, a ocorrência dos bivalves *Crassostrea rhizophorae* e *Isognomon bicolor*. Para cada porto foram obtidas 40 amostras, distribuídas equitativamente quanto à profundidade (8 amostras a cada metro). Foi feita uma distinção por face externa e interna do pilar, também sendo distribuída equitativamente (4 amostras por face). As amostras foram selecionadas por meio de sorteio prévio dentro do universo amostral de 30 pilares em cada terminal portuário. (Figura 3)

Os moluscos coletados foram fixados em solução salina de formaldeído a 4%, armazenados em álcool etílico 70% e identificados ao nível taxonômico de espécie possível no Laboratório de Zoobentos do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará e no Laboratório de Malacologia do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

Os exemplares identificados neste estudo serão depositados na Coleção de Malacológica “Professor Henry Ramos Matthews” do LABOMAR/UFC e na Coleção Malacologia do Museu e Zoologia da USP.

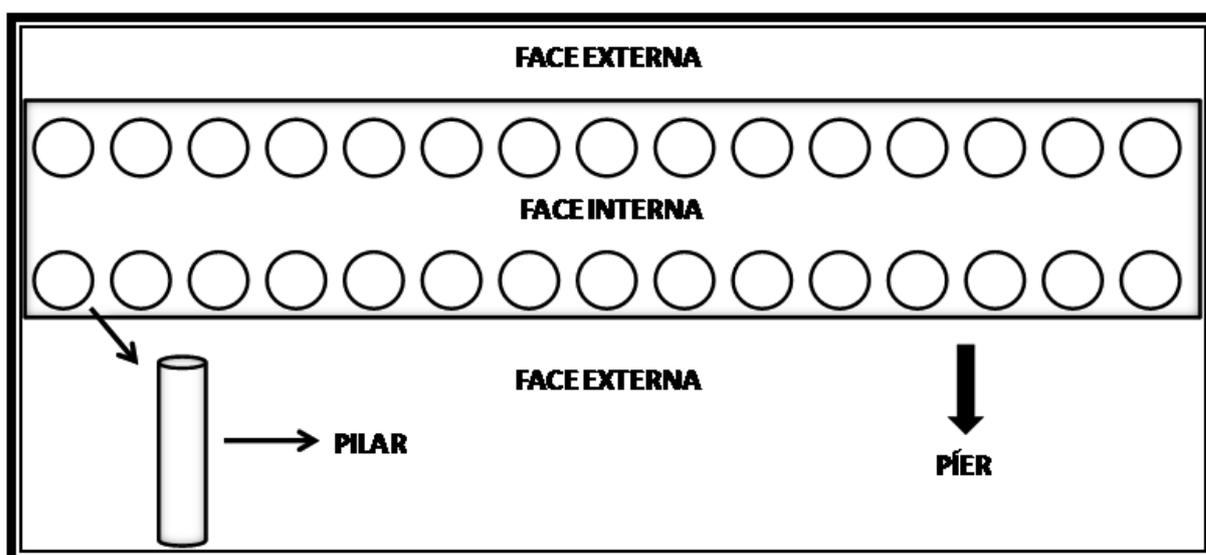


Figura 3 – Representação esquemática (planta baixa) dos pilares e faces amostrados nos Terminais Portuários do Pecém e do Mucuripe.

5.1 - Análises dos dados

A densidade média de moluscos quanto às profundidades e às faces foi calculada em ind./m² considerando a área de 0,0225m² do amostrador para cada amostra coletada. Foram calculados também os decritores da malacofauna, diversidade de Shannon-Wiener (H'), riqueza de Margalef (d) e equitabilidade de Pielou (J'), utilizando-se o software PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Reseach) versão 6.0 (Clarke & Gorley, 2006).

A seguir, foram testadas as normalidades dos dados. As premissas da normalidade dos dados, independência entre a média e a variância e homogeneidade de variâncias não foram alcançadas para o Terminal Portuário do Pecém, desta forma, a fim de verificar se havia diferença significativa nos descritores de comunidade dos moluscos em relação às profundidades e faces, foi utilizada a análise não paramétrica de Kruskal-Wallis. Já a análise de dados do Porto do Mucuripe, permitiu utilizar testes paramétricos, uma vez que todas as premissas da análise foram atendidas. Foi utilizado o teste multivariado de significância (MANOVA) para comparar a densidade de moluscos quanto às profundidades, faces e inter-relação profundidade/face. Também foram analisadas as probabilidades do teste de Fisher *a posteriori* quanto à densidade de moluscos em relação às profundidades, faces e inter-relação face/profundidade.

A análise de agrupamento das profundidades (1 - 5 metros) e das faces interna e externa (FI/FE) dos dois portos foi realizada com base na abundância média de moluscos, a partir do índice de similaridade de Bray-Curtis e a média dos grupos (*group average*) como regra de amalgamamento. O teste do percentual de contribuição das espécies (Simper) para esta análise de agrupamento também foi efetuado.

A fim de avaliar a distribuição das espécies em relação às profundidades, o teste Simper também foi aplicado tendo somente as profundidades como fator de união.

Os moluscos que apresentaram frequência de ocorrência acima de 5% foram selecionados para verificar a existência de diferenças significativas em sua distribuição batimétrica.

5.1.1- Análises dos dados de *Isognomon bicolor*

Foram calculadas as densidades médias de *I. bicolor* considerando os terminais portuários, as profundidades e as faces amostradas. Cada indivíduo foi medido quanto ao comprimento da charneira (CH) e da região nacarada (RN) da concha esquerda, esta mais

convexa, conforme proposto por Breves-Ramos (2004). Segundo este autor, medidas de caracteres internos da concha de *I. bicolor* são menos sujeitas a modificações. (Figura 4)

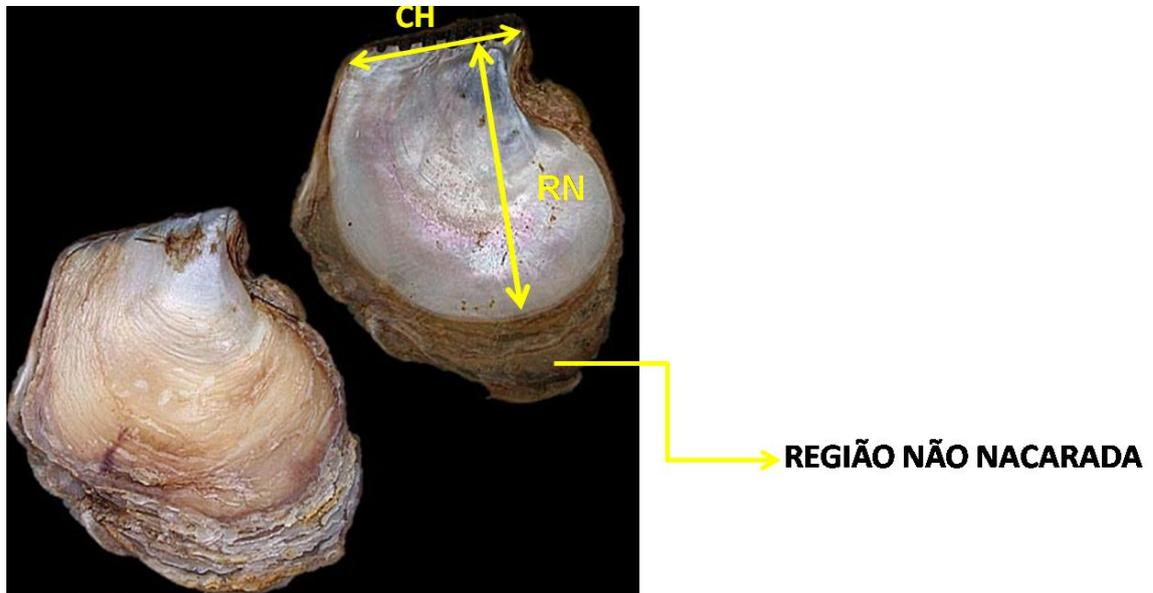


Figura 4 - Indivíduo de *Isognomon bicolor* e as medidas mensuradas da charneira (CH) e da região nacarada (RN) da concha esquerda.

Os dados provenientes das medições foram testados quanto às premissas para análise de variância paramétrica (independência e homogeneidade das variâncias e normalidade), como os dados não atenderam as tais premissas, então foram realizadas análises não paramétricas. A análise de correlação de Spearman entre o comprimento da charneira (CH) e da região nacarada (RN) de *Isognomon bicolor* foi realizada a fim de verificar a dependência entre tais medidas.

Com finalidade de comparar às profundidades de ambos os portos do Ceará, considerando as médias de comprimento da charneira e da região nacarada de *I. bicolor*, foi realizada a análise não-paramétrica de Kruskal-Wallis (comparação de múltiplos grupos independentes). Para comparar as faces interna e externa dos pilares em ambos os portos, foi aplicado o teste de Mann-Whitney (comparação de dois grupos independentes).

6. RESULTADOS

Foram identificadas 42 espécies de moluscos, no qual 19 espécies foram comuns a ambos os portos, sendo estas as mais abundantes nas duas áreas (Tabela 1).

Tabela 1 – Lista de presença e ausência das espécies de moluscos em pilares do Terminal Portuário do Pecém e Porto do Mucuripe:

Moluscos	Pecém	Mucuripe
<i>Petalococonchus</i> aff. <i>varians</i>	X	X
<i>Lithophaga bisulcata</i>	X	X
<i>Isognomon bicolor</i>	X	X
<i>Chama</i> cf. <i>congregata</i>	X	X
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	X	X
<i>Arca imbricata</i>	X	X
<i>Ostrea cristata</i>	X	X
<i>Sphenia antillensis</i>	X	X
<i>Brachidontes exustus</i>	X	X
<i>Musculus lateralis</i>	X	X
<i>Gastrochaena hians</i>	X	X
<i>Diodora cayenensis</i>	X	X
<i>Lasaea adansoni</i>	X	X
<i>Seila adamsi</i>	X	X
<i>Anachis obesa</i>	X	X
<i>Pinctada imbricata</i>	X	
<i>Bittium varium</i>	X	
<i>Tellina aequistriata</i>	X	X
<i>Macromphalina apexplanum</i>	X	
<i>Anachis veleda</i>	X	
<i>Ostrea equestris</i>	X	X
<i>Ischnochiton striolatus</i>	X	
<i>Puncturella pauper</i>	X	
<i>Annulobalcis aurisflama</i>	X	
<i>Arcopsis adamsi</i>	X	
<i>Calloplax janeirensis</i>	X	X
<i>Littoraria flava</i>	X	X
<i>Littorina ziczac</i>	X	
<i>Mitrella lunata</i>	X	
<i>Boonea jadisi</i>	X	
<i>Turbonilla abrupta</i>	X	
<i>Triphora nigrocincta</i>	X	

<i>Crepidula</i> sp.	X
<i>Petricola typica</i>	X
<i>Fissurela clenchi</i>	X
<i>Entodesma beana</i>	X
<i>Siphonaria</i> sp.	X
<i>Lottia subrugosa</i>	X
<i>Trivia pediculus</i>	X
<i>Caecum ryssotitum</i>	X
<i>Martesia</i> sp.	X
<i>Transenella stimpsoni</i>	X

6.1 - Terminal Portuário do Pecém

No Terminal Portuário do Pecém, obteve-se 1064 exemplares de moluscos, sendo 818 bivalves, 244 gastrópodes e dois quítons. Dentre estes, as espécies predominantes foram: *Petalococonchus* aff. *varians*, *Lithophaga bisulcata*, *Isognomon bicolor*, *Chama* cf. *congregata* e *Crassostrea rhizophorae* com 19,26%; 18,60%; 15,41%; 13,72% e 11,37% frequência de ocorrência, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 – Abundância, densidade e frequência de ocorrência das espécies de moluscos coletados no Terminal Portuário do Pecém.

Moluscos	Abundância	Densidade ind./m ²	Frequência de Ocorrência%
<i>Petalococonchus</i> aff. <i>varians</i>	205	227,7	19,26
<i>Lithophaga bisulcata</i>	198	220,0	18,6
<i>Isognomon bicolor</i>	164	182,2	15,41
<i>Chama</i> cf. <i>congregata</i>	146	162,2	13,72
<i>Crassostrea Rhizophorae</i>	121	134,4	11,37
<i>Arca imbricata</i>	48	53,3	4,51
<i>Ostrea cristata</i>	36	40	3,38
<i>Sphenia antillensis</i>	25	27,7	2,34
<i>Brachidontes exustus</i>	21	23,3	1,97
<i>Musculus lateralis</i>	20	22,2	1,87
<i>Gastrochaena hians</i>	20	22,2	1,87
<i>Diodora cayenensis</i>	10	11,1	0,93
<i>Lasaea Adansoni</i>	8	8,8	0,75
<i>Seila adamsi</i>	7	7,7	0,65
<i>Anachis obesa</i>	7	7,7	0,65
<i>Pinctada imbricata</i>	5	5,5	0,46

<i>Bittium varium</i>	4	4,4	0,37
<i>Tellina aequistriata</i>	3	3,3	0,28
<i>Macromphalina apexplanum</i>	2	2,2	0,18
<i>Anachis veleda</i>	2	2,2	0,18
<i>Ostrea equestris</i>	2	2,2	0,18
<i>Ischnochiton striolatus</i>	1	1,1	0,09
<i>Puncturella pauper</i>	1	1,1	0,09
<i>Annulobalcis aurisflama</i>	1	1,1	0,09
<i>Arcopsis adamsi</i>	1	1,1	0,09
<i>Calloplax janeirensis</i>	1	1,1	0,09
<i>Littorina ziczac</i>	1	1,1	0,09
<i>Mitrella lunata</i>	1	1,1	0,09
<i>Boonea jadisi</i>	1	1,1	0,09
<i>Turbonilla abrupta</i>	1	1,1	0,09
<i>Triphora nigrocincta</i>	1	1,1	0,09

A densidade média de moluscos quanto às profundidades foi de 71,50 ind./m² em 1 metro, 53,94 ind./m² em 2 metros; 26,88 ind./m² em 3 metros; 20,60 ind./m² em 4 metros e 17,74 ind./m² em 5 metros. No teste de Kruskal-Wallis observou-se uma diferença significativa na densidade de moluscos, podendo ser notada uma moderada diminuição da densidade de acordo com o aumento da profundidade ($H=11,21$; $p = 0,024$) (Figura 5).

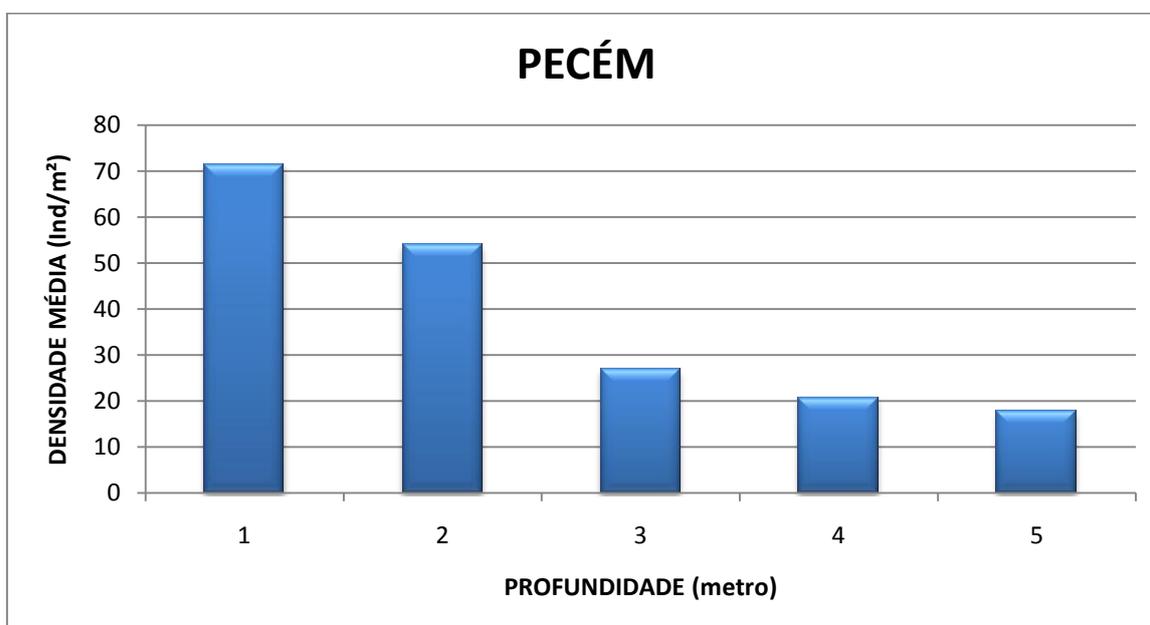


Figura 5 – Densidade média de moluscos no Terminal Portuário do Pecém quanto à profundidade.

A equitabilidade da malacofauna ao longo das profundidades no Terminal Portuario do Pecém também apresentou diferença significativa ($H= 14,51$; $p= 0,006$). A riqueza (S) e a diversidade (H') de moluscos não demonstraram diferença significativa em relação à batimetria ($H= 5,34$; $p= 0,25$ / $H= 3,62$; $p= 0,46$; respectivamente). Abaixo constam os índices dos descritores de comunidade do Terminal Portuário do Pecém. (Tabela 3)

Tabela 3 - Índices dos descritores de comunidade diversidade, riqueza e equitabilidade; e suas respectivas médias para o Terminal Portuário do Pecém:

Profundidades	Diversidade	Média (H')	Riqueza	Média (S)	Equitabilidade	Média (J')
1 m	0,63 - 1,76	1,54	2,0 - 13,0	7,75	0,71 - 0,91	0,81
2 m	1,34 - 1,98	1,71	6,0 - 10,0	7,5	0,69 - 0,97	0,86
3 m	0,70 - 2,16	1,43	3,0 - 10,0	5,87	0,64 - 0,94	0,83
4 m	1,29 - 1,84	1,39	1,0 - 7,0	5,37	0,80 - 0,94	0,89
5 m	1,01 - 2,20	1,66	3,0 - 10,0	6,37	0,86 - 1,0	0,93

Considerando as faces (interna/ externa) para o teste de Mann-Whitney, não foi observada diferença significativa na densidade ($U= 163,5$; $p= 0,32$); riqueza ($U= 179,5$; $p= 0,32$); diversidade ($U= 196$; $p= 0,91$) e equitabilidade ($U=134$; $p= 0,11$).

A análise de agrupamento das profundidades e faces no Terminal Portuário do Pecém, considerando a malacofauna formou dois grupos, a um nível de corte de 60% de similaridade. O grupo 1 foi formado pelas profundidades de 1 metro (FE e FI) e 2 metros (FI); o segundo grupo foi formado pelas demais profundidades; entretanto, as médias de 4m (FI) e 5m (FE) ficaram isoladas, não compondo nenhum grupo (Figura 6).

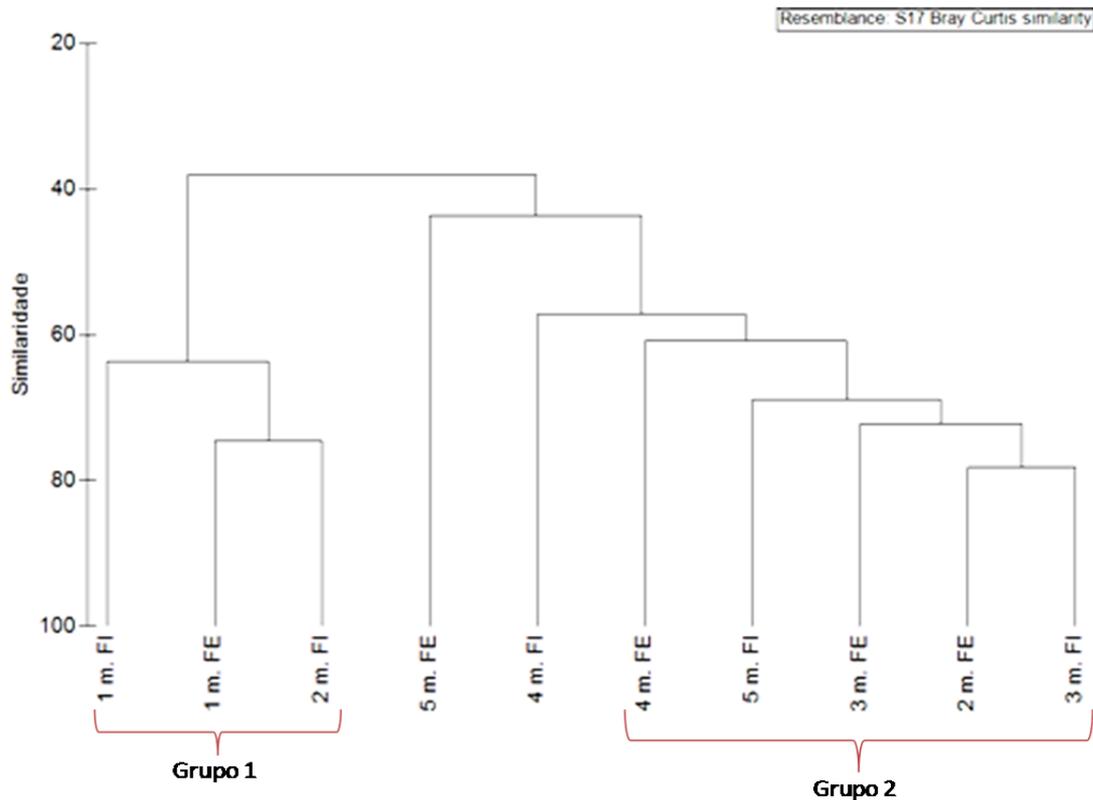


Figura 6 - Análise de agrupamento das profundidades (1 – 5 metros) e faces interna e externa (FI/FE) do Terminal Portuário do Pecém, com base na abundância média de moluscos, a partir da similaridade de Bray-Curtis.

O teste do percentual de contribuição das espécies (Simper) para esta análise de agrupamento indicou que similaridade entre as profundidades e faces do grupo 1 (1 m. FE/FI e 2 m. FI) está relacionada a abundância das espécies *Lithophaga bisulcata*, *Isognomon bicolor*, *Petaloconchus* aff. *varians*, *Crassostrea rhizophorae*, *Chama* sp. e *Arca imbricata*, as quais são responsáveis por 92,06%, sendo apenas a espécie *Lithophaga bisulcata* responsável por 31,33%. Já no grupo 2 (2 m. FE, 3 m. FE/FI, 4 m. FE e 5 m. FI), as espécies *Petaloconchus* aff. *varians*, *Chama* sp., *Crassostrea rhizophorae*, *Lithophaga bisulcata*, *Isognomon bicolor*, *Ostrea cristata* e *Gastrochaena hians* contribuíram com 91,99%, destacando-se a espécie *Petaloconchus* aff. *varians* com 34,11%.

No teste Simper, tendo como fator de união a profundidade, observou-se que no primeiro metro as espécies *Crassostrea rhizophorae*, *Lithophaga bisulcata*, *Chama* sp., *Petaloconchus* aff. *varians*, *Isognomon bicolor* e *Arca imbricata* contribuíram em 93,63%, destacando *Crassostrea rhizophorae* e *Lithophaga bisulcata* com 45,53%; o segundo metro destacou *Chama* cf. *congregata* e *Crassostrea rhizophorae* com 43,69% de contribuição; o terceiro metro ressaltou *Petaloconchus* aff. *varians* e *Chama* cf. *congregata* contribuindo em 63,15%; no quarto metro, *Chama* cf. *congregata* e *Petaloconchus* aff. *varians* contribuíram

com 68,69%; e por fim, o quinto metro que apresentou a menor abundância, tendo *Crassostrea rhizophorae* e *Chama cf. Congregata* apresentado uma contribuição de 44,18%.

As espécies de moluscos que apresentaram frequência de ocorrência acima de 5% foram selecionadas a fim de verificar se haviam diferenças significativas na densidade destes moluscos quanto à batimetria (Tabela 4; Figura 7). Desta forma, observou-se que apenas *Lithophaga bisulcata* demonstrou diferença significativa em sua distribuição, tendo apresentado uma reduzida densidade a 4 metros de profundidade.

Tabela 4 - Resultado do teste não paramétrico de Mann-Whitney para os moluscos com frequência de ocorrência acima de 5% para o Terminal Portuário do Pecém:

Moluscos	U	P
<i>Petalococonchus aff. varians</i>	7,866	0,096
<i>Isognomon bicolor</i>	4,227	0,376
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	7,786	0,099
<i>Lithophaga bisulcata</i>	12,465	0,014*
<i>Chama cf. Congregata</i>	9,130	0,057

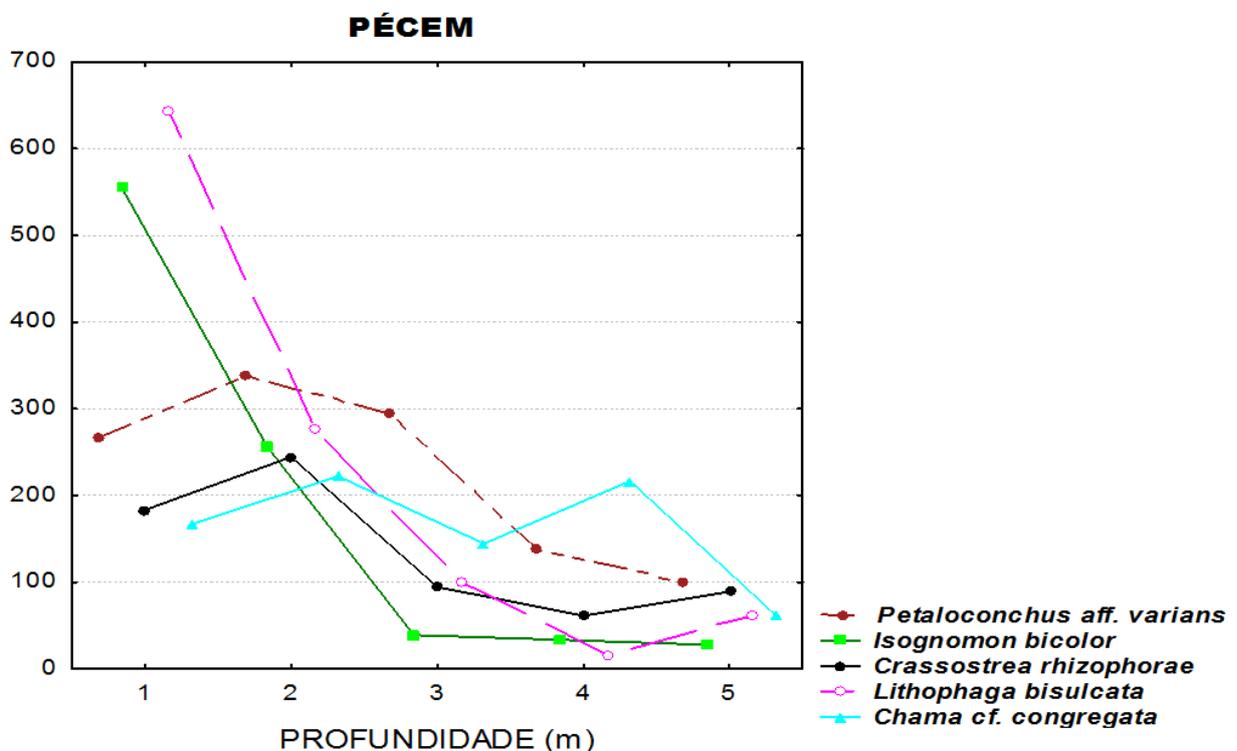


Figura 7 - Densidade de moluscos com frequência de ocorrência acima de 5% em relação à batimetria para o Terminal Portuário do Pecém.

6.2 - Porto do Mucuripe

No Porto do Mucuripe, foram coletados 2674 moluscos, sendo 2426 bivalves, 244 gastrópodes e quatro quítons. As espécies predominantes foram: *Crassostrea rhizophorae*, *Sphenia antillensis*, *Isognomon bicolor* e *Lithophaga bisulcata* com 52,05%; 11,48%; 9,46% e 8,26% frequência de ocorrência, respectivamente. As espécies de moluscos coletadas no Porto do Mucuripe constam na Tabela 5:

Tabela 5 - Abundância, densidade e frequência de ocorrência das espécies de moluscos coletados no Porto do Mucuripe.

Moluscos	Abundância	Densidade ind./m ²	Frequência de Ocorrência %
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	1392	1546,6	52,05
<i>Sphenia antillensis</i>	307	341,1	11,48
<i>Isognomon bicolor</i>	253	281,1	9,46
<i>Lithophaga bisulcata</i>	221	245,5	8,26
<i>Petalonchus</i> aff. <i>varians</i>	174	193,3	6,5
<i>Arca imbricata</i>	53	58,8	1,98
<i>Brachidontes exustus</i>	47	52,2	1,75
<i>Crepidula</i> sp.	44	48,8	1,64
<i>Ostrea cristata</i>	36	40	1,34
<i>Lasaea adansonii</i>	33	36,6	1,23
<i>Tellina aequistriata</i>	32	35,5	1,19
<i>Musculus lateralis</i>	24	26,6	0,89
<i>Littoraria flava</i>	14	15,5	0,52
<i>Chama</i> cf. <i>congregata</i>	13	14,4	0,48
<i>Petricola typica</i>	5	5,5	0,18
<i>Calloplax janeirensis</i>	4	4,4	0,14
<i>Fissurela clenchi</i>	3	3,3	0,11
<i>Ostrea equestris</i>	3	3,3	0,11
<i>Gastrochaena hians</i>	3	3,3	0,11
<i>Entodesma beana</i>	2	2,2	0,07
<i>Siphonaria</i> sp.	2	2,2	0,07
<i>Lottia subrugosa</i>	2	2,2	0,07
<i>Diodora cayanensis</i>	2	2,2	0,07
<i>Trivia pediculus</i>	1	1,1	0,03
<i>Caecum ryssotitum</i>	1	1,1	0,03
<i>Anachis obesa</i>	1	1,1	0,03
<i>Martesia</i> sp.	1	1,1	0,03
<i>Transenella stimpsoni</i>	1	1,1	0,03

A densidade média de indivíduos quanto à profundidade foi de 353,17 ind./m² em 1 metro; 36,70 ind./m² em 2 metros; 51,38 ind./m² em 3 metros; 42,65 ind./m² em 4 metros e 46,62 ind./m² em 5 metros. Uma vez que a premissa da normalidade dos dados foi alcançada, foram utilizados testes paramétricos para a análise. Assim, apenas entre as profundidades houve diferença significativa na densidade da malacofauna (Figura 8).

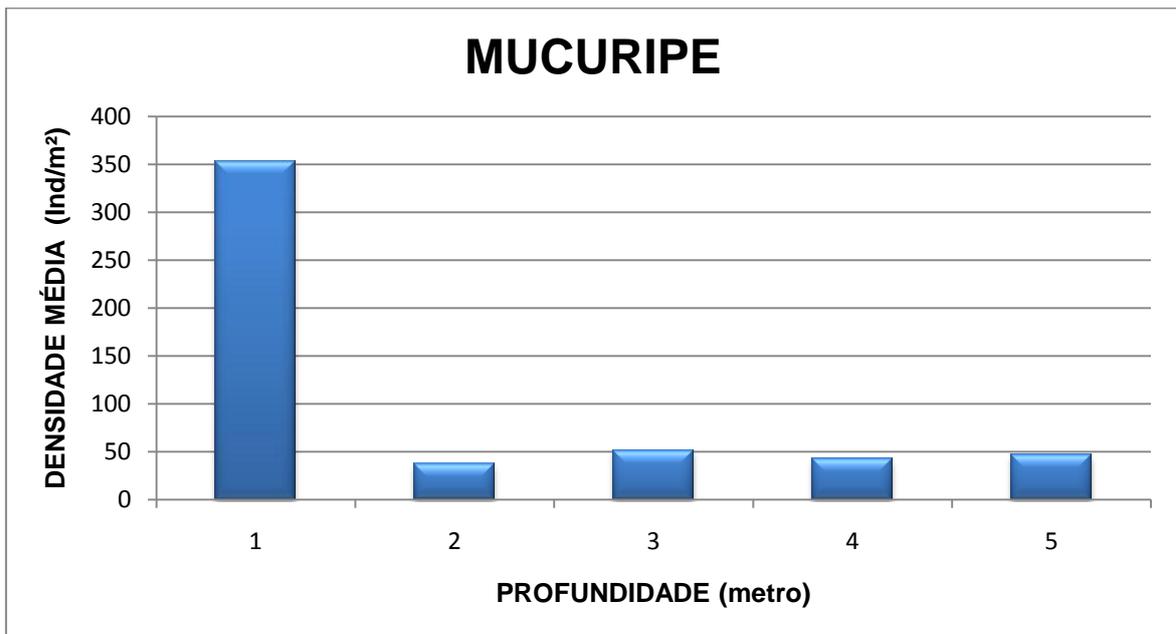


Figura 8 - Densidade média de moluscos no Porto do Mucuripe quanto à profundidade.

No teste multivariado de significância (MANOVA) da densidade de moluscos para o Porto do Mucuripe quanto à profundidade houve diferença significativa ($F= 3,01$; $p < 0,00$). Entretanto, em relação às faces e inter-relação profundidade/face não houve diferença significativa. ($F= 0,90$; $p=0,51$ / $F= 0,44$; $p= 0,99$; respectivamente)

A densidade de moluscos apresentou diferença significativa em 1 metro (FI/FE) comparado as demais profundidades, resultado explicado pela elevada densidade de *Crassostrea rhizophorae* em 1 metro ($MS = 4916,4$; $df = 30,00$) (Tabela 6).

Na tabela 7 apresentamos os valores dos descritores de comunidade diversidade, riqueza e equitabilidade que variaram de acordo com as profundidades.

Tabela 6 - Probabilidades do Teste de Fisher (LSD) *a posteriori* em relação à densidade de moluscos quanto às profundidades e faces no Porto do Mucuripe (MS = 4916,4; df = 30,00).

Prof./Face	1FE	1FI	2FE	2FI	3FE	3FI	4FE	4FI	5FE	5FI
1FE										
1FI	NS									
2FE	>0,0001	>0,0001								
2FI	>0,0001	>0,0001	NS							
3FE	>0,0001	>0,0001	NS	NS						
3FI	>0,0001	>0,0001	NS	NS	NS					
4FE	>0,0001	>0,0001	NS	NS	NS	NS				
4FI	>0,0001	>0,0001	NS	NS	NS	NS	NS			
5FE	>0,0001	>0,0001	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
5FI	>0,0001	>0,0001	NS							

Face interna (FI) e Face externa (FE); NS = Não significativo

A equitabilidade de Pielou (J') demonstrou também diferença significativa em 1 metro comparado às outras profundidades, havendo baixa equitabilidade em 1 metro possivelmente conseqüência do predomínio de *Crassostrea rhizophorae* (Tabela 8).

Tabela 7 - Índices dos descritores de comunidade diversidade, riqueza e equitabilidade; e suas respectivas médias para o Porto do Mucuripe.

Profundidades	Diversidade	Média (H')	Riqueza	Média (S)	Equitabilidade	Média (J')
1 m	0,42 - 1,36	0,95	6,0 - 12,0	8,38	0,22 - 0,76	0,46
2 m	1,39 - 1,90	1,64	5,0 - 10,0	6,63	0,78 - 0,94	0,88
3 m	1,33 - 1,96	1,74	4,0 - 11,0	7,88	0,77 - 0,96	0,86
4 m	1,15 - 2,09	1,64	4,0 - 11,0	7,63	0,69 - 0,88	0,83
5 m	0,79 - 1,97	1,49	4,0 - 10,0	6,75	0,57 - 0,94	0,79

Tabela 8 - Probabilidades do Teste de Fisher (LSD) *a posteriori* em relação à equitabilidade de Pielou (J') de moluscos quanto às profundidades e faces no Porto do Mucuripe (MS = 0,012, df = 30,00).

Face	1FE	1FI	2FE	2FI	3FE	3FI	4FE	4FI	5FE	5FI
1FE										
1FI	NS									
2FE	>0,0001	>0,0001								
2FI	>0,0001	>0,0001	NS							
3FE	>0,0001	>0,0001	NS	NS						
3FI	>0,0001	>0,0001	NS	NS	NS					
4FE	>0,0001	>0,0001	NS	NS	NS	NS				
4FI	>0,0001	>0,0001	NS	NS	NS	NS	NS			
5FE	>0,0001	>0,0001	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
5FI	>0,0001	>0,0001	NS							

Face interna (FI) e Face externa (FE); NS= Não significativo

A riqueza (S) não apresentou nenhuma diferença significativa (MS = 5,083; df = 30,0). Entretanto, a diversidade de Shannon-Wiener (H') mostrou uma diferença significativa a 1 metro em relação às demais profundidades, exceto comparado a 5m (FE) (Tabela 9).

Tabela 9 - Probabilidades do Teste de Fisher (LSD) em relação à diversidade de Shannon-Wiener (H') de moluscos quanto às profundidades e faces no Porto do Mucuripe (MS = 0,107, df = 30,00).

Prof./Face	1FE	1FI	2FE	2FI	3FE	3FI	4FE	4FI	5FE	5FI
1FE										
1FI	NS									
2FE	0,009	0,003								
2FI	0,011	0,004	NS							
3FE	0,006	0,002	NS	NS						
3FI	0,002	0,001	NS	NS	NS					
4FE	0,040	0,017	NS	NS	NS	NS				
4FI	0,002	0,001	NS	NS	NS	NS	NS			
5FE	NS	0,034	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
5FI	0,025	0,010	NS							

Face interna (FI) e Face externa (FE); NS= Não significativo

A análise de agrupamento quanto às profundidades e faces, considerando a malacofauna, formou dois grupos, a um nível de corte de 60% de similaridade. O grupo 1 foi formado por 1 metro de profundidade (FI/FE); e o segundo grupo formado pelas demais profundidades (Figura 7).

O teste do percentual de contribuição das espécies (Simper) para esta análise de agrupamento indicou que a similaridade entre profundidades e faces do grupo 1 (1 m. FE/FI) foi determinada pela presença de *Crassostrea rhizophorae* com 80,87% e *Isognomon bicolor* com 9,15% de contribuição. O grupo 2 formou-se pela abundância de sete espécies com 90,82% de contribuição, destacando-se *Sphenia antillensis* com 26,76%.

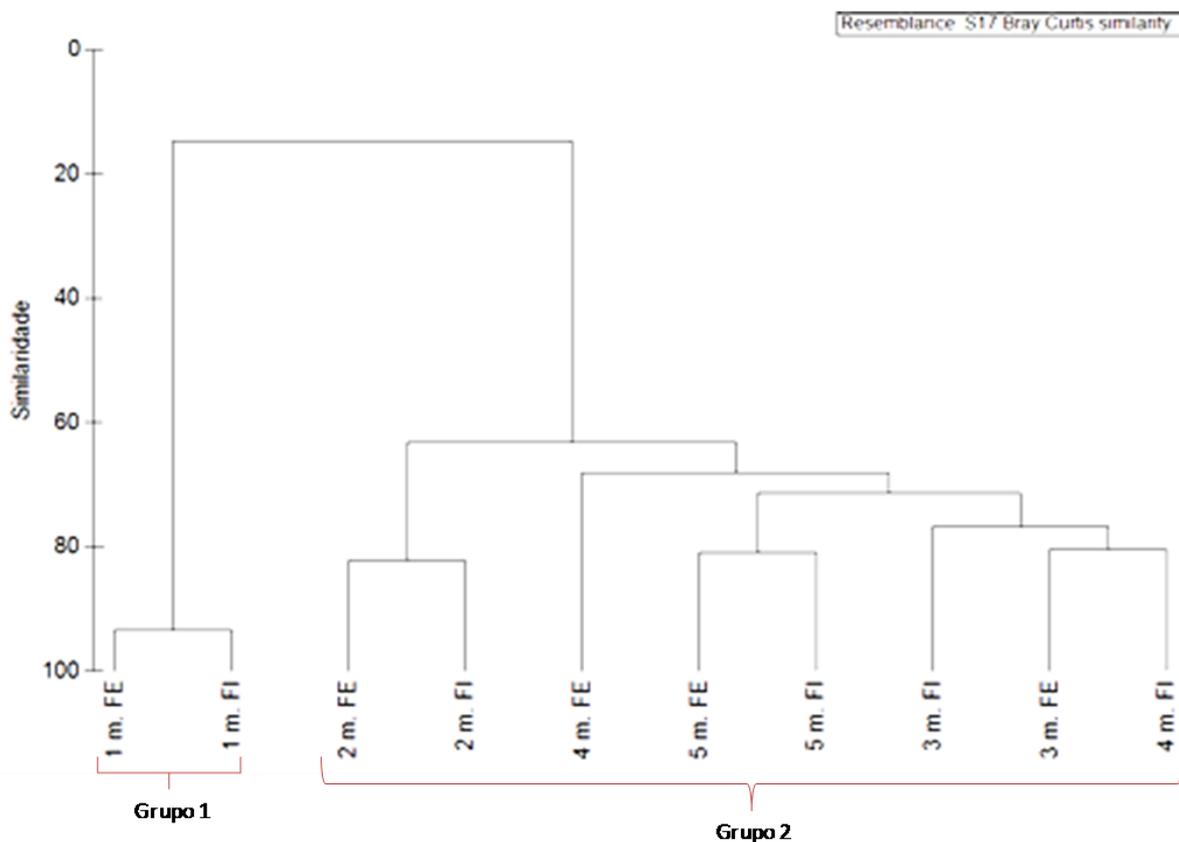


Figura 9 - Análise de agrupamento das profundidades (1 – 5 metros) e faces internas e externas (FI/FE) do Porto do Mucuri, com base na abundância média de moluscos, utilizando a similaridade de Bray-Curtis.

No teste Simper, tendo como fator de união a profundidade, observou-se que no primeiro metro, as espécies *Crassostrea rhizophorae*, *Isognomon bicolor*, *Sphenia antillensis*, *Petalonchus aff. varians*, *Lithophaga bisulcata* e *Brachidontes exustus* contribuíram com 92,25%, destacando-se *Crassostrea rhizophorae* e *Isognomon bicolor* com 47,29%; o segundo metro apresentou *Lithophaga bisulcata* e *Isognomon bicolor* com 46,41% de contribuição; o terceiro metro ressaltou *Sphenia antillensis* e *Petalonchus aff. varians* contribuindo em 43,98%; no quarto metro, novamente *Sphenia antillensis* e *Petalonchus aff. varians* contribuíram em 51,85%; e, por último, o quinto metro destacou *Sphenia antillensis* e *Lithophaga bisulcata* em 54,67% de contribuição.

Foram selecionadas as espécies de moluscos que apresentaram frequência de ocorrência acima de 5% a fim de verificar se haviam diferenças significativas na densidade destes moluscos quanto às profundidades. Os bivalves *Isognomon bicolor*, *Sphenia antillensis* e *Crassostrea rhizophorae* demonstraram diferença significativa (Tabela 12).

Tabela 10 - Análise de variância para os moluscos do Terminal Portuário do Pecém com frequência de ocorrência acima de 5%:

Moluscos	F	P
<i>Petaloconchus aff. varians</i>	1, 016	0, 413
<i>Isognomon bicolor</i>	17, 747	0, 000*
<i>Sphenia antillensis</i>	3, 879	0, 010*
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	36, 370	0, 000*
<i>Lithophaga bisulcata</i>	1, 171	0, 340

(* = valores significativos < 0,05)

Os moluscos *Isognomon bicolor* e *Crassostrea rhizophorae* tiveram uma maior densidade em 1 metro de profundidade havendo um predomínio destas espécies. Já *Sphenia antillensis* demonstrou diferença significativa pela reduzida densidade a 2 metros, apesar de uma densidade semelhante entre as demais profundidades (Figura 8).

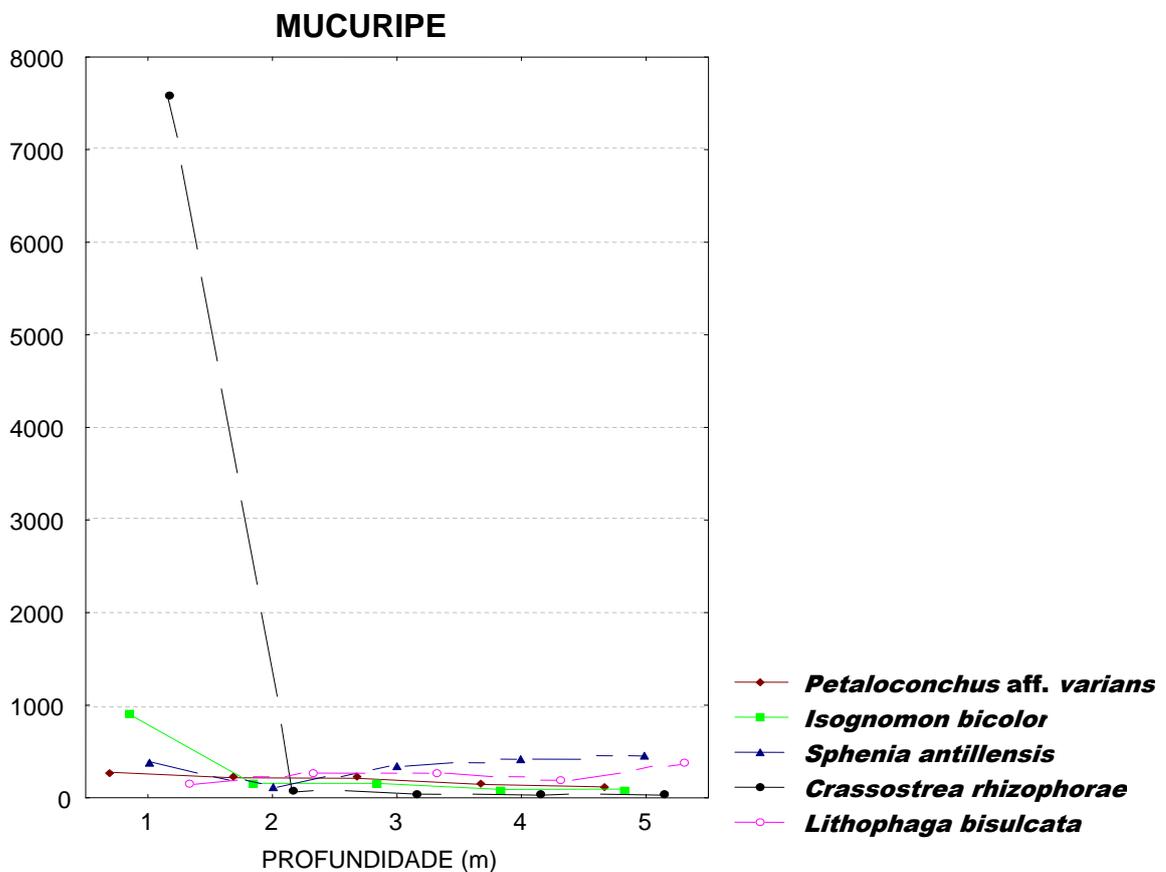


Figura 10 - Densidade de moluscos com frequência de ocorrência acima de 5% em relação à batimetria para o Porto do Mucuripe.

6.3 - Estrutura populacional de *Isognomon bicolor*

O bivalve *Isognomon bicolor* destacou-se entre os demais moluscos devido a elevada densidade observadas nos dois terminais portuários. O Terminal Portuário do Pecém apresentou uma densidade média de 182,2 indivíduos/m² e o Porto do Mucuripe 281,1 ind./m².

Por meio de medidas do comprimento da charneira (CH) e da região nacarada (RN) da concha esquerda de cada indivíduo foi realizado um estudo da estrutura populacional desta espécie. Tais medidas foram correlacionadas entre si, utilizando-se o teste correlação não paramétrico de Spearman, tendo sido observada, em ambos os portos, uma alta correlação ($r=0,905$) (Figuras 11 e 12). Esta alta correlação entre o comprimento da charneira e da região nacarada proporciona uma confiabilidade no uso de qualquer das duas medidas na inferência do tamanho dos indivíduos.

Foram medidos e calculados o tamanho médio e máximo, bem como a amplitude de tamanho da charneira e região nacarada de *I. bicolor* do Porto do Mucuripe e Terminal Portuário do Pecém. Os indivíduos do Terminal Portuário do Pecém estão distribuídos nas classes de tamanho da região nacarada de 2,77 - 15,19 mm e da charneira de 1,75 - 13,67 mm, sendo os indivíduos do Porto do Mucuripe nas classes de 1,86 - 18,55 mm da região nacarada e 1,35 - 16,4 mm da charneira (Tabela 11 e 12). O teste ANOVA foi aplicado e demonstrou não haver diferença significativa das medições tomadas de *I. bicolor* ($n=367$), região nacarada ($F=0,332$; $p=0,56$) e charneira ($F=1,64$; $p=0,201$) comparando entre os portos.

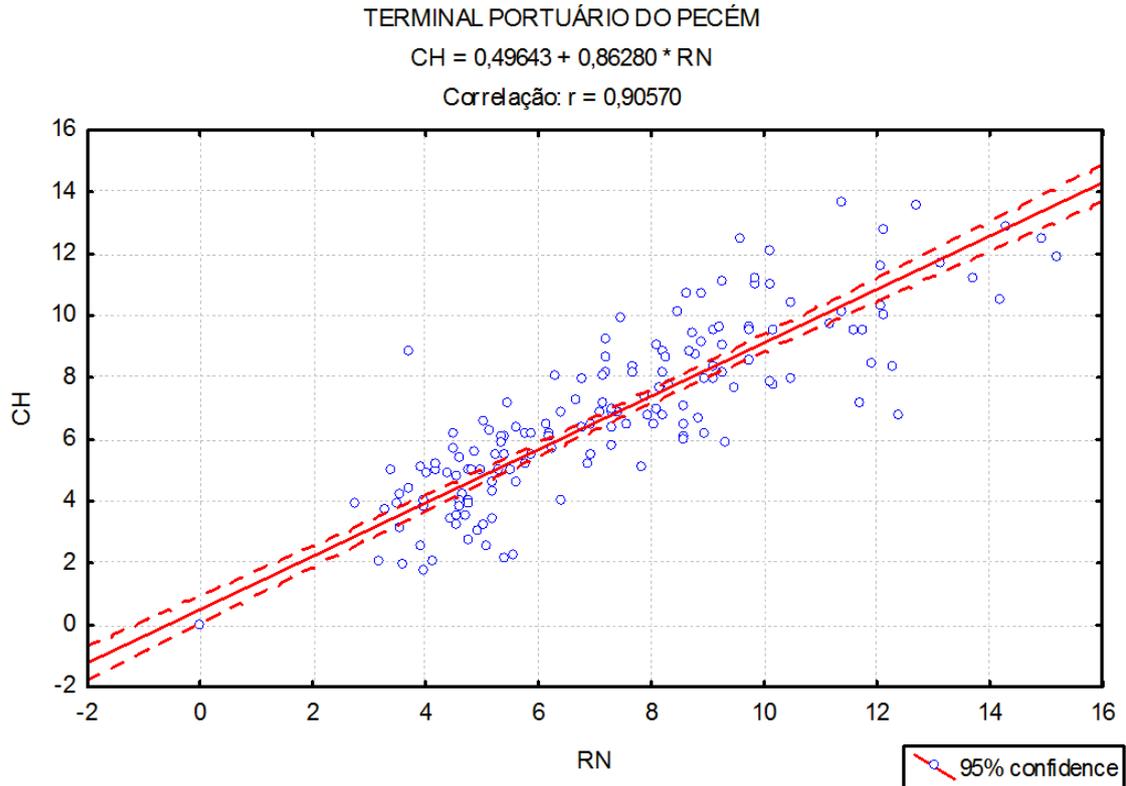


Figura 11 - Correlação entre as medidas do comprimento da charneira (CH) e da região nacarada (RN) de *Isognomon bicolor* para o Terminal Portuário do Pecém. ($r = 0,905$)

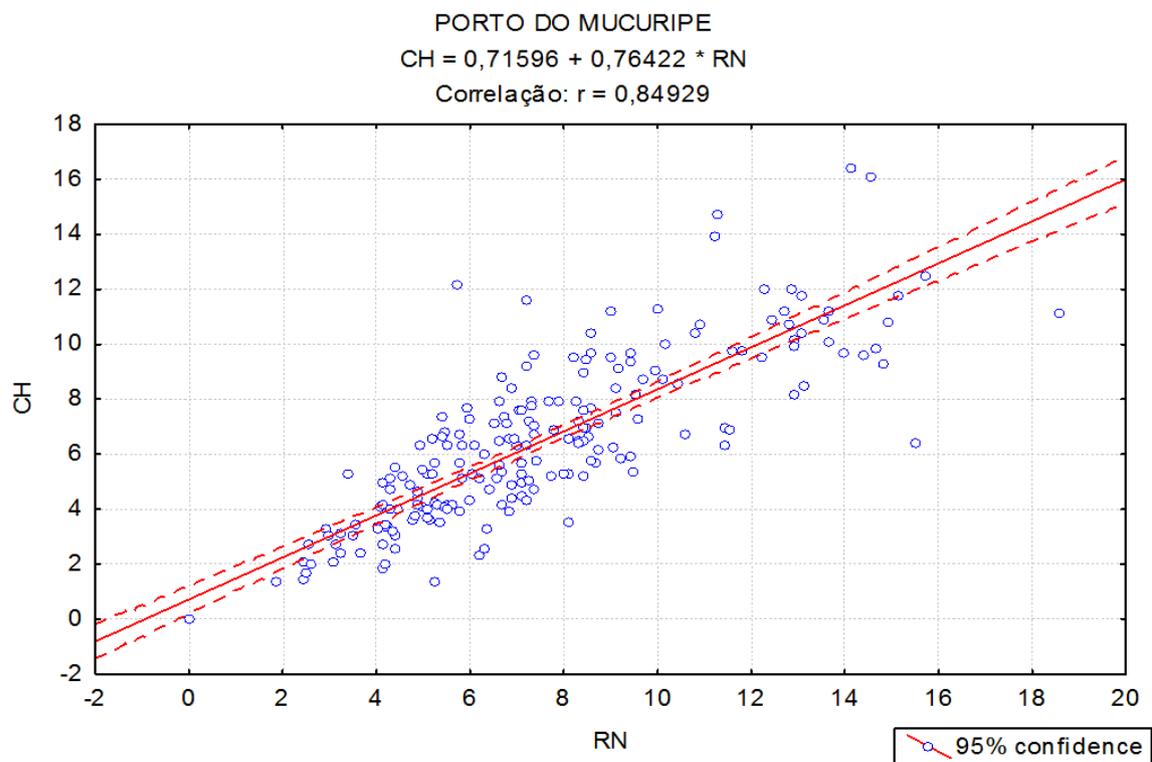


Figura 12 - Correlação entre as medidas do comprimento da charneira (CH) e da região nacarada (RN) de *Isognomon bicolor* para o Porto do Mucuripe ($r = 0,849$).

Tabela 11 - Tamanho médio, máximo e amplitude de tamanho do comprimento da charneira e da região nacarada da concha de *I. bicolor*, no Terminal Portuário do Pecém em relação à batimetria.

REGIÃO NACARADA			
Pecém			
Profundidades	Tamanho Médio (mm)	Tamanho Máximo (mm)	Amplitude de Tamanho (mm)
1 m.	6,55	13,75	2,77 - 13,75
2 m.	8,79	15,19	3,57 - 15,19
3 m.	8,86	12,15	8,5 - 12,15
4 m.	6,54	12,3	3,7 - 12,3
5 m.	8,92	11,93	6,3 - 11,93

CHARNEIRA			
Pecém			
Profundidades	Tamanho Médio (mm)	Tamanho Máximo (mm)	Amplitude de Tamanho (mm)
1 m.	6,39	11,2	1,96 - 11,2
2 m.	7,69	13,67	1,75 - 13,67
3 m.	9,07	12,5	5,7 - 12,5
4 m.	5,8	8,85	2,16 - 8,85
5 m.	7,89	8,8	6,45 - 8,8

Tabela 12 - Tamanho médio, máximo e amplitude de tamanho do comprimento da charneira e da região nacarada da concha de *Isognomon bicolor*, no Porto do Mucuripe em relação à batimetria.

REGIÃO NACARADA			
Mucuripe			
Profundidades	Tamanho Médio (mm)	Tamanho Máximo (mm)	Amplitude de Tamanho (mm)
1 m.	7,46	15,7	1,86 - 15,7
2 m.	6,87	11,55	2,45 - 11,55
3 m.	7,74	18,55	2,58 - 18,55
4 m.	8,46	15,5	4,85 - 15,5
5 m.	8,7	14,8	4,3 - 14,8

CHARNEIRA			
Mucuripe			
Profundidades	Tamanho Médio (mm)	Tamanho Máximo (mm)	Amplitude de Tamanho (mm)
1 m.	6,4	14,7	1,35 - 14,7
2 m.	6,13	13,9	2,1 - 13,9
3 m.	6,73	16,4	2,0 - 16,4
4 m.	7,43	12	3,7 - 12,0
5 m.	7,58	9,8	5,1 - 9,8

Foi utilizada a análise não paramétrica de Kruskal-Wallis para comparar as médias das medidas de comprimento da charneira e da região nacarada de *I. bicolor* em relação a batimetria dos portos. Dentre os resultados apresentados, não houve diferença significativa para o Porto do Mucuripe, entretanto, o Terminal Portuário do Pecém apresentou diferença significativa das medidas de *I. bicolor* quanto à batimetria. O terceiro metro destacou maior comprimento da charneira e região nacarada.

O teste de Mann-Whitney indicou diferença significativa para todas as medidas de *I. bicolor* em relação as faces (externa/interna) dos pilares de ambos os portos, exceto as medidas da charneira para o Terminal Portuário do Pecém. (Tabela 13 e 14; Figura 13 e 14)

Tabela 13 - Análise não paramétrica de Kruskal-Wallis para as medidas do comprimento da charneira (CH) e da região nacarada (RN) de *I. bicolor* em relação as profundidades do Porto do Mucuripe e Terminal Portuário do Pecém:

Portos		H	p
Mucuripe	CH	6,19	0,18
	RN	3,32	0,5
Pecém	CH	12,03	0,017*
	RN	21,12	0,000*

(* = valores significativos >0,005)

Tabela 14 - Análise não paramétrica de Mann-Whitney para as medidas do comprimento da charneira (CH) e da região nacarada (RN) de *I. bicolor* em relação as faces dos pilares no Terminal Portuário do Pecém e Porto do Mucuripe:

		U	p
Mucuripe	CH	3648,5	0,000*
	RN	4116,5	0,013*
Pecém	CH	1729	0,22
	RN	1539	0,041*

(* = valores significativos >0,005)

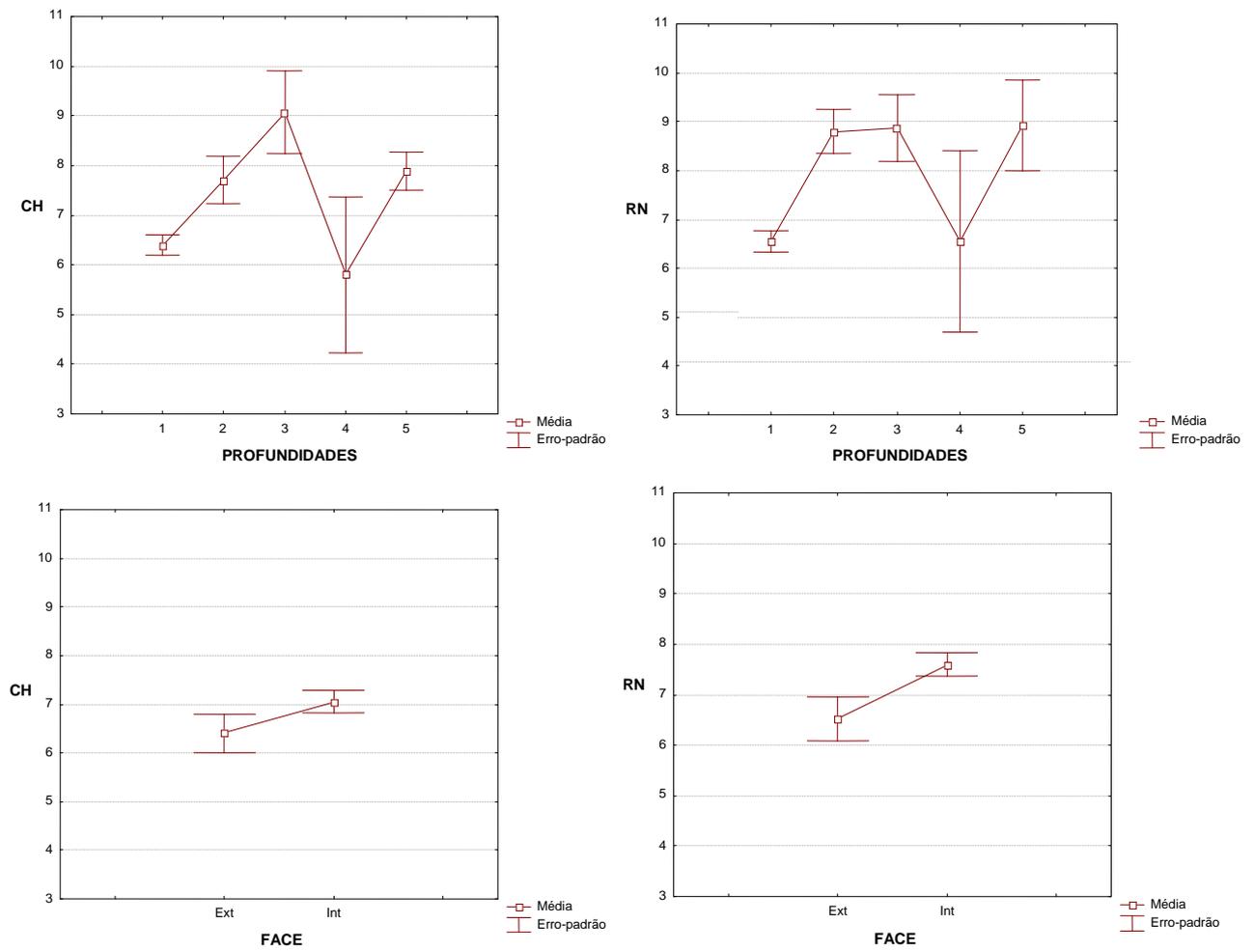


Figura 13 - As medidas do comprimento da charneira (CH) e da região nacarada (RN) de *I. bicolor* em relação as profundidades e faces (externa/interna) do Terminal Portuário do Pecém.

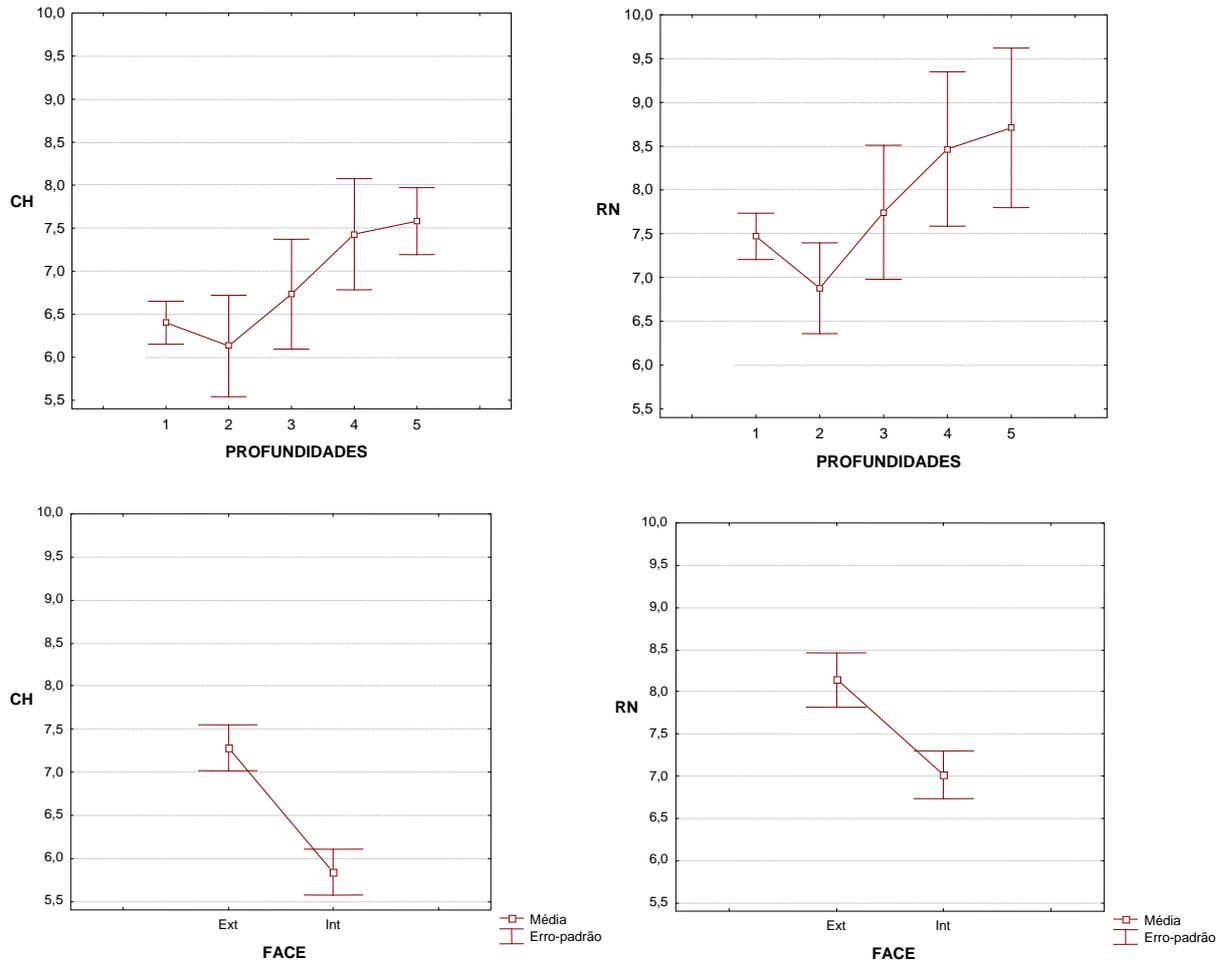


Figura 14 - As medidas do comprimento da charneira (CH) e da região nacarada (RN) de *I. bicolor* em relação as profundidades e faces (externa/interna) do Porto do Mucuripe.

7. DISCUSSÃO

A comunidade malacológica incrustante encontrada nos pilares dos portos do Ceará foi composta por espécies comumente encontradas na costa cearense. Do mesmo modo, um estudo em paredões artificiais na Austrália demonstrou que essas estruturas suportam a mesma composição epibêntica do seu entorno, além de outras espécies que não ocorreriam naturalmente (CHAPMAN, 2003). Outros estudos, entretanto, como no Porto de Sidney na Austrália (CONNELL & GLASBY 1999, GLASBY & CONNELL, 2001), têm demonstrado que as assembléias de invertebrados sésseis que colonizam estruturas submersas são muito diferentes daquelas em recifes rochosos adjacentes.

A semelhança da comunidade epibêntica observada neste estudo pode ser atribuída às características físicas dos pilares como textura da superfície e disposição em relação às correntes; bem como à influência dos processos de circulação de água na região portuária, uma vez que os portos estudados estão em áreas abertas. Também, no presente estudo, somente a malacofauna foi considerada, podendo os demais grupos taxonômicos da macrofauna apresentar comportamento distinto.

Espécies como *Petalococonchus* aff. *varians*, *Lithophaga bisulcata*, *Crassostrea rhizophorae* e *Sphenia antillensis* que predominaram nos portos estudados, já foram registradas em substratos consolidados intertidais, não somente no Ceará, mas também em outras áreas do Nordeste brasileiro (FURTADO-OGAWA, 1970; OLIVEIRA, 1971). A exceção é o bivalve *Isognomon bicolor*, pois segundo Domaneschi e Martins (2002), esta espécie foi introduzida recentemente na costa brasileira; *I. bicolor* é nativa do Caribe e, atualmente, se distribui no Atlântico Oeste, desde a Flórida até Santa Catarina, no Brasil.

A abundância de moluscos para o Porto do Mucuripe foi duas vezes maior comparado ao Terminal Portuário do Pecém. Moreira (2009) afirmou que existe um enriquecimento de matéria orgânica alóctone de fontes difusas no Porto do Mucuripe, disponibilizando um maior aporte de alimento possivelmente influenciando na abundância de moluscos. Além disso, a malacofauna no porto do Mucuripe parece estar melhor estabelecida.

A densidade média de moluscos nos pilares do Terminal Portuário do Pecém diminuiu com o aumento da profundidade. Porém, ambos os portos do Ceará apresentaram maior densidade média no primeiro metro, ocasionada principalmente pela presença significativa de *Crassostrea rhizophorae*, *Isognomon bicolor* e *Lithophaga bisulcata*.

O primeiro metro dos pilares está sujeito às variações de marés, sendo assim, as espécies dominantes são mais tolerantes a estresses ambientais como dessecação durante o período de emersão. *C. rhizophorae* e *I. bicolor* são espécies que apresentam características bioecológicas semelhantes, como a estrutura gregária dos indivíduos e morfologia irregular. Tais características condicionam elevada capacidade de adaptação, dando condições de sobrevivência em diversos ambientes (ROCHA, 2002; RAPAGNÃ, 2004). Ambas as espécies tradicionalmente ocorrem na zona entremarés de substratos rochosos (FERNANDES et al., 2004).

Segundo Rios (1994), *L. bisulcata* é uma espécie tipicamente perfuradora de substratos consolidados e conchas de outros moluscos, vivendo de forma abrigada proporcionando-lhe um micro-habitat de proteção. Essas características explicam sua elevada densidade, principalmente nos pilares do Porto do Pecém, onde a sua ocorrência pode estar associada à presença de cascalho de conchas vazias de *I. bicolor* e *C. rhizophorae*.

A espécie *Sphenia antillensis* vive aderida pelo bisso ao substrato, o qual fornece abrigo e proteção contra a ação direta das ondas, ocorre também associada a colônias de ostras e mexilhões e confinada em espaços entre outros organismos epibênticos (NARCHI & DOMANESCHI, 1992). No presente estudo, esta espécie foi encontrada entre conchas *C. rhizophorae* no Porto do Mucuripe.

Considerando a profundidade, os descritores ecológicos da malacofauna tiveram comportamento semelhante nos portos do Ceará. A riqueza de moluscos não apresentou diferença significativa; já a equitabilidade foi significativamente diferente. A diversidade, entretanto, apresentou diferença significativa quanto à profundidade apenas no Porto do Mucuripe. Estes resultados podem ser explicados pelas amostras do primeiro metro de profundidade dos pilares, onde *Isognomom bicolor* e *Crassostrea rhizophorae* caracterizaram a malacofauna nos portos do Pecém e do Mucuripe, respectivamente.

Nenhum dos portos demonstrou diferença significativa dos descritores de comunidade em relação à orientação das faces nos pilares (interna e externa). Tais resultados não correspondem ao observado em outros estudos, que indicaram que a intensidade de luz, a predação e assentamento larval podem influenciar na distribuição dos organismos nas faces do pilar (Glasby, 2000). De acordo com Glasby (2000), este efeito pode variar em uma escala especial pequena, sendo impossível fazer generalizações.. Neste estudo, o fato dos terminais portuários serem áreas abertas, as correntes incidentes e luminosidade parece não ter interferido na distribuição malacológica ao longo dos pilares amostrados. Até mesmo porque

foi caracterizada apenas a comunidade malacológica, não levando em consideração toda a comunidade bentônica local.

Farrapeira et al. (2007) afirmaram que regiões portuárias de grandes cidades litorâneas, tal como ocorre no Ceará, estão sujeitas à introdução de espécies exóticas, como consequência de constantes atracções de navios vindos de várias regiões do Brasil e do mundo. No presente estudo foram encontradas 35 espécies nativas, cinco criptogênicas e uma exótica de moluscos.

As espécies *Petalochonchus* aff. *varians*, *Crepidula* sp., *Chama* cf. *congregata*, *Martesia* sp. e *Siphonaria* sp tiveram identificações não confirmadas, pois não apresentavam características coincidentes com as espécies congênicas nativas da região. Por este fato, foram consideradas espécies provavelmente criptogênicas, pois, conforme proposto por Carlton (1996), não foi possível definir seu status como espécies nativas ou introduzidas.

O vermetídeo *Petalochonchus* aff. *varians* apresentou caracteres que ratificam ser do gênero *Petalochonchus*, como presença de opérculo levemente côncavo, formando um disco multiespiral transparente e também lamela longitudinal na superfície interna da concha. Porém, Rios (1994) afirmou que o diâmetro da concha atinge 2 mm, e *Petalochonchus* aff. *varians* possui 5mm de diâmetro.

Segundo Keen (1961) e Morton (1965), vermetídeos são gastrópodes marinhos sésseis caracterizados por uma concha tubular, irregular e variavelmente espiralada. Esta variabilidade notável da forma da concha sempre trouxe incerteza na identificação deste grupo, causando grande confusão na sua taxonomia e até mesmo erros com organismos completamente não relacionáveis (KEEN, 1961; GOULD, 1994). Assim, faz-se necessária uma identificação mais acurada dos exemplares coletados neste trabalho, para que seja confirmada a identificação da espécie.

O Porto do Mucuripe, o mais antigo, foi o único porto onde foi observada a presença de *Crepidula* sp. A taxonomia do gênero *Crepidula* é particularmente difícil e para sua identificação, é necessário analisar o aparelho reprodutor do indivíduo. O morfotipo *Crepidula* sp. difere de *Crepidula plana*., referida por muitos autores como um complexo de espécies (SIMONE, 2006). Segundo Simone (com. pes.), *Crepidula* sp. possui pênis mais alongado comparado a *Crepidula plana*, espécie mais similar a *Crepidula* sp.. As espécies *Crepidula plana* e *Crepidula aculeata* possuem registro para o Ceará (FRANKLIN-JUNIOR et al.; 2005).

Diversos autores têm apontado o gênero *Crepidula* como responsável por alguns dos exemplos mais comuns de introdução de espécies exóticas em habitat marinhos (CARLTON,

1979; DESLOUS-PAOLI, 1985; WOODRUFF et al., 1986; KNUDSEN, 1994; SAURIAU et al., 1998; COLLIN, 2000). No sudeste da Inglaterra, foi introduzida a espécie *Crepidula fornicata*, originária do Mediterrâneo e da América, resultando num prejuízo econômico devido à competição trófica com bivalves comerciais e modificação do fundo marinho, tal gastrópode foi possivelmente introduzido sobre a superfície de conchas de ostras. (MINCHIN ET AL., 1995)

Campbell et al. (2004) iniciaram uma análise dos gêneros *Chama* e *Pseudochama*. *Pseudochama radians* (Lamarck, 1819), baseado em um complexo de caracteres morfológicos e dados moleculares, retornaria para o gênero *Chama*. Desta forma, *Chama* cf. *congregata* necessitaria de uma identificação mais minuciosa para confirmar a espécie, sendo confirmada esta espécie pertencente ao gênero *Chama*.

O molusco *Martesia* sp. é da família Pholadidae, que é tipicamente perfuradora de diversos tipos de substratos (RIOS, 1994; SIRMAH et al., 2009). Esta espécie foi encontrada somente no Porto do Mucuripe, alojada nos restos de cascalho de *Crassostrea rhizophorae*. Entretanto, Souza (2007) registrou a presença da espécie *Martesia cuneiformes* (Say, 1822) em substratos não consolidados contendo concreções calcáreas no entorno do Terminal Portuário do Pecém.

No Porto do Mucuripe, foi encontrado também dois exemplares do pateliforme pulmonado *Siphonaria* sp. Estes gastrópodes são comuns em comunidades incrustantes da costa brasileira, sendo representado por espécies como *Siphonaria lessoni*, *Siphonaria hispida* e *Siphonaria pectinata* (RIOS, 1994; SILVA et al., 2007). Bastida et al. (1971) verificaram um agressivo potencial de colonização de *Siphonaria lessoni* semelhante ao observado na craca *Balanus amphitrite* no Porto de Mar del Plata (Argentina).

Segundo Domaneschi e Martins (2002), desde a década de 70, alguns autores registraram o ocorrência de *Isognomon alatus* para o Brasil (Matthews e Kempf, 1970; Rios, 1970; 1975; 1985; Abbott, 1974; Tarasconi, 1989; Rios, 1994). A expansão populacional desta espécie nas décadas seguintes chamou a atenção dos pesquisadores, uma vez que, em São Sebastião (São Paulo), este bivalve estava competindo e reduzindo drasticamente a presença, antes maciça, dos bivalves autóctones *Brachidontes* spp. e ostreídeos. Para Domaneschi e Martins (2002), as variações intraespecíficas e deformações na concha em decorrência do hábito de vida em grandes adensamentos ou da ocupação de espaços restritos em fendas ou cavidades dificultam a distinção entre *I. alatus* e *I. bicolor*, daí a confusão.

No Ceará, as primeiras ocorrências de *Isognomon bicolor* foram registradas nos recifes de arenito e em pilares do Terminal Portuário do Pecém, após o início das operações deste

porto que ocorreu em 2001 (FRANKLIN-JÚNIOR et al., 2005; MOTA, 2006; MATTHEWS-CASCON ; LOTUFO, 2006).

No presente estudo, observou-se que a população de *Isognomom bicolor* no Terminal Portuário do Pecém e Porto do Mucuripe parecem estar bem estabelecidas nas áreas. Segundo Matthews-Cascon (com.pes.), em observações *in loco*, tem sido evidenciado o gastrópode *Stramonita haemastoma* predando *Isognomom bicolor* nos recifes de arenito próximos à área portuária. López e Coutinho (2003), em Arraial do Cabo, e Breves-Ramos (2004), no Rio de Janeiro, já haviam registrado também a mudança de hábito alimentar de *Stramonita haemastoma* após a introdução de *I. bicolor*.

As médias de densidades de *I. bicolor* encontradas nos terminais portuários do Pecém (182,2 ind./m²) e do Mucuripe (281,1 ind./m²) foram bem menores que as densidades observadas em outras áreas no Brasil. Breves-Ramos (2004) registrou mais de 800 ind./100 cm² em praias rochosas do litoral fluminense. Porém, é importante considerar que o presente estudo foi realizado em substrato artificial e, segundo Domaneschi e Martins (2002) e Ferreira-Silva (2004), o bivalve invasor *I. bicolor* é uma espécie tardia na sucessão ecológica em costões.

Considerando a distribuição batimétrica de *I. bicolor* no Terminal Portuário do Pecém, foi verificado um predomínio destes bivalves no primeiro metro dos pilares. Nesta faixa de profundidade, foram observados os indivíduos de menor tamanho da concha. Embora menos abundantes, indivíduos maiores foram encontrados no terceiro e o quinto metro de profundidade. Esta distribuição dos organismos pode provavelmente ser determinada pelo assentamento diferencial das larvas nos pilares, recebendo o primeiro metro do pilar um maior aporte de larvas, e também a faixa em que *I. bicolor* está mais adaptado fisiologicamente.

Nas maiores profundidades, o assentamento é menor e os organismos assentados crescem mais devido à maior longevidade alcançada. É provável que estes indivíduos adultos atuem como “efeito estoque”, sendo produtos de recrutamentos sequenciais bem sucedidos estocados na população, tal como proposto por Rocha (2002) para áreas estudadas em Arraial do Cabo (Rio de Janeiro).

O maior assentamento larval de *I. bicolor* no primeiro metro de profundidade, pode estar relacionado com a amplitude de maré. Segundo Domaneschi e Martins (2002), esta espécie habita poças de maré no supralitoral até sete metros de profundidade no infralitoral e costões amplos no mesolitoral, banhados por ondas de baixo impacto. Breves-Ramos (2004), no entanto, não encontrou indivíduos no infralitoral das praias em que amostrou. Este mesmo autor ainda referiu-se ao estudo realizado por Anderson (2002), em plataformas de petróleo,

no Estado de Louisiana (EUA), no Golfo do México, nas quais *I. bicolor* foi encontrado a 20 metros de profundidade, mas, no entanto, foi somente dominante na estrutura superficial das plataformas.

Ambos os portos demonstraram diferença significativa no tamanho dos indivíduos em relação à orientação das faces. O Terminal Portuário do Pecém apresentou maiores classes de tamanho na face interna, enquanto que o Porto do Mucuripe teve os maiores comprimentos na face externa. As diferenças encontradas entre as faces provavelmente têm pouca relação com a corrente incidente ou com a iluminação. Estas variáveis do ambiente apesar de não afetarem diretamente os moluscos, provavelmente influenciam outros grupos animais presentes nos pilares. Vários estudos têm apontado que estes fatores afetam o recrutamento e, conseqüentemente, a composição específica de substratos artificiais (ver Cangussu, 2008). É provável, então, que interações biológicas, como a competição por espaço e a predação, estejam regulando as populações de *I. bicolor* nos dois portos estudados.

No presente estudo, somente a malacofauna foi considerada, no entanto, todos os pilares estudados estavam recobertos por uma comunidade incrustante composta principalmente por animais suspensívoros representados pelos poríferos, hidrozoários, briozoários e outros, juntamente com sua fauna associada. Segundo Lotufo (2002), essa comunidade típica de ambientes portuários é muitas vezes denominada “biocenose portuária”, por conta da semelhança do padrão de distribuição e composição específica entre portos muitas vezes distantes milhares de quilômetros.

Estes outros grupos animais também foram coletados durante as amostragens para este estudo e estão sendo analisados por diferentes especialistas. Como resultado destas análises, Ruy (com. pes) está estudando a ocorrência das ascídias e observou no Porto do Mucuripe e a um metro de profundidade a predominância de duas espécies de ascídias, *Styela canopus*, supostamente exótica, e *Didemnum psammatoedes*, colonial e reconhecida por formar grandes colônias e sobrepor outros organismos. Os poliquetas associados ao *fouling* também estão sendo estudados e resultados preliminares têm indicado uma grande abundância de poliquetas errantes e sedentários, entre estes últimos, principalmente de sabelídeos (FRANKLIN-JÚNIOR E AMORIM, com pes.).

Assim, estudando somente a malacofauna foi possível perceber como o estabelecimento de substratos artificiais pode promover a criação de ecossistemas complexos e que, quando associados a regiões portuárias, podem permitir o assentamento e desenvolvimento de populações de espécies exóticas. Considerando que grupos como esponjas, cnidários, hidrozoários e ascídias são abundantes nos pilares e podem também apresentar espécies

exóticas, estudos sobre estas comunidades são de grande importância para o monitoramento destas áreas, o diagnóstico precoce de espécies potencialmente invasoras e, quando possível, a proposição de estratégias de mitigação/erradicação dos organismos.

8. CONCLUSÕES

- A comunidade malacológica associada aos pilares dos portos do Ceará foi composta basicamente por espécies comumente encontradas na costa cearense, com exceção do bivalve invasor *Isognomon bicolor*, espécie introduzida recentemente no litoral brasileiro.
- As espécies *Petaloconchus aff. varians*, *Crepidula sp.*, *Chama cf. congregata.*, *Martesia sp.* e *Siphonaria sp.* foram consideradas espécies criptogênicas nas áreas portuárias estudadas.
- A distribuição por tamanho dos indivíduos de *I. bicolor* pode provavelmente ser determinada pelo assentamento larval diferencial ao longo dos pilares, sendo o primeiro metro de profundidade dos pilares caracterizado pelos indivíduos de menor tamanho da concha e também a faixa em que *I. bicolor* está mais adaptado fisiologicamente.
- As populações do bivalve exótico *I. bicolor* no Porto do Pecém e do Mucuripe parecem estar bem estabelecidas nos pilares.
- A luminosidade e correntes incidentes nos pilares dos portos do Ceará demonstraram não estar interferindo diretamente a comunidade malacológica.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIROLDI, L., BECK, M.W., 2007. Loss status and trends for coastal marine habitats of Europe. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 45, 345–405.
- ANDERSON, L. 2002. Evaluation of Oil and Gas Plataforms on the Louisiana Continental Shelf for Organisms with Biotechnology Potential. Coastal Marine Institute Louisiana State University. <http://cmi.lsu.edu/reports/Q302/17809.pdf>
- BAKER, P.; BAKER, S. M.; FAJANS, J. 2004. Nonindigenous marine species in the greater Tampa Bay ecosystem. **Tampa Bay Estuary Program Tech. Publ.**, n. 02-04.
- BASTIDA R., CAPEZZANI A. & TORTI M. R. 1971. Fouling organisms in the port of Mar del Plata (Argentina). *I. Siphonaria lessoni: ecological and biometric aspects* *Marine Biology* 10, 297—307.
- BRASIL. 1998. Diretrizes para o controle e gerenciamento da água de lastro dos navios para minimizar a transferência de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos. Resolução A.868(20) – IMO, Diretoria de Portos e Costas, Marinha do Brasil. 25 p.
- BRESLER, V., MOKADY, O., FISHELSON, L., FELDSTEIN, T., ABELSON, A., 2003. Marine mollusc in environmental monitoring. II. Experimental exposure to selected pollutants. *Helgoland Marine Research* 57, 206 - 211.
- BREVES, A. R. 2004. Distribuição, abundância relativa e estrutura populacional de *Isognomon bicolor* (ADAM, 1845) no litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação de Mestrado em Zoologia, Museu Nacional UFRJ, RJ. 110pp.
- BREVES-RAMOS A., JUNQUEIRA A. O. R., LAVRADO H.P., SILVA S. H. G. & FERREIRA-SILVA M. A. G., 2009. Population structure of the invasive bivalve *Isognomon bicolor* on rocky shores of Rio de Janeiro State (Brazil). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, page 1 of 7.
- BOENING, D.W., 1999. An evaluation of bivalves as biomonitors of heavy metals pollution in marine waters. *Environmental Monitoring and Assessment* 55, 459e470.
- BOLLENS, S.M.,CORDELL J.R., AVENT, S. & HOOFF, R., 2002. Zooplankton invasions: a brief review, plus two case studies from the northeast Pacific Ocean. *Hydrobiologia* 480: 87–110.

- BORGES, H.L.F.; CALMON, A.S.Q.; PINTO, G.A.; MELO, V.F.; CALADO NETO, A.V. & SEVERI, W. 2007. "Invertebrados bentônicos do reservatório da Usina Hidroelétrica de Pedra/BA – Estudos preliminares". In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Minas Gerais: Caxambu. Cd-Rom.
- BULLERI, F. CHAPMAN M. G. & UNDERWOOD A. J. 2005. Intertidal assemblages on seawalls and vertical rocky shores in Sydney Harbour, Australia. *Austral Ecology* 30, 655–667.
- CAMPBELL M.R., STEINER G., CAMPBELL L.D., DREYER H. 2004. Recent Chamidae (Bivalvia) from the Western Atlantic Ocean. *Malacologia*. Vol. 46, no. 2. 381-415.
- CANGUSSU L. P. 2008. Espécies incrustantes introduzidas na Baía de Paranaguá: capacidade de estabelecimento em comunidades naturais. 2008. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Programa de Pós- Graduação em Ecologia e Conservação. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- CARLTON, J.T. 1979. History, biogeography, and ecology of the introduced marine and estuarine invertebrates of the Pacific coast of North America. Ph.D. dissertation, University of California, Davis.
- CARLTON J T, GELLER J B 1993. Ecological roulette: biological invasions and the global transport of non-indigenous marine organisms. *Science* 261: 78–82.
- CARLTON, J.T., 1996. Biological invasions and cryptogenic species. *Ecology*, 77: 1653-1655.
- CARLTON, J.T., 1999. Molluscan invasions in marine and estuarine communities. *Malacologia*. 5: 41: 2 p: 439-454.
- CASTRO, I.B., MEIRELLES C.A.O., MATTHEWS-CASCON H., FERNANDEZ A.M., 2004. *Thais (Stramonita) rustica* (Lamarck, 1822) (Mollusca: Gastropoda: Thaididae), a potential bioindicator of contamination by organotin northeast Brazil. *Braz. j. Oceanogr.* v.52 n.2.
- CASTRO, I. B.; MEIRELLES, C. A. O. ; PINHEIRO J. C. L.; MATTHEWS-CASCON H. & ROCHA-BARREIRA, C. A. 2005. The increasing incidence of imposex in stramonita haemastoma (Mollusca: Gastropoda: Muricidae) after establishment of the Pecém harbor, Ceará state, Northeast Brazil. *An International Journal of Marine Sciences. Thalassas*, 2005, 21 (2): 71-75.

- CHAGAS, P. F. 2000. Influência da estrutura portuária sobre os processos hidrodinâmicos na região costeira do Pecém-CE. Dissertação de Mestrado. Fortaleza. Departamento de Engenharia hidráulica e Ambiental. Universidade Federal do Ceará. 145p.
- CHAPMAN, M.G. 2003. The use of sandstone blocks to test hypotheses about colonization of intertidal boulders *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83. 415-423.
- CHAPMAN M. G. & BULLERI F. 2003. Intertidal seawalls – new features of landscape in intertidal environments. *Landscape Urban Plann.* 62, 159–72.
- CLARKE, K. R.; GORLEY R. N. 2006. PRIMER (v6): User manual/tutorial, PRIMER-E, Plymouth UK, 192pp.
- COHEN, A.N & CARLTON J. T. 1995. Non-indigenous aquatic species in a United States estuary: a case study of the biological invasions of the San Francisco Bay and Delta. US Fish and Wildlife Service, Washington D.C., pp 246.
- COHEN A. N. & CARLTON J. T. 1998. Accelerating invasion rate in a highly invaded estuary. *Science* 279:55–58
- COLLIN, R. 2000. Phylogeny of the *Crepidula plana* (Gastropoda: Calyptraeidae) cryptic species complex in North America. *Can. J. Zool.* 78: 1500–1514.
- COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR, 1998, disponível em: <http://www.antaq.gov.br/novositeantaq/GestaoAmbiental/AgendaAmbientalPortuaria.pdf>, acesso em: 9 de janeiro de 2008.
- COMMITTEE ON SHIP BALLAST OPERATION. 1996. Stemming the Tide. Washington D.C. Ed. Nacional Academy of Sciences.
- CONNELL S.D. & GLASBY T.M. ,1999. Do urban structures influence local abundance and diversity of subtidal epibiota? A case study from Sydney Harbour, Australia. *Mar Environ Res* 47:373–387.
- CONNELL, S.D. 2000. Floating pontoons create novel habitats for subtidal epibiota. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 247: 183-194.

- CLARCK, K. R. & GORLEY, R. N. 2006 *Primer V6: user manual/tutorial*. Plymouth: Primer-E. 190p.
- CROOKS, J. A. 1998. Habitat alteration and community-level effects of an exotic mussel, *Musculista senhousia*. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 162: 137-152.
- DESLOUS-PAOLI, J. M. 1985. *Crepidula fornicata* L. (gastéropode) dans le bassin de Marennes-Oléron: structure, dynamique et production d'une population. *Oceanol. Acta*, **8**: 453-460.
- DEUSDARÁ, M. Arquitetura – Urbanismo – Consultoria. 1996. Obras Off Shore do Porto do Pecém. Relatório de Impacto Ambiental – RIMA V. IIIA e IIIB, maio/ 1996.
- DOCAS DO CEARÁ. 2009. Autoridade portuária. Banco de dados. Disponível em <<http://www.docasdoceara.com.br>> Acesso em 16 de setembro de 2009.
- DOMANESCHI, O. & C. M. MARTINS. 2002. *Isognomon bicolor* (C. B. Adams) (Bivalvia, Isognomonidae): primeiro registro para o Brasil, redescrição da espécie e considerações sobre a ocorrência e distribuição de *Isognomon* na costa brasileira. *Revista Brasileira de Zoologia* 19 (2): 601-610.
- EEA, 1999. Coastal and marine zones. Environment in the European Union at the Turn of the Century. State of Environment Report No. 1/1999. Copenhagen: EEA (Chapter 3.14). Available from: <<http://reports.eea.eu.int/92-9157-202-0/en>>.
- ENO, N. C. 1996. Non-native marine species in British water: effects and controls. *Aquat. Conserv. Mar. Fresh. Eco.* 6:215-228.
- ELDREDGE, L. G. & CARLTON, J. T. 2002. Hawaiian marine bioinvasions: A preliminary approach. *Pacific Science* 56(2): 211-212.
- FARRAPEIRA, C. M. R., MELO, A.V.O.M., BARBOSA D.F. & SILVA K.M.E., 2007. Ship hull fouling in the port of Recife, Pernambuco. *Braz. j. Oceanogr.* V.55 n.3.
- FAUSTO-FILHO, J. & E. FURTADO. 1970. Nota preliminar sobre a fauna de colônias de Sabellariidae do litoral do Estado do Ceará (Annelida, Sedentaria). *Rev. Brasil. Biol.* 30: 285-289.
- FELDSTEIN, T., KASHMAN, Y., ABELSON, A., FISHELSON, L., MOKADY, O., BRESLER, V., EREL, Y., 2003. Marine mollusc in environmental monitoring. III.

Trace metals and organic pollutants in animal tissue and sediments. *Helgoland Marine Research* 57, 212e219.

- FERNANDES, F. C., L. C. RAPAGANÃ, AND G. B. D. BUENO. 2004. Estudo da população do bivalve exótico *Isognomon bicolor* (C. B. Adams 1845) (Bivalvia, Isonomonidae) na Ponta da Fortaleza em Arraial do Cabo – RJ; p. 134-141 *In* J. Silva and R. Souza (ed.). *Água de Lastro e Bioinvasão*. Rio de Janeiro. Interciência.
- FERREIRA-SILVA, M.A.G., 2004. Sucessão ecológica na faixa de *Isognomon bicolor* (Adams, 1845) (Mollusca: Bivalvia) em regiões com diferentes graus de eutrofização no litotal do estado do Rio de Janeiro. *Monografia de Bacharelado em Ciências Biológicas, modalidade Biologia Marinha*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 60 pp.
- FERREIRA-SILVA, M. A. G.; BARBOZA, D. F.; BREVES-RAMOS, A.; JUNQUEIRA, A. O. R. 2007. VARIACÃO TEMPORAL DA COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE INVADIDA POR *Isognomon bicolor* (ADAMS, 1845) NA PRAIA VERMELHA, RJ. Anais do XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar - XII COLACMAR. Florianópolis, 15 a 19 de abril de 2007.
- FLORES, A. R. & FAULKES, Z.. 2008. Texture preferences of ascidian tadpole larvae during settlement. *Mar. Freshwater. Behav. Physiol.*, 41(3): 155-159.
- FRANKLIN-JUNIOR, W. 1992. Análise da malacofauna associada ao coral hermatípico *Siderastrea stellata* Verrill, 1901 (Cnidária: Scleractinia) em duas localidades no litoral cearense. Monografia de graduação em Ciências Biológicas (UFC).
- FRANKLIN-JUNIOR, W. ; MATTHEWS-CASCON, H.; BEZERRA, L. E. A.; MEIRELES, C. A. O.; SOARES, M. O. 2005. Programa Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE) da Zona Costeira.
- FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia, 2009. Banco de Dados. Disponível em: www.funceme.br/areas/tempo-e-clima/boletins-quadra-chuvosa
- FURTADO-OGAWA, E. 1970. Contribuição ao conhecimento da fauna malacológica intertidal de substratos duros no nordeste brasileiro. *Arquivo de Ciências do Mar, Fortaleza*, 10 (2): 193- 196, 1 fig.
- GAUTHIER, D. AND STEEL, D. A. 1996. A synopsis of the situation regarding the introduction of non indigenous species by ship-transported ballast water in Canada and selected countries. *Can. Man. Rep. Fish. Aquatic. Sci.* 2380.

- GLASBY, T. M., 1999. Effects of shading on subtidal epibiotic assemblages. *Jornal of experimental Marine Biology and Ecology*. v.234, n.2:p.275-290.
- GLASBY, T.M., 2000. Surface composition and orientation interact to affect subtidal epibiota. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 248: 177-190.
- GLASBY, T. M., CONNELL S. D. 2001 Orientation and position of a substratum have large effects on epibiotic assemblages. *Mar Ecol Prog Ser* 214:127–135.
- GOLLASCH, S. 2002. The importance of ship hull fouling as a vector of species introductions into the North Sea. *Biofouling* 18(2): 105-121.
- GROSHOLZ, E. 2002. Ecological and evolutionary consequences of coastal invasions. *TREE* 17: 22-27.
- GOULD, S.J., 1994. *Petalocochus sculpturatus alaminatus*, a new Pliocene subspecies of vermetid gastropods lacking its defining generic character, with comments on vermetid systematics in general. *J. Paleontol.* 68, 1025–1036.
- GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ / SETECO.1996. **Estudo de Impacto Ambiental. Obras Off-shore do Porto do Pecém.** Fortaleza, Muniz Deusdará Arquitetura, Urbanismo e Consultoria.
- HEWITT C L, CAMPBELL ML, THRESHER R E, MARTIN J B 1999. Marine biological invasions of Port Phillip Bay, Victoria. CSIRO. Centre for Research on Introduced Marine Pests, Tech Rep No 20, 344 pp.
- HEWITT C. L. & CAMPBELL M. L. 2001. The Australian distribution of the introduced sphaeromatid isopod *Paracerceis sculpta* (Homes 1904). *Crustaceana* 78:925–936.
- JACOBUCCI, G. B.; GÜTH, A. Z; TURRA, A.; MAGALHÃES, C.A.; DENADAI, M. R.; CHAVES, A. M. R. AND SOUZA, E. C. F. 2006. Levantamento da macrofauna associada a *Sargassum* spp. na ilha da Queimada Pequena, Estação Ecológica dos Tupiniquins, litoral sul do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*. Vol. 6 no. 2.
- JIMENEZ, J.; MAIA, L. P. 1999. Aeolian dune migration, NE Brazil. *Sedimentology*, v46,p689- 701.

- HEWITT C. L. 2002. The distribution and diversity of tropical Australian marine bio-invasions. *Pac Sci* 56:213–222
- KNUDSEN, J. 1994. Further observations on the egg capsules and reproduction of some marine prosobranch molluscs from Hong Kong. *In* The malacofauna of Hong Kong and southern China III. *Edited by* B. Morton. University of Hong Kong Press, Hong Kong.
- KOLAR, C. S. & LODGE, D. M. 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. *TREE* 16:199-204.
- LAMBERT, G; 2002. Nonindigenous Ascidians in Tropical Waters. *Pacific Science*. Vol. 56, no. 3: 291–298.
- LAVRADO H.P. 1992. Seleção de presas pelo gastrópode *Thais haemastoma* (L.) na região de Arraial do Cabo, RJ. MSc thesis. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, Brasil.
- LEPPÄKOSKI, E.; GOLLASCH, S.; GRUSZKA, P.; OJAVEER, H.; OLENIN, S., AND PANOV, V. 2002. The Baltic - a sea of invaders. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **59**: 1175–1188.
- LEWIS, J. A. 1999. 10th International Congress on Marine Corrosion and Fouling, University of Melbourne.
- LYONS, K.G. & M. W. SCHWARTZ. 2001. Rare species loss alters ecosystem function-invasion resistance. *Ecology Letters* 4:358-365.
- LÓPEZ M. S. & COUTINHO R. 2003. Efecto de la presa exótica *Isognomon bicolor* (Adams, 1845) sobre la ecología trófica de *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1767) en el intermareal rocoso de Arraial do Cabo, RJ, Brasil. MSc thesis. Universidad Internacional de Andalucía, Espanha.
- MAIA, L. P.; JIMENEZ, J. A.; SERRA, J.; MORAIS, J.O. 1998. The Coastline of Fortaleza City. A product of environmental impacts caused by the Mucuripe Harbor. *Arquivo de Ciências do Mar*. 31(1-2): 93-100.
- MANSUR, M. C. D.; SANTOS, C. P.; DARRIGRAN, G.; HEYDRICH, I.; CALLIL, C. T. & CARDOSO, F. R. 2003. “Primeiros dados quali-quantitativos do “mexilhão dourado”, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), no lago Guaíba, Bacia da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente”. *Revista Brasileira de Zoologia* 22(1):75–84.

- MARTINS, C. M. 2000: *Isognomon bicolor* (C.B. Adams,1845) (Bivalvia, Isognomonidae): Ocorrência Nova, Redescrição e Anatomia Descritiva e Funcional”. Phd thesis, Departamento de Zoologia- Instituto de biociências, Universidade de São Paulo, pp.99.
- MATTHEWS, H. R. & RIOS, E. C. 1967a. Primeira contribuição ao inventário dos moluscos marinhos do nordeste brasileiro. Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Federal do Ceará. Fortaleza, 7(1): 67-77.
- MATTHEWS, H. R. & RIOS, E. C. 1967b. Segunda contribuição ao inventário dos moluscos marinhos do nordeste brasileiro. Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Federal do Ceará. Fortaleza, 7(2): 113-121.
- MATTHEWS, H. R. & RIOS, E. C. 1969. Terceira contribuição ao inventário dos moluscos marinhos do nordeste brasileiro. Arq. Ciências do Mar. Fortaleza, 9(1): 27-35.
- MATTHEWS, H. R. & RIOS, E. C. 1974. Quarta contribuição ao inventário dos moluscos marinhos do nordeste brasileiro. Arq. Ciências do Mar. Fortaleza, 14(1): 47-56.
- MATTHEWS, H. R.; KEMPF, M. 1970. Moluscos Marinhos do Norte e Nordeste do Brasil. II, Moluscos do Arquipélago de Fernando de Noronha. Arquivos de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, 10 (1): 1-53, 1 fig.
- MATTHEWS-CASCON, H. & LOTUFO, T. M. C. 2006. Biota marinha da Costa Oeste do Ceará. Brasília: MMA. 248 p. 11.
- MEADOWS, P.S. 1964. Substrate selection by *Corophium* species: The particle size of substrates. *J. Anim. Ecol.*, 33: 387-394.
- MINCHIN D, SHEEHAN J 1999. Cork Harbour, Ireland, as a focal point for the introduction of exotic marine species. ICES Co-op Res Rept No 224, pp 12–23.
- MINCHIN, D. , MCGRATH, D. AND DUGGAN, C. B. 1995. ‘The distribution of the slipper limpet, *Crepidula fornicata* (L.) (Gastropoda: Mollusca) in the north-eastern Atlantic and notes of records from Irish waters’, *Journal of Conchology, London*, **35**, 247-254.
- MONTEIRO, D. O. 2003. Macrofauna Bentônica da Faixa Entre Marés em Dois Quebra Mares da Região Portuária de Fortaleza-Ceará. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

- MOREIRA, L. B. 2009. Avaliação da toxicidade dos sedimentos e macrofauna bentônica em áreas portuárias: Porto do Mucuripe e terminal Portuário do Pecém (CE); e Porto de Santos (SP). Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará. 134 pp.
- MORTON, J.E., 1965. Form and function in the evolution of Vermetidae. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist.* 11, 585–630.
- MORTON, B.1996. The aquatic nuisance species problem: a global perspective and review. *In Zebra mussels and aquatic nuisance species*, capítulo 1, páginas 1 a 54. Editores F. Dimitri. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan. EUA.
- MOTA, S. S. 2006. Aspecto geral dos animais incrustantes e sua fauna associada no pilar do Porto do Pecém. 52f. Monografia (Bacharelado em Biologia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- NAEEM, S., J. M. H. KNOPS, D. TILMAN, K. M. HOWE, T. KENNEDY, AND S. GALE. 2000. Plant diversity increases resistance to invasion in the absence of covarying extrinsic factors. *Oikos* 91:97-108.
- NARCHI, W. & DOMANESCHI, O. 1993. THE FUNCTIONAL ANATOMY OF *SPHENIA ANTILLENIS* DALL & SIMPSON, 1901 (BIVALVIA: MYIDAE) *J. Moll. Stud.*, **59**, 195-210.
- NEVES C. S. , ROCHA R. M. , PITOMBO F. B. ,ROPER J. J.; 2007. Use of artificial substrata by introduced and cryptogenic marine species in Paranagua Bay, southern Brazil. *BIOFOULING*, V: 23(5) pp.319-330.
- NOGUEIRA, M. L.; AUGUSTO, V. A.; CASTELO BRANCO, R. M. G.; CASTRO, D. L. 2005. Caracterização Geoambiental e Hidrogeológica da Zona Portuária do Pecém/CE. *Revista de Geologia*, Vol. 18, nº 2, 203-213.
- OLIVEIRA, M. I. M.; 1971. Contribuição ao estudo da malacofauna intertidal de recifes de arenito no nordeste brasileiro. *Arquivo de Ciências do Mar*, Fortaleza, 11(2): 83-86.
- OLIVEIRA A. E. S. & CREED, J. C. 2008. Mollusca, Bivalvia, *Isognomon bicolor* (C. B. Adams 1845): Distribution extension. *Check List* 4(4): 386–388, 2008.

- PANCUCCI-PAPADOPOULOU, M. A., ZENETOS, A., SIMBOURA, N. & M. CORSINI (2002). Updating the Greek marine exotic fauna. *7th Hellenic Symposium on Oceanography and Fisheries*, Hersonisson, Crete, 6-9 May 2003 : 138.
- PANCUCCI-PAPADOPOULOU, M. A., KEVREKIDIS, K., CORSINI-FOKA, M. & SIMBOURA, N., 2005a. Changes in species:invasion of exotic species. p. 336-342. In:*State of the Hellenic Marine Environment*, edited by E. Papathanassiou and A. Zenetos,Athens, HCMR Publications.
- PANCUCCI-PAPADOPOULOU. M. A, ZENETO S. A., CORSINI-FOKA M. and POLITOU CH., 2005b. Update of marine alien species in Hellenic waters. *Mediterranean Marine Science* Volume 6/2.
- PANCUCCI-PAPADOPOULOU, M.A., ZENETOS, A. & CORSINI FOKA, M., 2006. Aliens in Hellenic Seas: emphasis on introductions in ports. Communication presented at ICES/IO C/IMO Working Group on ballast and other ship vectors. Oostende, Belgium, 13-15 March, 2006.
- PEREIRA N. S. F.; MADRUGA R. S. C.; OLIVEIRA R. G.; CRUZ M. K. M.; ARAÚJO M. A. S.; BOCCARDI N. A. C.; RODRIGUES L. G. & NASCIMENTO G. P. G. Ocorrência de *Isognomon bicolor* (Bivalvia, Isogonomonidae) nas praias do litoral norte do Rio Grande do Norte. XXI EBRAM Rio de Janeiro, 19 a 24 de julho de 2009.
- RAJAGOPAL, S., NAIR, K. V. K., VELDE, G. V. D., JENNER, H. A., 1997. Seasonal settlement and succession of fouling communities in Kalpakkam, east coast of India. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 30, 309 -325.
- RAPAGNÃ, L. C. 2004. Estudo da estrutura das Populações dos Bivalves *Isognomon bicolor* (C. B. Adams, 1845), *Perna perna* (Linnaeus, 1758) e *Pinctada imbricata* (Röding, 1798) nos Costões Rochosos de Arraial do Cabo, RJ, Brasil. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha da Universidade Federal Fluminense, RJ. 81 pp.
- REISE, K.; GOLLASH, S. & WOLF, W. J. 1999. Introduced marine species of the North Sea Coasts. *Helgol. Meeresunters* 52:219-234.
- RIOS, E. C. 1970. Coastal Brazilian seashells. Rio Grande, fundação Cidade do Rio Grande, Museu Oceanográfico de rio Grande, 255p.
- _____ 1975. Brazilian marine mollusks iconography. Rio Grande, Fundação Universidade de Rio Grande, 331p.

- _____. 1985. Seashells of Brazil. Rio Grande, fundação Universidade do Rio Grande, 328p.
- _____. 1994. Seashells of Brazil. 2. ed. Rio Grande, Fundação Universidade de Rio Grande, 368 p.
- ROBLES, F. R. & ROSSO, S. 2001 SUCESSÃO SECUNDÁRIA INICIAL EM UM BANCO DE *Isognomon bicolor* ADAMS, 1845 NO GUARUJÁ, SP, BRASIL. IX CONGRESSO LATINOAMERICANO SOBRE CIENCIAS DEL MAR San Andrés Isla, Colombia Septiembre 16-20.
- ROCHA, F. M. 2002. Recrutamento e sucessão de uma comunidade bentônica de mesolitoral dominada pela espécie invasora *Isognomon bicolor* (Bivalvia: Isognomonidae) C. B. Adams, 1748 em dois costões rochosos submetidos a diferentes condições de batimento de ondas. Dissertação de Mestrado em Ecologia. Instituto de Biologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 87 pp.
- RUIZ G.M., CARLTON J.T., GROSHOLZ E.D, HINES A. H. 1997. Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extent and consequences. *Am Zool* 37:621– 632.
- RUIZ, G. M., RAWLINGS, T. K., DOBBS, F. C., DRAKE, L. A., MULLADY, T., HUQ, A. & COLWELL, R. R. 2000. Global spread of microorganisms by ships—ballast water discharged from vessels harbours a cocktail of potential pathogens. *Nature*, 408: 49–50.
- SAURIAU, P.G., PICHOCKI-SEYFRIED, C., WALKER, P., DE MONTAUDOUIN, X., PALUD, C. & HÉRAL, M. 1998. *Crepidula fornicata* L. (mollusque, gastéropode) en baie de Marennes-Oléron: cartographie des fonds par sonar á balayage latéral et estimation du stock. *Oceanol. Acta*, **21**: 1–10.
- SAX, D. F., AND S. D. GAINES. 2003. Species diversity: from global decreases to local increases. *Trends in Ecology and Evolution* **18**:561–566.
- SCHWARTZ, M. W., C. A. BRIGHAM, J. D. HOEKSEMA, K. G. LYONS, M. H. MILLS, AND P. J. VAN MANTGEM. 2000. Linking biodiversity to ecosystem function: implications for conservation ecology. *Oecologia* **122**:297–305.
- SILVA T. M., DUPRAT P. L.; AREZO T. C.; VASCONCELOS M. F.& CASTRO G. A. 2007. Diversidade dos gastrópodes e bivalves associados a caulerpa racemosa (forsskal) j. Agardh, 1872 (chlorophyta, caullerpaceae) e sargassum cymosum c. Agardh (phaeophyta,

sargassaceae) da praia de Ibicuí – Mangaratiba (RJ) *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.*

SILVA, J. V. S.; FERNANDES, F. C.; LARSEN, K. T. S. & SOUZA, R. C. C. L. 2002. Água de lastro: ameaça aos ecossistemas. *Ciência Hoje* 32(188): 38-43.

SILVA, J. S. V.; F. C. FERNANDES; R. C. C. L. SOUZA; K. T. S. LARSEN & O. M. DANELON. 2004. Água de lastro e bioinvasão, p. 1-10. *In: J. S. V. SILVA & R. C. C. L. SOUZA, (Eds). Água de Lastro e Bioinvasão.* Rio de Janeiro, Editora Interciência, 224p.

SILVA J. S. V.; JUNQUEIRA A. O. R., FERNANDES F. C. 2007. ESPÉCIES EXÓTICAS E CRIPTOGÊNICAS DO MACROZOOBENTOS DO SUBSTRATO CONSOLIDADO DA BAÍA DE SEPETIBA. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil. 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.*

SIRMAH P. K., MBURU F. G., MUISU F. N., WAHUNGU G. M. AND WAWERU C. W. 2009. Incidence and severity of marine borer attack at different depths at Mtongwe Jetty Pontoon Mombasa, Kenya. *African Journal Ecology*. Vol. 47. Issue 4. 693-698.

SMITH, S.D.A., 1996. The macrofaunal community of *Ecklonia* radiate holdfasts: variation associated with sediment regime, sponge cover and depth. *Aust. J. Ecol.* 21, 144–153.

SMITH, A. J.; MORAIS, J. O. 1984. Estudos preliminares sobre a geologia ambiental costeira do Estado do Ceará, nordeste do Brasil. *Arq. Ciên.Mar*, 23: 85-96.

SOUSA, L. L. 2007. Caracterização da malacofauna bentônica (classes: gastropoda e bivalvia) da plataforma continental interna de entorno do Terminal Portuário do Pecém, Município de São Gonçalo do Amarante, Ceará, Brasil. Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, CE. 42 pp.

STACHOWICZ J. J.; FRIED H. ;OSMAN R. W.; WHITLATCH R. B.;2002. Biodiversity, Invasion Resistance, And Marine Ecosystem Function: Reconciling Pattern And Process. *Ecology*, 83(9), 2002, pp. 2575-2590.

STACHOWICZ, J. J., J. F. BRUNO AND J. E. DUFFY. 2007. Understanding the effects of marine biodiversity on communities and ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 38: 739-766.

- TEIXEIRA, R.M.; BARBOSA, J.S.P.; VILLAÇA, R.C., 2007. Mortalidade em massa do bivalve invasor *Isognomon bicolor* (C.B. Adams, 1845) no estado do Rio de Janeiro, *Resumos do VII Encontro de Bioincrustação, Ecologia Bêntica e Biocorrosão*, Instituto de estudos do mar Almirante Paulo Moreira, Arraial do Cabo, RJ.
- TEIXEIRA, R. M.; BARBOSA, J. S. P.; VILLAÇA, R. C. 2009. Dinâmica De Três Comunidades De Costões Rochosos Do Estado Do Rio De Janeiro Pós-Mortalidade Em Massa Do Bivalve Invasor *Isognomon Bicolor* (Adams, 1845). Anais do I Congresso Brasileiro sobre Bioinvasão. São Luís – MA 6 a 9 de Abril de 2009.
- LOTUFO, T M C; 2002. Ascidiacea (Chordata: Tunicata) do litoral tropical brasileiro, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2002, tese de doutorado.
- KEEN, A. M., 1961. A proposed reclassification of the Gastropod Family Vermetidae. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. Ser. D 7, 183–213.
- KENNEDY. T. A., NAEEM S., HOWE K. M., KNOPS J. M. H., TILMAN D. & REICH P.;2002. Biodiversity as a barrier to ecological invasion. *Nature* **417**, 636-638.
- UNDERWOOD, A. J. & ANDERSON, M.J., 1994. Seasonal and temporal aspects of recruitment and succession in an intertidal estuarine fouling assemblage. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 74,563-584.
- WILLIAMS R J, GRIFFITHS F B, VAN DER WAL E J, KELLY J 1988. Cargo vessel ballast water as a vector for the transport of nonindigenous marine species. *Estuarine Coastal Shelf Sci* 26: 409–420.
- WITMAN, J.D., DAYTON, P. K., 2001. Rocky subtidal communities. In: Bertness, M.D., Gaines, S.D., Hay, M.E. (Eds.), *Marine Community Ecology*. Sinauer Associates, Sunderland, pp. 339–366.
- WOODRUFF, D.S., MCMEEKIN, L. L., MULVEY, M., AND CARPENTER M.P. 1986. Population genetics of *Crepidula onyx*: Variation in a Californian slipper snail recently established in China. *Veliger*, **29**: 53–63.
- JONES, G. P. (1991). Post recruitment processes in the ecology of coral reef populations: A multi-factorial perspective. In P. F. Sale (Ed.), *The ecology of fishes on coral reefs* (pp. 294±328). San Diego, CA: Academic Press.

ZENETOS, A., LANTZOUNI, M. & NICOLAIDOU, A., 2002. An account of our knowledge on fouling and ballast invaders in Greek Waters. Communication presented at ICES/IOC/IMO Study group on Ballast and other ship vectors 5th meeting, Gothenburg, Sweden, March 18-19, 2002.

ANEXOS

Lista Taxonômica

Filo Mollusca

Classe Gastropoda

Subclasse Vetigastropoda

Família Fissurellidae Fleming, 1822

Subfamília Emarginulinae Gray, 1822

Gênero *Puncturella* Lowe, 1827

Puncturella pauper Dall, 1927

Gênero *Diodora* J. E. Gray, 1821

Diodora cayenensis (Lamarck, 1822)

Gênero *Fissurellidae* Fleming, 1822

Fissurella clenchi Farfante, 1943

Subclasse Patellogastropoda

Família Lottiidae

Gênero *Lottia*

Lottia subrugosa (d'Orbigny, 1846)

Subclasse Caenogastropoda

Família Littorinidae Gray, 1840

Subfamília Littorininae Gray, 1840

Gênero *Littorina* Férussac, 1822

Littoraria ziczac (Gmelin, 1791)

Littoraria flava King & Broderip, 1832

Família Caecidae Gray, 1850

Gênero *Caecum* Fleming, 1813

Caecum ryssotitum Folin, 1867

Família Cerithiidae Fleming, 1822

Gênero *Bittium* Gray, 1847

Bittium varium (Pfeiffer, 1840)

Família Vermetidae Rafinesque, 1815

Gênero *Petalococonchus* I. Lea, 1843

Petalococonchus varians (d'Orbigny, 1841)

Família Vanikoridae Gray, 1840

Gênero *Macromphalina* Cossmann, 1888

Macromphalina apexplanum (Rolán & Rubio, 1998)

Família Calyptraeidae Blainville, 1824

Gênero *Crepidula* Lamarck, 1799

Crepidula sp.

Família Triviidae Trochel, 1863

Gênero *Trivia* Broderip, 1837

Trivia pediculus (Linné, 1758)

Família Cerithiopsidae H. and A. Adams, 1854

Gênero *Seila* A. Adams, 1861

Seila adamsi (H.C.Lea, 1845)

Família Triphoridae Gray, 1847

Gênero *Triphora* Blainville, 1828

Triphora nigrocincta (C.B. Adams, 1839)

Família Eulimidae Risso, 1826

Gênero *Annulobalcis* Simone, 2002

Annulobalcis aurisflamma Simone & Martins, 1995

Família Collumbellidae Swainson, 1840

Gênero *Anachis* H. A. Adams, 1853

Anachis veleda (Duclos, 1846)

Anachis obesa C.B. Adams, 1845

Gênero *Mitrella* Risso, 1826

Mitrella lunata (Say, 1826)

Subclasse Heterobranchia

Família Pyramidellidea Gray, 1840

Gênero *Boonea* Robertson, 1978

Boonea jadisi (Olsson & McGinty, 1958)

Gênero *Turbonilla* Risso, 1826

Turbonilla abrupta Bush, 1899

Família Siphonariidae

Gênero *Siphonaria* G. B. Sowerby, 1823

Siphonaria sp.

Classe Bivalvia

Subclasse Pteriomorpha

Ordem Arcoida

Família Arcidae Lamarck, 1809

Subfamília Arcinae Lamarck, 1809**Gênero *Arca* Linnaeus, 1758***Arca imbricata* Bruguière, 1789**Família Noettidae Steward, 1930****Gênero *Arcopsis* Von Koenen, 1885***Arcopsis adamsi* (Dall, 1886)**Ordem Mytiloida****Família Mytilidae Rafinesque, 1815****Subfamília Crenellinae Adams & Adams, 1857****Gênero *Brachidontes* Swainson, 1840***Brachidontes exustus* (Linné, 1758)**Gênero *Musculus* Röding, 1798***Musculus lateralis* (Say, 1822)**Subfamília Lithophaginae Adams & Adams, 1857****Gênero *Lithophaga* Röding, 1798***Lithophaga bisulcata* (d'Orbigny, 1842)**Ordem Pterioida****Família Pteriidae Gray, 1847****Gênero *Pinctada* Roding, 1798***Pinctada imbricata* Röding, 1798**Família Isognomonidae Woodring, 1925****Gênero *Isognomon* Lightfoot, 1786***Isognomon bicolor* (C. B. Adams, 1845)**Ordem Ostreoida****Família Ostreidae Rafinesque, 1815****Subfamília Ostreinae Rafinesque, 1815****Gênero *Ostrea* Linné, 1758***Ostrea cristata* Born, 1778*Ostrea equestris* (Say, 1834)**Gênero *Crassostrea* Sacco, 1897***Crassostrea rhizophorae* Guilding, 1828**Subclasse Heterodonta****Ordem Veneroida****Família Lasaeidae Gray, 1847****Gênero *Lasaea* T. Brown, 1827***Lasaea adamsoni* (Gmelin, 1791)

Família Chamidae Lamarck, 1809**Gênero *Chama* Linné, 1758***Chama congregata* Conrad, 1833**Família Tellinidae Blainville, 1814****Gênero *Tellina* Linné, 1758***Tellina aequistriata* Say, 1824**Família Veneridae Rafinesque, 1815****Gênero *Transenella* Dall, 1884***Transenella simpsoni* Dall, 1902**Família Petricolidae Deshayes, 1831****Gênero *Petricola* Lamarck, 1801***Petricola typica* (Jonas, 1844)**Ordem Myoida****Família Myidae Lamarck, 1809****Gênero *Sphenia* Turton, 1822***Sphenia antillensis* Dall & Simpson, 1901**Família Gastrochaenidae Gray, 1840****Gênero *Gastrochaena* Spengler, 1783***Gastrochaena hians* (Gmelin, 1791)**Família Pholadidae Lamarck, 1809****Gênero *Martesia* G. B. Sowerby I, 1824***Martesia* sp.**Ordem Pholadomyoida****Família Lyonsiidae Fischer, 1887****Gênero *Entodesma* Phillips, 1845***Entodesma beana* (d'Orbigny, 1842)**Classe Polyplacophora****Subclasse Neoloricata Bergenhayn, 1955****Família Ischnochitonidae Dall, 1889****Gênero *Ischnochiton* Gray, 1847***Ischnochiton striolatus* (J. E. Gray, 1828)**Gênero *Calloplax* Thiele, 1909***Calloplax janeirensis* (Gray, 1828)