



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



**Programa de
Pós-graduação**
em Ecologia e
Conservação da
Biodiversidade

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
MESTRADO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

WALLACY BORGES TEIXEIRA SILVA

**COLONIZAÇÃO DE ORGANISMOS INCRUSTANTES EM DIFERENTES TIPOS DE
SUBSTRATOS ARTIFICIAIS NA BAÍA DE SÃO MARCOS, SÃO LUÍS – MA**

São Luís – MA

2023



WALLACY BORGES TEIXEIRA SILVA

**COLONIZAÇÃO DE ORGANISMOS INCRUSTANTES EM DIFERENTES TIPOS DE
SUBSTRATOS ARTIFICIAIS NA BAÍA DE SÃO MARCOS, SÃO LUÍS – MA**

Dissertação de mestrado apresentada em cumprimento às exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção de título de mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Ligia Tchaicka

São Luís – MA

2023

Silva, Wallacy Borges Teixeira.

Colonização de organismos incrustantes em diferentes tipos de substratos artificiais na Baía de São Marcos, São Luís - MA / Wallacy Borges Teixeira Silva. – São Luís, 2023.

107 f

Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Estadual do Maranhão, 2023.

Orientadora: Profa. Dra. Ligia Tchaicka.

1.Metais. 2.Bioinvasão. 3.Atividades portuárias. 4.Brasil. I.Título.

CDU: 574.5(812.1)

WALLACY BORGES TEIXEIRA SILVA

**COLONIZAÇÃO DE ORGANISMOS INCRUSTANTES EM DIFERENTES TIPOS DE
SUBSTRATOS ARTIFICIAIS NA BAÍA DE SÃO MARCOS, SÃO LUÍS – MA**

Dissertação de mestrado apresentada em cumprimento às exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção de título de mestre.

Aprovada em: 19/01/2023

Banca examinadora

Profa. Dra. Ligia Tchaicka (Orientadora)
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
1º Examinadora

Prof. Dr. Ícaro Gomes Antonio
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
2º Examinador

Profa. Dra. Ranyele Passos Ribeiro
Washington University in St. Louis (EUA)
3º Examinadora

Profa. Dra. Veronica Maria de Oliveira
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
4º Examinadora (Suplente)

Dedicatória

Dedico esse trabalho à minha mãe científica Zafira Almeida (in memoriam) , por todos ensinamentos e apoio na minha caminhada acadêmica e formação como homem de bem.

AGRADECIMENTOS,

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado força e determinação para chegar até aqui e batalhar por essa conquista. Agradeço também à minha família, minha mãe Marielda Borges, ao meu pai Josias Carvalho e aos meus irmãos Wesley Borges e William Borges (*in memorian*), por todo apoio nessa trajetória, além das orações prestadas a minha vida.

Queria agradecer também minha orientadora Profa. Dra. Ligia Tchaicka pela oportunidade que me concedeu para que eu fosse seu orientado. Gostaria de agradecer ao meu amigo Marcos Eduardo “Marcos Edu” por todo apoio prestado a essa pesquisa. Agradeço também aos meus colegas de grupo de pesquisa: Filipe Lisboa, Helen Susany, Dalton Maciel, Tarsila Lima, Maria Clara, Emily Borges, João Pedro “JP” e Bruna.

Gostaria de agradecer também a Monã Consultoria ambiental pelo apoio e viabilidade para que essa pesquisa acontecesse, em especial aos proprietários Edilene Betânia e Alex Valori, além dos colegas de coleta: Emerson Felipe, Jordana Adorno, Gabriel Tavares, Deuzanira, Ingrid Caroline, Ricardo Duarte, Rodney Lucas e aos Barqueiros: João de Deus, Seu Eudes, Seu Gilberto, “Klebinho”, Salomão, “Seu Rui”, “Rui Filho” e aos demais tripulantes que operam a embarcação Colo de Mãe.

Não poderia deixar de agradecer a Universidade Estadual do Maranhão - UEMA e ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade por proporcionar minha formação. Gostaria de agradecer a todos os pesquisadores do Laboratório de Biodiversidade Molecular - Labimol da UEMA em especial aos pesquisadores: Hanna Gabrielly, Zairon Garcês, Anderson, Nívea, Lucas Mendes, Adriana Marques, Selma Patrícia, Thércia Gonçalves, Geane Castro, Laís Barbosa, Jaqueline Sá, Thiago, João Marcelo, Kassia, Aline, Bruna e demais amigas e amigos do Labimol.

Agradeço ainda aos meus colegas da turma 2021.1: Hanna Carolina, Amanda Marques, Lorena Kostek, Elida Santana, Luciana Barbosa, Margareth Marques, Greiciene dos Santos, Amanda Marques, Kelly Fernanda, Anne Rithelly, Liliane do Socorro e Thamyris conceição.

Queria agradecer a todos da Cidade de São José de Ribamar, em especial a todos os moradores da Rua Humberto de Campos, As Escolas Públicas: Guanabara, CEMA,

Roseana Sarney, CENEC, Jacaré, José Silva. Agradeço também aos cursinhos: Pré-Vestibular Municipal de Ribamar, SIGMA, Univima e Cetecma. E por fim aos meus amigos e professores do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Maranhão.

Às minhas grandes amigas e amigos de UEMA: Karla Bitencurt; Fabiene Barros, Juadenil Campelo, Laurinete Muniz, Fátima, Cléa Cabral, “Juninho Zé” Neuzinha Cabral, Carolzinha Cabral, Railson, Conceição, “Aparecida da portaria”, Nívea Karia, Hete Salvino, Janaína Dantas, Rannyele Passos, Débora Batista, Carlos Licar, Verônica Oliveira e demais amigos de UEMA.

Agradeço a dedicação de todo o corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade – PPGECEB-UEMA, a vocês um muito obrigado por todo ensino, aulas de campo e experiências únicas. Grato a diretoria do PPGRAP, a Hilanna e a Dayane pela atenção, e as minhas queridas professoras Débora Santos; Raimunda Fortes; Andrea Azevedo, Zafira Almeida (*in memoriam*), Ligia Tchaicka, Erivânia, Selma Patrícia, Nancilene Pinto, Ilka Serra, e aos professores Audálio Torres, Elmary, Ícaro e Thiago Anchieta por toda dedicação e ensinamentos. Agradeço também a todos meus colegas da turma 2021.1.

À EMAP pela parceria e viabilidade desta pesquisa, e, a CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Por fim, agradeço a todos que direta e/ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho, ele só foi possível graças à ajuda de cada um de vocês. Meus sinceros agradecimentos.

Confie no Senhor de todo o seu coração e não se apoie em seu próprio entendimento; reconheça o Senhor em todos os seus caminhos, e ele endireitará as suas veredas.

Provérbios 3:5-6

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo investigar a ocorrência dos organismos incrustantes em diferentes tipos de substratos na área da Baía de São Marcos sob influência portuária. Para o estudo foram definidos três pontos amostrais que foram acessados em quatro datas entre os períodos de dezembro/2020 a setembro/2021, trimestralmente. Os espécimes foram amostrados em painéis de recrutamento compostos por quatro substratos distintos (acrílico, polietileno, metal e madeira). Foram também aferidas variáveis abióticas *in situ*, no sentido de entender as tolerâncias das comunidades. Avaliando os valores médios dos parâmetros abióticos, foi observado que não houve diferenças significativas, entre as estações amostradas, exceto para os metais: boro, cobre e zinco com seus respectivos valores (p -valor = 0,04; 0,004 e 0,015). Os valores (mg/L) obtidos para todos os metais encontram-se acima do recomendado pela Resolução CONAMA nº 357/2005. O teste de Tukey revelou que a densidade foi maior em P1 do que no P2 e P3, enquanto que a equitabilidade foi significativamente menor em P1 em relação as demais áreas. A riqueza no substrato metal e madeira foram significativamente maiores do que a encontrada no polietileno. A análise multidimensional não métrica (nMDS) mostrou um agrupamento na densidade de espécies no ponto P1, no entanto para os substratos não mostrou um ordenamento das densidades, demonstrando poucas comparações de eficiência entre substratos e um bom equilíbrio de similaridade no P2. A Análise de Correspondência Canônica (CCA) explicou 92,12% dos dados observados na soma dos dois eixos, revelando que a concentração de zinco influenciou negativamente quatro espécies no P1. Três taxa representam novos registros para o Brasil, sendo elas: *Lagis* sp., (Polychaeta); *Cerapus cf. bumbumiensis* (Amphipoda); *Natica cf. vitellus* (Gastropode) que necessitam ter seus estudos ampliados para determinar se suas ocorrências indicam eventos de bioinvasão. Os estudos revelam que componentes químicos podem estar influenciando na densidade de organismos incrustantes no P3. Portanto, os resultados deste trabalho indicam que os processos antropicos gerados pelo complexo portuário influenciam na distribuição da diversidade nativa, assim como podem atrair espécies exóticas por meio das atividades portuárias.

Palavras-chave: Metais. Bioinvasão. Atividades Portuárias. Brasil.

ABSTRACT

This study had as objective to investigate the occurrence of fouling organisms in different types of substrates the area of São Marcos Bay, under port influence. For the study, three sampling points were defined, which were accessed on four dates between the periods of December/2020 to September/2021, quarterly. The specimens were sampled with recruitment panels composed of four different substrates (acrylic, polyethylene, metal and wood). In situ abiotic variables were also measured, in order to understand the communities tolerances. Appraising the average values of the abiotic parameters, it was observed that there were no significant differences between the stations sampled, except for the metals: boron, copper and zinc with their respective values (p -value = 0.04; 0.004 and 0.015). The values (mg/L) obtained for all metals are above the recommended by CONAMA Resolution nº 357/2005. Tukey's test revealed that density was higher in P1 than in P2 and P3, while equity was significantly lower in P1 compared to the other areas. The richness in metal and wood substrate were significantly higher than that found in polyethylene. The non-metric multidimensional analysis (nMDS) showed a grouping in the density of species at point P1, however for the substrates it did not show an ordering of densities, showing few comparisons of efficiency between substrates and a good balance of similarity at P2. The Canonical Correspondence Analysis (CCA) explained 92.12% of the observed data in the add of the two axes, revealing that the zinc concentration negatively influenced four species in P1. Three taxa represent new records for Brazil, namely: *Lagis sp.*, (*Polychaeta*); *Cerapus cf. bumbumiensis* (*Amphipoda*); *Natica cf. vitellus* (*Gastropod*) that need to have their studies expanded to determine whether their occurrences indicate bioinvasion events. Studies reveal that chemical components may be influencing the density of encrusting organisms in P3. Therefore, the results of this study indicate that the anthropic processes generated by the port complex influence the distribution of native diversity, as well as attracting exotic species through port activities.

Keywords: Metals. Bioinvasion. Port Activities. Brazil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia utilizada para recrutamento de organismos incrustantes.....	26
Figura 2 - Áreas de amostragem com os três pontos.....	27
Figura 3 - Coleta na área de amostragem P2.....	28
Figura 4 - Triagem do material e posterior identificação.....	29
Figura 5 - Média e desvio padrão da (a) Densidade populacional, (b) diversidade de Shannon-Wiener, (c) riqueza de espécies e (d) equitabilidade nas estações amostrais. Letras diferentes indicam diferenças significativas obtidas em comparações pareadas.....	35
Figura 6 - Média e desvio padrão da (a) Densidade populacional, (b) riqueza de espécies, (c) diversidade de Shannon-Wiener e (d) equitabilidade nos substratos. Letras diferentes indicam diferenças significativas obtidas em comparações pareadas.....	35
Figura 7 - Escala multidimensional não métrica (nMDS) produzida com valores da densidade populacional de incrustantes colonizando as estações amostrais.....	36
Figura 8 - Escala multidimensional não métrica (nMDS) produzida com valores da densidade populacional de incrustantes colonizando as estações placas experimentais.....	36
Figura 9 - Influência dos fatores Metais em em relação as espécies mais abundantes (vetores) nos pontos amostrais (P1, P2 e P3) durante as 4 campanhas.....	37
Figura 10 - Exemplar de <i>Alitta succinea</i>	40
Figura 11 - Espécie mais recente descrita do gênero <i>Claviramus</i> sp.....	41
Figura 12 - Vista lateral de <i>Isolda pulchella</i>	43
Figura 13 - Espécie do gênero <i>Lagis</i>	44
Figura 14 - Espécie do gênero <i>Lepidonotus</i>	46
Figura 15 - Colônias de <i>Membranipora membranacea</i>	47
Figura 16 - Colônias de <i>Bugula neritina</i>	48
Figura 17 – Espécie <i>Anoplodactylus eroticus</i>	50
Figura 18 - Espécie de <i>Ammothella longipes</i>	51
Figura 19 - Espécie <i>Pentapycnon geayi</i>	53
Figura 20 - Espécie <i>Amphibalanus amphitrite</i>	55

Figura 21 - Espécie <i>Amphibalanus venustus</i>	56
Figura 22 - Dois espécimes de <i>Caprella penantis</i> , esquerda fêmea e direita macho.....	57
Figura 23 - Espécie de <i>Hemiaegina minuta</i>	59
Figura 24 – Espécie de <i>Cerapus cf. bumbumiensis</i> a direita e tubo orgânico a esquerda.....	60
Figura 25 - Exemplar de crustáceo da espécie <i>Gammarus crinicornis</i>	62
Figura 26 - Exemplar de crustáceo da espécie <i>Leucothoe incisa</i>	63
Figura 27 - Exemplar de crustáceo da espécie <i>Stenothoe marina</i>	64
Figura 28 - Exemplar de crustáceo da espécie <i>Podocerus brasiliensis</i>	66
Figura 29 – Espécie de <i>Clythrocerus carinatus</i>	67
Figura 30 – Espécie de <i>Cronius ruber</i> , imagem direita dorsal e esquerda ventral.....	68
Figura 31 - Exemplar de crustáceo da espécie <i>Homola barbata</i>	70
Figura 32 - Espécie de crustáceo <i>Panopeus occidentalis</i>	71
Figura 33 - Espécie de crustáceo <i>Phimochirus occlusus</i>	72
Figura 34 - Espécie <i>Amphiura Joubini</i>	74
Figura 35 - Espécie <i>Ophionereis squamulosa</i>	75
Figura 36 - Espécie <i>Ammonia beccarii</i>	76
Figura 37 - Espécie de <i>Crassostrea rhizophorae</i>	77
Figura 38 - Espécie de <i>Exolaternula spengleri</i>	79
Figura 39 - Espécie de <i>Mytella strigata</i>	80
Figura 40 - Espécie de <i>Monia nobilis</i>	81
Figura 41 - Espécie de <i>Anadara secernenda</i>	82
Figura 42 - Espécie de gastrópode <i>Stramonita brasiliensis</i>	83
Figura 43 - Espécie de gastrópode <i>Thaisella coronata</i>	84
Figura 44 - Espécie de gastrópode <i>Coralliophila salebrosa</i>	85
Figura 45 - Espécie de gastrópode <i>Parvanachis obesa</i>	87

Figura 46 - Espécie de gastrópode *Natica cf. vitellus*.....88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas e caracterização das estações amostrais dos macroinvertebrados incrustantes.....	27
Tabela 2 - Média, desvio padrão (\pm DP) e valor de significância (p-valor) das variáveis ambientais das águas e metais aferidas nas estações amostrais.....	31
Tabela 3 - Composição faunística de organismos incrustantes da área de estudo.....	32
Tabela 4 - Resultados da ANOVA aninhada e PERMANOVA para diferenças significativas entre os descritores ecológicos nas estações amostrais e substratos. Valores significativos em negrito.....	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivo Geral	18
2.2	Objetivos Específicos	18
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
3.1	Impactos advindos da atividade portuária nos estuários.....	18
3.2	Bioincrustação	20
3.3	A bioinvasão	21
3.4	A contaminação química	22
3.5	Substratos artificiais.....	23
4	MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1	Área de estudo	25
4.2	Amostragem.....	26
4.3	Variáveis físico-químicas e metais	28
4.4	Procedimento em laboratório.....	29
4.5	Análise de Dados	30
5	RESULTADOS	31
6	DISCUSSÃO	89
7	CONCLUSÕES	92

1 INTRODUÇÃO

A bioincrustação marinha ou *fouling* é o processo de acúmulo de organismos capazes de se fixar em substratos naturais ou artificiais duros, sendo estes de vida usualmente epibionte, perfurante (BAKER *et al.*, 2004), ou até mesmo colônias de microrganismos, plantas e animais aquáticos (YEBRA *et al.*, 2004).

A maioria dos substratos consolidados expostos no ambiente marinho estão suscetíveis a fixação de organismos incrustantes. Algumas estruturas comuns servem de corpos-de-assentamento da biota, como: madeira de manguezais e trapiches; o metal de embarcações; plataformas de petróleo; o concreto de plataformas de pesca; costões rochosos; conchas de moluscos vazias (OCHI AGOSTINI *et al.*, 2017).

O *biofouling* marinho é um problema global, com penalidades econômicas e ambientais significativas. Do ponto de vista econômico, os bioincrustantes como cracas, mexilhões e algas em cascos subaquáticos de embarcações resultam em danificação de suas estruturas, entupimento de entradas e vasos, o que eleva os custos, devido ao aumento de peso ou da atividade de escavação dos organismos que provocam corrosão e conseqüentemente aumentam o consumo de combustível (BAKER *et al.*, 2004; MICHELS, 2020).

Esse processo é considerado um dos principais causadores da bioinvasão nos oceanos (GALL; THOMPSON, 2015). Os avanços das atividades humanas em regiões costeiras e marinhas, incluindo a construção de indústrias, portos e áreas urbanas, favoreceram a introdução de espécies exóticas e contaminantes em ambientes marinhos ao longo de muitas décadas, através de um processo conhecido como *rafting* (DA SILVA *et al.*, 2018; RECH *et al.*, 2018; SOUZA; CALAZANS; SILVA, 2009; SILVA; BARROS, 2011; PÓVOA; SKINNER; DE ARAÚJO, 2021).

Organismos incrustantes, especialmente invertebrados e algas, são altamente seletivos em suas preferências por certas superfícies, o sinal exercido pela superfície pode iniciar um comportamento característico que promove ou inibe a fixação. O assentamento de larvas de invertebrados sésseis, algas e bactérias que se aderem em superfícies em ambientes aquáticos são determinados por interações interfaciais dentro dos mais diversificados mecanismos. Há esforços contínuos para investigar métodos para manter as estruturas artificiais limpas durante sua implantação estendida em ambientes marinhos (DINESHRAM *et al.*, 2009).

Os organismos bentônicos constituem um importante compartimento ecossistêmico, sendo peças chaves na ciclagem de nutrientes e decomposição da matéria orgânica nos sistemas aquáticos. Os macroinvertebrados bentônicos são largamente utilizados em programas de biomonitoramento da qualidade e integridade de ecossistemas aquáticos (GULLAN; CRANSTON, 2008).

As modificações de um ecossistema podem ser percebidas a partir da interpretação de indicadores ecológicos, a exemplo da riqueza e a diversidade de macroinvertebrados bentônicos que é fortemente influenciada pelas atividades antrópicas que podem levar a extinção local de alguns grupos taxonômicos (DEATH, 2002). Esses organismos apresentam um grau de sensibilidade aos impactos de origem antrópica (MUNIZ *et al.*, 2005).

Localizado no Estado do Maranhão, o Complexo Portuário do Maranhão é considerada uma das mais importante estruturas portuárias para o transporte de cargas do Brasil, principalmente pelas suas condições privilegiadas de acessos multimodais (rodovias, ferrovias e hidrovias) (EMAP, 2021). Situada na costa ocidental da Ilha de São Luís, na Baía de São Marcos, esta área portuária abrange o Complexo Portuário de Ponta da Madeira, da Companhia Vale S. A., o Porto de Itaqui, da EMAP - Empresa Maranhense de Administração Portuária e o Porto da ALUMAR da Companhia ALCOA (DO AMARAL; ALFREDINI, 2010).

O complexo portuário em São Luís torna a cidade atrativa para indústrias que utilizam o transporte marítimo, nele atracam navios graneleiros que transportam diversos produtos para o Brasil e para o mundo, tais como granéis sólidos minerais (fertilizantes, manganês, calcário, carvão e cobre), granéis sólidos vegetais (soja, milho, arroz, trigo e farelo de soja), granéis líquidos (diesel, gasolina, soda cáustica e álcool/ etanol) entre outros (EMAP, 2009).

Na última década, o Complexo Estuarino de São Marcos tem recebido intensa contaminação química causada pelo lançamento *in natura* de efluentes domésticos, agrícolas pesticidas e resíduos industriais (ZONEAMENTO COSTEIRO DO MARANHÃO, 2003). Dentre os principais contaminantes encontrados nesta região, temos os metais pesados que são provenientes de processos industriais oriundos das atividades nos terminais marítimos (ITAQUI, VALE e ALUMAR / ALCOA) localizados na Ilha de São Luís (CARVALHO-NETA; ABREU-SILVA, 2010).

Em contrapartida, tal implantação pode acarretar em sérias modificações ambientais, influenciando o comportamento de vários organismos aquáticos, podendo ocasionar prejuízos as populações naturais.

Nesse sentido, compreendendo que conhecer as comunidades bioincrustantes da Baía de São Marcos seria importante ecologicamente e economicamente (AMINI *et al.*, 2016) tivemos com hipóteses: i) a colonização pela fauna incrustante na região de estudo difere de acordo com a composição do substrato; ii) a presença de metais na água interfere na composição das comunidades incrustantes, iii) a Baía de São Marcos apresenta espécies exóticas de inscrustantes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Investigar a ocorrência dos organismos incrustantes em quatro diferentes substratos (acrílico, polietileno, metal e madeira) na região portuária da Baía de São Marcos, Costa Norte do Brasil.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a distribuição espacial da fauna incrustante, tomando como *proxy* a presença de metais em três áreas sob a influência direta do terminal portuário;
- Descrever a composição faunística de incrustantes com seus respectivos *status* de naturalidade para cada espécie catalogada no estudo.
- Testar a preferência de colonização pela fauna incrustante em quatro tipos de substrato.
- Verificar a influência dos metais identificados na água com a ocorrência dos taxa.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Impactos advindos da atividade portuária nos estuários

Os estuários são ambientes de alta produtividade, inseridos na porção costeira dos continentes, constituem zonas de transição entre ambiente marinho e continental, e estão sujeitos a variações ambientais em escalas espaciais e temporais (AZHIKODAN;

YOKOYAMA, 2015; PATCHINEELAM; KJERFVE, 2004; QIN; SHEN, 2017). Tais ambientes desempenham funções ecológicas fundamentais, oferecendo habitats para espécies de importância comercial, e atuam como um exportador de nutrientes e matéria orgânica para as águas costeiras adjacentes e geram bens e serviços para comunidades locais (DA COSTA; ASMUS, 2018). Organismos que prosperam em estuários podem atingir níveis consideravelmente altos em valores de produção (DOLBETH *et al.*, 2012), o que coloca os estuários entre os ecossistemas aquáticos mais produtivos (COSTANZA *et al.*, 2014).

Devido à sua alta produtividade biológica, a elevada pesca nos estuários se destaca, pois, esses locais são utilizados como viveiros, locais de alimentação, reprodução e abrigo para diversas espécies em diferentes estágios de seu ciclo de vida (CORREA-HERRERA *et al.*, 2017; CONSTANZA *et al.*, 2014; DANTAS *et al.*, 2013). A intensa hidrodinâmica desses locais promove serviços ecológicos na regulação climática local, acesso às águas costeiras e meios de subsistência (BARLETTA; COSTA, 2009). Além de serviços essenciais, como a biorremediação, proteção contra inundações e atividades recreativas, tornando os estuários extremamente valiosos para a humanidade (LILLEBØ *et al.*, 2016).

A construção de portos, marinas e outros empreendimentos do gênero ocorrem de forma relevante nos estuários. Comumente, as atividades desenvolvidas em áreas portuárias tendem a gerar perturbações que trazem consequências ao ambiente. Este entendido como um conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permitem, abrigam e regem a vida em todas as suas formas (BRASIL, 1981), exigindo-se, cada vez mais, mecanismos de gestão ambiental eficientes.

As atividades industriais e portuárias das áreas costeiras contribuem para uma elevada degradação ambiental em todo o mundo. Além disso, a influência do tráfego marítimo, e outras atividades humanas no entorno dos sistemas estuarinos também contribuem para esse cenário (MAIOLI *et al.*, 2010).

A relação entre porto e meio ambiente abrange um amplo universo de temas, tais como o papel do porto na busca de um desenvolvimento sustentável até o tratamento individual de impactos pelas atividades nele produzidas. Segundo Porto e Teixeira (2002), os componentes ambientais afetados são classificados como: qualidade do ar, condições da coluna de água e fundo, ruído e vibrações, odor, topografia, hidrologia e

oceanologia, fauna e flora–aquáticas e terrestres, paisagem, resíduos, aspectos socioculturais e aspectos socioeconômicos.

As atividades portuárias, principalmente as navegações são interpretadas há muito tempo como “ilhas biológicas” para espécies que habitam em portos e estuários, uma vez que fornecem substratos para o assentamento de espécies associadas às comunidades incrustantes (GODWIN, 2003).

3.2 Bioincrustação

A bioincrustação marinha está associado ao crescimento de organismos aquáticos em estruturas naturais e artificiais de ambientes marinhos e estuarinos. A biocolonização afeta todas as estruturas colocadas no ambiente marinho. Do ponto de vista técnico, tal bioincrustação é indesejável, quando interfere nas implicações ecológicas e sociais (MADUKA *et al.*, 2023).

As incrustações marinhas podem ser dividida em dura (mexilhões, cracas, vermes tubulares), mole (anêmonas do mar, corais moles, hidróides, algas) e longa agitação (Kelps, algas marinhas). A bioincrustação também pode ser categorizada em microincrustação (biofilme) e macroincrustação (comunidades macroincrustes) (MADUKA *et al.*, 2023).

A problemática com a bioincrustação marinha é um desafio, seja ela no ramo da navegação ou ambiental. O crescimento de micro e macroorganismos em superfícies submersas, como cascos de navios ou hélices, é conhecido desde a invenção do transporte marítimo nos tempos antigos. Hoje, torna-se cada vez mais urgente, investir em controle e revestimento, no sentido de evitar perdas econômicas, energéticas, juntamente com vários problemas ecológicos graves (QIU *et al.*, 2022).

Tecnologias de controle de incrustação bioamigáveis tem sido estudado e testados por cientistas desde a década de 1980, onde tentam encontrar uma solução revestimento “antiaderente” que impossibilitaria a fixação de organismos marinhos a um cascos de navios (BRADY JR, 1994; CLOUTIER; MANTOVANI; ROSEI, 2015).

Várias técnicas de tintas antiincrustantes ou polimentos de cascos tem sido usados para controle de incrustantes, no entanto muitas dessas técnicas são nocivas a vida marinha, o que faz com que a Organização Marítima Internacional (IMO) proíba muitas dessas (SEO *et al.*, 2021). O Tratado de Hamburgo (TBT) hoje é considerado um dos melhores anti-incrustantes de estruturas marinhas. No entanto, o TBT é globalmente proibido pela (IMO) devido à sua avaliação ambiental negativa

associada à toxicidade (SONAK, 2009)

3.3 A bioinvasão

Em todo planeta, cerca de 7.000 espécies animais e vegetais são transportadas diariamente através dos oceanos por meio de navios, resultando em alterações de ecossistemas inteiros. Em condições de similaridades com o ambiente nativo (temperatura e salinidade), essas espécies podem se estabelecer em um novo ambiente e, ausência de predadores naturais ou outra forma de controle, podem causar riscos à saúde do ambiente onde elas são introduzidas (BOTELHO, 2014). Essas espécies são conhecidas como espécies exóticas ou bioinvasoras.

Atualmente a bioinvasão é considerada a segunda maior causa de perda de diversidade biológica do mundo e uma das cinco principais ameaças à biodiversidade marinhas, podendo originar mudanças na estrutura e função dos ecossistemas, aumentando a homogeneização da biota, além de ameaças a economia e saúde humana (CARLTON, 2001; RILOV; GALIL, 2009).

Devido à intensa movimentação de cargas, os portos estão sujeitos à introdução de espécies exóticas como consequência de constantes atracções de navios vindos de várias regiões do mundo (FARRAPEIRA et al., 2007). De fato, a principal via identificada de rompimento de barreiras naturais para a introdução de organismos marinhos não indígenas tem sido o tráfego de navios para portos ao redor do mundo pela bioincrustação em seus cascos, mas o transporte de organismos em a água de lastro também foi reconhecida como o principal vetor para a transferência inadvertida de muitos organismos bênticos de água não indígenas e nocivos em todo o mundo (CARLTON; GELLER, 1993; GOLLASCH, 2010).

A região portuária do Maranhão representa uma área de risco para invasões biológicas, uma vez que recebe navios da China, Egito, Tailândia, Índia, Marrocos, Polônia, Coreia do Sul, Suécia, Emirados Árabes, Espanha, Itália, Holanda, Vietnã, França, Alemanha, EUA entre outros (PORTO DO ITAQUI, 2011).

O monitoramento das fronteiras marítimas é imprescindível para o controle e o gerenciamento de introdução de espécies exóticas por água de lastro e bioincrustação (BAX et al., 2001). O conhecimento das espécies introduzidas e a identificação de fatores que podem limitar a capacidade de invasão constituem um importante caminho para elaboração de estratégias de manejo para prevenção de bioinvasões e gerar

biossegurança. A falta destes conhecimentos dificulta a detecção de espécies exóticas e impede o reconhecimento precoce de potenciais bioinvasores (HEWITT et al., 2004).

Para minimizar as chances de bioinvasão por meio da água de lastro, incrustação e sedimento, a Organização Marítima Internacional (International Maritime Organization – IMO) orientou seus países membros a seguirem certas diretrizes para controle de epidemias e poluição causadas pelo processo de descarte da água de lastro. Dentre essas diretrizes, destaca-se a de 1993, por meio da qual a IMO estabeleceu que a troca de água de lastro deveria ser realizada a pelo menos 200 milhas náuticas (370 km) da costa, em águas de pelo menos 200 metros de profundidade, trocando-se no mínimo 95% do volume de água de lastro (MARINHA, 2016).

Monitorar as espécies exóticas facilita a erradicação e remoção de uma eventual bioinvasão. Caso ela consiga também reproduzir e formar populações viáveis, passa a ser uma espécie exótica estabelecida e a erradicação passa a ser cada vez menos provável e mais onerosa (BLACKBURN *et al.*, 2011). Por isso os esforços de controle biológico de espécies não nativas são necessários para prevenir o estabelecimento de espécies invasoras e evitar irremediáveis impactos.

Casos de bioinvasão no Brasil e no exterior vêm causando sérios problemas ambientais e econômicos de grande ordem. Casos como o mexilhão dourado, o mexilhão zebra, a estrela do Pacífico Norte, entre outros, causaram problemas econômicos na atividade pesqueira e na indústria, como casos de entupimento em refrigeradores e manutenção em turbinas hidrelétricas (DA ROCHA NETO; SANTOS, 2021).

Um estudo dos principais registros de organismos bentônicos exóticos em águas marinhas e continentais do Brasil, gerou um check-list de 41 espécies de invertebrados macrobentônicos alóctones introduzidos em diferentes estados do país, sendo 7 de água doce e 34 marinhas. O mapa produzido pelos autores, mostrou o número de espécies introduzidas por Estado, pelo menos três registros já foram constatados para o Maranhão (*Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931); *Penaeus monodon* Fabricius, 1798; *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)) (SILVA; BARROS, 2011).

3.4 A contaminação química

As áreas portuárias do Brasil são consideradas fontes pontuais de substâncias tóxicas, cujos poluentes podem afetar os ecossistemas marinhos via transporte de sedimento e difusão dessas substâncias nos corpos aquáticos (SOUSA *et al.*, 2013).

Segundo Vernier (1994), a indústria química é a maior responsável pela poluição por elementos tóxicos (mais de 50%) sendo seguida pela indústria de metais (mais de 35%). Outros elementos como os metais pesados, tais como: cobre, zinco, chumbo e mercúrio chegam a atingir indiretamente os seres vivos e produzir efeitos cumulativos.

Os metais presentes nos corpos hídricos são de grande preocupação, principalmente devido à sua persistência, toxicidade e potencial de bioacumulação (considerando cada indivíduo ao longo do tempo) e, em alguns casos, biomagnificação (na cadeia trófica) (TORREGROZA ESPINOSA et al, 2018).

A diferença entre a presença dos metais no ambiente por processos naturais ou antrópicos reside na magnitude do impacto, na frequência e na duração em que ocorre a distribuição e contaminação pelos metais, ocasionando impactos consideráveis na estrutura e funcionamento dos ecossistemas (LIMA; DOS SANTOS, 2012).

Vários experimentos visando testar os efeitos da poluição por metais em comunidades marinhas de fundo duro, foram realizados durante a última década (CANNING-CLODE et al., 2013). A maioria desses estudos descobriu que o aumento da exposição a cobre diminuiu a diversidade de espécies nativas, enquanto nenhuma mudança significativa foi encontrada na riqueza de espécies não indígenas, sugerindo algum nível de tolerância ao metal (CROOKS; CHANG; RUIZ, 2011; DAFFORN et al., 2008; PIOLA; JOHNSTON, 2008, 2009). Esta tolerância ao metal em certos indivíduos pode ainda ajudar o seu estabelecimento e propagação em novos habitats e podem beneficiar espécies não nativas em algum grau de vantagem competitiva sobre espécies nativas.

3.5 Substratos artificiais

Muitos táxons bentônicos se ligam e habitam uma variedade de substratos naturais, como conchas de moluscos, algas e rochas. A abundância de invertebrados bentônicos sésseis pode ser muito afetada por estruturas naturais e artificiais e essas diferenças de superfície levam a mudanças na composição da comunidade (BAE *et al.*, 2022).

O impacto da bioincrustação marinha em estruturas artificiais não era considerado significativo até a década de 1980. No entanto, como o desenvolvimento dos portos se acelerou com o crescimento das cidades em todo o mundo, seus ambientes físicos, químicos e biológicos também mudaram com o aumento do uso de estruturas

artificiais; a bioincrustação de tais estruturas tem causado problemas funcionais e financeiros (BAE *et al.*, 2022).

Vários estudos vem sido conduzidos com a testagem de substratos artificiais de diferentes composições, e posições verticais e horizontais no sentido de entender mudanças nas comunidades de invertebrados bentônicos (GLASBY; CONNELL, 2001).

No Brasil poucos trabalhos sobre a preferência de substratos artificiais pelo bentos incrustante têm sido realizados, estando pouco descrito para região sul e sudeste que desde 2004 identifica os potenciais bioinvasores avaliados por substratos artificiais. A exemplo de estudos de Cangussu *et al.* (2010); Neves *et al.* (2007); Flynn; Valério-Berardo, (2012); Marques *et al.* (2013); Neves e Rocha, (2008)).

Na região Nordeste espécies incrustantes foram registradas em estudos de Melo *et al.* (2021) que avaliaram recrutamento de organismos bentônicos sésseis no Porto do Recife, no sentido de monitorar possíveis introdução de espécies bentônicas exóticas e criptogênicas.

Para outras regiões do Brasil, alguns estudos de monitoramento através de substratos artificiais foram realizados por Neves *et al.* (2007), que examinaram o uso de substratos artificiais fixos (calçadões e cascos de barcos) e flutuadores (fibra, vidro e colunas de concreto). Nesse estudo foi possível identificar que das 50 espécies identificadas, quatro foram apontadas como introduzidas, sugerindo que a quantidade de espécies não nativas na Baía de Paranaguá é grande, uma vez que só foram avaliados substratos de um único local em uma única coleta. Nessa mesma baía, foram analisadas incrustações em pilares de um Iate clube, onde quatro espécies introduzidas foram listadas como causadoras de efeitos negativos para o ecossistema (NEVES *et al.*, 2007; NEVES; ROCHA, 2008).

Estudos abordando a dinâmica de colonização de organismos incrustantes sésseis e perfurantes em substrato de painéis de madeira de pinho foram realizados na região estuarina de Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul) sob influência do fenômeno El Niño. Os autores detectaram a presença do bivalve exótico *Limnoperna fortunei* (KIKUCHI HABE, 1981) (mexilhão-dourado) colonizando os painéis nos meses de novembro e dezembro de 2009 e janeiro de 2010, período em que os valores de salinidade se mantiveram bem próximos a zero (SANTOS; BEMVENUTI, 2012).

Cangussu *et al.* (2010) avaliando dois tipos de substratos (granito bruto e plástico de polietileno), com o objetivo de entender a influência e o recrutamento de invertebrados sésseis em selecionar diferentes substratos de composição, cor, textura, além de

orientações variadas, na Baía de Paranaguá, concluíram que mais de 70% de ocorrência dos táxons preferiram colonizar a placa de granito.

De acordo com Neves e Valentin (2011), quando se trata de trabalhos que focalizem aspectos ecológicos dos bentos de diferentes substratos em ecossistemas costeiros, praticamente todos os estados brasileiros apresentam pouquíssimos estudos, e em alguns são até mesmo escassos. Para estes autores, a biodiversidade faunística dos bentos é subestimada, e isso se reverbera no insuficiente esforço empreendido na taxonomia e caracterização de espécies e dos padrões de distribuição espacial e temporal das comunidades de macroinvertebrados bentônicos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O Complexo Estuarino de São Marcos (CESM) caracteriza-se como uma ampla zona estuarina que está localizada no extremo norte do Estado do Maranhão, na região conhecida como Golfão Maranhense e recebe vários estuários de pequena extensão (SILVA *et al.*, 2016). Possui como orientação principal NE-SW e apresenta largura de 50 Km na porção Norte, 15 Km na região central (entre Alcântara e a Ponta de São Marcos), 25 Km na altura da ilha dos Caranguejos e 4 Km na foz do Rio Mearim (EL-ROBRINI *et al.*, 2006).

A área de estudo está localizada a noroeste da Ilha do Maranhão, tendo como limite norte, manguezais e matas de terra firme; manguezais a leste e sudeste, e a baía de São Marcos de noroeste a sul. O manguezal existente ao norte é um bosque de acresção predominantemente composto de *Laguncularia racemosa* (L. Gaertn, 1807), com poucos indivíduos das espécies *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana* e *Rizophora mangle* (LINNAEUS, 1753) (ALCÂNTARA; SANTOS, 2005). O manguezal a leste e sudeste também apresenta zonas de acresção de *L. racemosa*, porém é mais desenvolvido ao norte, com altura de 6 a 7 metros e diâmetro médio de 8 cm, onde também ocorre *A. germinans*. Os igarapés Irinema Pequeno e Irinema Grande, bem como o Buenos Aires e o Arapapá possuem bosques mistos de *R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans* e *A. schaueriana*, mais desenvolvidos que os mangues de franja (ALCÂNTARA; SANTOS, 2005).

O clima na região é do tipo quente e úmido, com influência da massa de ar equatorial que configura altas temperaturas ao longo do ano (27°C – 31°C), com dois períodos sazonais bem definidos: um chuvoso (janeiro a junho) e de estiagem (julho a

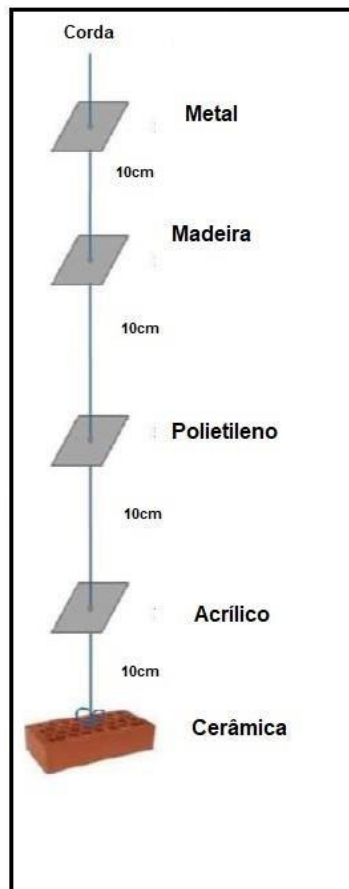
dezembro) com precipitações pluviométricas totais anuais superiores a 2.000 mm (AZEVEDO; CUTRIM, 2007; RIOS, 2001).

4.2 Amostragem

Para a execução deste trabalho, foram utilizados quatro painéis sobrepostos como substratos artificiais de assentamentos dos macrozoobentos, sendo cada painel composto por quatro lâminas de diferentes materiais (metal, madeira, polietileno e acrílico) cada uma com 10 cm de comprimento, 10 cm de largura e com 8 mm de espessura, sobrepostas verticalmente a uma distância de 10 cm uma da outra, presas por mangueiras plásticas, e transpassadas por cabos de aço e um tijolo de cerâmica para sustentar os cabos em uma única direção (Figura 1).

Em cada corda ficavam dispostas 16 lâminas (placas) subdivididas nos quatro painéis, sendo que estes estavam a uma distância de 30 cm um do outro. As cordas foram instaladas na baixamar deixando uma distância de mais ou menos 3 metros para o início dos painéis, no sentido de mantê-los submerso o tempo todo.

Figura 1 - Metodologia utilizada para recrutamento de organismos incrustantes



Fonte: HELCOM, 2013 – Adaptada

Os painéis foram amostrados em três pontos diferentes (P1, P2 e P3) (Tabela 1) e (Figura 2). As amostragens foram realizadas trimestralmente durante um ano (dezembro de 2020, março, junho e setembro de 2021), sendo a primeira coleta em um tempo de exposição dos substratos de 3 (três) meses, a segunda em 6 (seis) meses e a terceira em 9 (nove) meses e a última fechando um ciclo de 1 (um) ano, no sentido de entender o tempo de colonização dos incrustantes em escala temporal.

Tabela 1 - Coordenadas e caracterização das estações amostrais dos macroinvertebrados incrustantes.

P1	02°33'57,7"	44°22'43,3"
P2	02°34'30,2"	44°22'15,5"
P3	02°34'58,9"	44°22'06,3"

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020

Figura 2 - Áreas de amostragem com os três pontos.



Fonte: Costa, 2022

Durante o processo de retirada, as lâminas foram desprendidas da estrutura, fotografadas, colocadas em sacos plásticos devidamente identificados. Em seguida o material foi conservado em recipientes térmicos limpos e refrigerados (Figura 3). As amostras geradas em campo foram transportadas até o Laboratório de Biologia Molecular

(Labimol/ UEMA), onde permaneceram congeladas no sentido de manter os organismos preservados, com suas devidas características naturais.

Figura 3 - Coleta na área de amostragem P2.



Fonte: Monã Consultoria Ambiental, 2021

4.3 Variáveis físico-químicas e metais

Concomitantemente à retirada das lâminas, foram aferidos as variáveis ambientais: temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, pH (Potencial Hidrogênio), Turbidez, Potencial Redox e T.D.S (Total de Sólidos Dissolvidos), por meio de sonda multiparâmetros (Horiba U-51 e U-10) (Figura 3).

A transparência da água foi aferida por meio da profundidade do disco de Secchi no momento da coleta. Para análise de metais, foram coletadas amostras de água na superfície e no fundo, com auxílio de uma garrafa de Van Dorn (5 L). Em seguida foram

acondicionados em fracos de vidro com capacidade de 2 L, e armazenados em caixas de isopor com gelo e encaminhado para Laboratório de referência no estado do Rio Grande do Norte.

4.4 Procedimento em laboratório

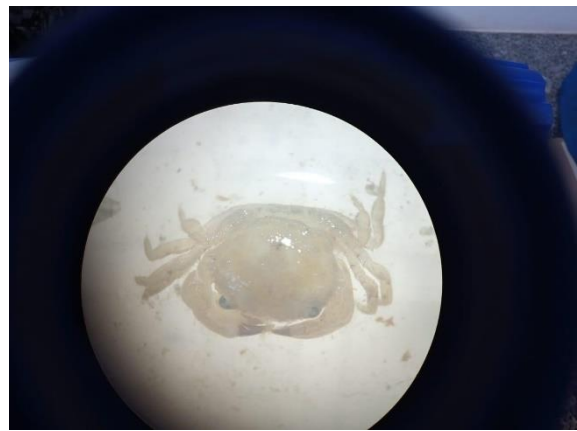
No laboratório, as placas foram raspadas, a fim de examinar o material contido nelas. A análise do material foi feita com o auxílio de um microscópio estereoscópio para a triagem das incrustações, com auxílio de uma grade quadriculada de 15 x 15 cm, com subdivisões de 1 x 1 cm para que a área de cobertura de cada espécie sobre a placa fosse estimada. A triagem de cada lado da placa foi feita pelo mínimo duas vezes, no sentido de retirar todos os indivíduos presentes no material (Figura 4).

Todos os indivíduos coletados passaram por identificação ao menor nível taxonômico possível com base em bibliografia especializada e cientificamente reconhecida (AMARAL, 2006; RIOS *et al.*, 1994, algumas teses e dissertações específicas). A nomenclatura taxonômica de todas as espécies identificada foi verificada usando o Registro Mundial de Espécies disponível na Website (WoRMS, 2022). Após analisados, os materiais biológicos coletados foram separados em lotes, codificados, e em seguida depositados na Coleção de Tecidos e DNA da Fauna Maranhense – CoFauMA da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA (Figura 4).

Os metais, alumínio, cobre, ferro, manganês, cromo e zinco foram determinados de acordo com as metodologias descritas em Apha (2012), quantificados com o uso de Espectroscopia de absorção atômica em forno de grafite. Levando em consideração os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, Classe 1.

Figura 4 - Tragem do material e posterior identificação.





Fonte: Elaborado pelo Autor, 2021

4.5 Análise de Dados

Os dados foram analisados quanto a sua normalidade e homogeneidade de variância, pelo teste de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Para verificar diferenças significativas nas variáveis ambientais entre áreas, foi utilizada uma Análise de Variância (ANOVA) One-Way com os dados logaritimizados ($\log x + 1$).

Foram utilizados como descritores ecológicos a densidade (ind.cm^2), riqueza de taxa (S), diversidade de Shannon-Wiener (H') e equitabilidade de Pielou (J'). A variabilidade espacial e a preferência por substrato foram analisadas através de uma ANOVA aninhada mista para cada descritor, tendo como fator aleatório os períodos de coleta. Os dados que apresentaram diferenças significativas foram submetidos ao teste de Tukey para identificar onde essas diferenças ocorreram.

Uma Análise de Variância Permutacional Multivariada (PERMANOVA) (ANDERSON, 2001) foi aplicada ao mesmo modelo misto para identificar variações na

estrutura da comunidade, complementada por uma ordenação nMDS (non-metric multidimensional scaling). As análises multivariadas foram baseadas em uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis (BRAY; CURTIS, 1957). As variáveis ambientais que apresentaram diferenças significativas entre áreas foram correlacionadas com os dez taxa mais abundantes através de uma Análise de Correspondência Canônica (CCA). Para verificar se o modelo da CCA era significativo foi utilizada uma ANOVA One Way.

Em todas as análises foi aceito um nível de significância de 0,05. As análises foram realizadas com o programa RStudio (R Development Core Team, 2022) utilizando os pacotes lme4 (BATES; MAECHLER, 2011) e vegan (OKSANEN *et al.*, 2022); e no software Paleontological Statistics (PAST) v. 4.10 (HAMMER *et al.*, 2001).

5 RESULTADOS

5.1 Variáveis ambientais e metais

Avaliando as médias anuais aferidas durante as coletas, percebeu-se que os parâmetros abióticos não indicaram diferenças significativas, mostrando homogeneidade entre os pontos. Contudo, em relação aos metais, boro ($p=0,04$), cobre ($p=0,004$) e zinco ($p=0,015$) mostraram diferenças significativas entre as estações amostrais (Tabela 2). As concentrações de boro e zinco foram mais altas em P3, enquanto que cobre teve elevada concentração em P1.

Tabela 2 - Média, desvio padrão (\pm DP) e valor de significância (p-valor) das variáveis ambientais das águas e metais aferidas nas estações amostrais.

Variável	Unidade	Média(\pm DP)			p-valor
		P1	P2	P3	
Temperatura	(°C)	28,72 (\pm 0,04)	28,87(\pm 0,007)	29,09(\pm 0,02)	1,041
Salinidade	(mg/L)	27,92(\pm 0,1859)	27,83(\pm 0,0132)	27,39(\pm 0,0398)	0,975
Oxigênio Dissolvido	(mg/L)	6,33(\pm 0,0545)	6,29(\pm 0,0227)	6,21(\pm 0,1169)	0,403
Potencial Hidrogênio	-	8,20(\pm 0,0283)	8,10(\pm 0,0232)	8,12(\pm 0,0451)	0,575
Transparência	(cm)	0,18(\pm 0,0316)	0,16(\pm 0,0633)	0,18(\pm 0,0837)	0,96
Turbidez	(uT)	169,4(\pm 13,3627)	164,39(\pm 0,9413)	173(\pm 8,3175)	0,759
Potencial Redox	-	173,8(\pm 4,6744)	168,3(\pm 0,9219)	166,8(\pm 1,3229)	0,648
T.D.S	(mg/L)	23,92(\pm 0,9490)	23,9(\pm 0,9471)	22,76(\pm 1,2694)	0,998
Alumínio (Al)	(mg/L)	0,06(\pm 0,0258)	0,06(\pm 0,0243)	0,06(\pm 0,0429)	0,592

Boro (B)	(mg/L)	0,59(±0,0011)	0,0005(±0,0003)	1,02(±0,0024)	0,04
Cobre (Cu)	(mg/L)	0,85(±0,2849)	0,44(±0,0345)	0,62(±0,5149)	0,004
Cromo (Cr)	(mg/L)	0,14(±0,0059)	0,15(±0,0302)	0,10(±0,0334)	0,904
Ferro (Fe)	(mg/L)	0,70(±0,1666)	0,20(±0,0805)	1,005(±0,4817)	0,761
Manganês (Mn)	(mg/L)	2,25(±0,3275)	7,78(±0,3817)	2,69(±0,1411)	0,213
Zinco (Zn)	(mg/L)	0,30(±0,0432)	0,32(±0,0078)	0,50(±0,2156)	0,015

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

5.2 Composição faunística

Para região Portuária do Maranhão foram registrados um total de 12.214 indivíduos, distribuídos em 7 grandes grupos taxonômico (filo e subfilo), 33 famílias, 36 gêneros e 37 espécies, durante quatro coletas (dezembro de 2020, março, junho e setembro de 2021). Destas, 9.393 indivíduos foram coletados no P1, enquanto que no P02 foram 1.683, já o P3 foi um total de 1.138 registros (Tabela 3). As placas de madeira obtiveram as maiores densidades com 3.792 indivíduos capturados, enquanto que as de polietileno contabilizaram 2.407, mostrando esta menos eficiente para incrustações.

Em geral, o grupo mais abundante foi Amphipoda com 10.906 indivíduos registrados para todos os pontos amostrados, correspondendo a 40,89% do total de organismos (Tabela 3).

Dentre as espécies catalogadas, *Cerapus cf. bumbumiensis* (Nurshazwan, Ahmad-Zaki e Azman, 2020), *Caprella penantis* (Leach, 1814), *Amphibalanus amphitrite* (Darwin, 1854) e *Podocerus brasiliensis* (Dana, 1853), representaram as maiores densidades populacionais dentre as áreas amostradas, o que correspondeu (juntas) 78,08% de toda amostragem (Tabela 3).

Tabela 3 - Composição faunística de organismos incrustantes da área de estudo.

TAXA	P1		P2		P3		Total Geral
	A	F	A	F	A	F	
Filo Annelida							
<i>Claviramus</i> sp.	7	75%	3	50%	0	0	10
<i>Isolda pulchella</i> (Müller in Grube, 1858)	1	25%	0	0	0	0	1
<i>Lagis</i> sp.	3	50%	3	25%	0	0	6
<i>Lepidonotus</i> sp.	0	0	1	25%	0	0	1
<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)	19	100%	5	50%	1	25%	25
Filo Bryozoa							
<i>Bugula neritina</i> (Linnaeus, 1758)	3	50%	0	0	0	0	3
<i>Membranipora membranacea</i> (Linnaeus, 1767)	15	75%	43	100%	7	50%	65

Subfilo chelicerata							
<i>Ammothella longipes</i> (Hodge, 1864)	28	75%	13	25%	0	0	41
<i>Anoplodactylus eroticus</i> (Stock, 1968)	54	75%	15	75%	0	0	69
<i>Pentapycnon geayi</i> (Bouvier, 1911)	0	0	1	25%	0	0	1
Subfilo crustacea							
<i>Amphibalanus amphitrite</i> (Darwin, 1854)	1742	100%	238	75%	52	25%	2.032
<i>Amphibalanus venustus</i> (Darwin, 1854)	401	100%	74	75%	245	50%	720
<i>Caprella penantis</i>	2.925	100%	119	75%	1	25%	3.045
<i>Cerapus cf. Bumbumiensis</i> Nurshazwan, Ahmad-Zaki e Azman, 2020	1.549	100%	754	75%	754	50%	3.057
<i>Clythrocerus carinatus</i> (Coelho, 1973)	2	25%	0	0	0	0	2
<i>Cronius ruber</i> (Lamarck, 1818)	1	25%	0	0	0	0	1
<i>Gammarus crinicornis</i> (Stock, 1966)	486	100%	81	75%	0	0	567
<i>Hemiaegina minuta</i> (Mayer, 1890)	2	25%	0	0	0	0	2
<i>Homola barbata</i> (J. C. Fabricius, 1793)	6	50%	0	0	0	0	6
<i>Leucothoe incisa</i> (Robertson, 1892)	20	100%	9	50%	0	0	29
<i>Phimochirus oclusus</i> (Henderson, 1888)	3	50%	0	0	0	0	3
<i>Panopeus occidentalis</i> (de Saussure, 1857)	17	100%	0	0	0	0	17
<i>Podocerus brasiliensis</i>	1.332	100%	71	25%	0	0	1.403
<i>Stenothoe marina</i> (Spence Bate, 1857)	22	75%	0	0	0	0	22
Filo Echinodermata							
<i>Amphiura joubini</i> (Koehler, 1912)	235	100%	50	75%	5	25%	290
<i>Ophionereis squamulosa</i> (Koehler, 1914)	1	25%	0	0	0	0	1
Filo Foraminifera							
<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus, 1758)	44	75%	12	75%	0	0	56
Filo Mollusca							
<i>Anadara secernenda</i> (E. Lamy, 1907)	1	25%	0	0	0	0	1
<i>Coralliophilid salebrosa</i> H. Adams & A. Adams, 1864	4	25%	6	25%	0	0	10
<i>Crassostrea rhizophorae</i> (Guilding, 1828)	305	100%	0	0	0	0	305
<i>Exolaternula spengleri</i> (Gmelin, 1791)	17	25%	0	0	0	0	17
<i>Monia nobilis</i> (Reeve, 1859)	133	100%	169	100%	73	75%	375
<i>Mytella strigata</i> (Hanley, 1843)	1	25%	0	0	0	0	1
<i>Natica cf. vitellus.</i>	0	0	1	25%	0	0	1
<i>Parvanachis obesa</i> (C. B. Adams, 1845)	0	0	1	25%	0	0	1
<i>Stramonita brasiliensis</i> (Claremont & D. Reid, 2011)	12	75%	14	100%	0	0	26
<i>Thaisella coronata</i> (Lamarck, 1816)	2	25%	0	0	0	0	2
Total Geral	9.393		1.683		1.138		12.214

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Legenda: (P) Ponto Amostral; (A) Abundância; (F) Frequência

5.3 Índices ecológicos

A ANOVA one-way mostrou que houve interações significativas entre as médias de Densidade, Riqueza e Equitabilidade para o fator local. Já para o grupo substrato, mostrou interações significativas apenas para riqueza (Tabela 4).

Quando se analisa os dois fatores por um modelo multivariado, o resultado do teste PERMANOVA mostrou diferenças significativas apenas nos locais (pseudo-F=0.15395, $p < 0.001$) (Tabela 4).

O teste de Tukey revelou que a densidade e a riqueza foram significativamente maiores em P1 do que em P2 e P3, enquanto que a equitabilidade foi significativamente menor em P1 em relação as demais áreas (Figura 5). A riqueza no substrato metal e madeira foram significativamente maiores do que a encontrada no polietileno (Figura 6).

Tabela 4 - Resultados da ANOVA aninhada e PERMANOVA para diferenças significativas entre os descritores ecológicos nas estações amostrais e substratos. Valores significativos em negrito.

Fator	df	Densidade			Riqueza		
		MS	F	p	MS	F	p
Local	2	97,93	12,98	0,00	218,53	22,39	0,000000
				01			00007
Substrato	3	5,5	0,72	0,53	39,56	4,05	0,006***
Error	6	1,29			7,09		

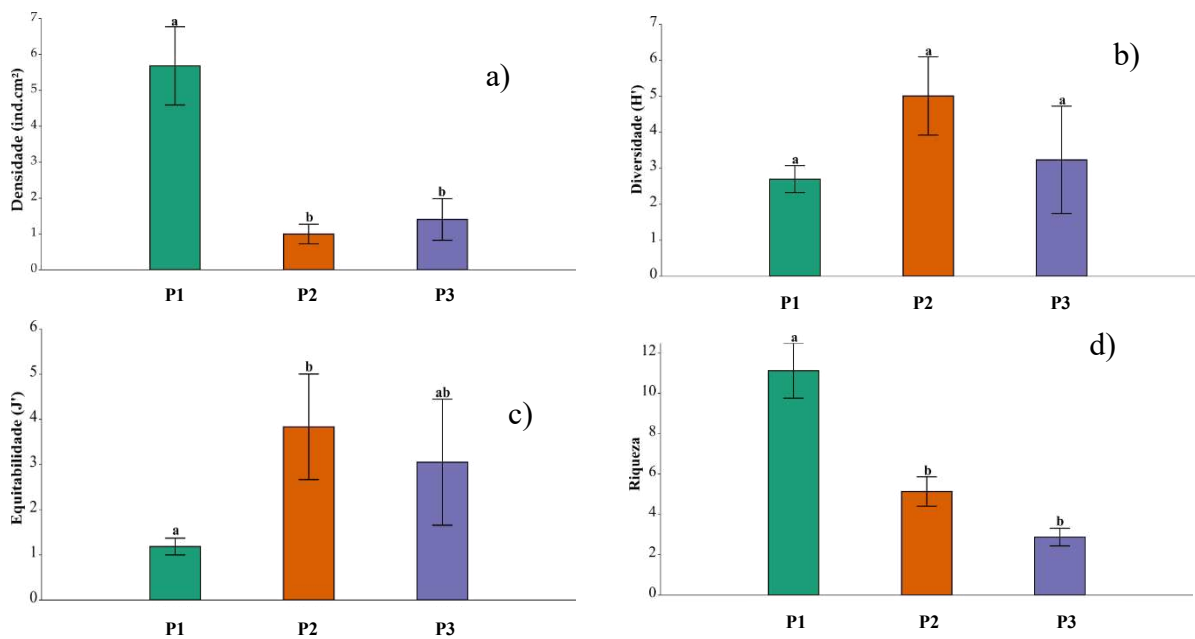
Tabela 4 – Continuação.

Fator	Diversidade			Equitabilidade			Estrutura da comunidade		
	MS	F	p	MS	F	p	Df	Pseudo-F	p
Local	21,73	2,61	0,06	27,58	3,41	0,03	2	0.15395	0.001
						**			***
Substrato	10,74	1,29	0,27	12,35	1,52	0,2	3	0.07077	0.380
Error	8,37			7,45			27	0.66444	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

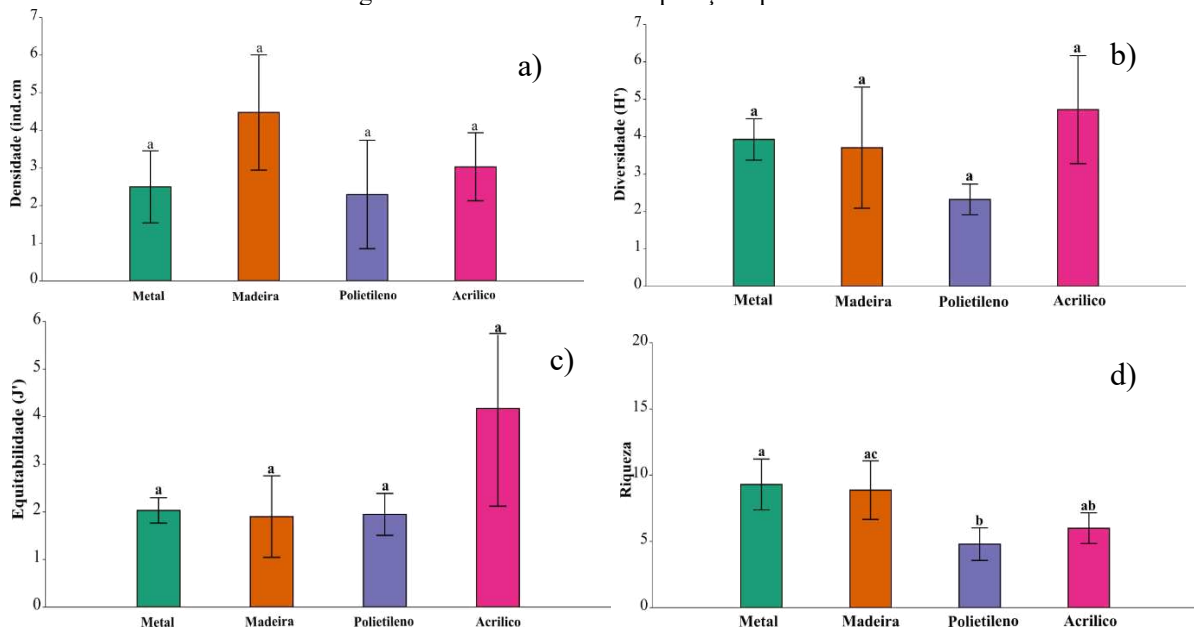
Legenda: (DF) Grau de liberdade; (MS) variância das médias; (F) estatística F; (p) Valor de p

Figura 5 - Média e desvio padrão da (a) Densidade populacional, (b) diversidade de Shannon-Wiener, (c) riqueza de espécies e (d) equitabilidade nas estações amostrais. Letras diferentes indicam diferenças significativas obtidas em comparações pareadas.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022
 Legenda: (P) Ponto Amostral

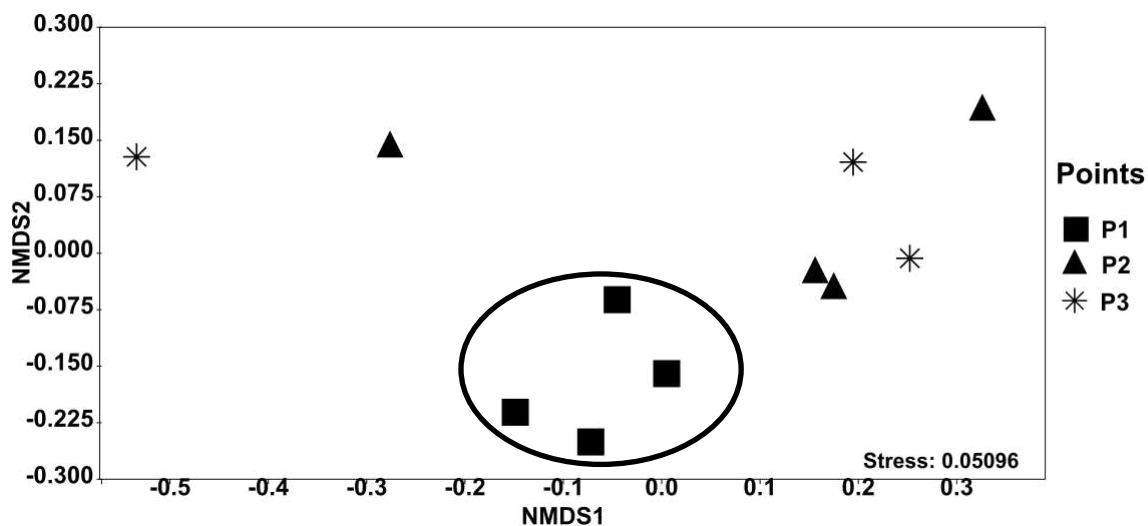
Figura 6 - Média e desvio padrão da (a) Densidade populacional, (b) riqueza de espécies, (c) diversidade de Shannon-Wiener e (d) equitabilidade nos substratos. Letras diferentes indicam diferenças significativas obtidas em comparações pareadas.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

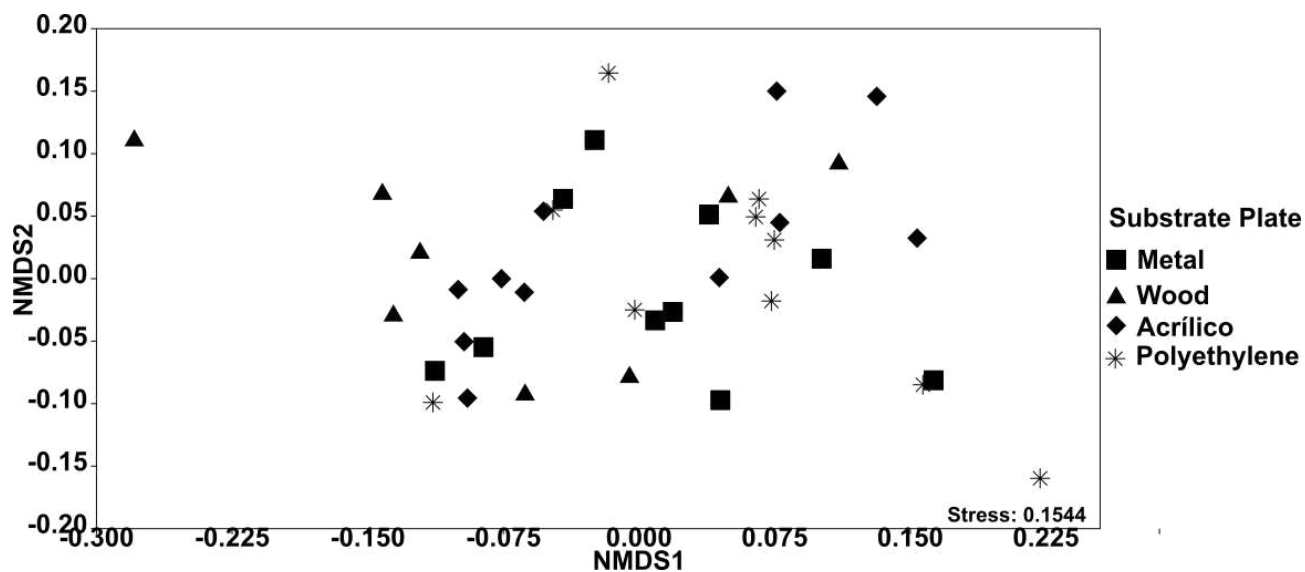
A análise multidimensional não métrica (nMDS) mostrou que as densidades são mais similares em P1 do que nos demais pontos (Figura 7). Entretanto, quando se analisa entre placas não foi possível observar nenhuma ordenação clara, corroborando com os resultados da PERMANOVA, que não demonstrou valores significativos para o fator substrato (Tabela -4 e Figura 8).

Figura 7 - Escala multidimensional não métrica (nMDS) produzida com valores da densidade populacional de incrustantes colonizando as estações amostrais.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Figura 8 - Escala multidimensional não métrica (nMDS) produzida com valores da densidade populacional de incrustantes colonizando as estações placas experimentais.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

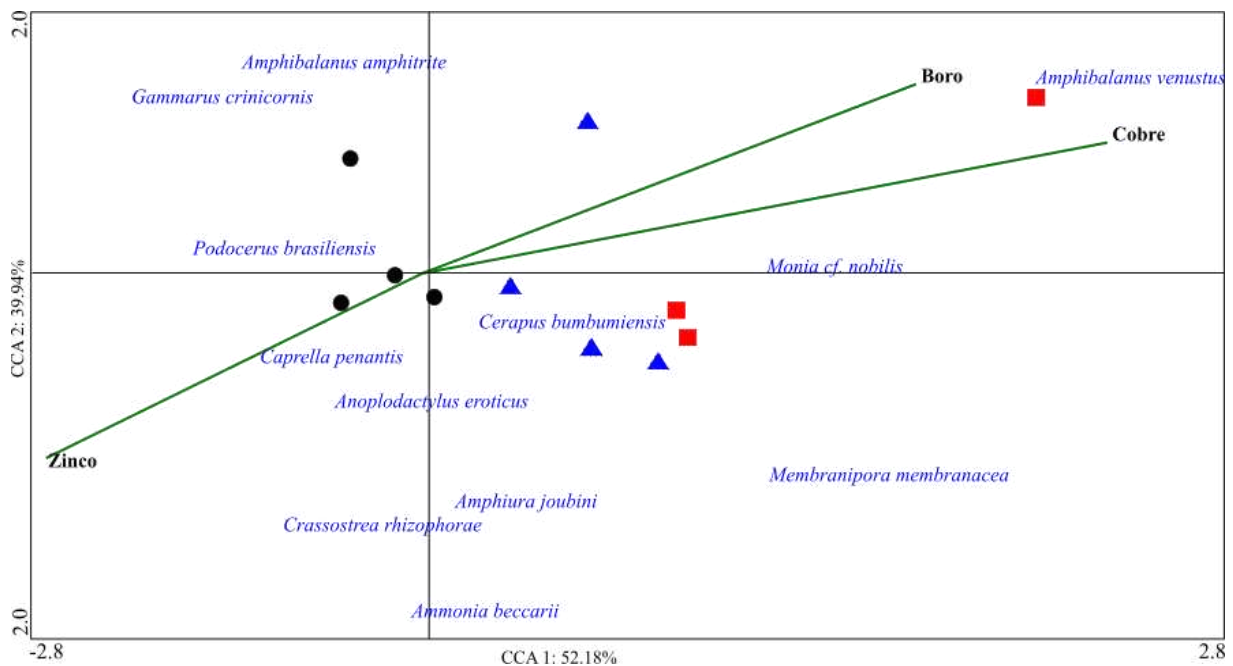
5.4 Interação entre as variáveis biológicas e ambientais (CCA)

A Análise de Correspondência Canônica (CCA) teve como resultado uma explicação de 92,12% da variação dos dados pela soma dos dois primeiros eixos. O eixo 1 correspondeu à 52,18% da explicação da variação dos dados e o eixo 2 a 39,94%. Os testes de ANOVA revelaram relações significativas entre os dados de abundância das espécies e as de metais ($p < 0,05$; Tabela 2; Figura 9).

O primeiro eixo revelou que zinco influenciou negativamente, as espécies *C. pennatis*, *A. eroticus*, *C. rhizophorae* no P1. Entretanto, apresentou uma correlação contrária para *P. brasiliensis*, *G. crinicornis* e *A. amphitrite*. Já para o segundo eixo, *A. venustus* está sendo influenciado positivamente por cobre e boro no P3.

A CCA evidenciou que as populações que formaram os pontos de P2 e P3 estiveram mais relacionadas com as espécies *M. membranacea*, *Cerapus cf. bumbumiensis*, *A. beccarii* e *A. joubini*, mas que a *C. bumbiensis* apresentou as maiores afinidades para os dois pontos. Já *A. Venustus* foi influenciado positivamente por cobre e boro no P3.

Figura 9 – Influência dos fatores Metais em em relação as espécies mais abundantes (vetores) nos pontos amostrais (P1, P2 e P3) durante as 4 campanhas.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022
Legenda A): ● = P1 ▲ = P2 e ■ = P3

5.5 Lista de espécies com status de naturalidade

Das 37 espécies identificadas, 3 delas foram registradas pela primeira vez na costa brasileira, sendo elas, *Lagis* sp., (Polychaeta); *Cerapus* cf. *bumbumiensis* (Amphipoda); *Natica* cf. *vitellus*. (Gastropode) e (Quadro 1). As espécies *Anadara secernenda*; *Isolda pulchella*; *Lepidonotus* sp.; *Mytella strigata*; *Natica* cf. *vitellus*; *Ophionereis squamulosa*; *Parvanachis obesa*; *Pentapycnon geayi* foram consideradas raras no estudo, por apresentar um único registro.

Quadro 1 - Lista de táxons encontrados na região Portuária, com status e distribuição geográfica.

Annelida			
<i>Claviramus</i> sp.	C	Distribuição Global	(NISHI; TANAKA, K.; TOVAR-HERNÁNDEZ, 2019)
<i>Isolda pulchella</i>	C	Indo-Pacífico Ocidental, Atlântico Ocidental e Mediterrâneo: América Central ao norte do Brasil.	(SEALIFEBASE, 2022)
<i>Lagis</i> sp.	I	Atlântico Norte, Indo-Pacífico	SOL; QIU, 2012
<i>Lepidonotus</i> sp.	C	Distribuição Global	(GBIF, 2022)
<i>Alitta succinea</i>	C	Nativa da costa Atlântica das Américas	(PARDO; DAUER, 2003)
Bryozoa			
<i>Bugula neritina</i>	C	Distribuição Global	(SEALIFEBASE, 2022)
<i>Membranipora membranacea</i>	C	Distribuição Global	(ROWSLEY, 2004)
chelicerata			
<i>Ammothella longipes</i>	I	Atlântico-mediterrânicas; nativa de Açores Portugal	(CHIMENZ, 2000; BAMBER, 2010)
<i>Anoplodactylus eroticus</i>	C	Atlântico-mediterrânicas	(CHIMENZ, 2000; BAMBER, 2010)
<i>Pentapycnon geayi</i>	N	América Central e Costa Brasileira	(BEZERRA; RABAY; MATTHEWS-CASCON, 2017) (SEALIFEBASE, 2022)
Crustacea			
<i>Amphibalanus amphitrite</i>	IH	Cosmopolita, Brasil (AP-RS).	(ROCHA, 1999)
<i>Amphibalanus venustus</i>	C	Cosmopolita, Brasil (ES- RS)	(YOUNG, 1995)
<i>Caprella penantis</i>	C	Cosmopolita, Brasil (Todo litoral)	(LACERDA E MANSUNARI, 2011)
<i>Cerapus</i> cf. <i>bumbumiensis</i>	I	Descrita na Malásia	NURSHAZWAN.; AHMAD-ZAKI; AZMAN, 2020)

<i>Clythrocerus carinatus</i>		Distribuição Tropical	(CAMPOS; CORTÉS, 1995)
<i>Cronius ruber</i>	N	distribuição norte e sul no leste Pacífico, Atlântico Ocidental e o limite norte anterior no Atlântico	(GONZÁLEZ <i>et al.</i> , 2017; SCHÄFER <i>ET AL.</i> , 2019; WATANABE LÓPEZ-GRECO ZARA, 2022)
<i>Gammarus crinicornis</i>		Oceano Atlântico	(STOCK, 1966)
<i>Hemiaegina minuta</i>		Pacífico Central Ocidental e Atlântico Ocidental: Austrália e Caribe.	(SEALIFEBASE, 2022)
<i>Homola barbata</i>		Oceano Atlântico e Mediterrâneo	(SEALIFEBASE, 2022)
<i>Leucothoe incisa</i>	C	O gênero <i>Leucothoe</i> compreende 61 espécies, em dois subgêneros, com distribuição cosmopolita.	(SEREJO, 1998)
<i>Phimochirus oclusus</i>	-	Ocorre tanto no Atlântico quanto no Pacífico	(MCLAUGHLIN, 1981)
<i>Panopeus occidentalis</i>	C	Atlântico ocidental - Carolina do Norte até a Flórida, Golfo do México, América Central, Antilhas, norte da América do Sul, Guianas e Brasil (do Ceará até Santa Catarina).	(MELO, 2018)
<i>Podocerus brasiliensis</i>	N	Nativa do oceano atlântico	(HUGHES, 2016)
<i>Stenothoe marina</i>	-	-	-
Echinodermata			
<i>Amphiura joubini</i>	C	Oceano Pacífico – Nova Zelândia; Oceano Atlântico – Brasil (Rio de Janeiro ao Rio Grande do Sul), Uruguai e Argentina; Região Antártica e subantártica	(AMARAL, 2006; BORGES, 2006)
<i>Ophionereis squamulosa</i>		Atlântico Central Ocidental: Belize.	(SEALIFEBASE, 2022)
Foraminíferos			
<i>Ammonia beccarii</i>	C	Distribuição Global	(DEBENAY, 1998; TAKATA <i>et al.</i> , 2010 WALTON <i>et al.</i> , 1990)
Molusca			
<i>Anadara secernenda</i>		Atlântico Ocidental.	(SEALIFEBASE, 2022)
<i>Coralliophila salebrosa</i>	N	Atlântico Ocidental	(SEALIFEBASE, 2022)
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	N	Venezuela, Suriname, Uruguai, Brasil (todo litoral).	WORMS, 2021); (RIOS, 1994)
<i>Laternula rostrata</i>		Descrita na Austrália Ocidental	(WORMS, 2022)
<i>Monia nobilis</i>	-	-	-
<i>Mytella strigata</i>	N	Costa do Pacífico, do México ao Equador, e na costa do Atlântico, da Venezuela à Argentina	(SOOT-RYEN, 1955; JAYACHANDRAN <i>et al.</i> , 2019)
<i>Natica cf. vitellus</i>	I	Indo-Pacífico Ocidental: de Madagascar e Golfo Pérsico, até a Melanésia oriental; ao norte até o Japão e ao sul até Queensland e Nova Caledônia.	(SEALIFEBASE, 2022)

<i>Parvanachis obesa</i>		Atlântico Ocidental.	SEALIFEBASE, 2023
<i>Stramonita brasiliensis</i>	N	Litoral Brasileiro	(WORMS, 2021); (RIOS, 1994)
<i>Thaissella coronata</i>	N	Oceano Atlântico e do Pacífico	(PEDRO,2017)

* Status: I = novo registro para Brasil, IH = introdução histórica, N = nativa, C = criptogênica

5.6 Descrições das espécies ocorrentes

Nome científico: *Alitta succinea* (Leuckart, 1847)

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 10 - Exemplar de *Alitta succinea*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2021

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo: Annelida

Classe: Poliqueta

Subclasse: Errantia

Ordem: Phyllodocida

Subordem: Nereidiformia

Família: Nereididae (Blainville, 1818)

Subfamília: Nereidinae (Blainville, 1818)

Gênero: *Alitta* (Kinberg, 1865)

Diagnose: corpo robusto com regiões distintas: prostômio com dois pares de olhos, um par de pequenas antenas, quatro pares de cirros tentaculares, um par de palpos; faringe eversível (probóscide) dividida em anéis oral e mandibular, ambos com presença de paragnatas cônicas, arranjadas em áreas determinadas (KINBERG, 1865), e língulas notopodiais dorsais alongadas nos parapódios posteriores (característica distintiva da espécie).

Distribuição: Bélgica, Mar do Caribe, Oceano Pacífico Norte, Oceano Atlântico Sul, Mar Negro, Canadá, Mar do Caribe, Canal Inglês, França, Golfo do México, Golfo de São Lourenço, Bacia Oriental do Mar Mediterrâneo, Nova Zelândia, Oceano Atlântico Norte, Mar do Norte, Panamá, África do Sul, Ucrânia (WORMS, 2022). No Brasil há registros para o Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e no litoral da Bahia até Santa Catarina (AMARAL *et al.*, 2012), Pernambuco (CLÍMACO, 2013), Maranhão (CUTRIM, 2018; COSTA, 2017; RIBEIRO *et al.*, 2018).

Habitat: marinho de águas tropicais e temperadas (PARDO; DAUER, 2003)

Naturalidade: Cosmopolita (PARDO; DAUER, 2003)

Nome científico: *Claviramus* sp. Fitzhugh, 2002

Nome vulgar: verme de leque.

Figura 11 - Espécie mais recente descrita do gênero *Claviramus* sp.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2021

Taxonomia:**Reino** Animalia**Filo** Annelida**Classe** Polychaeta**Subclasse** Sedentaria**Infraclasse** Canalipalpata**Ordem** Sabellida**Família** Sabellidae (Latreille, 1825)**Subfamília** Sabellinae (Chamberlin, 1919)**Gênero** *Claviramus* (Fitzhugh, 2002)

Diagnose: Nishi *et al* (2019) comentam que "*Claviramus* foi erguido com base na presença de flanges foliáceos proeminentes, nas extremidades distais dos radioles (FITZHUGH, 2002). No entanto, em espécimes [de *C. kyushuensis*], essas estruturas semelhantes a folhas são facilmente quebrados e estão presentes apenas em alguns radiólos (outros radiólos têm pontas filiformes inteiras reveladas pela presença de células esqueléticas). Cochrane (2000) também mostrou radiólos quebrados em alguns espécimes pertencentes a *C. candelus*.

Distribuição no Brasil: Para a família Sabellida, houve registros de 21 gêneros e 45 espécies nas seguintes regiões: Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul (AMARAL *et al.*, 2013).

Habitat: Marinhos, fixam-se em pedras e rochas ou formam tubos em sedimentos não consolidado (ROSSI, 2008).

Naturalidade: endêmicas de águas salgadas.

Nome científico: *Isolda pulchella* Müller in Grube, 1858

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 12 - Vista lateral de *Isolda pulchella*.



Fonte: Fonte: Produzido pelo Autor, 2021

Taxonomia

Reino Animalia

Filo Annelida

Classe Polychaeta

Subclasse Sedentaria

Infraclasse Canalipalpata

Ordem Terebelida

Subordem Terebeliformes

Família Melinnidae (Chamberlin, 1919)

Gênero *Isolda* (Mueller, 1858)

Diagnose: Prostômio afilado com manchas oclares minúsculas; Tentáculos bucais lisos e sulcados em um dos lados. Sulcos laterais robustos ao redor da região das brânquias; Crista transversal ao longo do segmento VI com uma margem lisa; Brânquias em dois grupos de quatro, unidas basalmente sendo que dois pares são lisos e dois pares são pinadas; Finas acículas neurocerdais nos segmentos III-V, mas não no VI; Ganchos notopodiais robustos no segmento IV; Pequenos capilares notopodiais nos segmentos V e VI; Um total de treze segmentos torácicos unciníferos a partir do segmento VII; *Uncini* torácicos com uma série simples de cinco a seis dentes acima da pequena mancha rostral e projetando uma proa basal; Abdômen com 32 ou mais segmentos nos quais há a presença uma pequena papila acima do

tori neuropodial (BOLIVAR, 1990).

Diagnose 2: Tentáculos retráteis dentro da boca, brânquias filamentosas ou liguladas. Corpo geralmente curto ou claviforme (AMARAL; NONATO, 1996).

Distribuição global: Região Italiana do Mar Jônico, Sudoeste da Australia e Burma, Carolina do Norte ao Golfo do México no Atlântico Ocidental e Brasil, oceano atlântico (RIBEIRO, 2018).

Ocorrência para o Brasil: Maranhão (LOPES, 1993; OLIVEIRA; REBELO-MOCHEL, 1999; COSTA, 2000; REBELO-MOCHEL *et al.*, 2001; COELHO-COSTA, 2007; SANTOS, 2007; EIA-RIMA, 2008; VIEIRA, 2010). Sergipe, São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Sudeste, Alagoas, Paraná (AMARAL *et al.*, 2012).

Espécies registradas para o Maranhão: *Isolda pulchella* (OLIVEIRA; REBELO-MOCHEL, 1999; COELHO-COSTA, 2007; SANTOS, 2007; EIA-RIMA, 2008)

Habitat: Ocupam tubos verticais retos dos quais emergem pela cabeça para se alimentar de detritos através de tentáculos, no substrato de ambientes marinhos e estuarinos (RIBEIRO; ALMEIDA, 2013).

Habitat 2: Marinho, em fundos não consolidados silte-argilosos (LANA, 1984).

Naturalidade: cosmopolita

Nome científico: *Lagis* sp. (Malmgren, 1866)

Nome vulgar: vermes de cone de sorvete.

Figura 13 - Espécie do gênero *Lagis*.



Fonte: Fonte: Produzido pelo Autor, 2021

Reino Animalia

Reino Animalia

Filo Annelida

Classe Polychaeta

Subclasse Sedentaria

Infraclasse: Canalipalpata

Ordem Terebellida

Superfamília Terebeliformia

Família Pectinariidae Quatrefages, 1866

Gênero *Lagis* (Malmgren, 1866)

Diagnose: Véu cefálico, fixado lateralmente ao opérculo, 12 quetigers birremes. De Zhang & Hutchings (2019): "Véu cefálico pelo menos parcialmente fundido ao opérculo. Borda anterior do véu cefálico com numerosos cirros longos. Margens dorsais e laterais do opérculo semicircular lisas, margem ventral com numerosas paleae notopodiais em cada lado. Em forma de pente branchiae nos segmentos 3-4. Notopodia, exceto aqueles do segmento 1, que apresentam paleae, nos segmentos 5-19 (15 pares), com notochaetae. Neuropodia, 13 pares, com fileira transversal de uncini, nos segmentos 8-19. Uncini com mais de duas fileiras longitudinais de dentes maiores. Escafo achatado dorsalmente, com retalho anal e distintamente separado dos segmentos posteriores.

Distribuição geográfica no Brasil: a família Pectinariidae possui 5 generos com 6 espécies descritas nas seguintes regiões: Sergipe, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (AMARAL *et al.*, 2012).

Habitat: Marinho, vivem em um tubo de areia feito por eles em forma de cone.

Naturalidade: endêmico de águas marinhas

Nome científico: *Lepidonotus* sp. Leach, 1816

Nome vulgar: vermes de cone de sorvete

Figura 14 - Espécie do gênero *Lepidonotus*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2021

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo Annelida

Classe Polychaeta

Subclasse Errantia

Ordem Phyllodocida

Subordem: Afroditiformia

Família Polynoidae

Subfamília Lepidonotinae Willey, 1902

Gênero *Lepidonotus* Leach, 1816

Diagnose: Corpo curto, arqueado, com 26 segmentos. Prostômio bilobado estendendo-se anteriormente em ceratóforos de antenas laterais fixadas terminalmente. Antenas e cirros lisos. Tubérculo facial presente; segmento bucal com ou sem prega nugal. Doze pares de élitros nos segmentos 2, 4, 5, 7.... 21 e 23. Notopódios pequenos ou vestigiais; notoquetas não identificadas capilares curtos, finos, espinhosos ou notoquetas às vezes presentes. Neuropódios grandes, com ou sem lobo acicular; neuroquetas robustas, longas, com espinhos subdistais e pontas unidentadas ou ocasionalmente bidentadas.

Distribuição geográfica no Brasil: O gênero *Lepidonotu* possui 2 espécies descritas nas seguintes regiões: *Lepidonotus brasiliensis* (Quatrefages, 1865), Bahia; *Lepidonotus caedeus* Kinberg, 1855, Alagoas, Rio de Janeiro, Ubatuba (em colônias de *Schizoporella*); *Lepidonotus panamensis* (Hartman, 1939), (Bahia e Espírito Santo), Panamá; *Lepidonotus tenuisetosus* (Gravier, 1901), Espírito Santo (AMARAL; NONATO, 1994).

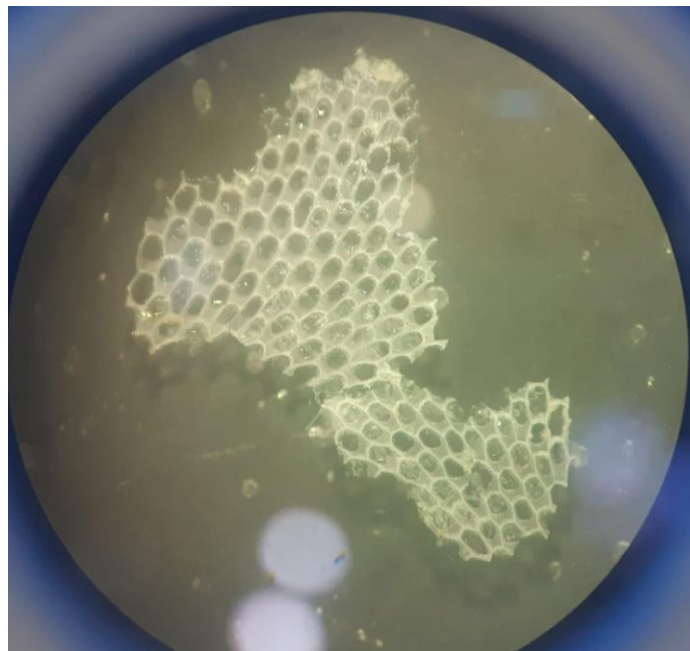
Habitat: Litoral e sublitoral até 2700 m sob pedras e entre vegetação rasteira. Foi encontrado em água salobra .

Naturalidade: Águas estuarinas

Nome científico: *Membranipora membranacea* (Linnaeus, 1767)

Nome vulgar: Tapete marinho ou briozoário de crosta rendada

Figura 15 - Colônias de *Membranipora membranacea*



Fonte: Produzido pelo Autor, 2021

Taxonomia:

Reino: Animalia

Filo: Bryozoa

Classe Gymnolaemata

Ordem: Cheilostomatida

Subordem: Membraniporina

Superfamília: Membraniporoidea

Família: Membraniporidae

Gênero: *Membranipora* de Blainville, 1830

Diagnose: Este briozoário freqüentemente cresce como crostas brancas finas e planas em grandes algas. Os zoóides são pequenas estruturas retangulares em forma de caixa. A maior parte do frontal do zoóide é membranosa em vez de calcificada, e eles têm um opérculo. Eles não têm espinhos distintos, embora existam protuberâncias semelhantes a protuberâncias ou pequenos espinhos nas margens entre zoóides. Eles não têm avicularia ou vibracula. As paredes laterais entre os zoóides são finas e não fortemente calcificadas, embora possam ser ligeiramente serrilhadas. As colônias geralmente são quase circulares e geralmente quase brancas. Os zoóides individuais são pouco calcificados e quase claros (HAYWARD, 1971).

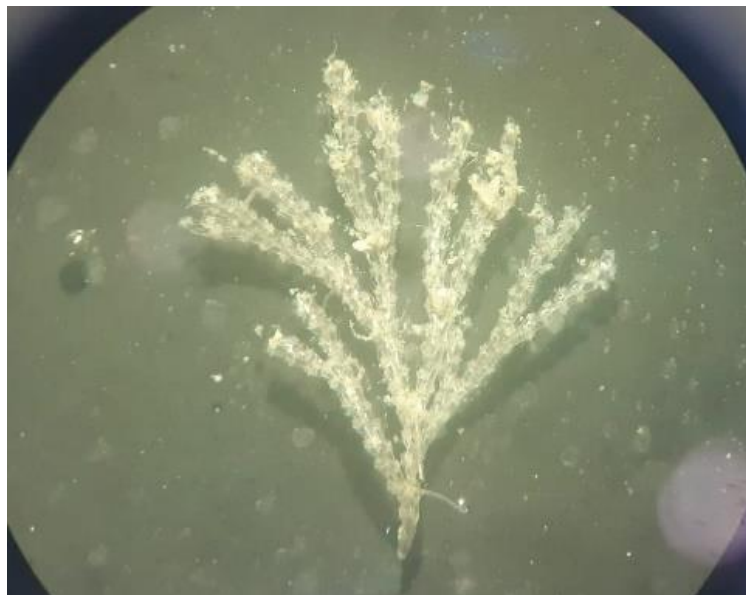
Habitat: É freqüentemente encontrado em abundância em algas marinhas incrustantes, particularmente algas marinhas. Também fazem colônias em substratos naturais e artificiais
Freqüência: Abundante (HAYWARD, 1971).

Naturalidade: Encontrado em frondes de *Laminaria* e holdfast e em rochas

Nome científico: *Bugula neritina* (Linnaeus, 1758)

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 16 - Colônias de *Bugula neritina*



Fonte: Produzido pelo Autor, 2021

Taxonomia:

Reino: Animalia

Filo: Bryozoa

Classe: Gymnolaemata

Ordem: Cheilostomatida

Subordem: Flustrina

Superfamília: Buguloidea Gray, 1848

Família: Bugulidae Gray, 1848

Gênero: *Bugula* Oken, 1815

Diagnose: *Bugula neritina* foi descrita por Linnaeus da Europa em 1758, do Mar Mediterrâneo. O nome ' *Bugula neritina*', amplamente relatado em comunidades incrustantes.

Ocorrência:, Aplica-se a um amplo complexo de espécies, incluindo espécies de origem tropical-quente-temperada desconhecida, agora difundidas e criptogênicas em regiões equatoriais, bem como formas nativas distribuídas localmente. A forma cosmopolita de águas quentes (genótipo S) foi introduzida em latitudes mais altas e regiões oceânicas mais isoladas (SERC, 2022).

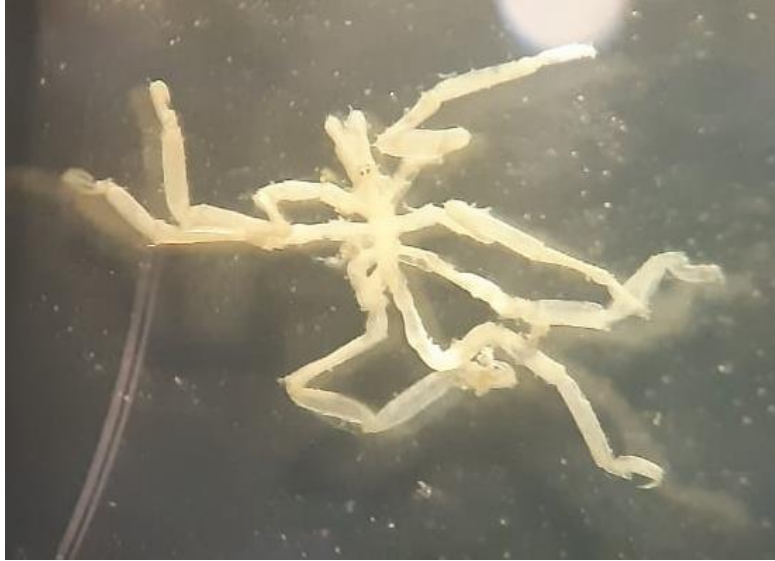
Habitat: *B. neritina* " de diferentes habitats, aparentemente devido a efeitos genéticos ou ambientais iniciais

Naturalidade: espécies amplamente difundido de origem tropical-quente-temperada desconhecida

Nome científico: *Anoplodactylus eroticus* (Stock, 1968)

Nome vulgar: Aranha do Mar

Figura 17 – Espécie *Anoplodactylus eroticus*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Chelicerata

Classe: Pycnogonida

Ordem: Pantopoda

Subordem: Eupantopodida

Superfamília: Phoxichilidoidea Sars, 1891

Família: Phoxichilidiidae Sars, 1891

Gênero: *Anoplodactylus*

Habitat: Eles predominam em águas rasas e quentes (WILLIAMS, 1941 *apud* LUCENA, 2018), com raros registros na Antártida e em águas profundas (100 m) (CHILD, 1998a; ARANGO; MAXMEN, 2006 *apud* LUCENA, 2018).

Reprodução: Na maioria dos casos, quando os ovos eclodem, a larva protonímfom deixa o macho e se tornará ectoparasita de cnidários (esta chamada “larva ectoparasita” ou “ectoparasitic larva” ocorre na maior parte dos gêneros de Pycnogonida). Contudo, em algumas espécies as larvas podem formar um cisto em um hidróide ou outro cnidário (chamada de “larva encistada” ou “encysting larva”, uma situação mais comum em espécie

dos gêneros *Endeis* e *Anoplodactylus*). A larva pode passar a viver como parasita dentro de algum bivalve ou poliqueta sedentário (“larva endoparasita” ou “endoparasiticlarva”) (LUCENA; CHRISTOFFERSEN, 2017).

Alimentação: São parasitas. Algumas espécies, notadamente os foxichilídeos, são parasitas dentro dos hidrozoários como pós-larvas. Pallenopsídeos podem ser parasitas como pós-larvas em cifomedusas batiplanctônicas.

Distribuição: Brasil (Alagoas, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Maranhão), Índia, EUA (Havai) (STOCK, 1968; ARANGO; MAXMEN, 2006; LUCENA *et al.*, 2015 *apud* LUCENA, 2018).

Diagnóstico: Tronco alongado. Segmentação concluída. Processos laterais ornamentados com três longas cerdas. Pernas longo com muitas cerdas. Coxa 2 com esporas longas em todas as pernas. Tubo da glândula de cimento curto e ereto distalmente. Própodo com 2 espinhos no calcanhar e uma pequena lâmina cortante na parte distal região. Garras auxiliares reduzidas.

Nota: Esta espécie foi registrada pela primeira vez no Brasil por Lucena *et al.*, (2015), para os Estados de Alagoas, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Maranhão.

Nome científico: *Ammothella longipes* (Hodge, 1864)

Nome vulgar: Aranha do Mar

Figura 18 – Espécie de *Ammothella longipes*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2021

Taxonomia:**Reino:** Animalia**Filo:** Arthropoda**Subfilo:** Chelicerata**Classe:** Pycnogonida**Ordem:** Pantopoda**Subordem:** Eupantopodida**Superfamília:** Ascorhynchoidea Dohrn, 1881**Família:** Ammotheidae Dohrn, 1881**Gênero:** *Ammothella*

Habitat: Vivem entre 0-85 m, em algas fotófilas, em Posidonia, em invertebrados, em portos e em incrustações profundas (ARNAUD, 1988).

Reprodução: Reproduz-se durante todo o ano (MUNILLA, 1980) com dois picos juvenis e consequentemente outros dois picos reprodutivos (machos com ovos), o que implica que é uma espécie bivoltina. Segundo King e Crapp (1971), suas larvas foram encontradas em Hidroides (pólipos e medusas).

Alimentação: Alimenta-se de *Gigartina stellata* (Stackh.) Batt. (Rhodophyceae), *Flustellidra hispida* (Fabricius, 1780) (Briozoa: Wyer e King, 1974) e de detritos em *Corallina* (BAMBER; DAVIS, 1982). Adapta sua dieta ao longo do ano, alternando carnívoria com detritívoria e bacterívoria (SOLER-MEMBRIVES *et al.*, 2011).

Distribuição: Espécies atlântico-mediterrânicas; no Atlântico é conhecido desde Inglaterra e Irlanda até Marrocos e Açores (Bamber, 2010). No Mediterrâneo, em ambos os lados: Itália (CHIMENZ, 2000), Marselha, Toulon, Corinto, Izmir (ARNAUD, 1987). Foi encontrado em todas as costas peninsulares espanholas (MUNILLA, 1987, 1993a, 1993b; SOLER-MEMBRIVES *et al.*, 2011). Nas águas portuguesas foi citado por Nogueira (1956, 1967) no Baleal, Ericeira, Guia, Portinho d'Arrábida e Praia da Rocha; e em Maiorca (JUAN, 1990), em S'Estanyols, a 4 m, em *Halopteris* sp. e no illot des Césca a 14 m, em *Posidonia*, de acordo com Munilla, T. e Soler-Membrives, A. (2014).

Diagnóstico: Comprimento do corpo entre 1,7-2,5 mm e comprimento da terceira perna de 5,1 mm. Tronco elíptico, um pouco alongado, sem proeminências dorsais na parte dorsal dos

segmentos; é segmentado e fundiu o terceiro e o quarto segmentos. Os processos laterais são separados por uma distância igual à metade do diâmetro das coxas adjacentes; terminam distalmente em um tubérculo dorsal cônico, cerrado e centrado e um ou dois pequenos espinhos em sua parte posterior, exceto o último par (MUNILLA; SOLER-MEMBRIVES, 2014).

Nome científico: *Pentapycnon geayi* (Bouvier, 1911)

Nome vulgar: Aranha do Mar

Figura 19 – Espécie *Pentapycnon geayi*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2021

Taxonomia:

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Chelicerata

Classe: Pycnogonida

Ordem: Pantopoda

Subordem: Eupantopodida

Superfamília: Pycnogonoidea Pocock, 1904

Família: Pycnogonidae Wilson, 1878

Gênero: *Pentapicnon* Bouvier, 1910

Habitat: De acordo com Munilla e Soler-Membrives (2014), são espécies infralitorais e circalitorais encontradas em fundos pedregosos e rochosos, mas também em fundos rasos de areia, rocha e algas fotófilas, a profundidades de 8-70 m.

Reprodução: Sem informação na literatura.

Alimentação: São onívoros, onde conhecido, a maioria das espécies são carnívoras; alguns são conhecidos por se alimentarem de algas (não exclusivamente), enquanto detritívoros, se alimentam de muco e (para duas espécies) parasitismo quando adultos também são conhecidos (BAMBER, 2015).

Distribuição: Espécie anfi-atlântica, por estar localizada no Atlântico Sul-Americano (Brasil, Guianas, Porto Rico) (MÜLLER, 1993), bem como em águas gibraltanas (MUNILLA, 1993): duas fêmeas e um juvenil capturados entre 12 e 42 m em Trafalgar e Tarifa, em fundos rochosos e cascalho, de acordo com Munilla e Soler-Membrives (2014).

Diagnóstico: Comprimento do corpo 5 a 6 mm e comprimento da perna ligeiramente maior que o comprimento do corpo. Tegumento corporal reticulado em que as bordas do retículo se destacam mais do que o resto. Tronco mais ou menos ovoide. Apresenta suturas claras entre todos os segmentos, exceto o último, que é parcial, embora pareça que a articulação não é funcional. A parte anterior do cefalo, que é ligeiramente convexa na frente e convexa dorsalmente, é um pouco mais larga que a base do tubo e anteriormente tem um tubérculo ocular rombudo, ligeiramente mais alto que largo, com quatro olhos pigmentados (MUNILLA; SOLER-MEMBRIVES, 2014).

Nome científico: *Amphibalanus amphitrite* (Darwin, 1854)

Nome vulgar: Craca de bolota listrada.

Figura 20 – Espécie *Amphibalanus amphitrite*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2021

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Superclasse: Multicrustacea

Classe: Thecostraca

Subclasse: Cirripedia

Infraclasse: Toracica

Superordem: Thoracicalcareia

Ordem: Balanomorpha

Superfamília: Balanoidea (Leach, 1817)

Família: Balanidae (Leach, 1817)

Subfamília: Amphibalarinae (Pitombo, 2004)

Gênero: *Amphibalanus* (Pitombo, 2004)

Diagnose:

Distribuição: Mar Adriático, Austrália, Estreito de Bass, Golfo de Biscaia, Bélgica. Mar do Caribe, Mar Celta, China, Mar da China Oriental, Canal Inglês, Golfo da Califórnia. Golfo do México, Índia, Oceano Índico, Mar Jônico, Mar do Japão, Mar do Leste, Quênia, Mar Mediterrâneo, Oceano Atlântico Norte, Oceano Pacífico Norte, Mar do Norte, Mar das Filipinas, África do Sul, Mar da China Meridional, Oceano Pacífico do Sul, Sudeste do Alasca e da Colúmbia Britânica, Estados Unidos, Mar Amarelo, França, Grécia, Nova Zelândia, Mar vermelho, África do Sul, Ucrânia, Reino Unido (WORMS, 2022).

Habitat: mares tropicais e subtropicais

Naturalidade: cosmopolita

Nome científico: *Amphibalanus venustus* (Darwin, 1854)

Nome vulgar: Craca

Figura 21 - Espécie *Amphibalanus venustus*.



Fonte:Produzido pelo Autor, 2020

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Superclasse: Multicrustacea

Classe: Thecostraca

Subclasse: Cirripedia

Infraclasse: Toracica

Superordem: Thoracicalcareia

Ordem: Balanomorpha

Superfamília: Balanoidea (Leach, 1817)

Família: Balanidae (Leach, 1817)

Subfamília: Amphibalarinae (Pitombo, 2004)

Gênero: *Amphibalanus* (Pitombo, 2004)

Diagnose: sem informação na literatura

Ocorrência no Brasil: Ocorre do Espírito Santo ao Rio Grande do Sul (Young,1995).

Habitat: Encontrado no sublitoral até 50 m de profundidade. Ocorre sobre substratos calcários como conchas e crustáceos brachiuros.

Naturalidade: cosmopolita

Alimentação: ingestão de partículas

Frequência: Abundante

Nome científico: *Caprella penantis* Leach, 1814

Nome vulgar: Camarão esqueleto

Figura 22 - Dois espécimes de *Caprella penantis*, esquerda fêmea e direita macho.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:**Reino** Animalia**Filo:** Arthropoda**Subfilo:** Crustacea**Superclasse:** Multicrustacea**Classe:** Malacostraca**Subclasse:** Eumalacostraca**Superordem:** Peracarida**Ordem:** Amphipoda**Subordem:** Senticaudata**Infraordem:** Corophiida**Parvorder:** Caprellidira**Superfamília:** Balanoidea (Leach, 1817)**Família:** Balanidae (Leach, 1817)**Subfamília:** Caprellinae Leach, 1814**Gênero:** *Caprella* Lamarck, 1801

Ocorrência: *Caprella penantis* tem distribuição cosmopolita , estando presente em mares tropicais, subtropicais e temperados de todo o mundo.

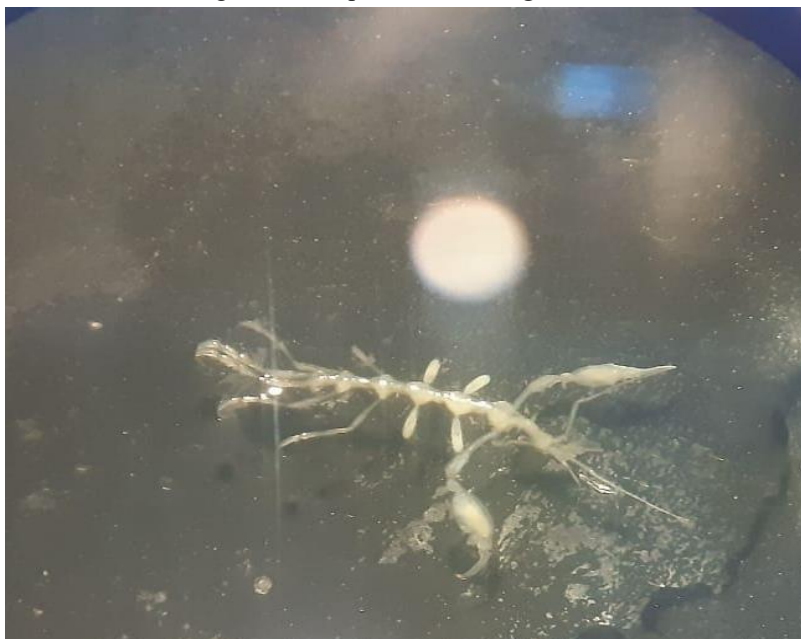
Habitat: presente em mares tropicais, subtropicais e temperados de todo o mundo. Vive no fundo do mar entre ervas marinhas e algas marinhas e é frequentemente associada ao chicote *Leptogorgia virgulata* em leitos de turtlegrass.

Alimentação: A alimentação é realizada tanto por raspagem quanto por alimentação com filtro. Os gnatópodes são usados para raspar diatomáceas incrustantes, epífitas e detritos das superfícies do substrato hospedeiro, enquanto o aprisionamento de partículas suspensas ocorre através das antenas setose confirmaram o pastejo de epífitas como a estratégia alimentar primária.

Nome científico: *Hemiaegina minuta* Mayer, 1890

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 23 – Espécie de *Hemiaegina minuta*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Superclasse: Multicrustacea

Classe: Malacostraca

Subclasse: Eumalacostraca

Superordem: Peracarida

Ordem: Amphipoda

Subordem: Senticaudata

Infraordem: Corophiida

Parvorder: Caprellidira

Superfamília: Balanoidea (Leach, 1817)

Família: Balanidae (Leach, 1817)

Subfamília: Caprellinae Leach, 1814

Gênero: *Hemiaegina* Mayer, 1890

Diagnose: Os membros da ordem Amphipoda são gonocóricos e sexualmente dimórficos (machos maiores que as fêmeas). Comportamento de acasalamento: os machos localizam

potenciais parceiros com o auxílio de sua antena para detectar os feromônios liberados pelas fêmeas; o macho então cavalga ou carrega a fêmea até que esta esteja pronta para a muda. Quando a fêmea está pronta, o macho empurra o esperma para dentro do marsúpio e depois libera a fêmea. Algumas horas depois, a fêmea libera seus ovos no marsúpio para fertilização. Ciclo de vida: Os ovos são incubados no marsúpio. Os ovos eclodem em juvenis e permanecem no marsúpio por alguns dias. Cada espécie sofre no máximo 20 mudas, ou seja, ciclo de vida de 1 ano (MAURO; SEREJO, 2015; PALOMARES; PAULY, 2022)

Ocorrência no Brasil : Descrita no Brasil desde 1903 por Mayer (1890, 1903) no estado do Rio de Janeiro. Outros registros foram para o Estado da Bahia e Pernambuco.

Habitat: sem informação na literatura

Nome científico: *Cerapus cf. bumbumiensis*

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 24 – Espécie de *Cerapus cf. bumbumiensis* a direita e tubo orgânico a esquerda.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Superclasse: Multicrustacea

Classe: Malacostraca

Subclasse: Eumalacostraca

Superordem: Peracarida

Ordem: Amphipoda

Subordem: Senticaudata

Infraordem: Corophiida

Parvorder: Caprellidira

Superfamília: Photoidea Stebbing, 1899

Família: Ischyroceridae Stebbing, 1899

Subfamília: Ischyrocerinae Stebbing, 1899

Gênero: *Cerapus* Say, 1817

Ocorrência: Descrita na Malaásia no ano de 2020 (NURSHAZWAN; AHMAD-ZAKI; AZMAN, 2020)

Habitat: Eles podem ser encontrados vivendo em áreas de alto fluxo de maré de águas rasas tropicais a temperadas. Registros do gênero *Cerapus* são considerados de distribuição mundial.

Naturalidade: cosmopolita (Austrália, Papua Nova Guiné, Japão, Mar Vermelho egípcio, África do Sul, Colômbia, Sul da Califórnia, México e Mar da China Meridional).

Nome científico: *Gammarus crinicornis* Stock, 1966

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 25 - Exemplar de crustáceo da espécie *Gammarus crinicornis*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo Arthropoda

Subfilo Crustacea

Super Classe Multicrustacea

Classe Malacostraca

Subclasse Eumalacostraca

Superordem Peracarida

Ordem Amphipoda

Subordem Senticaudata

Infraordem Gammarida

Parvorder Gammaridida

Superfamília Gammaroidea (Latreille, 1802)

Família Gammaridae (Latreille, 1802)

Gênero *Gammarus* (Fabricius, 1775)

Diagnose: os machos possuem calceoli no flagelo da antena, as duas antenas possuem um curto flagelo e densas fileiras transversais de cerdas (curvadas distalmente) nos artigos do pedúnculo 4 e 5, o comprimento entre os ramos externos do urópode 3 é de 0,85 (COSTA *et al.*, 2004).

Distribuição Global: Mar Negro, Golfo da Biscaia, Bélgica, canal inglês, França, Bélgica, Irlanda, Holanda, Oceano Atlântico, Norte, Mar do Norte, Reino Unido.

Habitat: Marinho (WORMS, 2022).

Naturalidade: Endêmico de águas salgadas

Nome científico: *Leucothoe incisa* Robertson, 1892

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 26 - Exemplar de crustáceo da espécie *Leucothoe incisa*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Super Classe: Multicrustacea

Classe: Malacostraca

Subclasse: Eumalacostraca

Superordem: Peracarida

Ordem: Amphipoda

Subordem: Amphilochidea

Infraordem: Amphilochida

Parvorder: Amphilochidira

Superfamília Leucothoidea Dana, 1852

Família Leucothoidae Dana, 1852

Gênero *Leucothoe* Leach, 1814

Diagnose do gênero: 1Antena tão longa ou mais longa que antena 2. Epistoma triangular. Lábio superior de forma bilobada. Mandíbulas com assimetria lacinia mobilis, direita reduzida, molar obsoleto. 1 Maxila, lobo interno pequeno, com um cerda, palpos biarticulados, mas frequentemente com sutura entre os dois artigos. Maxilípede interno lobo pequeno, parcialmente coalescido, lobo externo muito pequeno, atingindo menos da metade do artigo do palpo 1. Coxa 2 variável, larga ou longa, aguda ou arredondado abaixo (SEREJO, 1998).

Distribuição: Norte do Oceano Atlântico, litoral europeu (Bélgica, Irlanda, França, Holanda, Grécia, Espanha e Reino Unido) e Mar do Norte.

Habitat: Marinho (WORMS, 2022).

Naturalidade: O gênero *Leucothoe* compreende 61 espécies, em dois subgêneros, com distribuição cosmopolita.

Nome científico: *Stenothoe marina* (Spence Bate, 1857)

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 27 - Exemplar de crustáceo da espécie *Stenothoe marina*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:**Reino:** Animalia**Filo:** Arthropoda**Subfilo:** Crustacea**Super Classe:** Multicrustacea**Classe:** Malacostraca**Subclasse:** Eumalacostraca**Superordem:** Peracarida**Ordem:** Amphipoda**Subordem:** Amphilochidea**Infraordem:** Amphilochida**Parvorder:** Amphilochidira**Superfamília:** Amphilochoidea Boeck, 1871**Família:** Stenothoidae Boeck, 1871**Subfamília:** Stenothoinae Boeck, 1871**Gênero:** *Stenothoe* Dana, 1852

Distribuição: Atlântico Nordeste; Costas europeias do norte da Noruega ao norte da África; Mediterrâneo.

.

Habitat: Vivem em Profundidade de 10 a 150 metros; frequentemente entre algas e hidróides. Também relatado por *Alcyonium digitatum*.

Referências.

WORMS EDITORIAL BOARD. **World Register of Marine Species**, 2022 Disponível em <<https://www.marinespecies.org> em> VLIZ. Acessado em: 08 dez 2022

Nome científico: *Podocerus brasiliensis* (Dana, 1853)

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 28 - Exemplo de crustáceo da espécie *Podocerus brasiliensis*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Super Classe: Multicrustacea

Classe: Malacostraca

Subclasse: Eumalacostraca

Superordem: Peracarida

Ordem: Amphipoda

Subordem: Senticaudata

Infraordem: Corophiida

Parvorder: Caprellidira

Superfamília: Caprelloidea Leach, 1814

Família: Podoceridae Leach, 1814

Gênero: *Podocerus* Leach, 1814

Distribuição: Cosmopolita em mares tropicais e temperados, presentes nos Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico. Brasil (PE, RJ, SP) (HUGHES, 2016).

Habitat: Vivem em Profundidade de 10 a 150 metros; frequentemente entre algas e hidróides. Também relatado por *Alcyonium digitatum*.

Nome científico: *Clythrocerus carinatus* Coelho, 1973

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 29 – Espécie de *Clythrocerus carinatus*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Superclasse: Multicrustacea

Classe: Malacostraca

Subclasse: Eumalacostraca

Superordem: Eucarida

Ordem: Decapoda

Subordem: Pleocyemata

Infraordem: Brachyura

Seção: Podotremata

Superfamília: Cyclodorippoidea Ortmann, 1892

Família: Cyclodorippidae Ortmann, 1892

Subfamília: Cyclodorippinae Ortmann, 1892

Gênero: *Clythrocerus* A. Milne-Edwards & Bouvier, 1899

Diagnose: É uma espécie de pequeno porte, como todas do gênero registradas para o Atlântico

ocidental; o LC máximo para machos foi de 3,47mm e o AC máximo de 3,75mm; para as fêmeas ou ovas o LC máximo foi de 3,13mm e o AC máximo de 3,47mm; o mínimo tamanho foi de 1,78 mm para CL e 1,88 mm AC. (CAMPOS; CORTÉS, 1995)

Ocorrência no Brasil: A espécie foi descrita por COELHO (1973a) a partir de espécimes coletados no norte do Brasil, de Salinópolis no Pará, ao sul da linha do Equador até Tamandara em Pernambuco, acima de 10°S de latitude, este é o primeiro encontro da espécie em locais tão diferentes e distantes do local de primeiro registro.

Habitat: Vive em fundos de algas calcárias, entre os 21 e 23 m de profundidade. Na área de estudo, foi recolhido em fundos de acumulação destes corais dominados por espécies dos gêneros porites e acropora entre 10 e 15 m de profundidade.

Naturalidade: .Distribuição tropical

Nome científico: *Cronius ruber* (Lamarck, 1818)

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 30 – Espécie de *Cronius ruber*, imagem direta dorsal e esquerda ventral



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Superclasse: Multicrustacea

Classe: Malacostraca

Subclasse: Eumalacostraca

Superordem: Eucarida

Ordem: Decapoda

Subordem: Pleocyemata

Infraordem: Brachyura

Seção: Eubrachyura

Subseção: Heterotremata

Superfamília: Portunoidea Rafinesque, 1815

Família: Portunidae Rafinesque, 1815

Subfamília: Thalamitinae Paulson, 1875

Gênero: *Cronius* Stimpson, 1860

Diagnose: É uma espécie de pequeno porte, como todas do gênero registradas para o Atlântico ocidental; o LC máximo para machos foi de 3,47mm e o AC máximo de 3,75mm; para as fêmeas ou ovas o LC máximo foi de 3,13mm e o AC máximo de 3,47mm; o mínimo tamanho foi de 1,78 mm para CL e 1,88 mm AC (GONZÁLEZ *et al.*, 2017).

Ocorrência no Brasil: *Cronius ruber* é uma espécie pantropical que vive no Oceanos Atlântico e Pacífico oriental. No leste do Pacífico, é encontrado em Baja California (max Lat 32°31'N), México ao Peru, incluindo a Ilha Clipperton e o Ilhas Galápagos. No Atlântico ocidental, é encontrado desde Carolina do Sul (max Lat 33°49'N), EUA para o Brasil. Dentro no Atlântico leste, é relatado da Mauritânia e Senegal até Angola (12°36'S), incluindo o arquipélago de Cabo Verde e as ilhas do Golfo da Guiné (WATANABE; LÓPEZ-GRECO; ZARA, 2022).

Habitat: Vive em fundos de algas calcárias, entre os 21 e 23 m de profundidade. Na área de estudo, foi recolhido em fundos de acumulação destes corais dominados por espécies dos gêneros porites e acropora entre 10 e 15 m de profundidade.

Naturalidade: .Distribuição tropical (introdução mediada por humanos nas Ilhas Canárias de países africanos e do Brasil na última década.)

Nome científico: *Homola barbata* (Fabrício, 1793)

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 31 - Exemplar de crustáceo da espécie *Homola barbata*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Super Classe: Multicrustacea

Classe: Malacostraca

Subclasse: Eumalacostraca

Superordem: Eucarida

Ordem: Decapoda

Subordem: Pleocyemata

Infraordem: Brachyura

Seção: Podotremata

Superfamília: Homoloidea De Haan, 1839

Família Homolidae De Haan, 1839

Gênero *Homola* Leach, 1815

Diagnose: Processos mediodorsais nos somitos 1-5 e dos dorso-laterais nos somitos sexto somito. Os pleópodes são sedosos e são maiores anteriormente. O número de cerdas plumosas

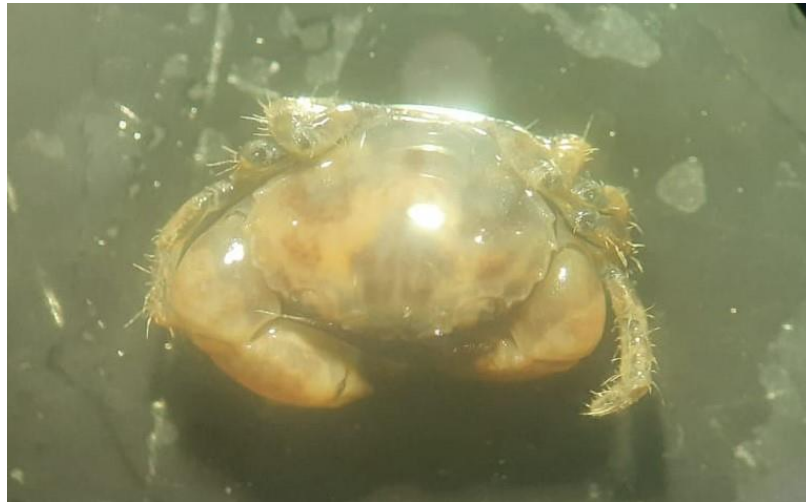
nos exópodos diminui de 52-53 nos do segundo somito a 37-40 nos do quinto somito.

Distribuição Global: Mar Negro, Golfo da Biscaia, Bélgica, canal inglês, França, Bélgica, Irlanda, Holanda, Oceano Atlântico, Norte, Mar do Norte, Reino Unido (RICE, 1964).

Nome científico: *Panopeus occidentalis* (Saussure, 1857)

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 32 - Espécie de crustáceo *Panopeus occidentalis*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo Arthropoda

Subfilo Crustacea

Superclasse Multicrustacea

Classe Malacostraca

Subclasse Eumalacostraca

Superordem Eucarida

Ordem Decapoda

Subordem Pleocyemata

Infraordem Brachyura

Seção Eubrachyura

Subsecção Heterotremata

Superfamília Xanthoidea McLeay, 1838

Família Panopeidea Ortmann, 1893

Gênero *Panopeu* H. Milne Edwards, 1834

Diagnose: Pequeno. Carapaça arqueada, ligeiramente esburacada, lisa, armada, de cada lado, com cinco dentes, sendo os dois primeiros rombudos; bordas látero-posteriores chegando ao nível da borda posterior da região do estômago. Garras lisas, de cor avermelhada (SAUSSURE, 1857).

Distribuição: Atlântico Ocidental—Bermudas, EUA (Carolina do Norte a Flórida), Golfo do México, Antilhas, Mar do Caribe, norte da América do Sul e Brasil (Maranhão, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, São Paulo, Santa Catarina) (COELHO; RAMOS, 1972; POWERS, 1977; ABELE; KIM, 1986).

Habitat: estuarino, terrestre.

Naturalidade: endêmico de manguezais.

Nome científico: *Phimochirus occlusus* (Henderson, 1888)

Nome vulgar: Paguro

Figura 33 - Espécie de crustáceo *Phimochirus occlusus*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Superclasse: Multicrustacea

Classe: Malacostraca

Subclasse: Eumalacostraca

Superordem: Eucarida

Ordem: Decapoda

Subordem: Pleocyemata

Infraordem: Anomura

Superfamília: Paguroidea Latreille, 1802

Família: Paguridae Latreille, 1802

Gênero: *Phimochirus* McLaughlin, 1981

Diagnose: leve pares filobrânquios brânquias. Áculos oculares estreitos, freqüentemente sub-retangulares, com pequeno espinho submarginal; separados basalmente por menos do que o basal largura de 1 ciclo. Crista dentata bem desenvolvida; dente acessório presente. esternito do terceiro maxilípede desarmado, linha média ocasionalmente com leve depressão. Quelípedo direito com quela operculada; ângulo de articulação da quela e do carpo perpendicular. Quelípedo esquerdo com quela pequena, subtriangular em corte transversal, mas não produzido em quilha ou crista proeminente; ângulo de articulação da quela e carpo 15°-20° da perpendicular. Esternito do 3° pereópodo com lobo anteriorsemisubovate. Quarto pereópodo com grossa propodal consistindo de uma única fileira de escamas córneas; dácilo moderadamente curto, garra geralmente alongada e curva; processo pré-ungueal muito proeminente na base da garra lateralmente. Esternito do 5° pereópodo geralmente com aglomerados de cerdas capsuladas. Abdômen tipicamente flexionado. Urópodes assimétricos. Telson com sutura transversal; lobos posteriores subiguais, margens terminais oblíquas, cada um com uma série de espinhos moderadamente fortes. Machos sem pleópodos pareados, com 3 birremes não pareados pleópodos, endópodos reduzidos. Fêmeas com 1° pleópodos pareados modificados como gonópodes, com 4 pleópodos birremes não pareados, 2°-4° com ambos os ramos bem desenvolvidos, 5° com endopodo reduzido (MCLAUGHLIN, 1981).

Distribuição: ocorrem tanto no Atlântico quanto no Pacífico

Nome científico: *Amphiura Joubini* Koehler, 1912

Nome vulgar: Serpente do Mar

Figura 34 - Espécie *Amphiura Joubini*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo Equinodermata

Subfilo: Asterozoa

Classe: Ophiuroidea

Subclasse: Myophiuroida

Infraclasse: Metophiurida

Superordem: Ofintegrida

Ordem: Amphilepidida

Subordem: Ophionereidina

Superfamília: Ophionereidoidea Ljungman, 1867

Família: Ophionereididae Ljungman, 1867

Gênero: *Ophionereis* Lütken, 1859

Diagnose: Presença de 5 espinhos na base 40 dos braços, aumentando para 6 ou 7 em direção a extremidade do braço (BORGES, 2006).

Distribuição: Pacífico: Nova Zelândia; região antártica e subantártica; Atlântico: Argentina, Uruguai, Brasil (sudeste e sul).

Habitat: Os ofiuróides são freqüentemente dominantes em comunidades bênticas de plataforma e talude continental.

Naturalidade: *Amphiura joubini* é considerada uma espécie com distribuição subantártica

Nome científico: *Ophionereis squamulosa* Koehler, 1914

Nome vulgar: Serpente do Mar

Figura 35 - Espécie *Ophionereis squamulosa*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo Equinodermata

Subfilo: Asterozoa

Classe: Ophiuroidea

Subclasse: Myophiuroida

Infraclasse: Metophiurida

Superordem: Ofintegrida

Ordem: Amphilepidida

Subordem: Gnathophiurina

Superfamília: Amphiuroidea Ljungman, 1867

Família: Amphiuridae Ljungman, 1867

Gênero: *Ophionereis* Lütken, 1859

Diagnose: Disco geralmente pentagonal coberto por escamas pequenas. Escudos radiais pequenos e separados por várias escamas. Região interradianal oral coberta por escamas semelhantes àsquelas da face aboral. Fendas bursais largas e com as bordas cobertas por escamas e papilas genitais robustas. Escudos orais sub-triangulares. A madreporita é maior

que os demais escudos. Escudos adonais estreitos anteriormente e alargados distalmente. Mandíbulas com cinco a seis papilas orais. Braços não muito alongados. Placas abonais mais largas na região anterior e mais estreitas na região posterior. Placas abonais acessórias ou suplementares bem desenvolvidas, tocando a região anterior da placa dorsal vizinha. Com uma grande escama tentacular. Com três espinhos braquiais mais longos do que o segmento do braço, comprimidos na direção aboral-oral, com as pontas arredondadas (PALOMARES; PAULY, 2022).

Distribuição: Atlântico Central Ocidental: Belize.

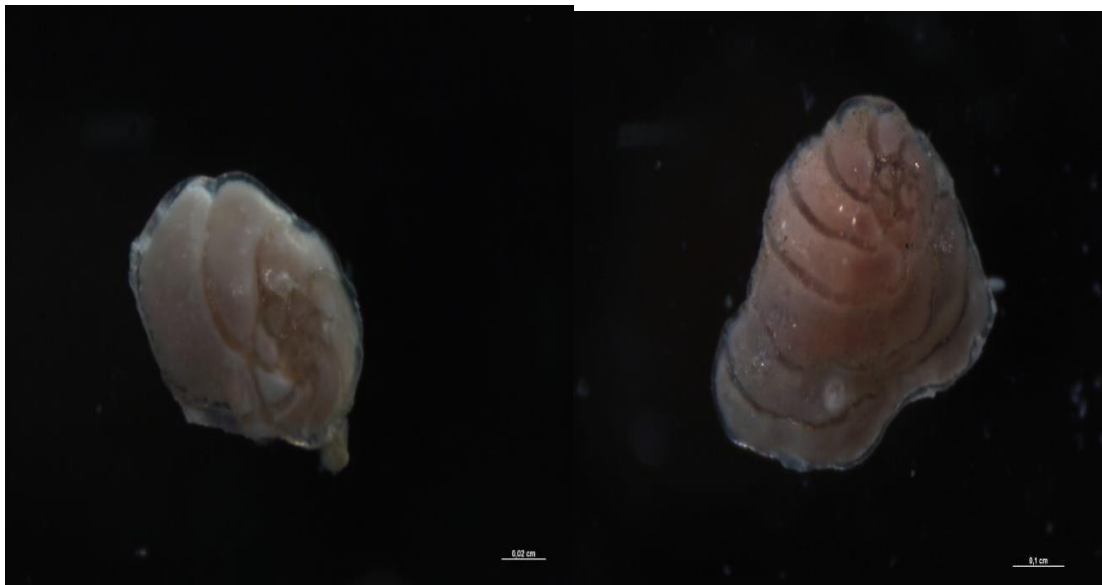
Habitat: sem informação na literatura

Naturalidade: sem informação na literatura

Nome científico: *Ammonia beccarii* (Linnaeus, 1758)

Nome vulgar: Serpente do Mar

Figura 36 - Espécie *Ammonia beccarii*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino Chromista

Subreino: Harosa

Infrareino: Rhizaria

Filo: Foraminíferos

Classe: Globotalâmea

Subclasse: Rotaliana

Ordem: Rotaliida

Subordem: Gnathophiurina

Superfamília: Rotalioidea Ehrenberg, 1839

Família: Ammoniidae Saidova, 1981

Subfamília: Ammoniinae Saidova, 1981

Gênero: *Ammonia* Brünnich, 1771

Diagnose: *A. beccarii* é biconvexa, trocoespiral, com cerca de 10 câmaras na última volta que são um tanto angulares em forma no lado umbilical. Os grânulos são desenvolvidos na área umbilical, e os adultos espécimes geralmente carregam tampões umbilicais (Placa I, 2,3). As suturas profundamente gravadas, orladas com espessamentos proeminentes em ambos os lados umbilical e espiral, resultam em espaços interlocares abertos, entre os paredes da câmara e entre espirais sucessivas. Esses espaços estão ligados às câmaras na área umbilical. Nos estágios iniciais, a ornamentação externa de *A. Beccarii*, geralmente é relativamente fraco no espécimes da costa atlântica da França, com espaços interlocares entre as últimas câmaras do lado espiral. No entanto, as suturas são sempre limbadas e proeminentes, o que permite diferenciá-las de *A. tepida* (Placa I, 4, 5) (DEBENAY *et al.*, 1998).

Distribuição: Atlântico Central Ocidental: Belize. é uma espécie cosmopolita

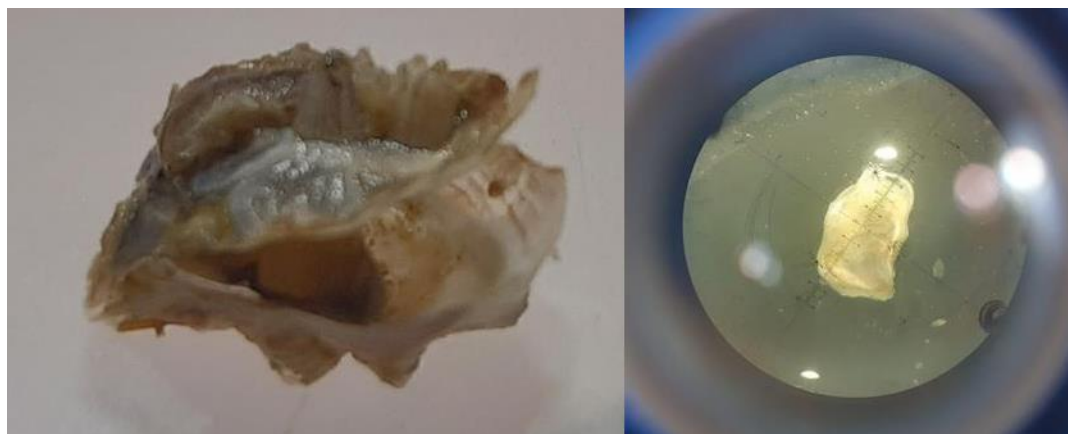
Habitat: Habita ambientes litorais e neríticos

Naturalidade: sem informação na literatura

Nome científico: *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828)

Nome vulgar: Ostra-do-mangue

Figura 37 - Espécie de *Crassostrea rhizophorae*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:**Reino** Animalia**Filo:** Mollusca**Classe:** Bivalvia (Linnaeus, 1758)**Subclasse:** Autobranchia (Grobber, 1894)**Infraclasse:** Pteriomorfia (Beurlen, 1944)**Ordem:** Ostreida (Férussac, 1822)**SuperFamília:** Ostreoidea (Rafinesque, 1815)**Família:** Ostreidae (Rafinesque, 1815)**Subfamília:** Cassostreinae (Scarlato & Starobogatov, 1979)**Gênero:** *Crassostrea* (Sacco, 1897)

Diagnose: Possui muitas variações na forma da concha que vai de ovóide até em taça, no tamanho (tanto altura quanto espessura), com até 120 mm de comprimento. Coloração varia de branco, amarelado, marrom a púrpura. Perióstraco extremamente delgado, resistente e escuro. Camada prismática mediana bem desenvolvida na valva direita. Endóstraco calcítico interno, que constitui a maior parte do espessamento da concha. Hipóstraco, muito delgado constituído de aragonita presente apenas no local de inserção do músculo adutor. Valva direita (superior) achatada ou arqueada, opercular e ligeiramente protuberante próximo à charneira para acomodar a porção visceral do corpo da ostra. Valva esquerda (inferior), fixada ao substrato, maior do que a direita e em forma de taça (AMARAL, 2010).

Distribuição: Em áreas de manguezais, no Brasil estão presentes desde nos estados costeiros: Amapá até Santa Catarina (BIODIVERSITY, 2022).

Habitat: marinho costeiro, estuarino

Naturalidade: endêmico de manguezais

Nome científico: *Exolaternula spengleri* (Gmelin, 1791)

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 38 - Espécie de *Exolaternula spengleri*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino: Animalia

Filo: Mollusca

Classe: Bivalvia

Subclasse: Autobranchia

Infraclasse: Heteroconquita

Superordem: Anamalodesmata

Família: Laternulidae (Hedley, 1918)

Gênero: *Laternula* (Roding, 1798)

Diagnose: Concha com cobertura externa de espinúculos curtos, com comprimento médio de 156 μm . A fenda umbonal transcende aproximadamente 36% da altura da concha, o condróforo é típico de laturno-tampas, em forma de colher e domina a região da dobradiça interna (PREZANT *et al.*, 2015).

Distribuição: Austrália, Tailândia, Chicago, Tasmânia, Nova Gales do Sul, Coreia do Sul, Antártica, Brasil. (ROSS, 2007; ROSS *et al.*, 2003; PREZANT *et al.*, 2015, CHEGA; HARPER, 2010; TAYLOR, 2018; MORTON, 1973).

Habitat: marinho

Naturalidade: endêmico de águas salgadas

Nome científico: *Mytella strigata* (Hanley, 1843)

Nome vulgar: Sururu

Figura 39 - Espécie de *Mytella strigata*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo: Mollusca

Classe: Bivalvia

Subclasse: Autobranchia

Infraclasse: Pteriomorphia

Ordem: Mytilida

Superfamília: Mytiloidea Rafinesque, 1815

Família: Mytilidae Rafinesque, 1815

Subfamília: Arcuatulinae Scarlato & Starobogatov, 1979

Gênero: *Mytella* Soot-Ryen, 1955

Diagnose: sem informação na literatura

Distribuição mundial: O *Mytella strigata* é uma espécie com distribuição neotropical que habita as costas dos oceanos Atlântico, Pacífico e Caribe. É considerada uma espécie invasora nas costas da Flórida, Carolina do Sul e Geórgia. Recentemente, também invadiu as costas e lagoas da Índia e sudeste asiático, principalmente Filipinas, Singapura e Tailândia (JAYACHANDRAN *et al.*, 2019; WIKIDATA, 2022)

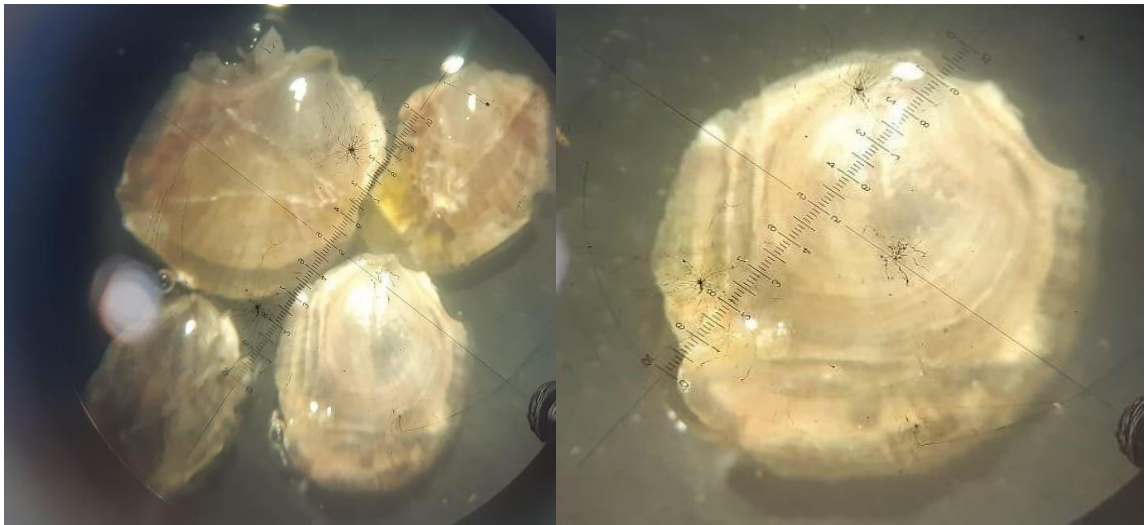
Habitat: Águas salobras

Naturalidade: Nativa da Costa do Pacífico, do México ao Equador, e na costa do Atlântico, da Venezuela à Argentina.

Nome científico: *Monia nobilis* (Reeve, 1859)

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 40 - Espécie de *Monia nobilis*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo: Mollusca

Classe: Bivalvia

Subclasse: Autobranchia

Infraclasse: Pteriomorpha

Ordem: Pectinida

Superfamília: Anomioidea (Rafinesque, 1815)

Família: Anomiidae (Rafinesque, 1815)

Gênero: *Monia* (Gray, 1850)

Diagnose: Válvula direita irregularmente circular a oval, valva direita mais fina e achatada com orifício bissal, valva esquerda frequentemente convexa, comprimida, de paredes finas, branco translúcido a amarelo ou laranja (tornando-se preta após enterramento na areia), valva direita frequentemente mais clara, lisa, mas assumindo forma e escultura de substrato; interior da valva esquerda com duas pequenas e uma grande cicatriz muscular central (MIKKELSEN BIELER, 2021).

Distribuição mundial: Leste do Canadá para a Flórida, Bermudas, Bahamas, Índias Ocidentais, Golfo do México, Caribe, América Central, América do Sul (para a Argentina). Comprimento 30 mm (a 44 mm). Nota: Alguns autores consideram isto um sinónimo de *Anomia ephippium* Linnaeus, 1758 (norte da Europa).

Habitat: sem informação na literatura

Naturalidade: sem informação na literatura

Nome científico: *Anadara secernenda* (E. Lamy, 1907)

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 41 - Espécie de *Anadara secernenda*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo: Mollusca

Classe: Bivalvia

Subclasse: Autobranchia

Infraclasse: Pteriomorpha

Ordem: Arcida

Superfamília: Arcoidea Lamarck, 1809

Família: Arcidae Lamarck, 1809

Gênero: *Anadara* Grey, 1847

Diagnose: Concha oval-alongada (18 x 16 mm), com coloração esbranquiçada e perióstraco sem coloração. Ornamentação da concha é formada por 28 costelas radiais, podendo apresentar até 30 (LIMA, 2018).

Distribuição mundial: sem informação na literatura

Habitat: sem informação na literatura

Naturalidade: sem informação na literatura

Referências.

Nome científico: *Stramonita brasiliensis* (Claremont & D. Reid, 2011)

Nome vulgar: Saquaritá

Figura 42 - Espécie de gastrópode *Stramonita brasiliensis*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo Mollusca

Classe Gastropoda (Curvie, 1795)

Subclasse Caenogastropoda (Cox, 1960)

Ordem Neogastropoda (Wenz, 1938)

Superfamília Muricoidea (Rafinesque, 1815)

Família Muricidae (Rafinesque, 1815)

Subfamília Repaninae (Gray, 1853)

Gênero *Stramonita* (Schumacher, 1817)

Diagnose: Concha subglobosa com espira cônica, alongada com presença de nódulos, ápice visível, possui opérculo e canal sifonal, umbílico ausente, borda externa serrilhada, cor varia de marrom a creme, borda interna lisa (ABSHER *et al.*, 2015).

Distribuição Global: Do mar do Caribe ao Brasil. Ocorrem em todo o Oceano Atlântico e parte do Mediterrâneo.

Habitat: *Stramonita* sp. é um dos gastrópodes mais comuns de costões rochosos do litoral brasileiro. Vive sobre pedras e em fundo de cascalho de coral, pedra ou concha, e se alimenta de outros animais (RODRIGUES, 2011; LAVRADO, 1992; SILVA, 2008; CLAREMONT; REID, 2011).

Naturalidade: endêmico de águas marinhas e estuarinas.

Curiosidade: Possui grande adaptabilidade sobre o aumento e diminuição da salinidade em determinados ambientes, sendo comumente observado em diferentes zonas estuarinas (RODRIGUES, 2011; LAVRADO, 1992; SILVA, 2008; CLAREMONT *et al.*, 2011).

Nome científico: *Thaisella coronata* (Lamarck, 1816)

Nome vulgar: Muçarete

Figura 43 - Espécie de gastrópode *Thaisella coronata*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo Mollusca

Classe: Gastropoda

Subclasse: Caenogastropoda

Ordem: Neogastropoda

Superfamília: Muricoidea (Rafinesque, 1815)

Família Muricidae (Rafinesque, 1815)

Subfamília: Rapaninae (Gray, 1853)

Gênero: *Thaisella* (Clench, 1947)

Diagnose: A concha dessa espécie mede até no máximo 44 mm de comprimento, possui plissas volumosas sobre o ombro das convoluções, a satura é distinta e possui uma a duas linhas nodulosas e espiraladas na convolução do corpo (MATTHEWS, 1968).

Distribuição: Oceano atlântico ao longo da costa Brasileira (FORUM, 2022).

Distribuição no Brasil: Costa maranhense, faixa litorânea do Pará até a Bahia

Habitat: São gastrópodes que vivem sobre substratos consolidados e são endêmicas do Brasil.

Naturalidade: endêmico de águas salgadas

Nome científico: *Coralliophila salebrosa* H. Adams & A. Adams, 1864

Nome vulgar: sem informação na literatura

Figura 44 - Espécie de gastrópode *Coralliophila salebrosa*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:**Reino** Animalia**Filo** Mollusca**Classe:** Gastropoda**Subclasse:** Caenogastropoda**Ordem:** Neogastropoda**Superfamília:** Muricoidea (Rafinesque, 1815)**Família** Muricidae (Rafinesque, 1815)**Subfamília:** Coralliophilinae Chenu, 1859**Gênero:** *Coralliophila* H. Adams & A. Adams, 1853**Diagnose:** sem informação na literatura**Distribuição:** Atlântico Ocidental.

Habitat: A família Muricidae compreende cerca de 1600 espécies existentes descritas, habitando mares tropicais a polares em todo o mundo, e variando desde a zona entremarés até mais de 3000 m de profundidade. Tipicamente, os muricídeos são predadores generalistas, principalmente de cracas e bivalves, mas alguns são altamente especializados, como *Coralliophila* e espécies relacionadas, que são ecto e endoparasitas de cnidários antozoários. Devido ao seu comportamento predatório, os muricídeos desempenham um papel importante na estruturação das comunidades bentônicas marinhas (BARCO *et al.*, 2010; PALOMARES; PAULY, 2022)

Naturalidade: endêmico de águas salgadas**Nome científico:** *Parvanachis obesa* (CB Adams, 1845)**Nome vulgar:** sem informação na literatura

Figura 45 - Espécie de gastrópode *Parvanachis obesa*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo Mollusca

Classe: Gastropoda

Subclasse: Caenogastropoda

Ordem: Neogastropoda

Superfamília: Buccinoidea Rafinesque, 1815

Família Columbellidae Swainson, 1840

Gênero: *Parvanachis* Radwin, 1968

Diagnose: Descrição física: 4 a 8 mm de comprimento, obesamente fusiforme, esculpido em geral com nervuras axiais sobre sulcos espirais. Borda da abertura espessada e denticulada, parede parietal com denticulos fracos. Casca branca, com manchas marrons variáveis; pode ser marrom em geral (CDB, 2022).

Distribuição: Oeste do Oceano Atlântico (incluindo parcialmente Atlântico Norte), Mar do Caribe, Golfo do México, Golfo da Califórnia (litoral oeste do México), Colômbia, Venezuela, Brasil (todo o litoral) (SERC, 2022).

Habitat: Vivem em substratos consolidados

Naturalidade: sem informação na literatura

Nome científico: *Natica cf. vitellus* (Linnaeus, 1758)

Nome vulgar: Bezerra/(vermelho) com bandas/caracol lua gema

Figura 46 - Espécie de gastrópode *Natica cf. vitellus*.



Fonte: Produzido pelo Autor, 2022

Taxonomia:

Reino Animalia

Filo Mollusca

Classe: Gastropoda

Subclasse: Caenogastropoda

Ordem: Littorinimorpha

Superfamília: Naticoidea Guilding, 1834

Família Naticidae Guilding, 1834

Subfamília: Naticinae Guilding, 1834

Gênero: *Natica* Scopoli, 1777

Diagnose: Descrição física: 4 a 8 mm de comprimento, obesamente fusiforme, esculpido em geral com nervuras axiais sobre sulcos espirais. Borda da abertura espessada e denticulada, parede parietal com dentículos fracos. Casca branca, com manchas marrons variáveis; pode ser marrom em geral (PALOMARES; PAULY, 2022)

Distribuição: Indo-Pacífico Ocidental: de Madagascar e Golfo Pérsico, até a Melanésia oriental; ao norte até o Japão e ao sul até Queensland e Nova Caledônia (SERC, 2022).

Habitat: sem informação na literatura

Naturalidade: sem informação na literatura

6 DISCUSSÃO

A maior parte dos parâmetros abióticos avaliados mostraram-se em acordo com a Resolução-CONAMA 357/2005. Por exemplo, tanto o pH quanto o oxigênio dissolvido estão dentro do limite estabelecido, no qual o pH deve estar entre 6,5 a 8,5 (Águas Salobras e Salinas – Classe 1) e o oxigênio dissolvido não deve ser inferior a 5 mg.L⁻¹ para águas salobras e 6 mg.L⁻¹ em águas salinas (CONAMA, 2005). No entanto quando se analisa os dados de metais, percebe-se que todos os avaliados (Al, B, Cu, Cr, Fe, Mn, Zn) estão acima do estabelecido pela resolução.

Este estudo mostrou que as variáveis ambientais dos locais de estudo não demonstraram grandes variações, porém as concentrações de determinados metais (Cobre, Boro e Zinco) foram distintos significativamente entre as áreas. A distribuição de metais traço entre solução e materiais particulados são dois dos mecanismos mais importantes na regulação das concentrações de poluentes em um ambiente aquático, principalmente em locais com atividades de dragagem, pois os metais dissolvidos na água tendem a se ligar às partículas suspensas, devido à sua interface direta com a água (LINNIK; ZUBENKO, 2000; ZHANG; LIU, 2002).

É importante ressaltar que a contaminação por metais na coluna d'água altera a biomassa, riqueza e relações interespecíficas das comunidades bentônicas, modificando a estrutura e distribuição das mesmas, promovendo efeitos sobre a reprodução e recrutamento (CISZEWSKI *et al.*, 2013).

Em estudo de Sousa; Oliveira; Cutrim, (2018) analisando o efeito da dragagem sobre a macrofauna bentônica do complexo portuário de São Luis, foi detectado maiores concentrações de Zn na pós dragagem em um ponto próximo ao P3, corroborando com os dados do presente estudo. O metal pode ser um limitante da presença de organismos bentônicos, pois as densidades de organismos nesse ponto são baixas para ambos os estudos.

Três taxa foram classificadas como primeiro registro para o Brasil: *Lagis sp.*

Natica cf. vitellus e *Cerapus cf. bumbumiensis*, sendo ainda necessária a confirmação da classificações ou definição em nível específico (por especialistas nos grupos). Dentre essas, *Cerapus cf. bumbumiensis* é uma espécie recém descrita na Malásia (NURSHAZWAN; AHMAD-ZAKI; AZMAN, 2020). É uma espécie exótica??/? falta vc discutir isso, é o seu terceiro objetivo

Nossos resultados mostram que a densidade e a riqueza de espécies foram maiores onde os metais estavam em menores concentrações entre as áreas amostrais (Figura 5A). O aumento da temperatura frequentemente, mas não uniformemente, leva ao aumento da toxicidade, o que faz com que o metabolismo do organismo aumente a velocidade com que absorve o elemento, gerando danos mais rápidos, quanto uma alteração intrínseca dos meios ou mecanismos de toxicidade (CANNING-CLODE *et al.*, 2011).

Númericamente as maiores densidades foram registradas para os substratos de madeira, no entanto o substrato de acrílico destaca-se em diversidade e equitabilidade (Figura 5A, 5C e 5D). É possível que a composição orgânica favoreça o desenvolvimento dos organismos, pois se assemelha aos substratos naturais. Já no acrílico ocorre boa fixação, porém sendo menos propícia que a madeira, evitando competição entre espécies. Da mesma forma, na região sudeste brasileira um experimento mostrou que a composição de espécies diferiu em placas de madeira quando comparadas com arenito e concreto (GLASBY, 2000).

Apesar de a maioria dos fatores se apresentarem em homogenidade, alguns fatores podem influenciar as comunidades bentônicas. Albano, Obenat, (2019) mostraram em seu estudo com placas de concreto e madeira que os principais fatores que determinam os conjuntos de incrustações são os níveis de luz, temperatura e pressão, suprimentos de alimentos e correntes de água.

Estes últimos são importantes para as assembleias sésseis por duas razões principais: (a) mantêm a quantidade de substrato duro disponível e (b) influenciam a distribuição e recrutamento de larvas planctônicas. As correntes influenciam a natureza do substrato disponível para colonização pela epifauna: correntes fortes impedem a sedimentação e deixam substratos duros ou sedimentos grosseiros desnudos, enquanto correntes fracas resultam em altas taxas de sedimentação e levam a substratos lodosos ou lodosos.

O canal de São Marcos onde está situado o Complexo Portuário de São Luís, apresenta profundidade média que varia de 17 a 22 metros. Características como profundidade, luz e disponibilidade de alimento são fatores limitante para várias espécies incrustantes. Lehaitre; Delauney; Compère (2008) acreditam que a relação entre profundidade e assentamento de invertebrados está mais relacionada à disponibilidade de alimentos do que à luz.

No geral os anfípodos foram os organismos mais abundantes no estudo, seguindo a tendência de outros estudos realizados no Brasil. Os anfípodos podem desenvolver interações com uma grande variedade de organismos e geralmente apresentam uma grande abundância e diversidade. Os anfípodos desempenham um papel fundamental no bentos costeiro devido às suas amplas propriedades ecológicas e funcionais (TARGUSI; LATTANZI; NICOLETTI, 2013).

Uma das características físicas da área portuária são suas grandes profundidades. Em estudos realizados na região sudeste brasileira Valério-Beraro *et al.* (2000) identificaram que a profundidade e a influência de massas de água específicas são os fatores que mais contribuem para estrutura e manutenção das assembleias de anfípodos. As profundidades aqui presentes foram similares ao estudo supracitado, além de temperatura e salinidade encontradas, limites que proporcionaram o aumento das densidades de anfípodos.

Este trabalho pode fundamentar estudos relacionados à monitoramento de espécies exóticas incrustantes, considerando a relevância da localização do segundo maior porto de profundidade natural do mundo. Nossos resultados revelaram i) que as estruturas de polietileno se mostraram menos favorável a incrustações, ii) a presença de metais na água afeta na distribuição das comunidades incrustantes, acarretando desequilíbrio na densidade e iii) três espécies exóticas estão presentes na área de estudo, não se sabe ainda do potencial perigo que estas podem acarretar, dessa forma monitorar esses organismos são necessários no sentido de evitar danos a biota nativa.

Diante desse cenário, recomenda-se revestimento das estruturas de áreas portuárias por materiais que evitem o assentamento de espécies exóticas, onde estes encontrem substratos favoráveis a sua fixação e posterior ploriferação. Nesse estudo o menos favorável foi o Polietileno. Além disso, recomendam-se melhores estratégias para minimizar a contaminação por metais pesados, no sentido de evitar danos metabólicos

para as comunidades bentônicas e melhores planos para o uso da água de lastro, como por exemplo filtragem, ou algo que contenham a introdução de espécies exóticas.

7 CONCLUSÕES

- A presença de metais na água influenciaram negativamente as comunidades bentônicas, pois foi verificado que os pontos amostrais com maiores concentrações de metais apresentam menores densidades de incrustates.
- A estrutura da comunidade macrozoobentônica foi dominada por Crustáceos, destacando-se: *Cerapus cf. bumbumiensis*, *Caprella penantis*, *Amphibalanus amphitrite* e *Podocerus brasiliensis*. Estudos mais aprofundados podem indicar essas espécies como indicadora de impacto ambiental, visto que estas são encontradas com frequência em áreas portuárias pelo mundo.
- Do ponto de vista da densidade, a fauna incrustante mostra preferência por colonizar as estruturas de madeira.
- *Lagis sp.*, *Natica cf. vitellus* e *Cerapus cf. Bumbumiensis* foram espécies presentes no estudo que necessitam de mais investigação quanto sua origem, pois nenhuma das três já tinha sido registrada no Brasil. São provavelmente exóticas.

REFERÊNCIAS

- ABELE, L. G.; KIM, W. An Illustrated Guide to the Marine Decapod Crustaceans of Florida. **Florida Department of Environmental Regulation, Technical Series**, v.8, n.2, 760p., 1986.
- ABSHER, T. M.; FERREIRA JUNIOR, A. L.; CHRISTO, S. W. **Conchas de Moluscos Marinhos do Paraná**. 24p., 2015. Acesso em:24/10/2022. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/45943/Conchas%20de%20moluscos%20marinhos%20do%20Parana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- ALBANO, M. J.; OBENAT, S. M. Fouling assemblages of native, non-indigenous and cryptogenic species on artificial structures, depths and temporal variation. **Journal of Sea Research**, v. 144, p. 1-15, 2019.
- ALCÂNTARA, E. H.; SANTOS, M. C. F. V. Mapeamento de Áreas de Sensibilidade Ambiental ao Derrame de Óleo na Região Portuária do Itaquí, São Luís, MA - Brasil. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Goiânia. INPE, p. 3605- 3617, 2005.
- AMARAL, V. S. **Estudo morfológico comparativo de espécies do gênero Crassostrea (Bivalvia: Ostreidae) do Atlântico Oeste**. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, São Paulo, 99p., 2010.
- AMARAL, A. C. Z.; NALLIN, S. A. H.; STEINER, T. M.; FORRONI, T. O.; GOMES FILHO, D. **Catálogo das espécies de Annelida Polychaeta do Brasil**, UNICAMP, São Paulo, 183p., 2012. Acesso em: 22/11/2022. Disponível em: http://www.ib.unicamp.br/museuzoologia/files/lab_museu_zoologia/Catalogo_Polychaeta_Amaral_et_al_2012.pdf
- AMARAL, A. C. Z.; NALLIN, S. A. H.; STEINER, T. M.; FORRONI, T. O.; GOMES-FILHO, D. **Catálogo das espécies de Annelida Polychaeta do Brasil**. Campinas. 2006-2012. Disponível em: http://www.ib.unicamp.br/museu_zoologia/files/lab_museu_zoologia/Catalogo_Polychaeta_Amaral_et_al_2012.pdf. Acesso em: 13 nov. 2022.
- AMARAL, A. C. Z. **Manual de identificação dos invertebrados marinhos da região sudeste-sul do Brasil**. EdUSP, 2006.
- AMARAL, A. C. Z.; NONATO, E. F. **Anelídeos poliquetos da costa brasileira: características e chave para famílias**; glossário. 2. ed. Brasília, CNPq/Coordenação Editorial, 1996. 124 p.
- AMARAL, A. C. Z.; NONATO, E. F. Anelídeos Poliquetos da costa Brasileira: 5. Pisionidae, Chrysopetalidae, Amphinomidae e Euphrosinidae. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 11, p. 361-390, 1994.
- AMINI, N.; REZAI, H.; POURJOMEH, F.; ARDALAN, A. A. Spatial and temporal variations of biofouling on the oil platforms around Khark Island, Persian Gulf. **Indian Journal of Geo Marine Sciences**, V. 45, n. 12, p. 1714-1718, 2016.
- ANDERSON, M. J. Permutational multivariate analysis of variance. **Department of Statistics, University of Auckland, Auckland**, v. 26, p. 32-46, 2005.

APHA. American Public Health Association. **American Works Association, Water Pollution Control Federation**. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22th edition. Washington DC, 2012.

ARNAUD, F. Les pycnogonides (Chelicerata) de Méditerranée: distribution écologique, bathymetrique et biogéographie. **Mesogee (Bulletin du Museum d'Histoire naturelle de Marseille)**, v. 47, p. 37-58, 1988.

AZHIKODAN, G.; YOKOYAMA, K. Spatio-temporal variability of phytoplankton (Chlorophyll-a) in relation to salinity, suspended sediment concentration, and light intensity in a macrotidal estuary. **Continental Shelf Research**, v. 126, p. 15-26, 2016.

BAE, S.; UBAGAN, M. D.; SHIN, S.; KIM, D. G. Comparison of recruitment patterns of sessile marine invertebrates according to substrate characteristics. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 3, p. 1083, 2022.

BAMBER, R. N.; EL NAGAR, A.; ARANGO, C. P. Pycnabase: world Pycnogonida database. **Internet: <http://www.marinespecies.org/pycnabase> (October 15, 2015)**, 2015.

BAMBER, R. N.; DAVIS, M. H. Feeding of *Achelia echinata* Hodge (Pycnogonida) on marine algae. **Journal of experimental marine Biology and Ecology**, v. 60, n. 2-3, p. 181-187, 1982.

BARCO, A.; CLAREMONT, M.; REID, D. G.; HOUART, R.; BOUCHET, P.; WILLIAMS, S. T.; Cruaud, C.; Couloux, A.; OLIVERIO, M. A molecular phylogenetic framework for the Muricidae, a diverse family of carnivorous gastropods. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 56, n. 3, p. 1025-1039, 2010.

BARLETTA, M.; COSTA, M.F. Living and non-living resources exploitation in a tropical semi-arid estuary. **Journal Coastal Research**, p. 371-375, 2009.

BATES, D.; MAECHLER, M.; BOLKER, B. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and syntax classes. **R package version 0.999375-42**, 2011.

BAX, N.; CARLTON, J. T.; MATHEWS-AMOS, A.; HAEDRICH, R. L.; HOWARTH, F. G.; PURCELL, J. E.; GRAY, A. The control of biological invasions in the world's oceans. **Conservation Biology**, v. 15, n. 5, p. 1234-1246, 2001.

BEMVENUTI, C. E. Macrofauna bentônica da região estuarial da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. **Publ Acad Ciências do Estado de São Paulo**, v. 54, n. 1, p. 428-459, 1987.

BEZERRA, L.; RABAY, S.; MATTHEWS-CASCON, H. First record of *Pentapycnon geayi* Bouvier, 1911 (Pycnogonida: Pycnogonidae) in the state of Ceará, northeastern Brazil. **Check List**, v. 13, n. 2, p. 1-4, 2017.

BIODIVERSITY4ALL. **Gênero *Crassostrea***. 2022. Acesso em 21/11/2022. Disponível em: <https://www.biodiversity4all.org/taxa/47581-Crassostrea>.

BOLIVAR, G. A. (1990). **Orbiniidae, Paraonidae, Heterospionidae, Cirratulidae, Capitellidae, Maldanidae, Scalibregmidae e Flabelligeridae (Annelida: Polychaeta) da**

Costa Sudeste do Brasil (22°57' – 27°20'). Tese (Pós-graduação em Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. 191p.

BOTELHO, M. M. Água de Lastro e o Meio Ambiente: Tratamento da questão no âmbito legal Brasileiro e Internacional. **JICEX**, v. 1, n. 1, 2014.

BORGES, M. **Taxonomia, distribuição e biologia reprodutiva de Ophiuroidea (Echinodermata) das Regiões Sudeste e Sul do Brasil**. 2006. 143 p. Tese (doutorado) – Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

BLACKBURN, T. M.; PYŠEK, P.; BACHER, S.; CARLTON, J. T.; DUNCAN, R. P.; JAROŠÍK, V.; RICHARDSON, D. M. A proposed unified framework for biological invasions. **Trends in ecology & evolution**, v. 26, n. 7, p. 333-339, 2011.

BRADY JR, R. F. Coming to an unsticky end. **Nature**, v. 368, n. 6466, p. 16-17, 1994.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 02 set. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm>. Acesso em: 15 mai. 2019.

BRAY, J. Roger.; CURTIS, J. T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. **Ecological monographs**, v. 27, n. 4, p. 326-349, 1957.

CAMPOS, N. H.; CORTÉS, M. L. *Clythrocerus carinatus* Coelho, 1973 (Crustacea: Decapoda) primer registro de una especie de la familia Tymolidae para el Caribe colombiano. **Caldasia**, v. 18, n. 86, p. 141-143, 1995.

CANGUSSU, L. C.; ALTVATER, L.; HADDAD, M. A.; CABRAL, A. C.; HEYSE, H. L.; ROCHA, R. M. Substrate type as a selective tool against colonization by non-native sessile invertebrates. **Brazilian Journal of oceanography**, v. 58, p. 219-231, 2010.

CANNING-CLODE, J.; FOFONOFF, P. W.; MCCANN, L.; CARLTON, J. T.; RUIZ, G. M. The effects of copper pollution on fouling assemblage diversity: a tropical-temperate comparison. **PLoS one**, v. 6, n. 3, p. e18026, 2011.

CANNING-CLODE, J.; FOFONOFF, P. W.; MCCANN, L.; CARLTON, J. T.; RUIZ, G. M. Marine invasions on a subtropical island: fouling studies and new records in a recent marina on Madeira Island (Eastern Atlantic Ocean). **Aquatic Invasions**, 2013.

CAMPOS, N. H.; CORTÉS, M. L. *Clythrocerus carinatus* Coelho, 1973 (Crustacea: Decapoda) primer registro de una especie de la familia Tymolidae para el Caribe colombiano. **Caldasia**, v. 18, n. 86, p. 141-143, 1995.

CAPÍTOLI, R. R. Rubble structures and hard substrates. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. (Eds.). **Subtropical convergence marine ecosystem: The coast and the sea in the warm temperate southwestern atlantic**. Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1997, p. 86-89.

CARVALHO-NETA, R.N.F.; ABREU-SILVA, A.L. *Sciades herzbergii* oxidativestress biomarkers: an in situ study of estuarine ecosystem (São Marcos' Bay, Maranhão, Brazil).

Brazilian Journal of Oceanography, v.58, p.11-17, 2010.

CARLTON, J. T.; GELLER, Jonathan B. Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. **Science**, v. 261, n. 5117, p. 78-82, 1993.

CARLTON, J. T. Introduced species in US coastal waters: pew oceans commissions report. **Washington, DC: Pew Oceans Commissions**, 2001.

CDB, Conquiliologistas. Strombus: publication of the Conquiliologistas do Brasil. Disponível em <http://www.conchasbrasil.org.br/default2.asp>. 2022.

CHECA, A. G.; HARPER, E. M. Bivalves Spikey: crescimento de cristais intra-periostracais em anomalodesmatans. **O Boletim Biológico**, v. 219, n. 3, p. 231-248, 2010.1

CISZEWSKI, Dariusz *et al.* Pequenos efeitos de uma grande contaminação de sedimentos com metais pesados em organismos aquáticos nas proximidades de uma mina abandonada de chumbo e zinco. **Monitoramento e avaliação ambiental**, v. 185, n. 12, pág. 9825-9842, 2013.

CLAREMONT, M.; WILLIAMS, S. T.; BARRACLOUGH, T. G.; REID, D. G. The geographic scale of speciation in a marine snail with dispersal potential. **Journal of Biogeography** (J. Biogeogr.) (2011) 38, 1016-1032.

CLIMACO, C. S. S. Variação populacional de *Atila succinea* (Leuckart, 1847) com base nos paragnatas e marcadores moleculares ISSR, ao longo da costa brasileira.

Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Dissertação de Mestrado, Recife, 70p., 2013. Acesso em 22/11/2022. Disponível em:

<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/13301/1/Disserta%C3%A7ao%20CRISTIANA%20SETTE.pdf>

CLOUTIER, M.; MANTOVANI, D.; ROSEI, F. Antibacterial coatings: challenges, perspectives, and opportunities. **Trends in biotechnology**, v. 33, n. 11, p. 637-652, 2015.

COCHRANE, S. J. Taxonomy and systematics of selected marine soft-bottom fan-worms (Polychaeta: Sabellidae: Sabellinae). Ph.D. Tesis, University of St. Andrews, Scotland, UK, 296p., 2000.

COSTA, F. O.; CUNHA, M. R.; NEUPARTH, T.; THEODORAKIS, C. W.; COSTA, M. H.; SHUGART, L. R. Application of RAPD DNA fingerprinting in taxonomic identification of amphipods: a case-study with *Gammarus* species (Crustacea: Amphipoda). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v.84, p.171-178, 2004.

COELHO-COSTA, C. M. Distribuição espacial e temporal dos macrozoobentos de habitats entre-marés do canal da Raposa, Baía de São Marcos, Maranhão, Brasil. 2007. 50 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2007.

COELHO, P. A.; RAMOS, M. A constituição e a distribuição da fauna de decápodos do litoral leste da América do Sul entre as latitudes 50° N e 39° S. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v.13, p.133-236, 1972.

CONCHOLOGY. **Guia de Internet de Hardy para gastrópodes marinhos**. 2017. Acesso em: 24/10/2022. Disponível em:

<https://www.conchology.be/?t=116&phia=574250&uniquenumber=1047099>.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Dispõe sobre a Classificação dos Corpos de Água e Diretrizes Ambientais para o seu Enquadramento, bem como Estabelece as Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, e Dá Outras Providências. **Diário Oficial da União (DOU)**, n. 053, p. 58-63, 2005.

CORREA-HERRERA, T., BARLETTA, M., LIMA, A. R. A., JIMÉNEZ-SEGURA, L. F. AND ARANGO-SÁNCHEZ, L. B. Spatial distribution and seasonality of ichthyoplankton and anthropogenic debris in a river delta in the Caribbean Sea. **Journal of Fish Biology**, v. 90, p.1356–1387, 2017.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M., HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J., RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253 -260, 1997.

CROOKS, J. A.; CHANG, A. L.; RUIZ, Gregory M. Aquatic pollution increases the relative success of invasive species. **Biological Invasions**, v. 13, n. 1, p. 165-176, 2011.

CUTRIM, A. S. T. **Composição e distribuição da macrofauna bêntica da região entremarés da raposa, maranhão, brasil**. Dissertação de Mestrado (Recursos Aquáticos e Pesca) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2018. 77p.

DA COSTA, J. C., e ASMUS, M. L. Base ecossistêmica da atividade pesqueira artesanal: estudo de caso no Baixo Estuário da Lagoa dos Patos (BELP), RS, Brasil. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 44, 2018.

DAFFORN, K.A.; GLASBY, T.M.; JOHNSTON, E.L. Efeitos diferenciais de anti-incrustantes de tributilestanho e cobre no recrutamento de espécies não indígenas. **Biofouling** , v. 24, n. 1, pág. 23-33, 2008.

DANTAS, D.V.; BARLETTA, M.; RAMOS, J. A. A.; LIMA, A .R. A.; COSTA, M. F. Seasonal diets shifts and overlap between two sympatric catfishes in an estuarine nursery. **Estuaries and Coasts**, v. 36, p. 237–256, 2013.

DA ROCHA NETO, J. L.; SANTOS, M. M. Ballast water treatment alternatives on board ships. **Journal of Interdisciplinary Debates**, v. 2, n. 04, 2021.

DA SILVA; M. L.; CASTRO, R. O.; SALES, A. S.; E DE ARAÚJO, F. V. Marine debris on beaches of Arraial do Cabo, RJ, Brazil: An important coastal tourist destination. **Marine pollution bulletin**, v. 130, p. 153-158, 2018.

DEATH, R. G. A model of stream invertebrate diversity for autochthonous streams. **Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie** 28: 328-331,2002.

DEBENAY, J. P.; BÉNÉTEAU, E.; ZHANG, J., STOUFF, V.; GESLIN, E.; REDOIS, F.; FERNANDEZ-GONZALEZ, M. *Ammonia beccarii* and *Ammonia tepida* (Foraminifera): morphofunctional arguments for their distinction. **Marine**

micropaleontology, v. 34, n. 3-4, p. 235-244, 1998.

DE MESEL, I.; KERCKHOF, F.; NORRO, A.; RUMES, B.; DEGRAER, S. Sucessão e dinâmica sazonal da comunidade de epifauna nas fundações de parques eólicos offshore e seu papel como trampolim para espécies não indígenas. **Hidrobiologia**, v. 756, n. 1, pág. 37-50, 2015.

DINESHRAM, R.; Subasri, R.; SOMARAJU, K. R. C.; JAYARAJ, K.; VEDAPRAKASH, L.; RATNAM, K.; VENKATESAN, R. Biofouling studies on nanoparticle-based metal oxide coatings on glass coupons exposed to marine environment. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 74, n. 1, p. 75-83, 2009.

DOLBETH, M.; CUSSON, M.; SOUSA, R.; PARDAL, M.A.; PRAIRIE, Y.T. Secondary production as a tool for better understanding of aquatic ecosystems. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 69, p. 1230–1253, 2012.
<http://dx.doi.org/10.1139/f2012-050>.

DO AMARAL, R F.; ALFREDINI, P. Modelação hidrossedimentológica no canal de acesso do complexo portuário do Maranhão. **Diretoria da ABRH**, p. 5, 2010.

EBAY. **Concha marinhacolor laternula Rostrata 44-58mm**. 2022. Acesso em 21/11/2022. Disponível em: <https://www.ebay.com/itm/150772973322>.

EIA-RIMA - **Estudo de impacto ambiental: Empreendimento da Usina Termelétrica do Porto do Itaqui (UTE Porto do Itaqui)**. São Luís: ERM Brasil, Diferencial energia empreendimentos e participação, 2008. 1395 p.

EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA – EMAP. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto do Itaqui**, 2021, Disponível em: <
<https://www.portodoitaqui.com/pdf/pdz-itaqui.pdf>>, acesso em: 06 ago. 2022.

EMAP, 2009. **Empresa Maranhense de Administração Portuária**. Disponível em: <http://www.emap.ma.gov.br/emap>. acesso em: 15 jun. 2022.

FARRAPEIRA, C. M. R.; MELO, A. V. O. M.; BARBOSA, D. F.; SILVA, K. M. E. D. Ship hull fouling in the Port of Recife, Pernambuco. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 55, n. 3, p. 207-221, 2007.

FITZHUGH, K. Fan worm polychaetes (Sabellidae: Sabellinae) collected during the Tai Danish Bioshelf Project. **Phuket Marine Biological Center Special Publication** v.24, p. 353–424, 2002.

FLYNN, M, N.; VALÉRIO-BERARDO, M. T. Avaliação da toxicidade in situ através do recrutamento de comunidade incrustante em painéis artificiais em terminal da Petrobrás, Canal de São Sebastião, São Paulo. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 5, p. 103-114, 2012.

FORUM FRANCOPHONE DES COLLECTIONNEURS DE COQUILLAGES. **Thaisella coronata (Lamarck, 1816)**. 2022. Acesso em 20/11/2022. Disponível em: <https://www.forumcoquillages.com/t7361-thaisella-coronata-lamarck-1816>.

FRONTALINI, F.; COCCIONI, R. Benthic foraminifera as bioindicators of pollution: a

review of Italian research over the last three decades. **Revue de micropaléontologie**, v. 54, n. 2, p. 115-127, 2011.

GALL, S. C.; THOMPSON, R. C. The impact of debris on marine life. **Marine pollution bulletin**, v. 92, n. 1-2, p. 170-179, 2015.

GBIF: **The Global Biodiversity Information Facility** (2022) O que é o GBIF? . Disponível em: <https://www.gbif.org/what-is-gbif> acesso em: 06 dez. 2022.

GLASBY, T. M. Surface composition and orientation interact to affect subtidal epibiota. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 248, n. 2, p. 177-190, 2000.

GLASBY, T. M.; CONNELL, S. D. Orientation and position of substrata have large effects on epibiotic assemblages. **Marine Ecology Progress Series**, v. 214, p. 127-135, 2001.

GODWIN, L. Scott. Hull fouling of maritime vessels as a pathway for marine species invasions to the Hawaiian Islands. **Biofouling**, v. 19, n. S1, p. 123-131, 2003.

GONZÁLEZ, J. A.; TRIAY-PORTELLA, R.; ESCRIBANO, A.; CUESTA, J. A. Northernmost record of the pantropical portunid crab *Cronius ruber* in the eastern Atlantic (Canary Islands): natural range extension or human-mediated introduction?. **Scientia Marina**, 2017.

GOLLASCH, S. The importance of ship hull fouling as a vector of species introductions into the North Sea. **The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research**, V.18, N. 2, P. 105-121, 2010.

GOMES-FILHO, J. G. F. **Dinâmica populacional de *Balanus improvisus* no estuário da Lagoa dos Patos: variações sazonais e anuais e influências de fatores bióticos e abióticos**. 2001. 91f. Dissertação (Mestrado). Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande-RS.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **Os Insetos: Um resumo de Entomologia**. 3a. ed. São Paulo: Roca, 456 p., 2008.

HAMMER, M. The superefficient company. **Harvard business review**, v. 79, n. 8, p. 82-93, 2001.

HAYWARD, P. J. The marine fauna and flora of the Isles of Scilly Bryozoa and Entoprocta. **Journal of Natural History**, v. 5, n. 5, p. 481-489, 1971.

HEWITT, C. L.; CAMPBELL, M. L. Mechanisms for the prevention of marine bioinvasions for better biosecurity. **Marine pollution bulletin**, v. 55, n. 7-9, p. 395-401, 2007.

HEWITT, C. L.; WILLING, J.; BAUCKHAM, A.; CASSIDY, A. M.; COX, C. M.; JONES, L.; WOTTON, D. M. New Zealand marine biosecurity: delivering outcomes in a fluid environment. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 38, n. 3, p. 429-438, 2004.

HUGHES, L. E. Designation of neotypes for *Cyrtophium orientale* Dana, 1853, *Podocerus brasiliensis* (Dana, 1853) and *P. cristatus* (Thomson, 1879) and the

description of a new species *Podocerus cyrenensis* (Crustacea: Amphipoda: Podoceridae). **Raffles Bulletin of Zoology**, 2016.

IMO. International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWM), **International Maritime Organization (IMO)**. Reino Unido, 2019 Disponível em <[https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships%27-Ballast-Water-and-Sediments-\(BWM\).aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships%27-Ballast-Water-and-Sediments-(BWM).aspx)>. Acesso em: 13 de mar.2022.

INMET – **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em <<https://portal.inmet.gov.br/>>, acesso em 18 jul. 2021.

JAYACHANDRAN, P. R.; ANEESH, B. P.; OLIVER, P. G.; PHILOMINA, J.; JIMA, M., HARIKRISHNAN, K.; NANDAN. Primeiro registro do mexilhão bioincrustante invasor alienígena *Mytella strigata* (Hanley, 1843) (Mollusca: Mytilidae) de águas indianas. **Registro de BioInvasões**, v. 8, n. 4, 2019.

KINBERG, J. G. H. *Annulata nova. Nereidum dispositio nova. Öfversikt af Kongliga Svenska Vetenskaps Akademiens Förhandlingar*, v.22, n.1, p.167–179, 1865.

LANA, P. da C. (1984) **Anelídeos poliquetas errantes do litoral do estado do Paraná**. Tese (Pós-graduação em Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 275p.

LAVRADO, H. P. **Seleção de presas pelo gastropoda *Thais haemastoma* (L.) na região de Arraial do Cabo – RJ**. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia, Rio de Janeiro, 1992.

LEHAITRE, M.; DELAUNEY, L.; COMPÈRE, C. Biofouling and underwater measurements. **Real-Time Coastal Observing Systems for Ecosystem Dynamics and Harmful Algal Bloom**, UNESCO Publishing, Paris, France, p. 463-494, 2008.

LILLEBØ A.I., SOMMA F., NORÉN K., GONÇALVES J., ALVES M.F., BALLARINIE., BENTES L., BIELECKA M., CHUBARENKO B.V., HEISE S., KHOKHLOV V., KLAUDATOS D., LLORET J., MARGONSKI P., MARÍN A., MATCZAK, M., OEN A.M.P., PALMIERI M.G., PRZEDRZYMIŃSKA, J., RÓŻYŃSKI G., SOUSA A.I., LIMA, A. M.; DOS SANTOS, F. Ferreira. Análise das propriedades físico-químicas e de metais potencialmente tóxicos na água do Rio Claro, próximo a cidade de Jataí–GO. **RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 14, n. 2, p. 239-255, 2012.

LIMA, M. K. S. **Malacofauna associada às ascídias do Golfo do México**. 2018. 42 p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

LINNIK, Peter M.; ZUBENKO, Irina B. Papel dos sedimentos de fundo na poluição secundária de ambientes aquáticos por compostos de metais pesados. **Lagos e Reservatórios: Pesquisa e Gestão**, v. 5, n. 1, pág. 11-21, 2000.

LOPES, A. T. L. **Distribuição e densidade da macroendofauna bentônica de substratos móveis do mesolitoral da ilha do Cajual, Alcântara-MA**. 1993. 66 f. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 1993.

LUCENA, R. A.; CHRISTOFFERSEN, M. L. Catálogo das espécies de Pycnogonida do Brasil. **João Pessoa: Editora da UFPB**, 2017.

LUCENA, Rudá Amorim; LIMA, Silvio Felipe B.; CHRISTOFFERSEN, Martin Lindsey. First record of *Pallenopsis fluminensis* (Krøyer, 1844)(Pycnogonida: Pallenopsidae) for the coast of the state of Paraíba (northeastern Brazil). **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 1, n. 1, 2017.

LUCENA, R, Amorim.; ARAÚJO, J. P.; CHRISTOFFERSEN, M, L. A new species of *Anoplodactylus* (Pycnogonida: Phoxichilidiidae) from Brazil, with a case of gynandromorphism in *Anoplodactylus eroticus* Stock, 1968. **Zootaxa**, v. 4000, n. 4, p. 428-444, 2015.

MACHADO, A. D. J.; ARAÚJO, H. A. B. D. Caracterização do Estuário do Rio Caravelas (Bahia) a partir de uma Análise de Distribuição Temporal da Microfauna de Foraminíferos. **Anuário do Instituto de Geociências** , v. 37, n. 2, pág. 23-38, 2014.

MCLAUGHLIN, P. A. Revision of *Pylopagurus* and *Tomopagurus* (Crustacea: Decapoda: Paguridae), with the descriptions of new genera and species: Part 2. *Rhodochirus* McLaughlin and *Phimochirus* McLaughlin. **Bulletin of Marine Science**, v. 31, n. 2, p. 329-365, 1981.

MADUKA, M.; SCHOEFS, F.; THIAGARAJAN, K.; BATES, A. Hydrodynamic effects of biofouling-induced surface roughness—Review and research gaps for shallow water offshore wind energy structures. **Ocean Engineering**, v. 272, p. 113798, 2023.

MAIOLI, O. L., RODRIGUES, K. C., KNOPPERS, B. A., e AZEVEDO, D. A.. Pollution source evaluation using petroleum and aliphatic hydrocarbons in surface sediments from two Brazilian estuarine systems. **Organic Geochemistry**, v. 41, n. 9, p. 966-970, 2010.

MARGALEF, R. **Information theory in ecology**. Generation Systems, v. 3, 1958, p. 36-71.

MARINE ENVIRONMENT PROTECTION COMMITTEE - MEPC, Resolution. 2011 Guidelines For The Control And Management Of Ships'biofouling To Minimize The Transfer Of Invasive Aquatic Species. **MEPC**, v. 62, p. 24, 2011.

MARINHA DO BRASIL. **Norma da Autoridade Marítima para o Gerenciamento da Água de Lastro de Navios NORMAM-20/DPC**. rev.1. 2014. Disponível em: :<<https://www.marinha.mil.br/dpc/node/3777>> . Acesso em: 04 jul. 2016.

MARQUES, A. C.; DOS SANTOS K, A.; MIGOTTO, A. E.; CABRAL, A. C.; RIGO, A. P. R.; BETTIM, A. L.; DA ROCHA, R. M. Rapid assessment survey for exotic benthic species in the São Sebastião Channel, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 41, n. 2, p. 265-285, 2013.

MATTHEWS, H. R. Notas osbre o gênero *Thais* Roding, 1798 no Nordeste Brasileiro. **Arquivos de Ciências do Mar**, v.8, n.1, p.37-41, 1968.

MAURO, F. D. M; SEREJO, C. S. The family Caprellidae (Amphipoda: Caprelloidea: Caprellidae) from Campos Basin, Southwestern Atlantic, with a key of species occurring in Brazil. **Zootaxa**, v. 4006, n. 1, p. 103-127, 2015.

- MELO, A, V.; SCHWAMBORN, R.; FARRAPEIRA, C, M. Recrutamento de animais sésseis e sedentários em substrato artificial na área portuária do Recife-PE, com enfoque para a bioinvasão: Recruitment of sessile and sedentary animals on artificial substrate in the port area of Recife-PE, with focus on bioinvasion. **Latin American Journal of Development**, v. 3, n. 4, p. 2307-2323, 2021.
- MICHELS, R. Projeto conceitual de um reservatório para avaliação dos fenômenos da bioincrustação em estruturas navais. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, V. 12, N. 1, p. 1-16, 2020.
- MIKKELSEN, P, M.; BIELER, R. Anomiidae. In: **Seashells of Southern Florida**. Princeton University Press, 2021. p. 162-165.
- MORTON, B. A biologia e morfologia funcional de *Laternula truncata* (Lamarck 1818) (Bivalvia: Anomalodesmata: Pandoracea). **O Boletim Biológico** , v. 145, n. 3, p. 509-531, 1973.
- MUNILLA, T.; SOLER-MEMBRIVES, A. **Pycnogonida**. Serie Fauna Ibérica. 2014.
- MUNIZ, P; VENTURINI, N; PIRES-VANIN, A. M. S; TOMMASI, L. R; BORJA, A. Testing the applicability of a Marine Biotic Index (AMBI) to assessing the ecological quality of softbottom benthic communities, in South America Atlantic region. **Marine Pollution Bulletin**, V.6, N 50, p. 624-637, 2005.
- NEVES, R. A. F.; VALENTIN, J. L. Benthic macro-fauna of soft-bottoms in priority coastal areas for conservation in Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 44, n. 3, p. 59-80, 2011.
- NEVES, C, S.; ROCHA, R, M, D. Introduced and cryptogenic species and their management in Paranaguá Bay, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 3, p. 623-633, 2008.
- NEWMARK, A. ***Amphibalanus amphitrite* Darwin, 1854 observado nos Estados Unidos da América**. InaturaList, 2022. Acesso em 03/12/2022. Disponível em: <https://www.gbif.org/occurrence/3902095024>
- NISHI, E.; TANAKA, K.; TOVAR-HERNÁNDEZ, M. A. Uma nova espécie de *Claviramus* (Annelida, Sabellida, Sabellidae) do Mar Interior de Ariake, Kyushu, Japão. **ZooKeys** , v. 880, pág. 25 de 2019.
- NEVES, C. S.; ROCHA, R. M.; PITOMBO, F. B.; ROPER, J. J. Use of artificial substrata by introduced and cryptogenic marine species in Paranaguá Bay, southern Brazil. **Biofouling**, v. 23, n. 5, p. 319 – 330, 2007.
- NURSHAZWAN, J.; AHMAD-ZAKI, A. B.; AZMAN, B. A. R. A new species of *Cerapus* (Amphipoda: Senticaudata: Ischyroceridae) from Pulau Bum Bum, Sabah, Malaysia, with an identification key to *Cerapus* species. **Zootaxa**, v. 4802, n. 3, p. 519-533, 2020.
- OCHI AGOSTINI, V.; RITTER, M. D. N.; JOSÉ MACEDO, A.; MUXAGATA, E.; ERTHAL, F. What determines sclerobiont colonization on marine mollusk shells?. **PLoS One**, v. 12, n. 9, p. e0184745, 2017.
- OLIVEIRA, V. M.; REBELO-MOCHEL, F. R. Macroendofauna bêntica de substratos

móveis de um manguezal sob impacto das atividades humanas no Sudoeste da ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 12, p. 75-93, 1999.

PALOMARES, M. L. D.; PAULY, D. **SeaLifeBase**. (www.sealifebase.org) Publicação: eletrônica da World Wide Web, 2022.

PARDO, E. V.; DAUER, D. M. Particle size selection in individuals from epifaunal versus infaunal populations of the nereidid polychaete *Neanthes succinea* (Polychaeta: Nereididae). **Hydrobiologia**, v.496, n.1, p.355–360, 2003.

PATCHINEELAMA, S. M., BJORN KJERFVE, B. Suspended sediment variability on seasonal and tidal time scales in the Winyah Bay estuary, South Carolina, USA. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 59, 307-318, 2004.

PEDRO, N. C. **Estudo taxonômico do gênero Thaisella Clench, 1947 (Mollusca, Neogastropoda: Muricidae) da costa brasileira, baseado em anatomia comparada**. 2022, 136 p. Dissertação (Mestrado em Sistemática, taxonomia Animal e Biodiversidade) – Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São paulo 2017

PIOLA, R. F.; JOHNSTON, E. L. Comparing differential tolerance of native and non-indigenous marine species to metal pollution using novel assay techniques. **Environmental Pollution**, v. 157, n. 10, p. 2853-2864, 2009.

PIOLA, R. F.; JOHNSTON, E. L. Pollution reduces native diversity and increases invader dominance in marine hard-substrate communities. **Diversity and Distributions**, v. 14, n. 2, p. 329-342, 2008.

PORTO, M., TEIXEIRA, S. G. **Portos e meio ambiente**. São Paulo: Aduaneiras, 2002.

PORTO DO ITAQUI. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto do Itaqui**. São Luís: EMAP – Empresa Maranhense de Administração Portuária, 2011.

POWERS, L.W. A catalogue and bibliography to the crabs (Brachyura) of the Gulf of Mexico. **Contributions in Marine Science**, v.20, p.1-190, 1977.

PÓVOA, A, Alves.; SKINNER, L, F.; DE ARAÚJO, F, V. Fouling organisms in marine litter (rafting on abiogenic substrates): A global review of literature. **Marine Pollution Bulletin**, v. 166, p. 112189, 2021.

PREZANT, R. S.; SHELL, R. M.; WU, L. Comparative shell microstructure of two species of tropical laternulid bivalves from Kungkrabaen Bay, Thailand with further reflections on laternulid taxonomy. **American Malacological Bulletin**, v. 33, n.1, p.22-35, 2015.

PRINCIPAIS. Principais Portos do Brasil. Rio de Janeiro: Antaq, 2016. Disponível em: Acesso em: 15 de maio, 2018.

QIN, Q.; SHEN, J. The contribution of local and transport processes to phytoplankton biomass variability over different timescales in the Upper James River, Virginia. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 196, p. 123–133, 2017.

QIU, H.; FENG, K.; GAPEEVA, A.; MEURISCH, K.; KAPS, S.; LI, X.; YUC, L.; MISHRA, Y, K.; ADELUNG, R.; BAUM, M. Functional polymer materials for modern

marine biofouling control. **Progress in Polymer Science**, p. 101516, 2022.

REBELO-MOCHEL, F. *et al.* **Degradação dos Manguezais na Ilha de São Luís (MA): Processos Naturais e Impactos Antrópicos**. In: PROST, M. T.; MENDES, A.C. (org). *Ecosistemas Costeiros: impactos e gestão ambiental*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001. p. 113-131.

RATNASINGHAM, S.; HEBERT, P. D.N. BOLD: The Barcode of Life Data System (<http://www.barcodinglife.org>). **Notas de ecologia molecular**, v. 7, n. 3, pág. 355-364, 2007.

RECH, S.; THIEL, M.; PICHS, Y. J. B.; GARCÍA-VAZQUEZ, E. Travelling light: Fouling biota on macroplastics arriving on beaches of remote Rapa Nui (Easter Island) in the South Pacific Subtropical Gyre. **Marine pollution bulletin**, v. 137, p. 119-128, 2018.

RIBEIRO, R. P.; ALVES, P. R.; ALMEIDA, Z. S.; RUTA, C. A new species of *Paraonis* and an annotated checklist of polychaetes from mangroves of the Brazilian Amazon Coast (Annelida, Paraonidae). **ZooKeys**, n. 740, p. 1, 2018.

RIBEIRO, R. P.; ALMEIDA, Z. S. POLYCHAETA. In: NUNES, J. L. S.; MENDONÇA, M. A. (Org.). **Biodiversidade Marinha da Ilha do Maranhão**. 1 ed. São Luís: EDUFMA, 2013, v. 1, p. 79-94.

RICE, A. L. The metamorphosis of a species of *Homola* (Crustacea, Decapoda: Dromiacea). **Bulletin of Marine Science**, v. 14, n. 2, p. 221-238, 1964.

RIOS, E. C.; HAIMOVICI, M.; PERES, J. A. A.; DOS SANTOS, R. **Seashells of Brazil**. 1994.

RILOV, G; GALIL, B. Marine bioinvasions in the Mediterranean Sea—history, distribution and ecology. In: **Biological invasions in marine ecosystems**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 549-575, 2009.

ROSA, Leonardo C.; BEMVENUTI, Carlos E. Temporal variability of the estuarine macrofauna of the Patos Lagoon, Brazil. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v. 41, n. 1, p. 1-9, 2006.

ROSS, D. J. Impactos de dois alimentadores suspensos introduzidos em Port Phillip Bay, Austrália. *Marine Ecology Progress Series*, v. 340, p. 41-53, 2007.

ROSS, D. J.; JOHNSON, C. R.; HEWITT, C. L. Variabilidade no impacto de um predador introduzido (*Asterias amurensis*: Asteroidea) em conjuntos de sedimentos moles. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 288, n. 2, p. 257-278, 2003.

ROSSI, M. C. S. **Contribuição ao conhecimento taxonômico dos poliquetas Sabelídeos (Polychaeta: Sabellidae) da Região Sudeste do Brasil**. Universidade de São Paulo-USP, Instituto de Biociências, Dissertação de Mestrado, 20p., 2008.

RUIZ, G. M., CARLTON, J. T., GROSHOLZ, E. D., E HINES, A. H. Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extent, and consequences. **American zoologist**, v. 37, n. 6, p. 621-632, 1997.

SANTOS, L.A. **Caracterização da macrofauna bentônica do manguezal da Ilha de Tauá-Mirim, Golfão Maranhense, Brasil**. 2007. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2007.

SANTOS, C. L. T. D.; BEMVENUTI, C. E. Colonização de organismos incrustantes sésseis e perfurantes em substrato artificial na região estuarina da Lagoa dos Patos, sob a influência do fenômeno El Niño. **Tropical Oceanography Online**. Recife, v. 40, n. 1, p. 104-118, 2012.

SAUSSURE, H. Diagnósticos de quelques Crustacés nouveaux de l'Amérique tropicale. **Revue et Magasin de Zoologie**, v.2, n.9, p.501-505, 1857. Acesso em: 25/10/2022. Disponível em: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=sourcedetails&id=359803>

SCHÄFER, S.; MONTEIRO, J.; CASTRO, N.; RILOV, G.; CANNING-CLODE, J. *Cronius ruber* (Lamarck, 1818) arrives to Madeira Island: a new indication of the ongoing tropicalization of the northeastern Atlantic. **Marine Biodiversity**, v. 49, n. 6, p. 2699-2707, 2019.

SENCIENTE. ***Atilia succinea* (Leuckart, 1847) observado nos Estados Unidos da América**. Inaturalist, 2022. Acesso em 22/11/2022. Disponível em: <https://www.inaturalist.org/photos/187993662>

SEO, E., LEE, J. W., LEE, D., SEONG, M. R., KIM, G. H., HWANG, D. S., & LEE, S. J. Eco-friendly erucamide–polydimethylsiloxane coatings for marine anti-biofouling. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 207, p. 112003, 2021.

SERC, **Smithsonian Institution, Environmental Research Center**. Disponível em: <https://serc.si.edu/>. Acesso em: 08 DEZ. 2022.

SEREJO, C. S. The genus *Leucothoe* (Crustacea, Amphipoda, Leucothoidae) on the Brazilian coast. **Beaufortia**, v. 48, n. 6, p. 105-135, 1998.

SIDDIK, A. A.; SATHEESH, S. Interactive effects of light and substrate colour on the recruitment of marine invertebrates on artificial materials. **Community Ecology**, v. 22, n. 1, p. 69-78, 2021.

SILVA, Eder Carvalho; BARROS, Francisco. Macrofauna Bentônica Introduzida no Brasil: Lista De Espécies Marinhas e Dulcícolas e Distribuição Atual. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 2, p. 326-344, 2011.

SONAK, S. Implications of organotins in the marine environment and their prohibition. **Journal of environmental management**, v. 90, n. Supplement 1, 2009.

SOOT-RYEN, T. A report on the family Mytilidae (Pelecypoda). Informe sobre la familia Mytilidae (Pelecypoda). **Allan Hancock Pacific Expeditions.**, v. 20, n. 1, p. 1-174, 1955.

SOUSA. D.B.S., ALMEIDA, Z.S. & CARVALHO-NETA, R.N.F. Biomarcadores histológicos em duas espécies de bagres estuarinos da Costa Maranhense, Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, p.369-376, 2013.

SOUSA L.P., TUCHKOVENKO Y., e ZAUCHA, J. Assessment of marine ecosystem services indicators: experiences and lessons learned from 14 European case studies.

Integrated Environmental Assessment and Management, v. 12, n.4, p. 726–734, 2016.
DOI: 10.1002/ieam.1782.

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

SOUSA, L. K. S.; OLIVEIRA, V. M.; CUTRIM, M. V., J. **Efeito da atividade de dragagem sobre a macrofauna bêntica do complexo portuário de São Luís, Maranhão**. 2018. 81 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

SOL, Y.; QIU, J. A new species of *Lagis* (Polychaeta: Pectinariidae) from Hong Kong. **Zootaxa**, v. 3264, n. 1, p. 61–68, 2012.

STOCK, J. H. Pycnogonida from southern Brazil. **Tijdschrift voor Entomologie**, v. 135, n. 1, p. 113-139, 1992.

STOCK, J. H. Uma chave para as espécies do grupo locusta do gênero anfípode *Gammarus*, com notas sobre sua nomenclatura. **Bulletin Zoologisch Museum**, v. 1, n. 1, pág. 1-5, 1966.

TARGUSI, M.; LATTANZI, L.; NICOLETTI, L. Amphipod assemblages from an artificial reef: a long-term analysis. **Crustaceana**, v. 86, n. 7-8, p. 1025-1037, 2013.

TAYLOR, John D. *et al.* Deixou no frio? Origem evolutiva de *Laternula elliptica*, uma espécie-chave de bivalve do bentos antártico. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 123, n. 2, p. 360-376, 2018.

TEIXEIRA, R. M.; BARBOSA, J. D. S. P.; LÓPEZ, M. S.; FERREIRA-SILVA, M. A. G.; COUTINHO, R.; VILLAÇA, R. C. Bioinvasão marinha: os bivalves exóticos de substrato consolidado e suas interações com a comunidade receptora. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 2, p. 381-402, 2010.

TORREGROZA-ESPINOSA, A.C; MARTÍNEZ-MERA, E.; CASTAÑEDA-VALBUENA, D.; GONZÁLEZ-MÁRQUEZ, L.C.; TORRES-BEJARANO, F. Nível de contaminação e distribuição espacial de metais pesados na água e sedimentos do reservatório El Guajaro, Colômbia. **Boletim de contaminação ambiental e toxicologia**, v. 101, n. 1, pág. 61-67, 2018.

VIEIRA, C. M. **Variação sazonal e espacial da macrofauna associada a *Cladophoropsis membranacea* (C. Agardh) Börgesen em afloramento rochoso da praia de Panaquatira, município de São José de Ribamar-MA**. 2010. 30 f. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2010.

WATANABE, T. T.; LÓPEZ-GRECO, L. S.; ZARA, F. J. Seminal fluid and spermatophore production in a western Atlantic invasive swimming crab, *Charybdis hellerii*, reveals a different pattern to Portunoidea. **Arthropod Structure & Development**, v. 66, p. 101137, 2022.

WIKIDATA. *Monia nobilis*. 2022. Acesso em 22/11/2022. Disponível em: <https://www.wikidata.org/wiki/Q13860862>.

WORMS EDITORIAL BOARD. **World Register of Marine Species**, 2022 Disponível em <<https://www.marinespecies.org> em> VLIZ. Acessado em: 09/07/2022. doi:10.14284/170.

WORMS. *Alitta succinea* (Leuckart, 1847). 2022. Acesso em 22/11/2022. Acesso em: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=234850#images>.

WORMS. *Gammarus crinicornis* Stock, 1966. 2022. Acesso em: 25/10/2022. Disponível em: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=102275#distributions>

YEBRA, D. M.; KIIL, S.; DAM-JOHANSEN, K. Antifouling technology—past, presente and future steps towards efficient and environmentally friendly antifouling coatings. **Progress in Organic Coatings**, v. 50, n. 2, p. 75–104, jul. 2004.

VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica**. Rio de Janeiro. Interciência, 2000. 117p.

VALENTIN, J. L., MACÊDO-SAIDAH, F. E., TENENBAUM, D. R. & SEIVA, N. L. A. Diversidade específica para análise das sucessões fitoplanctônicas. Aplicações ao ecossistema de ressurgência de Cabo Frio (RJ). **Nerítica**. Pontal do Sul: v. 6, n. 1/2, p. 7- 26, 1991.

VALÉRIO-BERARDO, M. T., FLYNN, M. N., & WAKABARA, Y. Structure and dynamics of a shelf amphipod taxocoenosis in southeastern Brazil. **Bulletin of Marine Science**, v. 66, n. 1, p. 59-72, 2000.

VERNIER, J. **O meio ambiente**. São Paulo: Papirus, 1994.

ZHANG, J.; HUTCHINGS, P. Uma revisão de Australian Pectinariidae (Polychaeta), com novas espécies e novos registros. **Zootaxa**, v.4611, n.1, p.1-70, 2019.

ZHANG, J.; LIU, C. L. Riverine com po si tion and estuarine geo chem is try of par tic u late *met als* in China-weath er ing fea tures, anthropogenic im pact and chem i cal fluxes. **Estuar. Coast. Shelf Sci**, v. 54, p. 1051-1070, 2002.

ZONEAMENTO COSTEIRO DO ESTADO DO MARANHÃO. Fundação
Sousândrade de apoio do desenvolvimento da Universidade Federal do Maranhão.
**Departamento de Oceanografia e Limnologia, DEOLI/Laboratório de Hidrobiologia–
LABOHIDRO, Núcleo Geoambiental–UEMA**, v. 2, 2003.



Emitido em 13/02/2025

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº 3581/2025 - DPARQ (11.14.68.07.05)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 13/02/2025 13:33)

CRISTIANE DE JESUS PEREIRA GASPAR

SECRETARIO III

866500

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sis.sig.uema.br/documentos/> informando seu número:
3581, ano: **2025**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **13/02/2025** e o código de
verificação: **a573031a6b**

