



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**MAIARA MAIA BORGES**

**MACROFAUNA BENTÔNICA DE AMBIENTE INCONSOLIDADO DA ZONA DE  
PLATAFORMA NA REGIÃO DO TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM, CEARÁ,  
BRASIL**

**FORTALEZA**

**2026**

MAIARA MAIA BORGES

MACROFAUNA BENTÔNICA DE AMBIENTE INCONSOLIDADO DA ZONA DE  
PLATAFORMA NA REGIÃO DO TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM, CEARÁ,  
BRASIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharelado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Helena Matthews Cascon

Co-orientadora: Dra. Cristiane Xerez Barroso

FORTALEZA

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

B733m Borges, Maiara Maia.

Macrofauna bentônica de ambiente inconsolidado da zona de plataforma na região do terminal portuário do Pecém, Ceará, Brasil / Maiara Maia Borges. – 2026.

47 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2026.

Orientação: Prof. Dr. Helena Matthews Cascon .

Coorientação: Prof. Dr. Cristiane Xerez Barroso.

1. Plataforma continental. 2. Macrobentos. 3. Região portuária . 4. Invertebrados marinhos. I. Título.

CDD 570

---

MAIARA MAIA BORGES

MACROFAUNA BENTÔNICA DE AMBIENTE INCONSOLIDADO DA ZONA DE PLATAFORMA NA REGIÃO DO TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM, CEARÁ, BRASIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharelado em Ciências Biológicas.

Aprovada em \_\_/\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Helena Matthews-Cascon  
Departamento de Biologia - UFC (Orientadora - Presidente)

---

Dra. Cristiane Xerez Barroso  
Departamento de Biologia - UFC (Co-orientadora)

---

Profa. Dra. Karoline Ceron  
Departamento de Biologia - UFC (Examinadora interna)

---

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Soares  
Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR/UFC (Examinador interno)

Dedico esse fechamento de ciclo aos meus pais, Talita, Cris e Rubemar, que me deram o melhor que podiam, para que eu tivesse a chance de sonhar.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Talita, Cris e Rubemar, por todos os anos de dedicação e incentivo, seja na escola ou na universidade, vocês construíram a minha base, a melhor que poderiam ter me dado, graças a ela agora posso voar.

Agradeço a minha família, meus avós, meus tios e meus priminhos por alegrarem meus finais de semana para enfrentar as semanas mais puxadas, cada momento por mais simples que seja fica na memória, e não importa se estamos fisicamente próximos ou distantes, essas memórias ficam e fazem parte de nós.

Agradeço a todos os bons professores que já passaram por mim, seja na época da escola ou aqui na biologia, o conhecimento nunca é desperdiçado, sempre há um momento que ele pode ser útil. Professores não foram somente aqueles que me deram aula, foram aqueles que amparam, que deram ideias, deram conselhos, se preocuparam. Assim, tenho um agradecimento especial para um certo grupo: Professor Cadu, Professora Karoline e Dra. Ravena, com os quais tive a oportunidade de trabalhar como agente de extensão, aprendi muito em cada um dos projetos em que estive com vocês, a extensão é onde mais me identifico e onde sinto que mais cresci como ser humano nesses anos na universidade. Cada projeto, cada atividade, a liberdade de poder usar a criatividade, a oportunidade de gerar impacto em outras pessoas com o nosso trabalho foi incrível. Muito obrigada por me escutarem, por se abrirem para as minhas ideias, por me darem o espaço para tentar, acertar e falhar, muito obrigada Ciência à Deriva, NILUC e PEAM, estarei torcendo por vocês sempre!

Agradeço aos amigos que fiz durante graduação (VALEU GALERA DO GERAAAAA), por fazerem parte da minha vida e se abrirem para que eu fizesse parte da vida deles, as aulas se tornaram mais leves, os trabalhos em grupo mais divertidos (valeu Fazendinha contaminada) e até estudar para as provas podia virar algo divertido.

Aos amigos de infância do prédio 900, obrigada por todo o apoio em momentos difíceis, todas as conversas e sessões de terapia coletiva hehehe, para além da faculdade ainda vamos fazer muitas delas, e sessões de jogos, filmes e de piscina, essencial.

Agradecimento especial para minhas almas gêmeas não românticas, Ju e Maju, amo muito vocês e sempre vou estar aqui para o que vocês precisarem, obrigada por fazerem parte de mim.

Agradeço ao meu primo Joselito que é um irmão de coração e minha cunhada Roberta por todos os papos, conversar com vocês 2 é bom demais.

Agradeço ao meu bem e meu companheiro, por ter acompanhado toda essa trajetória tão de perto, alguns desafios foram compartilhados, outros tivemos que encarar individualmente, mas sempre estivemos lá um pelo outro e no que depender de mim sempre vamos estar. Muito obrigada por SEMPRE acreditar em mim, por me lembrar que eu consigo fazer qualquer coisa e por sonhar junto comigo, por uma vida melhor e por um mundo melhor que vamos construir juntos.

Agradeço aos colegas de laboratório, do LIMCE e do LabZOO, por todas as confraternizações que tivemos nesses anos, pelos conselhos, pelo tempo que pararam o que estavam fazendo para tirar uma dúvida minha, pelas dicas de vida acadêmica e vida adulta, acho que vamos seguir caminhos bem diferentes, mas torço muito por todos vocês!

Agradeço a Professora Helena, por abrir as portas do mundo científico para mim, durante a graduação o LIMCE foi a minha casa e sou muito grata a senhora por todas as experiências que tive por lá, todos os resumos produzidos, tentativas e erros de projetos. Muito obrigada por todos esses anos de apoio e orientação, inclusive do TCC, pude crescer muito como pesquisadora graças a senhora e a tomo como um exemplo como cientista e como mulher, sei que não foi e não é nada fácil, mas a calma e a leveza como a senhora lidou com as dificuldades me inspiram, espero poder lidar com as minhas da mesma maneira, muito obrigada por tudo!

Por fim, era pra ser só uma colega de laboratório, mas a considero como uma mentora e como uma grande amiga, Dra. Cristiane (pra mim sempre vai ser Cris). Apesar de você odiar quando te chamam de professora, acho que foi a pessoa com a qual mais aprendi durante a graduação, ao longo de muitas conversas, algumas descontraídas, outras mais sérias, algumas muito rápidas, outras longas, as vezes em grupo, às vezes só nós duas, acabamos passando muito tempo juntas. Confesso que quando cheguei no laboratório tinha um certo medinho, de quebrar uma placa de petri ou uma lâmina e você brigar comigo, até porque você mesma me disse que ia acontecer, que todos faziam isso, até o presente momento por sorte não chegou hehehe. Foi conversando com você que eu fui aprendendo como a realidade acadêmica realmente é, sem romantismo e sem rodeios, a verdade nua e crua, sempre admirei o quanto você é sincera porque infelizmente as outras pessoas mentem muito em relação a isso. Apesar disso tudo, nunca me senti desencorajada a entrar nesse mundo, muito pelo contrário, você me ensinou que se vemos os problemas é porque precisamos resolvê-los, nunca é fácil, é cansativo, eu vejo como às vezes você fica desanimada achando que as suas lutas são em vão mas não são. Para cada mulher que já passou ou vai passar pelo laboratório é impossível não se impressionar com você, a sua luta inspira, ver que somos capazes de levantar a voz dá esperança, seja em qual espaço precisemos ocupar, essa memória fica. Como você não gosta de “professora” acho que podemos ficar com mentora, muito obrigada Cris, por ter feito parte da minha formação, como cientista e como pessoa mas acho que principalmente como mulher, ter tido a chance de te conhecer fez toda a diferença na minha trajetória, e não é só porque me formei que você vai se livrar de mim, ainda vamos nos esbarrar por aí, você vai ver.

Amar com coragem é dizer sim à vida.  
“Oração para desaparecer - Socorro  
Acioli”



## RESUMO

A região da plataforma continental é composta principalmente por sedimentos arenosos e lamosos, sendo habitat para diversas espécies de invertebrados marinhos bentônicos. A biodiversidade brasileira das regiões de plataforma ainda é pouco conhecida, principalmente no nordeste setentrional (Atlântico Sudoeste Equatorial). No entanto, essa biota está suscetível a diversos impactos, em especial em regiões portuárias, onde o vazamento de químicos, a erosão costeira e o aparecimento de espécies exóticas é comum. O objetivo desse estudo foi analisar quali-quantitativamente a macrofauna bentônica na região portuária do Pecém (Ceará, Brasil) para identificar possíveis variações espaciais e temporais. Foram realizadas quatro campanhas de coleta em 2024 e 2025, sendo duas em período seco e duas em período chuvoso, com amostragem do sedimento realizada com auxílio de uma draga do tipo Van veen em quatro áreas inconsolidadas na região a barlavento do terminal portuário. Ao todo foram coletadas 48 amostras, as quais foram lavadas em malha de 0,5 mm para retenção da macrofauna, conservadas em álcool etílico 70% e levadas ao laboratório onde os animais foram triados, identificados em grandes táxons e fotografados. Foram realizadas uma análise multivariada não-paramétrica (PERMANOVA *one-way*), análise de agrupamento (*cluster*) e análise de ordenação através de NMDS, todas utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis. A PERMANOVA indicou não haver diferença temporal significativa, porém, houve diferença espacial significativa na composição da macrofauna. Dentre os perfis sedimentológicos houve diferença significativa apenas em pontos de recifes. O estudo apresentou composição da macrofauna bentônica semelhante ao observado em outros estudos em áreas de plataforma. Porém ressalta-se que, em alguns desses estudos, outros fatores abióticos como a profundidade e a quantidade de matéria orgânica no substrato foram fatores determinantes para a composição da macrofauna. Se faz necessário um maior investimento em pesquisas com biodiversidade em zonas de plataforma rasas equatoriais para propiciar conhecimento visando sua conservação.

**Palavras-chave:** plataforma continental, macrobentos, região portuária, invertebrados marinhos.

## ABSTRACT

The continental shelf region is mainly composed of sandy and muddy sediments, providing habitat for diverse species of benthic marine invertebrates. The biodiversity of the Brazilian shelf regions is still poorly understood, especially in the northern northeast (Southwest Equatorial Atlantic). However, this biota is susceptible to many impacts, particularly in port areas, where chemical spills, coastal erosion, and the appearance of exotic species are common. The objective of this study was to analyze, qualitatively and quantitatively, the benthic macrofauna in the port region of Pecém (Ceará, Brazil) to identify possible spatial and temporal variations. Four sampling campaigns were carried out in 2024 and 2025, two during the dry season and two during the rainy season, with sediment sampling performed using a Van Veen dredge in four unconsolidated areas in the windward region of the port terminal. In total, 48 samples were collected, which were washed through a 0.5 mm mesh to retain macrofauna, preserved in 70% ethyl alcohol, and taken to the laboratory where the animals were processed, identified into major taxa, and photographed. A non-parametric multivariate analysis (one-way PERMANOVA), cluster analysis, and ordination analysis using NMDS were performed, all using the Bray-Curtis similarity index. A non-parametric multivariate analysis (one-way PERMANOVA), cluster analysis, and ordination analysis using NMDS were performed, all employing the Bray-Curtis similarity index. PERMANOVA indicated no significant temporal difference, however, there was a significant spatial difference in macrofauna composition. Among the sedimentological profiles, significant differences were observed only at reef points. The study presented a benthic macrofauna composition similar to that observed in other studies in shelf areas. However, it should be noted that, in some of these studies, other abiotic factors such as depth and the amount of organic matter in the substrate were determining factors for the macrofauna composition. Greater investment in biodiversity research in shallow equatorial shelf zones is necessary to provide knowledge aimed at their conservation.

**Keywords:** continental shelf; macrobenthic; portuary region; marine invertebrates

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Mapa 1 - Imagens de satélite do CIPP e do TPP.....	20
Mapa 2 - Divisão das áreas e pontos de coleta.....	21
Figura 1 - Metodologia de coleta de campo.....	22
Gráfico 1 - Gráfico de barras com dados pluviométricos.....	25
Gráfico 2 - Diagrama de Sankey da composição granulométrica das áreas.....	26
Prancha fotográfica - Espécimes de macrofauna.....	27
Gráfico 3 - Diagrama sunburst.....	28
Gráfico 4 - Gráfico de barras de abundância dos táxons por campanha.....	30
Gráfico 5 - Resultados da Análise de Cluster.....	32
Gráfico 6 - Resultados da análise de ordenação de NMDS.....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados granulométricos.....	23
Tabela 2 - Valores de Bonferroni composição e período.....	31
Tabela 3 - Valores de Bonferroni composição e granulometria.....	31

## LISTA DE ABREVIATURAS

CIPP	Complexo Industrial e Portuário do Pecém
LABOMAR	Instituto de Ciências do Mar
LIMCE	Laboratório de Invertebrados Marinho do Ceará
LOG	Laboratório de Oceanografia Geológica
TPP	Terminal Portuário do Pecém
UFC	Universidade Federal do Ceará
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
PAST	PAleontological STatistics

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	18
<b>2.1. OBJETIVO GERAL</b> .....	18
<b>2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	18
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	19
<b>3.1 ÁREA DE ESTUDOS</b> .....	19
<b>3.2 PROCEDIMENTOS DE CAMPO</b> .....	20
<b>3.3 PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO</b> .....	22
<b>3.4 ANÁLISE DE DADOS</b> .....	23
<b>4. RESULTADOS</b> .....	25
<b>4.1 CARACTERIZAÇÃO ABIÓTICA DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	25
<b>4.2 ESTRUTURA DA MACROFAUNA BENTÔNICA</b> .....	26
<b>4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS</b> .....	30
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	34
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	38
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	39

## 1. INTRODUÇÃO

O oceano é o berço da vida na Terra. Contudo, até o surgimento da oceanografia moderna e das campanhas oceanográficas no século XIX, a vida presente nos oceanos, para além da região entremarés, ainda era um mistério inacessível (BRAGA *et al.*, 2021). De acordo com Bouchet e colaboradores (2023) atualmente há aproximadamente 240 mil espécies marinhas descritas, destas, por volta de 182 mil são invertebrados, com mais de 2.000 novas espécies descritas a cada ano, sendo em sua maioria animais bentônicos dos trópicos entre 0 e 60 m de profundidade.

O Brasil apresenta uma das maiores margens costeiras do mundo se estendendo por mais de 8.500 km no Atlântico Sul (AMIN; FARIAS; CARNEIRO, 2021). Segundo Cord e colaboradores (2022) a biodiversidade marinha brasileira se divide em oito agrupamentos, sendo as regiões subtropicais entre as latitudes médias dos estados da Bahia e Rio de Janeiro as mais diversificadas. Segundo o “Sumário para tomadores de decisão: 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos”, publicado por Seixas e colaboradores (2023), atualmente no Brasil a fauna marinha é composta, dentre outros grupos, por “[...] 51 espécies de mamíferos, 62 espécies de aves, 1.359 espécies de peixes, cinco espécies de tartarugas, 1.717 espécies de crustáceos, 1.913 espécies de moluscos e mais de 120 espécies de corais [...]”.

A biodiversidade marinha está diretamente relacionada à resiliência do oceano e a manutenção de serviços ecossistêmicos, desde a regulação térmica do planeta até a manutenção de estoques pesqueiros (PALUMBI *et al.*, 2008). Além disso, a chamada “economia do mar” movimenta cerca de 20% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro em atividades que envolvem: exploração de recursos naturais, transporte, turismo, esporte, produção energética, indústrias e infraestrutura (SEIXAS *et al.*, 2023). Dessa forma, o bem-estar e a situação socioeconômica da população brasileira que vive na zona costeira (cerca de 18% do total) (SEIXAS *et al.*, 2023) está diretamente ligada à saúde do oceano (BRANDINI, 2014). Conhecer, estudar e compreender sua vasta biodiversidade é essencial para a elaboração de planos de manejo e conservação de seus recursos de forma sustentável.

A macrofauna bentônica é constituída por animais (por exemplo, moluscos, poliquetas e crustáceos) que possuem um hábito de vida diretamente associado ao sedimento e que apresentam tamanhos maiores ou iguais a 0,5 mm (SOARES-GOMES, PITOMBO & PAIVA, 2009; CASTRO & HUBER, 2012). Esses organismos são um importante componente das comunidades marinhas, possuindo um papel-chave dentro da teia alimentar como elo entre produtores primários e consumidores (BRANDINI; PIRES-VANIN, 2020), além de prestar serviços ecossistêmicos, como a ciclagem de nutrientes que se acumulam no fundo marinho (SOARES *et al.*, 2022). Além disso, organismos bentônicos são bioindicadores, respondendo de forma rápida tanto a distúrbios naturais como antropogênicos; logo, pesquisas ecológicas de grande duração nessas comunidades são uma ferramenta fundamental para o diagnóstico e monitoramento ambiental (NEVES & VALENTIN, 2011).

Comunidades de macrofauna bentônica de substratos inconsolidados (arenosos, lamosos ou areno-lamosos) de zonas de plataforma continental são influenciadas por uma série de fatores abióticos, como o tamanho das partículas do sedimento (ROSA-FILHO *et al.*, 2006), a profundidade (LAVRADO, 2006), a salinidade (PAIVA, COELHO, TORRES, 2005) e a estabilidade do local (NEVES; SILVA; BEMVENUTI, 2012). Apesar das comunidades de fundos inconsolidados da plataforma continental compartilharem diversos traços com as comunidades de praias arenosas e das planícies de maré, os ambientes de infralitoral apresentam comunidades mais ricas em espécies, pois encontram-se constantemente submersas, possuindo maior estabilidade de condições abióticas (CASTRO & HUBER, 2012).

De acordo com Soares e colaboradores (2022), a maior parte (67%) dos estudos sobre as comunidades bentônicas estão concentrados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, onde historicamente se localizam grupos de pesquisa mais bem consolidados, com investimentos para a realização de campanhas oceanográficas. Além disso, dentre os diversos ambientes distribuídos nos mais de 8.500 km de extensão da costa, os estuários atualmente são os locais com maior volume de pesquisas na temática, ao passo que regiões marinhas concentram apenas 37,2% das pesquisas, estando divididas em zonas entremarés e zonas submersas (SOARES *et al.*, 2022). Ainda pouco estudada, a plataforma da região Nordeste setentrional (Atlântico Sudoeste Equatorial) apresenta diferenças em sua

composição sedimentológica em decorrência do clima semiárido, cuja baixa pluviosidade diminui o carreamento de sedimentos terrígenos pelos rios, resultando na predominância de sedimentos carbonáticos na região (AGUIAR-NETO; MARQUES; FREIRE, 2016).

No Nordeste brasileiro setentrional, a costa cearense se distribui ao longo de 573 km de faixa litorânea, abrigando vasta diversidade de paisagens e ecossistemas. Sobre o conhecimento acerca da macrofauna bentônica do Estado, a grande maioria dos trabalhos são realizados em zonas entremarés como a Praia de Paracuru (VIANA; ROCHA-BARREIRA; HIJO, 2005), a Praia do Futuro (ROCHA-BARREIRA; MONTEIRO; FRANKLIN-JÚNIOR, 2001) e de estuários, como o do rio Pacoti (SILVA; FRANKLIN-JÚNIOR, ROCHA-BARREIRA, 2017) e do rio Jaguaribe (ROLEMBERG; FRANKLIN-JÚNIOR; ROCHA-BARREIRA, 2016). Também já foram realizados estudos sobre a macrofauna bentônica associada ao prado marinho entremarés (CAVALCANTE *et al.*, 2014; BARROS; ROCHA-BARREIRA, 2010).

Um fator antrópico que influencia diretamente a macrofauna bentônica é a instalação de portos. Regiões portuárias são locais de intenso tráfego de pessoas, embarcações, mercadorias e de espécies exóticas, gerando impactos negativos na vida marinha (MIRANDA; FREIRE, MATTHEWS-CASCON, 2013). As atividades portuárias também contribuem para a emissão significativa de elementos poluentes, como petróleo, tintas, produtos químicos e metais pesados, que se acumulam principalmente na água, nos sedimentos e na biota (AGUIAR, MARINS, ALMEIDA, 2007). A própria construção desses portos já altera a dinâmica sedimentológica local, em especial em portos *offshore*, como é o caso do Terminal Portuário do Pecém (TPP), localizado no Ceará.

A construção do TPP promoveu o acúmulo de sedimentos em seu entorno ao impedir deriva litorânea natural (GONÇALVES, SANTOS, CRUZ, 2017). Segundo Soares e colaboradores (2022) nessa região portuária já foram registradas a ocorrência de várias espécies não nativas, incluindo moluscos [*Isognomon bicolor* (C. B. Adams, 1845); *Leiosolenus aristatus* (Dillwyn, 1817); *Perna viridis* (Linnaeus, 1758), *Eualetes tulipa* (Rousseau, 1843)], crustáceos [*Charybdis (Charybdis) hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867); *Acidops cessacii* (A. Milne-Edwards, 1878); *Athanas dimorphus* Ortmann, 1894; *Lysmata dispar* Hayashi, 2008; *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* Boone, 1931; *Amphibalanus amphitrite* (Darwin, 1854)] e equinodermos

[*Tropiometra carinata* (Lamarck, 1816); *Ophiothela mirabilis* (Verrill, 1867) e *Ophiactis savignyi* (Müller & Troschel, 1842)].

O Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP) é um local em constante expansão para atender as demandas internacionais do comércio cearense, já incluindo em seu complexo industrial representantes dos setores de construção civil, metalurgia, logística, fertilizantes, nutrição animal e produção de energia (Complexo [...], 2021). Está dentro do planejamento estratégico do CIPP a implantação de um HUB de hidrogênio verde, na área a barlavento do porto, como uma fonte de energia limpa e alternativa aos combustíveis fósseis (Pecém [...], 2021). No entanto, novos empreendimentos também podem trazer novas ameaças para a biota marinha local, a qual pouco se conhece. Além disso, o conhecimento básico sobre a biodiversidade rasa dessa região setentrional é imprescindível face que se trata da margem equatorial brasileira. Desse modo, o presente estudo teve por objetivo realizar um levantamento quali-quantitativo da comunidade da macrofauna bentônica que habitat o substrato inconsolidado na região à barlavento do terminal TPP (Ceará, Brasil).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar quali-quantitativamente a macrofauna bentônica de substrato inconsolidado presente na região adjacente ao Terminal Portuário do Pecém (TPP), São Gonçalo do Amarante, Ceará, Brasil.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar se há variação temporal na estrutura (composição e abundância) da macrofauna bentônica.
- Identificar se há variação espacial na estrutura (composição e abundância) da macrofauna bentônica entre diferentes áreas inconsolidadas.

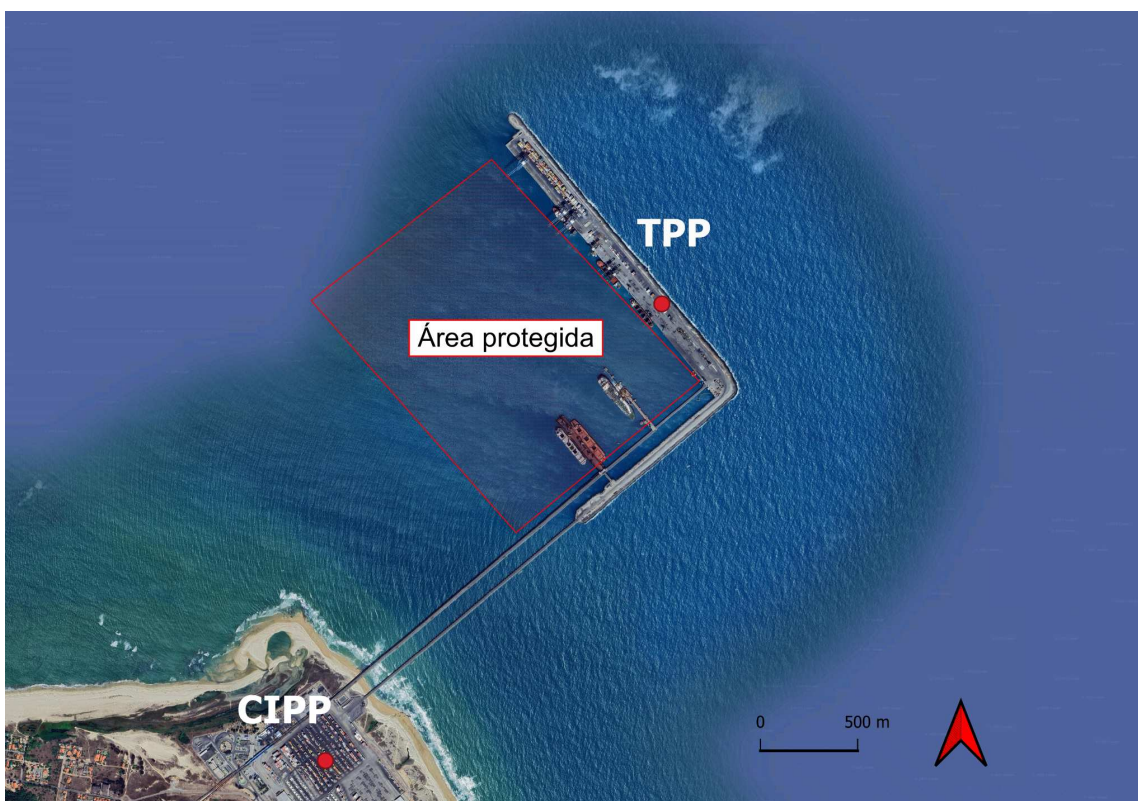
### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. ÁREA DE ESTUDO

O Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), localizado no município de São Gonçalo do Amarante, região metropolitana de Fortaleza, Ceará, Brasil, possui uma área de 19 mil hectares, tendo iniciado suas atividades em 2002, abrigando um dos poucos portos *offshore* do Brasil (Complexo [...], 2021). O TPP é maior e mais profundo que o Porto do Mucuripe (Fortaleza), operando desde 2002, consegue receber navios com calado superior à 15 m (AZENHA; PEQUENO, 2016).

O Terminal Portuário do Pecém (TPP) (3°30'00"S, 39°50'00"W) (Mapa 1), localizado a 60 km de Fortaleza, está situado na "Ponta do Pecém", um promontório geológico formado por rochas cristalinas e pré-cambrianas, circundado e soterrado por sedimentos de tabuleiros pré-litorâneos de idade cenozóica e dunas móveis recentes (MAGNI, MARTINS & PITOMBEIRA, 2013). Essa região apresenta duas estações climáticas bem distintas: um período chuvoso (entre os meses de janeiro e julho), com diminuição da velocidade dos ventos e correntes, e um período seco (entre os meses de agosto e dezembro), caracterizado por fortes ventos na direção leste-oeste predominantemente (MOTA et al., 2014).

Atualmente, o TPP possui dois píeres conectados ao continente por uma ponte de aproximadamente 2 km de comprimento, protegidos por um quebra-mar do tipo berma (*rubble mound breakwater*) em formato de "L", com comprimento total de 1,7 km, criando uma área de calmaria de aproximadamente 2 km<sup>2</sup> (PECÉM, 2008) (Mapa 1).



Mapa 1 - Mapa com imagens de satélite com parte do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP) e Terminal Portuário do Pecém (TPP), localizados no Ceará (NE Brasil), evidenciando a estrutura do quebra-mar e a área protegida para embarcações.

Fonte: da autora, feito com o programa QGIS a partir de imagens do Google Earth.

### 3.2 COLETA DE AMOSTRAS

Foram realizadas quatro campanhas oceanográficas de coleta: 1<sup>a</sup>: 04 e 05 de julho de 2024; 2<sup>a</sup>: 05 e 06 de agosto de 2024; 3<sup>a</sup>: 21 e 22 de novembro de 2024 e 4<sup>a</sup>: 20 e 21 de fevereiro de 2025. Para a amostragem, a região à barlavento do porto foi dividida em quatro áreas com pontos previamente demarcados: vermelha mais próxima ao porto (21 pontos); amarela mais profunda e distante da costa (12 pontos); azul intermediária em relação a distância do porto (15 pontos); verde mais distante a leste do porto (12 pontos), perpendiculares à costa e adjacentes ao quebra-mar (Mapa 2). As áreas e os pontos foram delimitados com o intuito de compreender a composição da macrofauna bentônica local e analisar possíveis variações espaciais e temporais.



Mapa 2 - Divisão das áreas e pontos de coleta no Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Ceará, Brasil). Fonte: da autora, feito com o programa QGIS.

A área de coleta possui batimetria variando entre 10 e 17 m de profundidade. A coleta de sedimentos e sua macrofauna associada foi realizada com o uso de uma embarcação e com o auxílio de uma draga do tipo van Veen, com volume de aproximadamente 4 L. Em cada campanha, foram sorteados aleatoriamente três pontos dentro de cada área de estudo, de modo que nas campanhas seguintes os pontos já amostrados não se repetiam. Esse procedimento visou manter a aleatorização da amostragem e também evitar efeitos da recuperação natural dessas populações após o distúrbio da coleta em si. Dessa forma, foram realizadas amostragens em 48 pontos, 12 em cada área de coleta (Mapa 2).

Em cada ponto de coleta, a draga era lançada quatro vezes: três lançamentos para a análise da macrofauna bentônica e um lançamento para a análise granulométrica. Após a coleta, cada amostra de macrofauna foi lavada em água do mar, utilizando uma malha de 0,05 mm de abertura, acondicionada em saco plástico devidamente etiquetado e colocada em caixas de isopor com gelo, para sua

conservação até o desembarque (Figura 1). As amostras de granulometria não foram submetidas à etapa de lavagem.

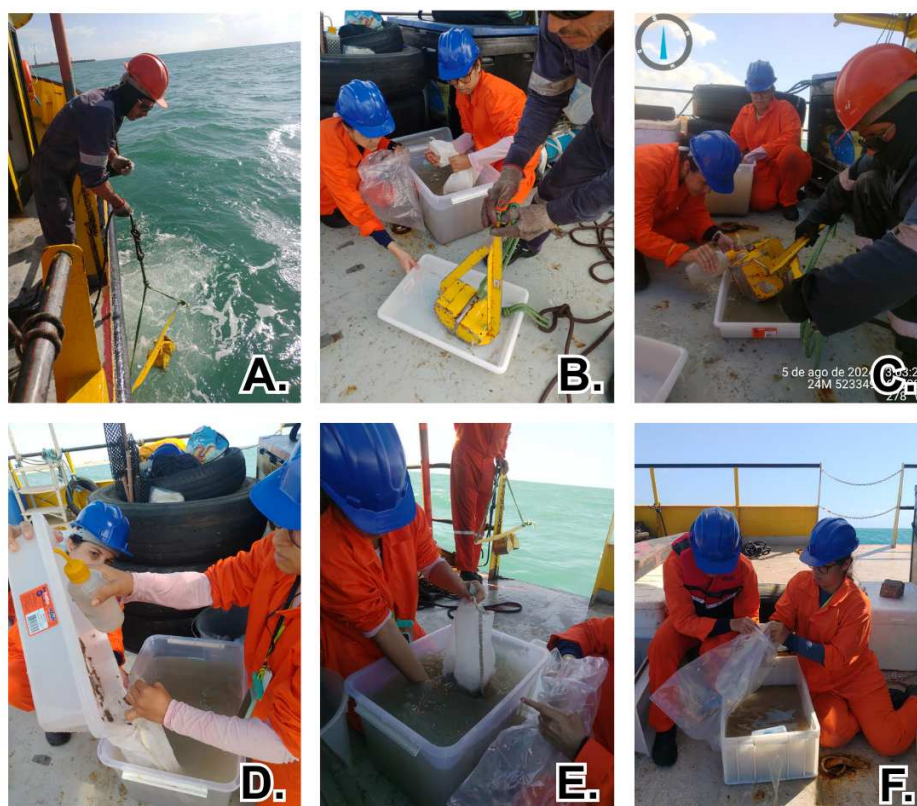


Figura 1 - Procedimentos de campo para a coleta de macrofauna bentônica no Terminal Portuário do Pecém (Ceará, Brasil): lançamento da draga van Veen no ponto de coleta (A); recebimento da amostra com o auxílio de uma bandeja (B); lavagem da draga com o auxílio de pisseta (C). Lavagem da bandeja com o auxílio de pisseta e passagem da amostra para a malha de 0,05 mm (D); lavagem da amostra em uma caixa de plástico contendo água do mar (E) e armazenamento da amostra em saco plástico contendo identificação (F).

Fonte: Arquivo pessoal

Após o desembarque, as amostras de macrofauna foram conservadas em álcool etílico 70% e levadas até o Laboratório de Invertebrados Marinhos do Ceará (LIMCE), do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará (UFC), para processamento.

### 3.3 ANÁLISE DAS AMOSTRAS: PROCEDIMENTOS EM LABORATÓRIO

A triagem do sedimento para a identificação dos organismos da macrofauna bentônica foi feita com o auxílio de um estereomicroscópio binocular. Os indivíduos

foram identificados em grandes táxons, contabilizados e fotografados. A nomenclatura taxonômica adotada foi a proposta em WoRMS Editorial Board (2025). As análises granulométricas foram realizadas no Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG), Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR/UFC), sendo os resultados cedidos para as análises com a macrofauna bentônica realizadas no presente estudo (Tabela 1). Existe um predomínio de sedimentos arenosos e de áreas esparsas com recifes (Tabela 1). Dados de pluviosidade foram obtidos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), coletados pelo posto São Gonçalo do Amarante (ID 133), localizado na região metropolitana do município de São Gonçalo do Amarante.

Tabela 1 - Dados granulométricos dos pontos nas diferentes áreas de coleta (amarela, azul, verde e vermelha) ao longo das quatro campanhas realizadas (julho, agosto e novembro de 2024 e fevereiro de 2025) no Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Ceará, Brasil).

Campanha	Amarela		Verde		Azul		Vermelha	
	Ponto	Gran	Ponto	Gran	Ponto	Gran	Ponto	Gran
07/24	2	Areia Média	2	Recife	2	Recife	4	Areia Grossa
07/24	5	Areia Fina	5	Areia Média	8	Areia Média	11	Areia Média
07/24	11	Areia Fina	11	Areia Média	14	Areia Média	19	Areia Média
08/24	3	Areia Média	4	Areia com Cascalho	4	Recife	6	Areia Média
08/24	7	Areia Muito Fina	7	Areia Grossa	10	Areia Média	13	Areia Média
08/24	10	Areia Fina	10	Areia Média	13	Areia Média	15	Areia Média
11/24	1	Areia Média	1	Recife	5	Areia Grossa	5	Areia Fina
11/24	4	Areia Muito Fina	6	Areia Grossa	9	Areia Média	9	Areia Grossa
11/24	8	Areia Muito Fina	9	Areia Média	15	Areia Média	14	Areia Média
02/25	6	Areia Muito Fina	3	Recife	1	Recife	1	Recife
02/25	9	Areia Muito Fina	8	Areia com Cascalho	7	Areia Média	10	Areia Média
02/25	12	Areia Muito Fina	12	Areia com Cascalho	11	Areia Média	18	Areia Grossa

Fonte: Laboratório de Oceanografia Geológica UFC, adaptado pela autora.

### 3.4 ANÁLISE DE DADOS

Para as análises quantitativas, o conjunto de dados numéricos, referente a abundância total dos táxons por ponto de coleta (ou seja, a soma dos três lançamentos), teve sua normalidade verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Os dados de abundância por táxon foram transformados em raiz quadrada para a construção de uma matriz de distância, utilizando o índice de Bray-Curtis. Uma análise multivariada de variância permutacional não-paramétrica (*One-way* PERMANOVA), com 9.999 permutações randômicas, foi utilizada para testar a hipótese nula de que não há diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre as áreas de estudo (vermelha, amarela, azul e verde), as campanhas (julho, agosto, novembro

de 2024 e fevereiro de 2025) e a granulometria dos pontos (recife, areia com cascalho, areia grossa, areia média, areia fina e areia muito fina) com relação à estrutura da comunidade (composição e abundância). Quando rejeitada a hipótese nula, o teste *post hoc* Correção de Bonferroni foi realizado com o objetivo de identificar quais grupos diferem entre si.

Foram ainda realizadas análises de agrupamento (*cluster*) e ordenação, utilizando o índice de Bray-Curtis. A matriz de distância entre os pontos de coleta obtida foi graficamente descrita utilizando-se dendrogramas construídos pelo método hierárquico aglomerativo com ligação pela média (UPGMA - *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean*). A análise de ordenação foi realizada através de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS - *Non-metric Multidimensional Scaling*) baseado na matriz de distância entre as campanhas de coleta. Todas as análises foram feitas utilizando o programa estatístico PAleontological STatistics (PAST).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO ABIÓTICA DA ÁREA DE ESTUDO

Os dados de pluviosidade obtidos na FUNCEME mostraram ausência de precipitação nos meses de agosto e novembro de 2024, uma baixa precipitação no mês de julho de 2024 (6 mm), antecedida por meses com maior precipitação, e uma precipitação de 245 mm em fevereiro de 2025 (Gráfico 1).

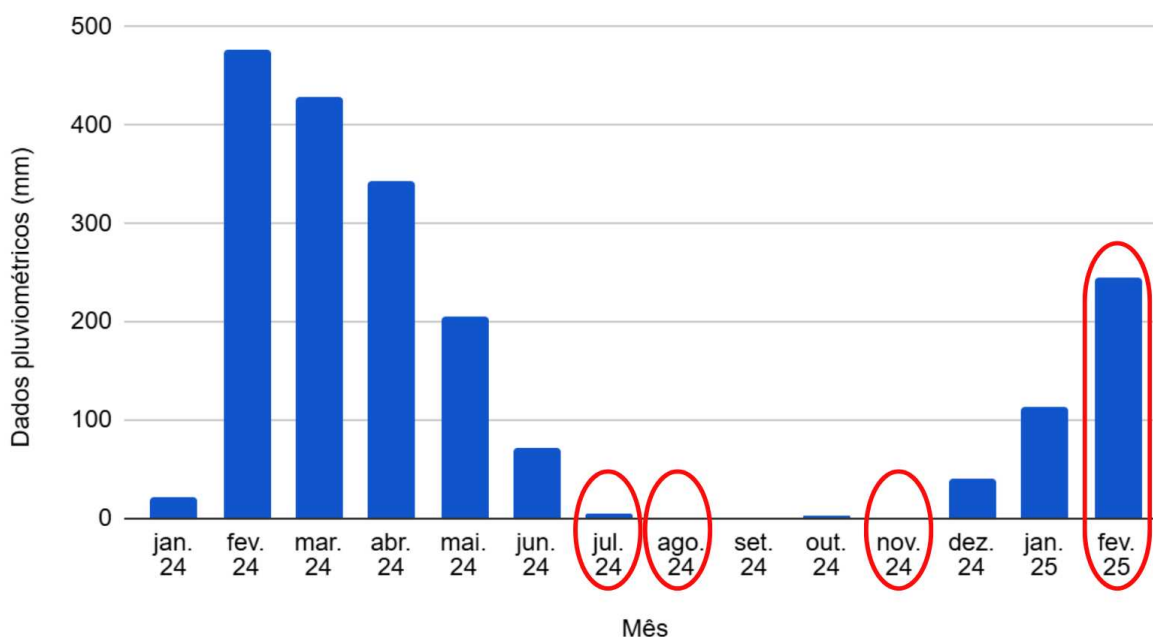


Gráfico 1 - Pluviosidade total (mm) por mês no período de janeiro de 2024 a fevereiro de 2025 na região do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Ceará, Brasil), destaques em vermelho indicam os meses de coleta do estudo. Fonte: Dados de acesso público fornecidos pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), com gráfico da autora.

Os dados de granulometria mostraram que a área Amarela, a mais distante da linha da costa, é formada principalmente por substrato de areia muito fina (seis dos 12 pontos analisados), seguido por substratos de areia fina e areia média, em três pontos cada um. A área Azul apresentou predominância de substrato do tipo areia média (oito dos 12 pontos), sendo mais homogênea quando comparada com a Amarela, possuindo ainda um ponto analisado com areia grossa e três pontos com substrato consolidado (recife), mais próximos da linha da costa. A área Vermelha se mostrou mais heterogênea em termos granulométricos quando comparada às áreas

Amarela e Azul, apresentando quatro tipos de sedimentos: sete pontos com areia média, três pontos com areia grossa, um ponto com areia fina e um ponto com recife (mais próximo da linha da costa). Por fim, a área Verde se mostrou a mais heterogênea dentre as quatro áreas estudadas, com quatro pontos de areia média, três pontos de areia com cascalhos, três pontos de recife (mais próximos da linha da costa) e dois pontos de areia grossa (Gráfico 4).

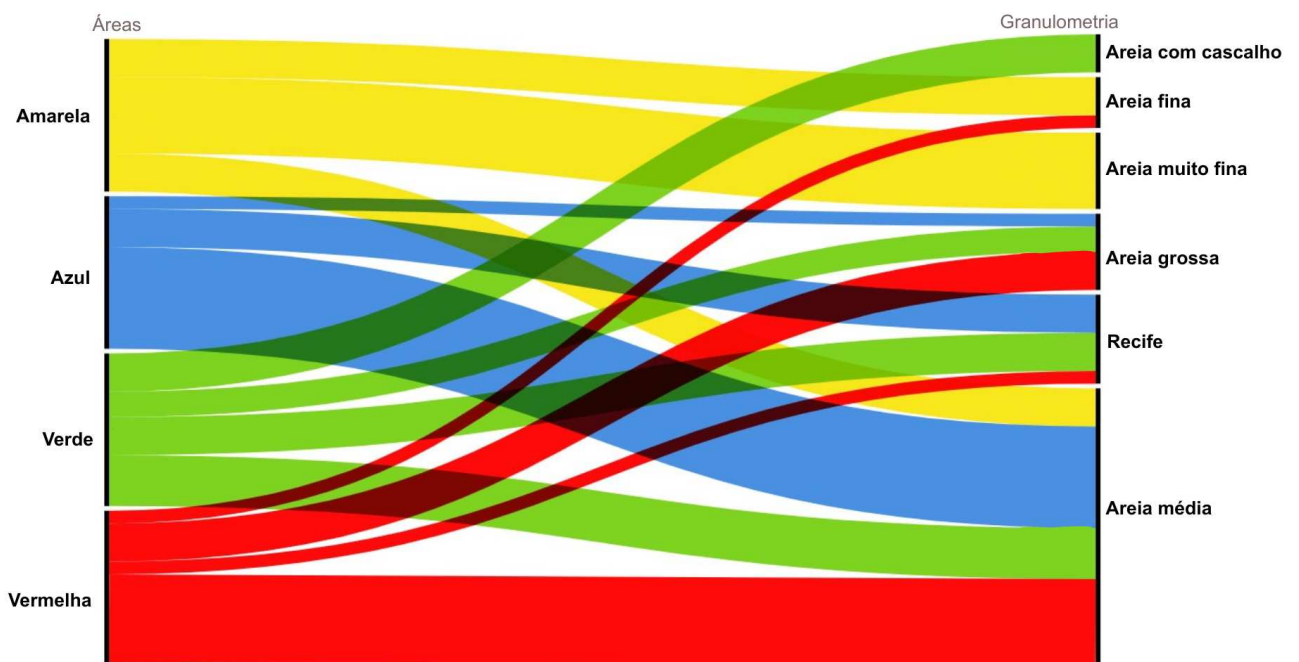
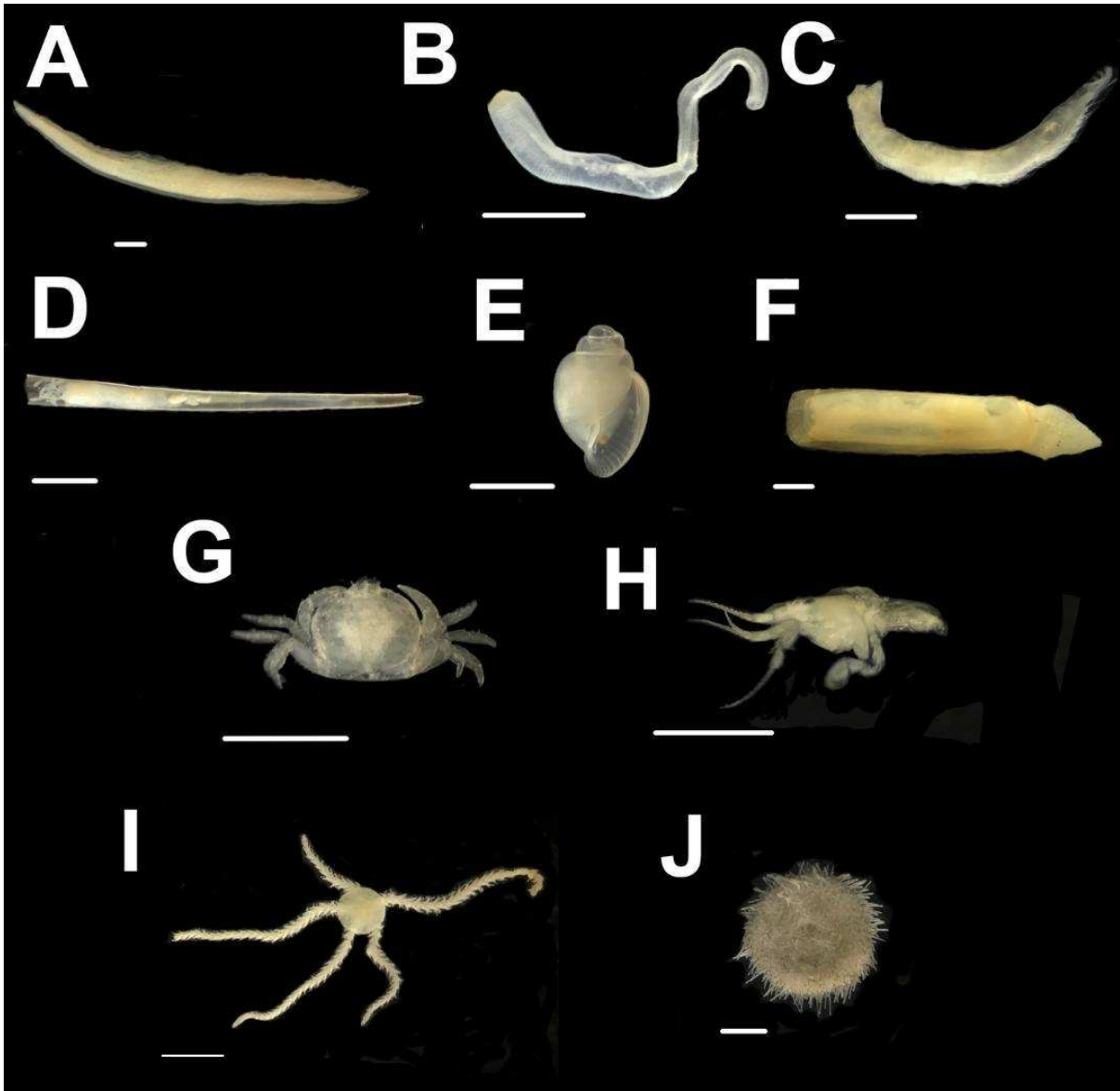


Gráfico 2 - Diagrama de Sankey da composição granulométrica das áreas de estudo no Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Ceará, Brasil). Fonte: da autora, feito a partir do software RAWGraphs.

## 4.2 ESTRUTURA DA MACROFAUNA BENTÔNICA

Foram coletados um total de 5.742 indivíduos, compreendidos em 16 táxons: Annelida (2.477 Polychaeta e 927 Sipuncula), Chordata (119 Cephalochordata), Crustacea (1.208 Amphipoda, quatro Copepoda, 103 Cumacea, 20 Decapoda, 65 Isopoda, 19 Mysida, 52 Ostracoda e 10 Tanaidacea), Echinodermata (65 Echinoidea e 205 Ophiuroidea) e Mollusca (23 Gastropoda, 419 Bivalvia e 26 Scaphopoda) (Prancha Fotográfica).



Prancha Fotográfica - Espécimes da macrofauna bentônica marinha coletados na região do Terminal Portuário do Pecém (Ceará, Brasil). A- Cephalochordata. B-Sipuncula. C-Poliqueta. D-Scaphopoda. E-Gastropoda. F-Bivalvia. G-Brachyura. H-Amphipoda. I-Ophiuroidea. J-Echinoidea. Escala: 1 mm. Fonte: produzido e cedido para uso por Dra. Cristiane Xerez Barroso.

#### 4.2.1 Caracterização espacial

Considerando as áreas de estudo, os táxons Poliqueta e Amphipoda foram os mais abundantes nas áreas Amarela, Vermelha e Azul. A área Verde, por sua vez, apresentou Poliqueta e Sipuncula como os táxons mais abundantes.

A área Amarela, mais profunda e distante da costa, apresentou a maior abundância e riqueza da macrofauna bentônica da região, com 2.214 indivíduos compreendidos em 16 táxons, sendo 851 Poliqueta, 648 Amphipoda, 391 Sipuncula, 104 Bivalves, 68 Ophiuroidea, 46 Cephalochordata, 25 Cumacea, 19 Isopoda, 19

Scaphopoda, 14 Echinoidea, oito Gastropoda, seis Ostracoda, cinco Mysida, cinco Tanaidacea, três Decapoda e dois Copepoda (Gráfico 2).

A comunidade na área Vermelha foi formada por 1.427 organismos de 15 táxons, sendo 571 Poliqueta, 336 Amphipoda, seguidos por: 185 Sipuncula, 71 Ophiuroidea, 29 Cumacea, 24 Isopoda, 21 Cephalochordata, 18 Echinoidea, 14 Ostracoda, 11 Decapoda, 5 Mysida, 5 Tanaidacea, 4 Scaphopoda, 2 Gastropoda e 1 Copepoda.

Na área Azul, foram coletados 1.119 organismos compreendidos em 13 táxons, sendo 727 Poliqueta, 113 Amphipoda, 37 Cephalochordata, 36 Ophiuroidea, 28 Sipuncula, 27 Cumacea, 14 Echinoidea, 11 Gastropoda, 10 Ostracoda, nove Isopoda, quatro Decapoda, três Scaphopoda e dois Mysida.

A área Verde apresentou a menor abundância, com 982 organismos de 14 táxons, sendo 328 Poliqueta, 323 Sipuncula, 111 Amphipoda, 87 Bivalvia, 30 Ophiuroidea, 22 Cumacea, 22 Ostracoda, 19 Echinoidea, 15 Cephalochordata, 13 Isopoda, 7 Mysida, 2 Decapoda, 2 Gastropoda e 1 Copepoda

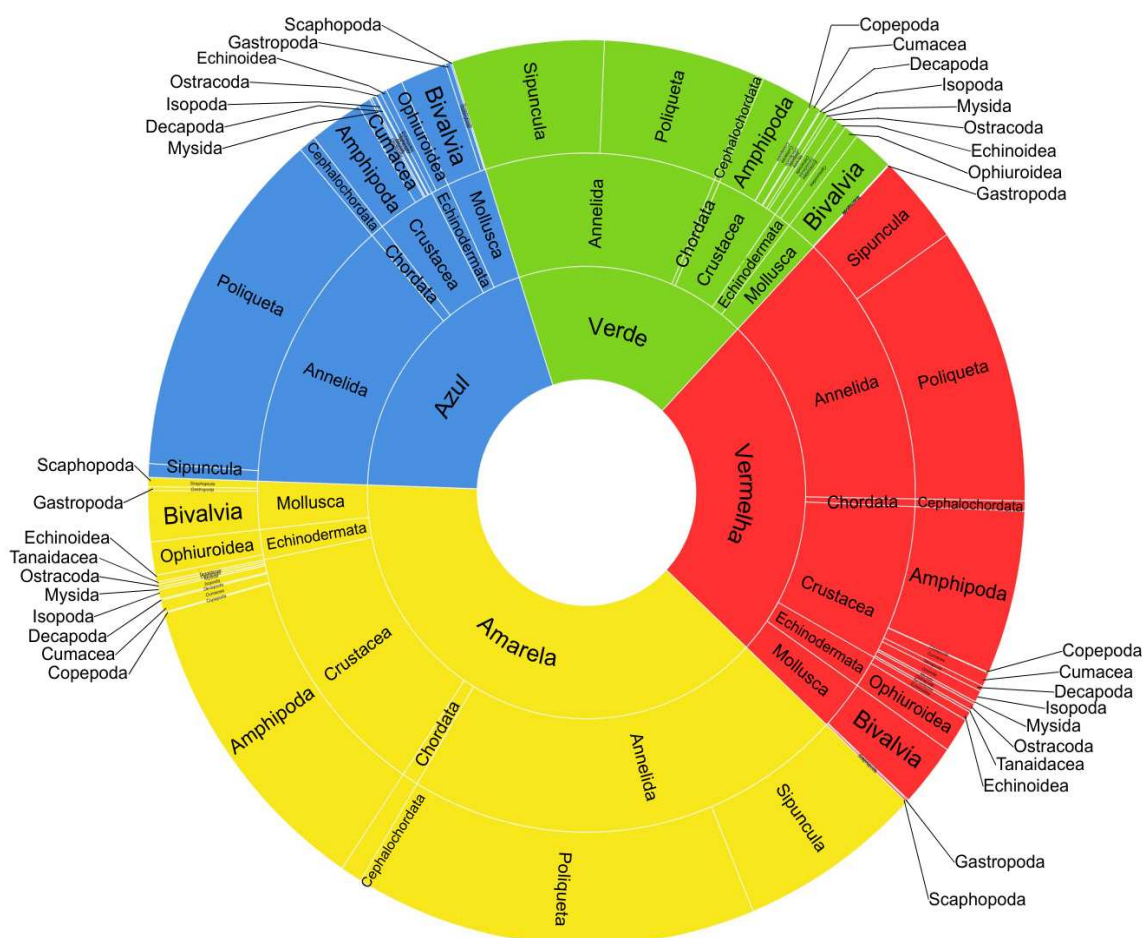


Gráfico 3 - Diagrama *sunburst* mostrando a estrutura (composição e abundância) da comunidade da macrofauna bentônica nas quatro áreas de estudo (Amarela, Azul, Verde e Vermelha) do Terminal Portuário do Pecém (Ceará, Brasil). Fontes: da autora, feito a partir do software RAWGraphs.

#### 4.2.2 Caracterização temporal

Na primeira campanha, realizada em julho de 2024, houve a maior abundância de organismos, com um total de 2.191 indivíduos. Foram encontrados 16 táxons sendo: 1.560 Annelida (1033 Poliqueta e 527 Sipuncula), 316 Crustacea (254 Amphipoda, 18 Ostracoda, 14 Cumacea, nove Decapoda, nove Isopoda, oito Mysida, três Tanaidacea e um Copepoda), 141 Mollusca (119 Bivalvia, 14 Scaphopoda e oito Gastropoda), 135 Echinodermata (112 Ophiuroidea e 23 Echinoidea) e 39 Chordata (Gráfico 3).

Na segunda campanha, em agosto de 2024, houve uma diminuição no número de indivíduos em relação a julho, mas foi a segunda com maior número de indivíduos coletados (1.829 organismos). Foram encontrados 15 táxons sendo: 1340 Annelida (1026 Poliqueta e 314 Sipuncula), seguido por: 185 Mollusca (169 Bivalvia, nove Gastropoda e sete Scaphopoda), 172 Crustacea (127 Amphipoda, 19 Cumacea, oito Isopoda, sete Ostracoda, cinco Decapoda, quatro Mysida e dois Copepoda), 76 Echinodermata (56 Ophiuroidea e 20 Echinoidea) e 56 Chordata (Gráfico 3).

Em novembro de 2024, terceira campanha, a abundância da macrofauna bentônica foi a menor observada, com 617 exemplares coletados. Foram encontrados 15 táxons, sendo 331 Annelida (276 Poliqueta e 55 Sipuncula), 174 Crustacea (97 Amphipoda, 26 Isopoda, 23 Ostracoda, 21 Cumacea, cinco Mysida, um Decapoda e um Tanaidacea), 70 Mollusca (64 Bivalvia, quatro Gastropoda e dois Scaphopoda), 32 Echinodermata (18 Ophiuroidea e 14 Echinoidea) e 10 Chordata (Gráfico 3).

Por fim, na quarta campanha, realizada em fevereiro de 2025, a abundância da macrofauna bentônica aumentou, porém ainda foi menor do que as observadas nas campanhas de julho e agosto com 1.105 indivíduos coletados. Foram encontrados 16 táxons e pela primeira vez, Crustacea foi o táxon de maior abundância, com 819 indivíduos (730 Amphipoda, 49 Cumacea, 22 Isopoda, seis Tanaidacea, cinco Decapoda, quatro Ostracoda, dois Mysida e um Copepoda), seguido por: 173 Annelida (142 Poliqueta e 31 Sipuncula), 72 Mollusca (67 Bivalvia,

três Scaphopoda e dois Gastropoda), 27 Echinodermata (19 Ophiuroidea e oito Echinoidea) e 14 Chordata (Gráfico 3).

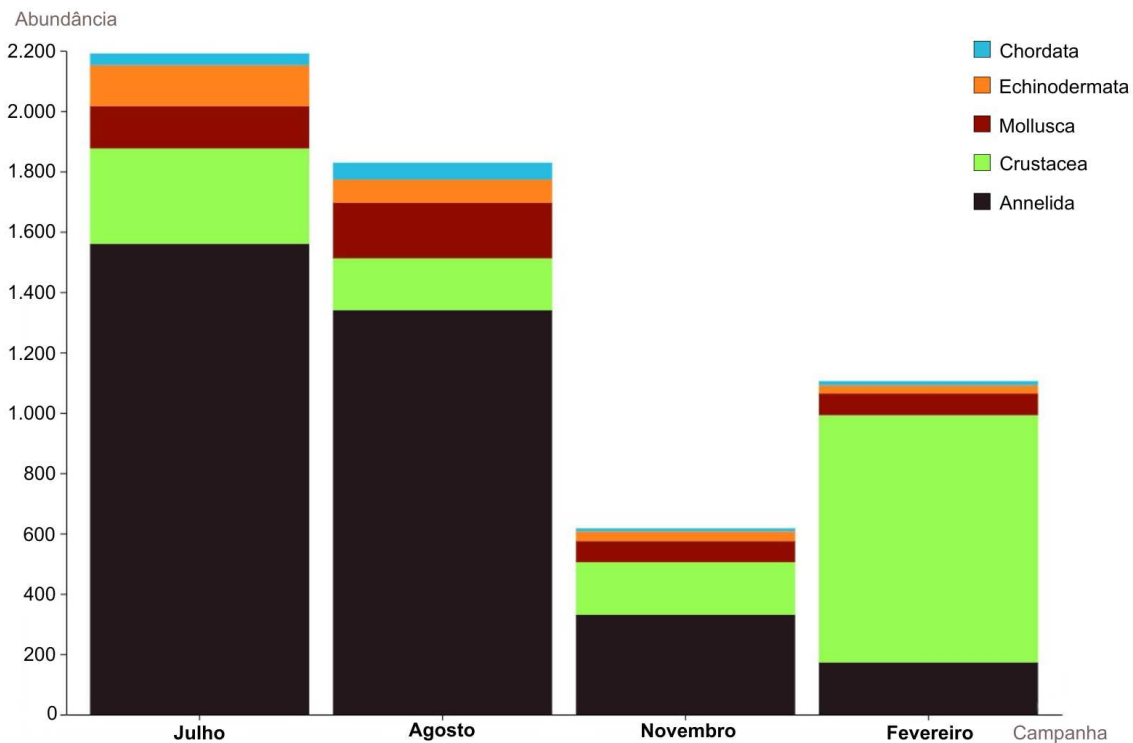


Gráfico 4 - Abundância dos táxons da macrofauna bentônica coletados durante campanhas (julho, agosto e novembro de 2024 e fevereiro de 2025) na região do Terminal Portuário do Pecém (Ceará, Brasil). Fonte: da autora, feito a partir do software RAWGraphs.

### 4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O teste de Shapiro-Wilk demonstrou que o conjunto de dados de abundância da macrofauna bentônica não seguiu a normalidade ( $p=1,956E-38$ ). A *one-way* PERMANOVA mostrou que existe diferença significativa na estrutura da macrofauna entre as áreas amostradas ( $F = 4,305$ ;  $p = 0,0025$ ). O teste *post hoc* de Bonferroni mostrou diferença significativa apenas entre as áreas Verde e Amarela ( $p=0,0036$ ) (Tabela 02). O resultado da *one-way* PERMANOVA também mostrou diferença significativa na estrutura da macrofauna bentônica presente em diferentes tipos de substrato ( $F = 24,82$ ;  $p = 0,0001$ ). O teste *post hoc* de Bonferroni mostrou diferença significativa entre substrato do tipo “recife” e todos os demais ( $p=0,0015$ ) (Tabela 03). Não foi observada diferença significativa na estrutura da macrofauna entre as quatro campanhas de coleta ( $F = 2,135$ ;  $p = 0,0775$ ).

Tabela 02 - Teste *post hoc* de Bonferroni para correlação entre estrutura da macrofauna e as áreas de coleta, resultados marcados com "\*" indicam diferença significativa entre as variáveis.

Área	Amarela	Azul	Verde	Vermelha
Amarela	-	0,054	0,0036*	1
Azul	0,054	-	1	0,2886
Verde	0,0036*	1	-	0,0552
Vermelha	1	0,2886	0,0552	-

Fonte: da autora adaptado do software PAST.

Tabela 03 - Teste *post hoc* de Bonferroni para correlação entre estrutura da macrofauna e granulometria, resultados marcados com "\*" indicam diferença significativa entre as variáveis.

Granulometria	Areia média	Areia muito fina	Areia fina	Recife	Areia grossa	Areia com cascalho
Areia média	-	1	1	0,0015*	1	1
Areia muito fina	1	-	1	0,0015*	1	1
Areia fina	1	1	-	0,0015*	1	1
Recife	0,0015*	0,0015*	0,0015*	-	0,0015*	0,0015*
Areia grossa	1	1	1	0,0015*	-	1
Areia com cascalho	1	1	1	0,0015*	1	-

Fonte: da autora adaptado do software PAST.

O dendrograma resultante da análise de agrupamento, utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis, mostrou a formação de dois grandes grupos com nenhuma similaridade entre si: Grupo A e Grupo (B+C+D+E) (Gráfico 5). Os Grupos D e E apresentam uma similaridade de quase 70% entre os pontos de coleta, o Grupo C apresenta similaridade de pouco menos de 60% e o Grupo A pouco mais de 60%. O ponto P05AM não foi posicionado dentro de nenhum subgrupo.

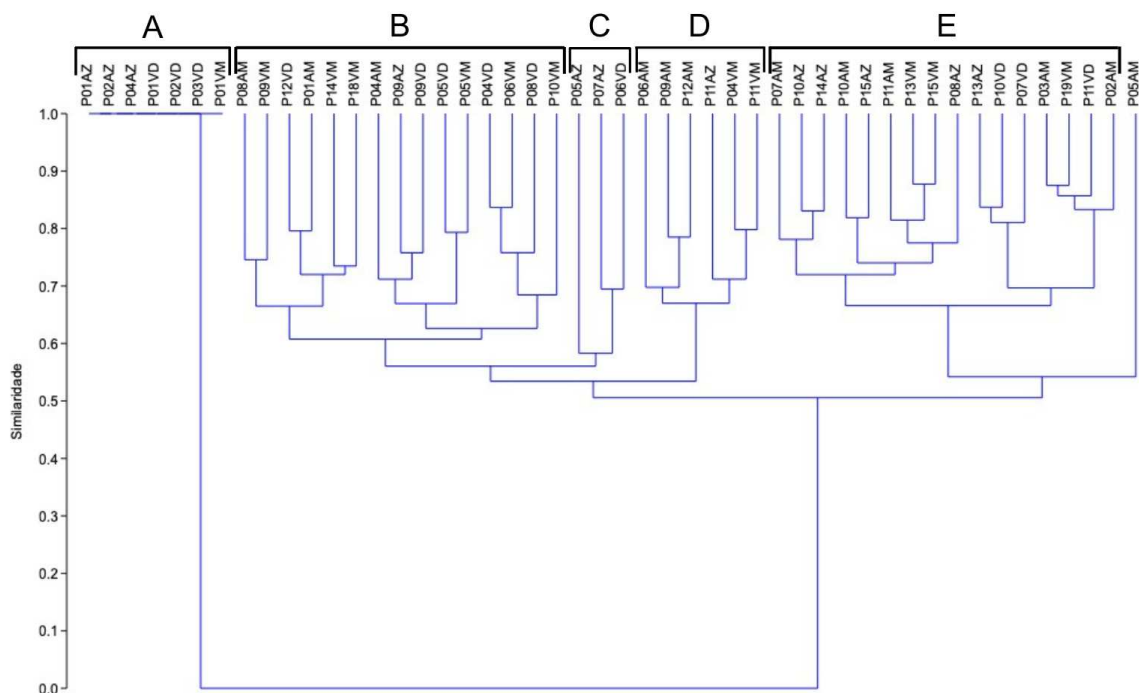


Gráfico 5 - Dendrograma de agrupamento pelo método hierárquico aglomerativo com ligação pela média (UPGMA), utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis, com base na matriz de abundância de táxons da macrofauna bentônica coletada na região do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Ceará, Brasil). Fonte: produzido e cedido para uso por Dra. Cristiane Xerez Barroso.

A análise de ordenação através de NMDS, utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis, com nível de stress de 0,2158, mostrou a formação de três grandes grupos: 1) um grupo bem isolado dos demais, formado por três pontos da área Azul (dos meses de julho, agosto e fevereiro), três da área Verde (dos meses julho, novembro e fevereiro) e um ponto da área Vermelha (do mês de fevereiro); 2) um grupo formado majoritariamente pelos pontos amostrados nos meses de julho e agosto e 3) um grupo formado majoritariamente pelos pontos amostrados nos meses de novembro e fevereiro (Gráfico 6). Nessa análise não foi evidenciado nenhum agrupamento relativo às áreas de coleta.

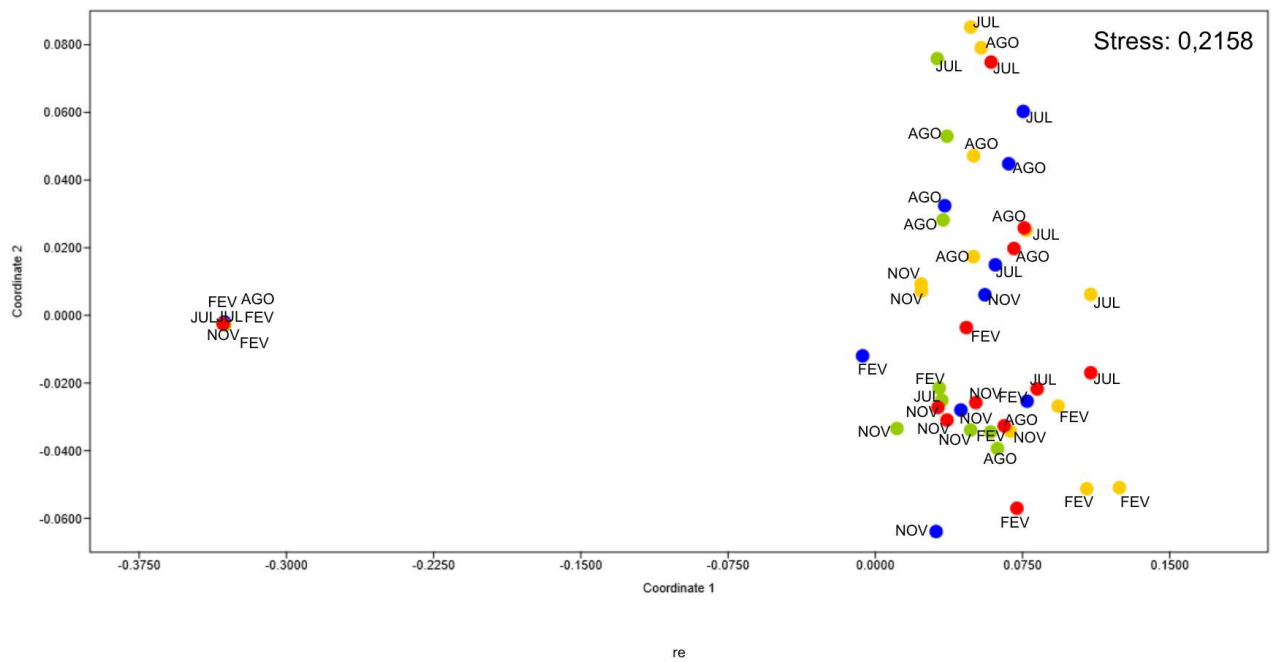


Gráfico 6 - Ordenação em duas dimensões através de NMDS (*Non-metric Multi-Dimensional Scaling*), utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis, com base na matriz de abundância de táxons da macrofauna bentônica coletada na região do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Ceará, Brasil). Fonte: da autora, pelo software PAST.

## 5. DISCUSSÃO

No trabalho de Lavrado (2006), realizado na plataforma do Espírito Santo, ao sul da Bahia e na Cadeia Vitória Trindade, apesar de haverem grupos mais abundantes que outros na estrutura (composição e abundância) da macrofauna bentônica a diferença numérica entre os táxons não foi tão extrema, com Crustacea sendo o grupo predominante com 25% dos indivíduos, seguidos por: 15% de Gastropoda, 15% de Sipuncula, 14% Poliqueta e 11% Bivalvia. No presente estudo, poliquetos foram os mais abundantes, representando quase 50% dos indivíduos coletados, já Sipuncula e Crustacea (principalmente Amphipoda) representaram, respectivamente, 16,14% e 21,04%. Mollusca representou menos de 10% do total de exemplares analisados, sendo 7,3% Bivalvia e apenas 0,4% Gastropoda. No estudo de Zalmon e colaboradores (2015) os grupos predominantes na plataforma do Sudeste (Rio de Janeiro e Espírito Santo) foram Poliqueta e Crustacea, seguido por Mollusca, Echinodermata, Nemertea e Sipuncula em parcelas mais heterogêneas, como no presente estudo realizado no Nordeste Setentrional.

Substratos arenosos têm grande influência sobre a biomassa da comunidade bentônica, apresentando maiores depósitos de matéria orgânica e por conseguinte maior abundância de organismos detritívoros, principalmente poliquetos (CAPITOLI & BEMVENUTI, 2006). A área Amarela apresentou a maior abundância total de indivíduos ao longo do estudo, sendo a mais distante da linha de costa e não apresentando nenhum ponto de recife. Esta área teve predominância de sedimentos mais finos sendo 50% areia muito fina, 25% areia fina e 25% areia média (Gráfico 4). Apesar da estrutura da macrofauna entre os diferentes tipos de sedimentos não apresentar diferença significativa, a diferença na abundância de organismos pode ser explicada pelos diferentes perfis sedimentológicos. Regiões marinhas mais rasas, sob maior influência dos ventos, ondas e correntes, acumulam sedimentos mais grossos e são pobres em matéria orgânica e partículas finas, os quais se acumulam em regiões mais profundas e estáveis, nas quais as populações de organismos teriam mais recursos e, portanto, teriam maior abundância (GONÇALVES E LANA, 1991).

Em relação a influência do tipo de substrato na estrutura da macrofauna bentônica das áreas, apesar da diferença estatística significativa demonstrada na análise de PERMANOVA, o resultado apresentado se trata de um viés

metodológico. Nos pontos contendo recifes, geralmente aqueles mais próximos da costa, a amostragem do tipo Van veen não é adequada, uma vez que é específica para ambientes consolidados. Assim, todos os pontos com esse tipo de substrato apresentaram zero abundância de organismos, divergindo fortemente dos demais pontos, o que justifica a formação do grupamento F na análise de Cluster (Gráfico 5) e dos pontos isolados dos demais na análise de NMDS (Gráfico 6). Após aplicar a correção de Bonferroni, observou-se que os demais substratos não apresentaram diferença estatística significativa entre si.

A correção de Bonferroni indicou uma diferença significativa na estrutura da macrofauna entre as áreas Amarela e Verde, em especial na participação relativa dos táxons (Gráfico 4). A área Verde apresentou uma maior proporção de Bivalvia, 8,86% do total quando comparada a da área Amarela, que foi de 4,7%. A proporção entre os táxons de Annelida também foi diferente nas duas áreas: a área Amarela apresentou 38,43% de Poliqueta e 17,22% de Sipuncula, ao passo que na área Verde as porcentagens foram mais similares entre si: 33,4% de Poliqueta e 32,9% de Sipuncula. A representatividade de Amphipoda também apresentou diferença: na área Amarela, constituiu 29,27% dos organismos coletados, enquanto que na área Verde representou 11,3%. A área Verde caracterizou-se pelo perfil sedimentológico mais heterogêneo em comparação com as demais áreas estudadas. Essa maior diversidade de microhabitats pode ter influenciado o percentual de ocupação da área pelos diferentes táxons (BILIA *et al.*, 2015).

Apesar de estatisticamente os resultados da PERMANOVA não indicarem uma variação significativa na estrutura das comunidades ao longo das campanhas de coleta, é possível observar uma variação na abundância de organismos. Na região do Sudeste brasileiro, a abundância e a riqueza da macrofauna bentônica foi maior nas coletas de período chuvoso, sendo os fatores determinantes na sua estrutura a profundidade das estações e a porcentagem de matéria orgânica no sedimento (ZALMON *et al.*, 2015). Apesar da quase ausência de precipitação nos meses de julho e agosto, esse período pode ainda estar sendo influenciado pelas chuvas dos meses anteriores, que carregam matéria orgânica dos rios para o mar (Gráfico 1).

Na ordenação por NMDS (Gráfico 6), essas campanhas apresentaram maior similaridade entre si em relação às realizadas em novembro e fevereiro, sendo também os meses de maior abundância de indivíduos nas amostras. Em julho e

agosto, houve também maior representatividade de Echinodermata, Cephalochordata e Mollusca na estrutura da comunidade, sendo observado que, nos meses de fevereiro e novembro, a proporção desses grupos diminuiu, desaparecendo em muitos dos pontos. Por sua vez, a proporção de Crustacea em fevereiro (que apresentou a precipitação mais alta durante o estudo) aumentou, principalmente Amphipoda, Isopoda e Ostracoda. O trabalho de Avelino e colaboradores (2023), realizado nos recifes de Porto de Galinhas, Pernambuco, também registrou maior abundância de indivíduos durante o período chuvoso, ainda que em regiões mais rasas e sob maior influência da costa. No trabalho de Rohr e Almeida (2006), na plataforma continental de Santa Catarina, a densidade de Poliqueta foi maior no período de inverno em relação ao de verão, porém em regiões de extremo sul, outras fontes de descarga de matéria orgânica podem estar envolvidas no abastecimento de nutrientes para as comunidades bentônicas, principalmente correntes marinhas de origem polar, ricas em nutrientes.

Segundo o trabalho de Viana, Rocha-Barreira e Hijo (2005), realizado na zona entremarés da praia de Paracuru, Ceará, durante o período seco, a abundância de organismos diminuiu e muitos táxons não foram observados, sendo Crustacea o táxon mais abundante. No presente estudo, foi observada uma diminuição na abundância no mês de novembro, mês caracterizado pela ausência de precipitação e antecedido por meses sem chuvas também, corroborando o estudo de Viana, Rocha-Barreira e Hijo (2005). No entanto, diferente do observado no entremarés da praia de Paracuru, a abundância de Crustacea (principalmente Amphipoda) aumentou em fevereiro de 2025 (de 14,4% em julho para 74% em fevereiro), mês caracterizado pela maior precipitação registrada no estudo e antecedido por meses com registros de chuvas. No estudo de Pires-Vanin, Muniz e Léo, 2011, realizado na região entremarés e infralitorânea na Baía de Todos os Santos (estado da Bahia), a diversidade e a abundância da comunidade bentônica foi maior durante as coletas de inverno (período chuvoso), estando provavelmente relacionadas maior descarga de matéria orgânica a partir do continente e por conseguinte maior disponibilidade de alimento para os organismos detritívoros.

Dentre os grupamentos postulados pela análise de Cluster (Gráfico 5), o grupamento A constitui as amostras de substrato do tipo recife, as quais apresentaram zero abundância de indivíduos e nenhuma similaridade com os demais pontos.

O grupamento E apresentou maior abundância dos táxons Poliqueta e Sipuncula, concentrando até 70% dos indivíduos, além de sempre estarem presentes nas amostras indivíduos de Cephalochordata. Nesse grupo o sedimento predominante foi areia média, presente em 12 dos 16 pontos, coletados nas campanhas de julho e agosto, salvo o ponto 15 da área azul, campanha de novembro. No grupamento B houve maior abundância do táxon Poliqueta, porém, diferentemente do grupamento E a presença de Sipuncula e Cephalochordata foi baixa e o táxon Amphipoda representou por volta de 20% da comunidade na maioria dos pontos. Foi o maior grupo, com 15 pontos, predominantemente das campanhas de novembro e fevereiro (12 pontos), o substrato apresentou um panorama mais heterogêneo em comparação com os demais grupos, mas areia média foi o mais frequente. A abundância de poliquetos em substratos arenosos está ligada ao espaço intersticial proporcionado pelo sedimento, que permite maior fluxo de água e por conseguinte maior oxigenação do substrato (SILVA; FRANKLIN-JÚNIOR; ROCHA-BARREIRA, 2017).

No grupamento D o táxon Amphipoda foi o mais abundante, a presença de outros táxons de Crustacea (Cumacea, Decapoda, Isopoda e Tanaidacea) foi mais expressiva em comparação com os demais grupamentos. Dos seis pontos que compõem o grupamento D, quatro foram da coleta de fevereiro, quando o táxon Crustacea foi o mais abundante nas amostras e o sedimento mais abundante foi areia muito fina. No trabalho de Pires-Vanin (1993), na plataforma interna e externa da região de Ubatuba foi observado que em regiões de sedimentos mais finos e de maior estabilidade ambiental, Amphipoda é o táxon de maior abundância nas comunidades bentônicas.

No grupamento C os táxons de maior abundância foram Poliqueta, Amphipoda e Bivalvia, apesar de não ser o táxon mais abundante nas amostras, esse foi o grupamento onde a abundância relativa de Bivalvia foi maior na composição da comunidade, próximo de 20%. Foi o menor grupamento, com apenas 3 pontos pertencentes às campanhas de novembro e fevereiro com a predominância do sedimento areia grossa. Segundo o trabalho de Gonçalves e Lana (1991), realizado em região de plataforma da costa sudeste do Brasil, onde ocorre zoneamento de espécies de Gastropoda e Bivalvia, a profundidade e o tipo de substrato são fatores determinantes na análise de agrupamento.

## 6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A influência dos períodos seco e chuvoso e a constituição sedimentológica das áreas de coleta são fatores que afetam indiretamente a abundância, composição e a estrutura da macrofauna bentônica na região a barlavento do TPP, influenciando outras variáveis não contabilizadas no estudo. Variáveis como profundidade, porcentagem de matéria orgânica no sedimento, salinidade, porcentagem de nutrientes, nível de oxigenação da água, nível de clorofila a, dentre outros, podem atuar de forma isolada ou em sobreposição para explicar os padrões de composição aqui encontrados. Este constitui um dos poucos trabalhos em zona de plataforma equatorial do nordeste, onde são escassas as publicações que trabalhem a estrutura da macrofauna bentônica. A maioria dos estudos foram realizados nas regiões sul e sudeste do Brasil, regiões com diferentes perfis sazonais, climáticos, dinamismo de correntes e massas de água em relação ao nordeste. Assim, se fazem necessários mais estudos na região do nordeste brasileiro, com a coleta de mais variáveis abióticas que possam contribuir para a compreensão e o melhor manejo das comunidades bentônicas e das áreas costeiras da região.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, José Otávio; MARINS, Rosane Valente.; ALMEIDA, Marcelo Dominguez de. Comparação de metodologias de digestão de sedimentos marinhos para caracterização da geoquímica de metais-traço na plataforma continental nordeste oriental brasileira. **Geochimica Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 21, n.3, p.304-323, 2007. Disponível em <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/67891>>. Acesso em 02 jun. 2025.

AGUIAR-NETO, Antônio Borges de; MARQUES, Wanessa Sousa; FREIRE, George Satander Sá. Distribuição espacial de minerais pesados nos sedimentos superficiais da Plataforma Continental Oeste do Ceará, Nordeste do Brasil. **Pesquisas em Geociências**: Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, v. 43, n.1, p. 69-83, 2016.

AMIN, Aleph Hassan Costa; FARIAS, Milena Furtado; CARNEIRO, Dielle Alana Albuquerque. Biodiversidade Marinha Brasileira: a importância da conservação marinha e o cumprimento dos compromissos internacionais pelo Brasil. **Cadernos de Direito**: Piracicaba, v. 20, n. 38, 2021. Disponível em <<https://doi.org/10.15600/2238-1228%2Fcd.v20n38p53-76>>. Acesso em 13 dez. 2025.

AVELINO, Danielle Ferreira Gomes; SILVA, Adriana Maria Cunha da; AVELINO, Patrick Gomes; SILVA-SÁ, Mariana Mirelly da; SOARES, Alice Xavier. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade ambiental dos recifes de arenito da praia de Porto de Galinhas(Pernambuco). **Revista brasileira de meio ambiente**, v. 11, n. 1, p. 182-201, 2023. Disponível em <<https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/1370>>. Acesso em 19 nov. 2025.

AZENHA, Catia; PEQUENO, Luis Renato Bezerra. O Porto do Pecém-CE e as suas relações com o Brasil: definição de uma hinterlândia. **GEO UERJ**: Rio de Janeiro, n.29, p. 44-62, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.12957/geouerj.2016.15969>>. Acesso em 22 set. 2025.

BARROS, Kcrishna Vilanova de Souza; ROCHA-BARREIRA, Cristina de Almeida. Caracterização da dinâmica espaço-temporal da macrofauna bentônica em um banco de *Halodule wrightii* Ascherson (Cymodoceaceae) por meio de estratificação. **Revista Nordestina de Zoologia** - Recife, v. 4, n. 1, p. 73-81, 2010. Disponível em <<http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/70354>>. Acesso em 17 set. 2025.

BILIA, Camila G; PINHA, Gisele D; PETSCH, Danielle K; TAKEDA, Alice M. Influência da heterogeneidade ambiental sobre os atributos da comunidade de Chironomidae em lagoas de inundação neotropicais. **Iheringia Série Zoologia**: Porto Alegre, v. 105, n. 1, p. 20-27, 2015. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/1678-4766201510512027>>. Acesso em 25 nov. 2025.

BOUCHET, Philippe; DECOCK, Wim; LONNEVILLE, Britt; VANHOORNE, Bart; VANDEPITTE, Leen. Marine biodiversity discovery: the metrics of new species description. **Frontiers in Marine Science**, 2023. Disponível em <<https://doi.org/10.3389/fmars.2023.929989>>. Acesso em 12 dez. 2025.

BRAGA, Elisabete de Santis; HARARI, Joseph; COELHO, Leandro Inoe; SALDANHA-CORRÊA, Flávia. Histórico da Oceanografia. In: HARARI, Joseph (org.) **Noções de Oceanografia**. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2021. p. 21-50.

BRANDINI, Frederico. Marine biodiversity and sustainability of fishing resources in Brazil: a case study of the coast of Paraná state. **Regional Environmental Changes**, v.14, p. 2127-2137, 2014. Disponível em <<https://doi.org/10.1007/s10113-013-0458-y>>. Acesso em 19 ago. 2025.

BRANDINI, Frederico; PIRES-VANIN, Ana Maria S. Plataformas Continentais. In: PEREIRA, Renato Crespo; SOARES-GOMES, Abílio (org.). **Ecologia Marinha**. Rio de Janeiro: Editora Interciência: FAPERJ, 2020. p. 247-276.

CAPÍTOLI, Ricardo, R; BEMVENUTI, Carlos. Associações de macroinvertebrados bentônicos de fundos inconsolidados da plataforma continental e talude superior no

extremo sul do Brasil. **Atlântica**: Rio Grande, v. 28, n. 1, 2006. Disponível em <<https://doi.org/10.5088/atl%C3%A2ntica.v28i1.1727>>. Acesso em 17 nov. 2025.

CASTRO, Peter.; HUBER, Michael. E. **Biologia Marinha**. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.

CAVALCANTE, Lorraine Lopes; AMORIM, Lucas Antunes; COSTA, Francimeire do Nascimento; ROCHA-BARREIRA, Cristina de Almeida; BARROS, Kcrishna Vilanova de Souza. Variações no prado de *Halodule wrightii* Ascherson e macrofauna associada na Praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará-Brasil. **Revista de Educação Científica e Cultural - Cultura Garança**, v. 1, n. 2, 2014. Disponível em <<http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/58722>>. Acesso em 17 set. 2025.

COMPLEXO do Pecém - Institucional. [S.l.:s.n.], 2021. 1 vídeo (5 min). Disponível em: <[https://youtu.be/jLRzMh1tv9s?si=4zFw9Lb1g8FtLY\\_L](https://youtu.be/jLRzMh1tv9s?si=4zFw9Lb1g8FtLY_L)>. Acesso em 22 set. 2025.

CORD, Isadora; NUNES, Lucas T.; BARROSO, Cristiane X.; FREIRE, Andrea S.; GADIG, Otto B. F.; GOMES, Paula B.; GURGEL, Carlos F. D.; LINDNER, Alberto; MANTELATTO, Fernando L.; TARGINO, Alessandra K.G.; FLOETER, Sergio R. Brazilian marine biogeography: a multi-taxa approach for outlining sectorization. **Marine Biology**, v. 169, n. 61, 2022. Disponível em <<https://doi.org/10.1007/s00227-022-04045-8>>. Acesso em 12 dez. 2025.

FUNCEME Secretaria dos Recursos Hídricos Governo do Estado do Ceará. Postos Pluviométricos - São Gonçalo do Amarante. Disponível em: <[http://www.funceme.br/?page\\_id=2694](http://www.funceme.br/?page_id=2694)>. Acesso em 03 out. 2025.

GONÇALVES, Elenice Malvina; LANA, Paulo da Cunha. Padrões de distribuição de bivalvia e gastropoda na plataforma continental da costa sudeste do Brasil (24°S - 27°S). **Nerítica**: Curitiba, n. 6 (1-2), p. 73-92. 1991. Disponível em <<https://revistas.ufpr.br/neritica/article/download/85022/45999>>. Acesso em 18 nov. 2025.

GONÇALVES, Francisco Misrael Moura; SANTOS, Francílio de Amorim dos; CRUZ, Maria Lúcia Brito da. Impactos das intervenções humanas na dinâmica dos promontórios, no litoral do Ceará. **Revista OKARA: Geografia em debate**, João Pessoa, v. 11, n.2, p. 262-273, 2017.

LAVRADO, Helena Passeri. Capítulo 1- Caracterização do ambiente e da comunidade bentônica. In: LAVRADO, Helena Passeri; IGNACIO, Barbara Lage (org.). **Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2006. p. 19-64.

MAGINI, Christiano; MARTINS, Antonio Harildes Oliveira; PITOMBEIRA, Erasmo da Silva. A infraestrutura portuária e suas influências na sedimentação costeira da vila do Pecém, Ceará, Brasil. **Geosciences**: São Paulo, UNESP, v. 32, n. 3, p. 532-546, 2013. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/8487>>. Acesso em 25 set, 2025.

MIRANDA, Paulo de Tarso de Castro; FREIRE, George Satander de Sá; MATTHEWS-CASCON, Helena. Macrofauna marinha introduzida na costa do estado do Ceará, nordeste do Brasil. **Arquivos de Ciência do Mar**: Fortaleza, v. 46, n. 2, p. 86-91, 2013. Disponível em <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/28988>>. Acesso em 17 set. 2025.

MOTA, Érika Maria Targino; LOTUFO, Tito Monteiro da Cruz; GARCIA, Tatiane Martins; MALANSKI, Evandro; CAMPOS, Carolina Coelho. Distribuição e abundância do ictioplâncton na região do Porto do Pecém, estado do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**: Fortaleza, v. 47, n. 1, p. 38-44, 2014. Disponível em: < <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/28768>>. Acesso em 25 set, 2025.

NEVES, Luciano Peyrer das; SILVA, Pedro de Sá Rodrigues da; BEMVENUTI, Carlos Emílio. Distribuição horizontal da macrofauna bentônica da praia do Cassino, extremo sul do Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**: Porto Alegre, v. 102, n. 3, p. 245-253, 2012. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S0073-47212012000300001>>. Acesso em 17 set. 2025.

NEVES, Raquel A. F.; VALENTIN, Jean L. Revisão bibliográfica sobre macrofauna bentônica de fundos não-consolidados, em áreas costeiras prioritárias para conservação no Brasil. **Arquivos de Ciência do Mar**: Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 59-80. 2011. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/8557>. Acesso em 02 jun. 2025.

PAIVA, Andréa Carla Guimarães de; COELHO, Petrônio Alves; TORRES, Maria Fernanda Abrantes. Influência dos fatores abióticos sobre a macrofauna de substratos inconsolidados da zona entre-marés no Canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**: Fortaleza, v. 38, p. 85–92, 1 jan. 2005.

PALUMBI, Stephen, R; SANDIFER, Paul, A; ALLAN, J, David; BECK, Michael, W; FAUTIN, Daphne, G; FOGARTY, Michael, J; HALPERN, Benjamin, S; INCSE, Lewis, S; LEONG, Jo-Ann; NORSE, Elliott; Stachowicz, John, J; Wall, Diana, H. Managing for ocean biodiversity to sustain marine ecosystem services. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 07, n. 04, p. 204-211, 2008. DOI <https://doi.org/10.1890/070135>.

PECÉM Complexo Industrial e Portuário: **Dados técnicos**. São Gonçalo do Amarante, 2008. Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/dados-tecnicos/>. Acesso em 25 set. 2025.

PECÉM Complexo Industrial e Portuário. **Hub de hidrogênio verde do complexo do pecém**. São Gonçalo do Amarante, 2021. Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/hubh2v/>. Acesso em 22 set. 2025.

PIRES-VANIN, Ana Maria S., MUNIZ, Pablo; LÉO; Fabio Cabrera de. BENTHIC MACROFAUNA STRUCTURE IN THE NORTHEAST AREA OF TODOS OS SANTOS BAY, BAHIA STATE, BRAZIL: PATTERNS OF SPATIAL AND SEASONAL DISTRIBUTION. **BRAZILIAN JOURNAL OF OCEANOGRAPHY**, v. 59, n.1, 2011. Disponível em

<<https://www.scielo.br/j/bjoce/a/gWxWLSQC3XKSxfRcxRcc4zb/?lang=en#>>. Acesso em 13 dez. 2025.

PIRES-VANIN; Ana Maria S. A macrofauna bêntica da plataforma continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brasil. **Publicação especial Instituto Oceanográfico**: São Paulo, v. 10, p. 137-158, 1993. Disponível em <[https://www.researchgate.net/publication/285855893\\_Estrutura\\_e\\_funcao\\_do\\_ecosistema\\_de\\_plataforma\\_continental\\_do\\_Atlantico\\_Sul\\_brasileiro\\_Sintese\\_dos\\_resultados](https://www.researchgate.net/publication/285855893_Estrutura_e_funcao_do_ecosistema_de_plataforma_continental_do_Atlantico_Sul_brasileiro_Sintese_dos_resultados)>. Acesso em 20 dez. 2025.

ROCHA-BARREIRA, Cristina; MONTEIRO, Dayse de Oliveira; FRANKLIN-JÚNIOR, Wilson. Macrofauna bentônica da faixa entremarés da Praia do Futuro, Fortaleza, Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**: Fortaleza, v. 34, p. 23-38, 2001. Disponível em <[https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/54357/1/2001\\_art\\_carbarreira.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/54357/1/2001_art_carbarreira.pdf)>. Acesso em 15 set. 2025.

ROHR, T. E; ALMEIDA, T.C.M. Anelídeos poliquetas da plataforma continental externa ao largo do estado de Santa Catarina-Brasil: situação de verão e inverno. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 10, n.1, p. 41-50, 2006. Disponível em <<https://doi.org/10.14210/bjast.v10n1.p41-50>>. Acesso em 18 nov. 2025.

ROLEMBERG, Karine Fernandes; FRANKLIN-JÚNIOR, Wilson; ROCHA-BARREIRA, Cristina de Almeida. Caracterização da macrofauna bentônica em viveiros do Camarão-branco-do-pacífico, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), no entorno do estuário do Rio Jaguaribe, Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciência do Mar**: Fortaleza, v. 49, n. 2, p. 41-56, 2016. Disponível em <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/26193>>. Acesso em 17 set. 2025.

ROSA-FILHO, José Souto; BUSMAN, Debora Vieira; VIANA, Andréa Pontes; GREGÓRIO, Anderson Manuel; OLIVEIRA, Diogo Marques. Macrofauna bentônica de zonas entre-marés não vegetadas do estuário do rio Caeté, Bragança, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, v. 1, n. 3, p.

85-96, 2006. Disponível em < <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v1i3.733>>. Acesso em 17 set. 2025.

SEIXAS, Cristiana Simão; TURRA, Alexander; FERREIRA, Beatrice Padovani; ABDALLAH, Patrícia R.; CARVALHO, Adriana R.; CIOTTI, Aurea Maria; COELHO-JUNIOR, Clemente; COPERTINO, Margareth; DALE, Mariana V.; FARONI-PEREZ, Larisse; GONÇALVEZ, Leandra R.; HANAZAKI, Natalia; NICOLODI, João Luiz; OLIVEIRA, Carina C. de; PRATES, Ana Paula; RODRIGUES, REGINA R.; SIEGLE, Eduardo; SOUSA-JUNIOR, Wilson C. de; TRAVASSOS, Luciana, R. F. C.; VIEIRA, Mariana, A. R. M.; XAVIER, Luciana Y. **Sumário para tomadores de decisão [livro eletrônico]: 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos**. Campinas, SP: Ed. dos Autores, 1 ed, 2023. Disponível em <<https://doi.org/10.4322/978-65-00-84968-4>>. Acesso em 13 dez. 2025.

SILVA, Aline Ferreira da; FRANKLIN-JÚNIOR, Wilson; ROCHA-BARREIRA, Cristina de Almeida. Variação em pequena escala da macrofauna bentônica em uma planície de maré do estuário do Rio Pacoti - Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciência do Mar**: Fortaleza, v. 50, n. 1, p. 107-123, 2017. Disponível em <<http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/26094>>. Acesso em 17 set. 2025.

SOARES-GOMES, Abílio; PITOMBO, Fábio Bettini; PAIVA, Paulo Cesar. Bentos de sedimentos não consolidados. *In*: PEREIRA, Renato Crespo; SOARES-GOMES, Abílio (org). **Biologia Marinha**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. p. 319-336.

SOARES, Hozana Sousa; PESTANA, Samantha Silva; BARROS, Maria Fabiene de Sousa; SOUSA, Rebeca Ramos; OLIVEIRA, Veronica Maria de; NETA, Raimunda Nonata Fortes Carvalho. A diversidade da macrofauna bêntica no Brasil: uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, 2022. Disponível em < <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35752> >. Acesso em 15 set. 2025.

SOARES, Marcelo Oliveira; XAVIER, Francisco Rafael de Lima; DIAS, Nalu Maia; SILVA, Maiara Queiroz Monteiro da; LIMA, Jadson Pinto de; BARROSO, Cristiane

Xerez; VIEIRA, Leandro Manzoni; PAIVA, Sandra Vieira; MATTHEWS-CASCON, Helena; BEZERRA, Luís Ernesto Arruda; OLIVEIRA-FILHO, Ronaldo Ruy; SALANI, Sula; BANDEIRA, Ênio Victor Paiva. Alien hotspot: Benthic marine species introduced in the Brazilian semiarid coast. **Marine Pollution Bulletin**, v. 174, 2022. Disponível em < <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113250>>. Acesso em 11 dez. 2025.

VIANA, Marina Gomes; ROCHA-BARREIRA, Cristina; HIJO, Carlos Alberto Grossi. Macrofauna bentônica da faixa entremarés e zona de arrebenção da praia de Paracuru (Ceará-Brasil). **Brazilian Journal of Aquatic Science e and Technology**, v.9, n.1, 2005. Disponível em <<https://periodicos.univali.br/index.php/bjast/article/view/579>> . Acesso em 15 set. 2025.

WoRMS Editorial Board (2025). World Register of Marine Species. Available from <https://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2025-12-04. doi:10.14284/170

ZALMON, Ilana R; REZENDE, Carlos Eduardo de; VELOSO, Valeria G; SALLORENZO, Ilana; PARANHOS, Rodolfo; FALCÃO, Ana Paula; ALMEIDA, Tito César M. de. Influence of estuarine dynamics on macrobenthos spatial variability along the southeast continental shelf of Brazil. **Scientia Marina**: Barcelona, v. 79, n. 3, p. 379-391, 2015. Disponível em <<https://doi.org/10.3989/scimar.04196.18A>>. Acesso em 18 nov. 2025.