



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS COM ÊNFASE EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS

SILVIA HELENA BEZERRA GOMES

**VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO MESOZOOPLÂNCTON AO LONGO DO
GRADIENTE COSTA-OCEANO DO ATLÂNTICO TROPICAL**

Recife

2024

SILVIA HELENA BEZERRA GOMES

**VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO MESOZOOPLÂNCTON AO LONGO DO
GRADIENTE COSTA-OCEANO DO ATLÂNTICO TROPICAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Bacharelado em Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel.

Orientador (a): Dr. Ralf Schwamborn

Coorientador (a): Dra. Gabriela Guerra
Araújo Abrantes de Figueiredo

Recife

2024

SILVIA HELENA BEZERRA GOMES

**VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO MESOZOOPLÂNCTON AO LONGO DO
GRADIENTE COSTA-OCEANO DO ATLÂNTICO TROPICAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Bacharelado em Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel.

Aprovada em: 30/09/2024

COMISSÃO EXAMINADORA

Dr^a. Gabriela Guerra Araújo Abrantes de Figueiredo – UFPE
(Coorientadora)

MSc. Kaio Henrique Farias da Silva -UFPE

Prof^a. Dr^a Sigrid Neumann Leitão -UFPE

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Gomes, Silvia Helena Bezerra.

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO MESOZOOPLÂNCTON AO
LONGO DO GRADIENTE COSTA-OCEANO DO ATLÂNTICO TROPICAL
/ Silvia Helena Bezerra Gomes. - Recife, 2024.

37p: il., tab.

Orientador(a): Ralf Schwamborn

Coorientador(a): Gabriela Guerra Araújo Abrantes de Figueiredo
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas /Ciências
Ambientais - Bacharelado, 2024.

Inclui referências.

1. mesozooplâncton. 2. gradiente. 3. biodiversidade. 4. biovolume. 5.
zooplâncton. I. Schwamborn, Ralf . (Orientação). II. de Figueiredo , Gabriela
Guerra Araújo Abrantes. (Coorientação). IV. Título.

570 CDD (22.ed.)

À minha família
(Mônica, Thaynná, Oliver
e Charles)
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por sempre estar ao meu lado nos momentos mais difíceis, guiando minhas decisões e me dando forças para seguir em frente nos desafios.

À minha mãe Mônica e à minha irmã Thaynná, por todo o apoio essencial durante minha jornada de estudos em outra cidade. Especialmente à minha mãe, pelo suporte incondicional que tornou possível a conclusão deste trabalho. Ao meu pai Charles, por sempre me incentivar a buscar o melhor nos estudos, mesmo com as dificuldades. E ao meu sobrinho Oliver, o amor da minha vida, que sempre conseguia me arrancar um sorriso nos momentos mais tristes e cuidou de mim do seu jeitinho quando precisei. Amo vocês! Um agradecimento especial à minha avó Helena, que sempre me incentivou a conquistar grandes coisas com seu carinho e amor. Te amo, vovó!

Ao Cássio Gabriel, meu companheiro, que chegou em um momento crucial da minha vida, me ajudando a enfrentar crises e apoiando nas demandas da faculdade neste final de curso.

Às minhas amigas Clara Mylene, Jéssica Vanessa e Thaillyne Beatriz, com quem compartilhei anos de convivência acadêmica e que foram meu conforto ao chegar em casa. Obrigada, meninas! E ao meu grande amigo Rikelme, que, mesmo à distância, sempre soube ser a pessoa mais divertida e tranquilizadora nos momentos difíceis.

Sou imensamente grata ao meu orientador, Prof. Dr. Ralf Schwamborn, pelas oportunidades no laboratório, pelo respeito e atenção. Um agradecimento especial à minha coorientadora Gabriela Figueiredo, que me acompanhou com paciência e dedicação nos momentos decisivos, sempre me instruindo e apoiando. Obrigada, Gabi!

Ao pessoal do LABZOO, que se tornou uma segunda casa nesses anos finais de graduação, meu sincero agradecimento pela ajuda, respeito e amizade (Rafael Santana, Richard Wonder, Mikaelle Helena, Vinicius Padilha, Morgana Lolaia, Gabriel

Bettencourt, Simone Lira, Denise Schwamborn, Cynthia Lima, Prof. Pedro Melo e Liana Furtado). Gostaria de fazer um agradecimento especial a Rafael Santana, Richard Wonder e Liana Furtado pelo apoio contínuo, pelos momentos descontraídos e por sempre estarem dispostos a ajudar. Muito obrigada!

Às minhas amigas Maianne Santos e Yasmim Vasconcelos, que estiveram comigo ao longo desses quase cinco anos de graduação. Sua amizade e companheirismo tornaram a jornada muito mais leve. Obrigada por tudo meninas, sem vocês tudo teria sido bem mais difícil.

Agradeço ainda à professora Sigrid Neumann Leitão, a Kaio Farias e a Nathalia Lins por aceitarem fazer parte da banca examinadora do meu TCC e contribuírem com seus conhecimentos.

Por fim, meu mais profundo agradecimento a todos que fizeram parte da minha vida durante esses anos. Sou muito grata a todos vocês!

*“Nossas dúvidas são traidoras
e nos fazem perder o bem que poderíamos conquistar,
se não fosse o medo de tentar.”*

– William Shakespeare

RESUMO

Este trabalho analisa a variação espaço-temporal do mesozooplâncton ao longo do gradiente costa-oceano no Nordeste do Brasil, incluindo as ilhas oceânicas de Fernando de Noronha e Atol das Rocas. O estudo investiga como fatores ambientais, como temperatura, salinidade e nutrientes, influenciam a composição taxonômica, abundância relativa e biovolume desses organismos. As amostras de mesozooplâncton foram coletadas durante campanhas na estação seca e chuvosa de 2015 e 2017, utilizando redes bongo com diferentes malhas. Os resultados indicaram que os Copépodes foram os organismos mais frequentes e abundantes em todas as áreas e estações, com Náuplios de Copepoda e Appendiculárias sendo relevantes em alguns períodos. Em termos de biovolume, grupos menos abundantes, como cnidários e Chaetognatos, tiveram um papel ecológico significativo. A análise estatística revelou diferenças significativas na abundância e composição do mesozooplâncton entre ambientes costeiros e oceânicos, bem como entre as estações. As mudanças sazonais no zooplâncton foram associadas à disponibilidade de nutrientes, com maior diversidade nas ilhas oceânicas na estação seca e nas áreas costeiras na estação chuvosa. Esses resultados ressaltam o papel do mesozooplâncton na transferência de energia e como indicadores de mudanças ambientais nos ecossistemas marinhos.

Palavras-chave: mesozooplâncton, gradiente, biodiversidade, biovolume, zooplâncton.

ABSTRACT

This study analyzes the spatiotemporal variation of mesozooplankton along the coast-ocean gradient in Northeast Brazil, including the oceanic islands of Fernando de Noronha and Atol das Rocas. The research investigates how environmental factors such as temperature, salinity, and nutrients influence the taxonomic composition, relative abundance, and biovolume of these organisms. Mesozooplankton samples were collected during dry and rainy seasons in 2015 and 2017 using bongo nets with different mesh sizes. The results indicated that copepods were the most frequent and abundant organisms across all areas and seasons, with nauplii and appendicularians being relevant during certain periods. In terms of biovolume, less abundant groups such as cnidarians and chaetognaths played a significant ecological role. Statistical analysis revealed significant differences in the abundance and composition of mesozooplankton between coastal and oceanic environments, as well as between seasons. Seasonal changes in zooplankton were associated with nutrient availability, with greater diversity in the oceanic islands during the dry season and in coastal areas during the rainy season. These findings highlight the role of mesozooplankton in energy transfer and as indicators of environmental changes in marine ecosystems.

Keywords: mesozooplankton, gradient, biodiversity, biovolume, zooplankton.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** Área de estudo: Região costeira do Nordeste brasileiro; RA – Atol das Rocas; FN – Fernando de Noronha; MS – Montes Submarinos. Pontos em vermelho e amarelo: pontos de coleta.....21
- Figura 2** Gráfico da abundância relativa e do biovolume relativo do ambiente costeiro das duas campanhas: estação seca e chuvosa.....30
- Figura 3** Gráfico de abundância relativa do ambiente oceânico de ambas as campanhas: estação seca e chuvosa)31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Datas das coletas no local amostrado.....	23
Tabela 2	Tabela geral da estação seca com dados da frequência de ocorrência (F.O), abundância relativa (A.R) e biovolume relativo (B.R)	27
Tabela 3	Tabela geral da estação chuvosa com dados da frequência de ocorrência (F.O), abundância relativa (A.R) e biovolume relativo (B.R)	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.2 HIPÓTESE	18
1.2.1 OBJETIVOS	18
1.2.2 <i>Objetivo geral</i>	18
1.2.3 <i>Objetivos específicos</i>	18
2. METODOLOGIA	19
2.1 Área de estudo.....	19
2.2 Procedimentos de campo.....	21
2.3 Análise em laboratório.....	22
2.4 Análise de dados.....	22
2.4.1 <i>Frequência de Ocorrência</i>	22
2.4.2 <i>Abundância relativa</i>	22
2.4.3 <i>Biovolume relativo</i>	23
3. RESULTADOS	23
3.1 Frequência de Ocorrência.....	23
3.2 Abundância Relativa e Biovolume Relativo.....	25
3.2.1 <i>Abundância e Biovolume relativo no ambiente costeiro</i>	26
3.2.2 <i>Abundância e biovolume relativo no ambiente oceânico</i>	27
4. DISCUSSÃO	29
5. CONCLUSÕES	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1. INTRODUÇÃO

Plâncton é um termo que vem do grego 'planktos', significando errante. Descreve uma comunidade de organismos predominantemente microscópicos que vivem à deriva na coluna d'água dos ambientes aquáticos (BOROWITZKA, L. J.; BOROWITZKA, M. A. 1988). Embora sua capacidade de locomoção ativa seja limitada, muitas espécies de plâncton realizam migrações verticais diárias e são parcialmente capazes de influenciar seus trajetos horizontais, dependendo das correntes aquáticas e de respostas a estímulos ambientais (PARSONS, T. R. 1993). Essa comunidade constitui os níveis basais das cadeias alimentares aquáticas e são essenciais para a dinâmica ecológica dos oceanos. São compostos por uma vasta diversidade de seres, desde vírus e bactérias até pequenos animais e plantas (SOMMER, U.; STIBOR, H. 2002). Esses organismos estão distribuídos por toda a extensão da coluna d'água, organizados verticalmente de acordo com a penetração de luz na zona fótica, o que afeta diretamente sua distribuição e atividade biológica (BANSE, K. 1994).

Os organismos planctônicos são classificados em dois grandes grupos principais: o fitoplâncton e o zooplâncton. O fitoplâncton, composto por plantas unicelulares como algas microscópicas e cianobactérias, desempenha um papel crucial na biosfera, sendo responsável por aproximadamente 45% da produção primária anual do planeta (SANTOS, A. 2018). Como principais produtores primários nos ecossistemas pelágicos, tanto marinhos quanto de água doce, o fitoplâncton captura a energia solar por meio da fotossíntese, processo pelo qual converte dióxido de carbono e água em glicose e oxigênio, fornecendo energia e matéria orgânica para outros organismos aquáticos (LINDSEY, R. et al., 2010).

O fitoplâncton serve como fonte de alimento para o zooplâncton, que abrange uma ampla variedade de formas e tamanhos, desde organismos microscópicos até outros visíveis a olho nu, como as águas-vivas. O zooplâncton, atuando como consumidor primário, alimenta predadores maiores, incluindo peixes de importância comercial e grandes cetáceos, estabelecendo-se como um elo vital na transferência de energia através dos níveis tróficos dos ecossistemas aquáticos (AMON et al., 2017).

Dentro da comunidade planctônica, o zooplâncton marinho representa membros de todos os filos. No entanto, para facilitar a análise, esta diversidade taxonômica é frequentemente simplificada em grupos funcionais, classificados de maneira binária em gelatinosos ou não gelatinosos, com base na proporção de carbono no corpo (RICHARDSON, K.; RICHARDSON, P. 2008). Os organismos gelatinosos incluem medusas, ctenóforos e tunicados pelágicos, que possuem corpos macios e uma alta quantidade de água em sua composição, resultando em uma baixa densidade corporal. Por outro lado, os organismos não gelatinosos, como copépodes e eufausiáceos, possuem corpos mais densos e menos água, o que lhes confere uma maior proporção de carbono corporal. Esta classificação ajuda a entender melhor as funções ecológicas e o papel desses organismos nas redes alimentares marinhas (WRIGHT, R. M 2019).

O zooplâncton também pode ser distribuído em duas categorias principais: meroplâncton e holoplâncton. O meroplâncton é composto por organismos que são planctônicos apenas durante uma fase do seu ciclo de vida, geralmente na fase larval. Esses estágios larvais são de extrema importância para a dispersão de espécies e têm um papel crucial na conectividade dos ecossistemas marinhos. Um exemplo são as larvas de crustáceos decápodes, moluscos e anelídeos, que fazem parte do plâncton antes de se tornarem organismos bentônicos ou nectônicos (BRANDINI, F. P.; LOUIS SPACH, H. 1997). De acordo com Young et al., 2002, quase três quartos dos filos marinhos apresentam algum tipo de desenvolvimento larval indireto, o que sublinha a importância do meroplâncton para a biodiversidade e dinâmica desses ecossistemas marinhos. Em contraste, o holoplâncton é composto por organismos que passam toda sua vida no plâncton. Este grupo inclui espécies como os copépodes, que representam o grupo mais abundante, compreendendo cerca de 80 a 90% da abundância total do zooplâncton em ambientes costeiros e estuarinos (RAKHESH, et al., 2013).

Para entender melhor a estrutura das comunidades zooplanctônicas, é fundamental considerar também a classificação de tamanho do zooplâncton. O zooplâncton é classificado em várias categorias de tamanho. As principais classes de tamanho incluem picozooplâncton (<2 μ m), nanozooplâncton (2-20 μ m), microzooplâncton (20-200 μ m), mesozoplâncton (200-2000 μ m), macrozooplâncton

(2-20 mm) e megazooplâncton (>20 mm) (BANSE, K. 1994; HARRIS et al., 2000). Essa classificação de tamanho é crucial para entender as funções ecológicas e o papel desses organismos nas redes alimentares marinhas, fornecendo uma visão detalhada sobre a diversidade e a complexidade das comunidades zooplanctônicas (SHELDON et al., 1972; FIGUEIREDO et al., 2020). Neste contexto, o mesozooplâncton, que inclui organismos cujos tamanhos variam de 200-2000 μm , assume um papel crucial na transferência de energia e na reciclagem de nutrientes. Segundo Castro e Huber (2012), estes organismos funcionam como um elo vital, transferindo energia dos produtores primários para consumidores de níveis tróficos mais elevados. Essa transferência de energia é fundamental para a sustentação de uma ampla gama de peixes e mamíferos marinhos, conforme destacado por Sampaio de Souza et al., (2023), evidenciando a importância do mesozooplâncton não apenas para a biodiversidade marinha, mas também para a saúde dos ecossistemas aquáticos globais. O mesozooplâncton, em sua função de principal consumidor do microzooplâncton, é vital na utilização da produção secundária gerada por consumidores menores que se alimentam exclusivamente do fitoplâncton (STEINBERG, D. K.; LANDRY, M. R. 2017).

O zooplâncton possui uma vasta diversidade e distribuição (DA CONCEIÇÃO et al., 2021). Dentre eles, os copépodes são os organismos mais abundantes representando um componente fundamental do zooplâncton marinho (FENG et al., 2023). Eles desempenham um papel crucial na cadeia alimentar, servindo como principal fonte de alimento para muitos peixes, aves marinhas e mamíferos marinhos (BUCKLIN et al., 2021). Os copépodes pertencem à classe Copepoda, dentro do subfilo Crustacea, e podem ser encontrados em quase todos os habitats aquáticos, desde os mares abertos até as águas costeiras e estuarinas (BOXSHALL, G. A. et al., 2016). Eles são predominantemente herbívoros, alimentando-se de fitoplâncton (BESS et al., 2021). No entanto, algumas espécies são carnívoras ou detritívoras, alimentando-se de pequenos organismos ou matéria orgânica em decomposição (RAKHESH et al., 2013). Seu ciclo de vida inclui várias fases larvais, começando com os náuplios. Estas larvas passam por uma série de metamorfoses até atingirem a forma adulta (BANSE, K. 1994). Devido à sua abundância e papel na cadeia alimentar, os copépodes são considerados bioindicadores importantes das condições ambientais, assim como todos os organismos do zooplâncton. Eles respondem

rapidamente às mudanças na qualidade da água e na disponibilidade de nutrientes, tornando-se úteis para monitorar a saúde dos ecossistemas marinhos (HARRIS et al., 2000).

Outro aspecto importante do mesozooplâncton é sua diversidade trófica. Além de desempenhar papéis variados nas teias alimentares, encontramos no mesozooplâncton uma gama de predadores, como pequenos crustáceos, chaetognathas e ctenóforos, que se alimentam de outras presas no ambiente marinho. A ecologia trófica dessas espécies pode variar significativamente, tanto entre diferentes espécies quanto entre os estágios de desenvolvimento de uma mesma espécie. Algumas espécies, por exemplo, mudam sua dieta à medida que crescem, passando de herbívoros a carnívoros ou onívoros (ZHANG et al., 2023). Essa flexibilidade alimentar dificulta a distinção clara entre predadores e presas, resultando em teias alimentares complexas e fluxos de energia complicados (ISAACS, J. D. 1973; LANDRY, M. R. 2002).

A importância do mesozooplâncton transcende a sua função alimentar, influenciando significativamente a biodiversidade e a estabilidade dos ecossistemas marinhos. O plâncton desempenha um papel crucial nos ciclos biogeoquímicos, incluindo o sequestro de carbono, e serve como indicador de saúde ambiental, respondendo rapidamente a mudanças nas condições de água, como a temperatura e a salinidade. (THACKERAY, S. J.; BEISNER, B. E. 2023). Estudos indicam que variações na composição e abundância do mesozooplâncton podem refletir mudanças ambientais e antropogênicas nas águas oceânicas e costeiras, como alterações na temperatura da água e poluição por nutrientes (SAMPAIO DE SOUZA et al., 2023; LANDRY, 2002).

A acidificação dos oceanos, por exemplo, prejudica a calcificação de organismos como foraminíferos e coccolitóforos, essenciais para a estrutura da cadeia alimentar marinha (ORR et al., 2005). Além disso, mudanças nos padrões de circulação oceânica podem modificar a distribuição de nutrientes, afetando a produtividade primária e a biomassa planctônica (HOEGH-GULDBERG et al., 2007). Esses fatores, combinados com a eutrofização causada por atividades humanas, podem levar a blooms de algas nocivas, alterando a composição das comunidades planctônicas e afetando negativamente a biodiversidade (BURKHOLDER, J. M. 2002).

A capacidade desses organismos de responder a variações na qualidade da água e na disponibilidade de nutrientes os torna indicadores valiosos da saúde do ecossistema. Esta capacidade de resposta é particularmente relevante no Nordeste brasileiro, onde a extensa linha de costa de cerca de 2000 km apresenta uma diversidade de condições ambientais.

A região oceânica adjacente da costa do nordeste brasileiro é majoritariamente caracterizada por regiões oligotróficas com baixa concentração de nutrientes, resultando em produtividade primária e biomassa planctônica reduzidas (BOLOTOVSKOY, D. 1981). No entanto, contrastando com estas áreas oligotróficas, existem ambientes como as ilhas oceânicas e a região de quebra de plataforma que, devido às suas características topográficas e circulação oceânica, tornam-se 'hotspots' de biodiversidade, com maior disponibilidade de nutrientes e consequente aumento na produtividade planctônica (LIRA et al., 2014; CAMPELO et al., 2019; SANTANA et al., 2020).

Essas áreas enriquecidas, junto às regiões costeiras próximas de estuários e recifes, tendem a exibir maior abundância e diversidade de organismos zooplanctônicos, mesmo em ambientes oligotróficos, como as águas costeiras do Nordeste brasileiro (DE-CARLI et al., 2018). Apesar de apresentarem baixos níveis de nutrientes, essas áreas mantêm uma alta diversidade, o que pode estar relacionado a fatores climáticos e sazonais, que influenciam diretamente as comunidades zooplanctônicas (MANICKAM et al., 2018). A variabilidade sazonal, como mudanças na temperatura da água, salinidade e disponibilidade de nutrientes, afeta não apenas a abundância, mas também a composição e a estrutura trófica dessas comunidades (KONDOWE et al., 2022). Por exemplo, a dinâmica do zooplâncton pode variar significativamente ao longo do ano, refletindo as condições ambientais e os fluxos de energia nos ecossistemas marinhos (IŞKIN et al., 2020).

A importância desse tipo de estudo reside em compreender como os fatores ambientais, naturais ou antropogênicos, influenciam as dinâmicas ecológicas dessas comunidades, contribuindo para o entendimento dos processos tróficos e da biodiversidade em regiões costeiras e oceânicas. Esse conhecimento é fundamental para aprofundar a compreensão sobre as interações ecológicas e a resiliência dos ecossistemas marinhos diante de variações sazonais e climáticas.

1.2 HIPÓTESE

Existe uma diferença significativa na abundância do mesozooplâncton entre ambientes costeiros e oceânicos, bem como entre as estações de seca e chuva ao longo do gradiente costa-oceano no atlântico tropical.

1.2.1 OBJETIVOS

1.2.2 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é examinar a variação espaço-temporal da comunidade de mesozooplâncton ao longo do gradiente costa-oceano no atlântico tropical, focando nas regiões que englobam a costa do Nordeste do Brasil e as ilhas oceânicas de Fernando de Noronha e o Atol das Rocas. O estudo é direcionado para avaliar as variações de tamanho e composição taxonômica do mesozooplâncton nestas áreas, investigando como os distintos fatores ambientais costeiros e oceânicos impactam essas comunidades.

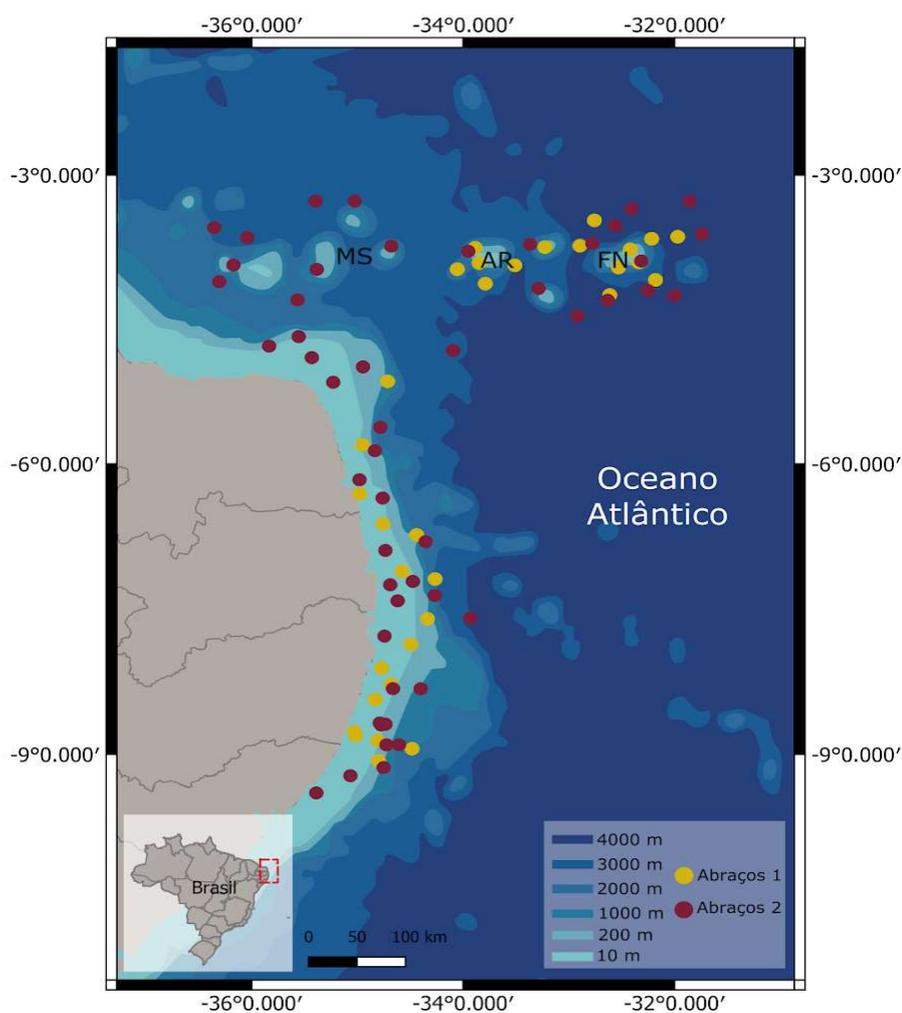
1.2.3 Objetivos específicos

- Identificar a nível de grandes grupos os componentes do zooplâncton da costa do Nordeste e das ilhas oceânicas;
- Medir os organismos zooplanctônicos (eixo maior e eixo menor);
- Comparar o ambientes costeiros e oceânicos quanto a sua abundância relativa e ao biovolume;
- Investigar as mudanças na abundância e diversidade do mesozooplâncton entre as estações seca e chuvosa, identificando os principais fatores ambientais que influenciam essas variações no gradiente costa-oceano.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A área estudada compreende a costa do Nordeste brasileiro e os ambientes oceânicos representados por duas ilhas oceânicas: Fernando de Noronha e Atol das Rocas e os bancos oceânicos que fazem parte do arco de Fernando de Noronha (figura 1). Essas ilhas apresentam uma rica biodiversidade marinha, com espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, como tubarões, raias, tartarugas marinhas, aves marinhas e cetáceos (PEREIRA et al., 2013). Além disso, a região tem grande importância ecológica e econômica, sendo utilizada para atividades de pesca, turismo e conservação.



Fonte: (Figueiredo, 2024)

Figura 1. Área de estudo: Região costeira do Nordeste brasileiro; RA – Atol das Rocas; FN – Fernando de Noronha; MS – Montes Submarinos. Pontos em vermelho e amarelo: pontos de coleta.

A costa do Nordeste brasileiro é caracterizada por uma grande diversidade biológica e condições oligotróficas, marcadas por baixas concentrações de nutrientes (COSTA DA SILVA et al., 2021). A plataforma continental da região apresenta um perfil batimétrico regular, destacando-se pela presença de uma extensa barreira de recifes. Além disso, ao largo da costa, as águas oceânicas são pontuadas por ilhas oceânicas notáveis, como Fernando de Noronha e o Atol das Rocas, e bancos rasos que fazem parte das cadeias Norte-brasileiras e do arco de Fernando de Noronha (REVIZEE, 2006). A maior parte dessas águas profundas, entre 4000 e 5000 metros, compõem o domínio oceânico da região. O Arquipélago de Fernando de Noronha situa-se no Atlântico Equatorial Tropical, a aproximadamente 345 km da costa brasileira. Este conjunto de uma ilha principal e vinte ilhas menores está inserido em um complexo sistema de correntes marítimas, predominantemente Leste-Oeste, influenciadas pela Corrente Equatorial-Sul (RODRIGUES et al., 2006). O clima tropical do arquipélago é diretamente influenciado pelo Oceano Atlântico e apresenta uma temperatura média anual de 27,5°C, com duas estações climáticas distintas: uma chuvosa de março a julho e uma seca de agosto a janeiro (ASSUNÇÃO et al., 2016).

Por sua vez, o Atol das Rocas, situado a 267 km de Natal, RN, e a 148 km de Fernando de Noronha, é uma reserva biológica do estado do Rio Grande do Norte. Abrangendo 360 km², incluindo o atol e as águas circundantes até uma profundidade de 1000 m, o atol possui um clima equatorial com ventos alísios e temperatura média de 26°C. Suas estações climáticas são semelhantes às de Fernando de Noronha, com um período chuvoso que se estende de março a julho (GUSMÃO, 2006). Essas características geográficas e climáticas tornam a costa nordestina do Brasil e suas ilhas adjacentes áreas de grande interesse científico e ecológico, fundamentais para estudos sobre biodiversidade marinha e processos oceânicos.

2.2 Procedimentos de campo

As coletas foram realizadas durante o cruzeiro do projeto ABRAÇOS, especificamente nos meses de setembro e outubro de 2015 (seca) e abril e maio de 2017 (chuva).

Tabela 1. Datas e Dados da coleta no local amostrado.

	Seca	Chuvoso
	29/09/2015	09/04/2017
Datas	21/10/2015	09/05/2017
Quantidade numérica de organismos	13.791	16.432
Quantidade de amostras	33	38
Locais de coleta	Costa/Oceano	Costa/Oceano

Fonte: Silvia Helena Bezerra Gomes, 2024

Para coleta do zooplâncton, foram realizados arrastos oblíquos até 200 metros de profundidade nas regiões oceânicas e nas áreas costeiras, com menor profundidade, os arrastos foram feitos até no máximo 10 metros do fundo. As amostras foram obtidas com o auxílio de redes do tipo bongo de 64, 120, 300 e 500 micrômetros. Para o cálculo do volume filtrado, todas as redes foram acopladas com um fluxômetro (hydrobios). Para a campanha da estação seca (abraços 1), apenas a rede de 120µm foi analisada. Para a campanha da estação chuvosa (abraços 2), todas as redes (64, 120, 300 e 500) foram misturadas e posteriormente separadas em cinco frações de tamanho, utilizando uma matriz de múltiplas malhas com os seguintes intervalos: <20.0 µm, 200-500 µm, 500-1000 µm, 1000-2000 µm e >2000 µm. Nessa campanha também foram utilizados apenas os dados obtidos da fração de tamanho de 120 µm. Para análise taxonômica, as amostras foram preservadas em formaldeído tamponado (5% tetraborato) para posterior análise em laboratório.

2.3 Análise em laboratório

No Laboratório de Zooplâncton do Museu de Oceanografia da UFPE, foram analisadas um total de 71 amostras coletadas ao longo das campanhas de 2015 a 2017 (33 para estação seca e 38 amostras para estação chuvosa), distribuídas da seguinte forma: 5 amostras dos bancos oceânicos, 21 do arquipélago de Fernando de Noronha, 34 da costa do Nordeste, e 11 amostras do Atol das Rocas. Os organismos foram identificados a grandes grupos seguindo o protocolo de (SANTOS et al., 2010). Foi realizado um levantamento quantitativo dos organismos além da análise de tamanho para obtenção de dados de biovolume. Para cada grupo foram feitas medições de 30 organismos por amostra utilizando uma ocular de medição acoplada a uma lupa, registrando-se o comprimento total (eixo 1 da elipse) e a largura máxima (eixo 2 da elipse) de cada organismo.

2.4 Análise de dados

2.4.1 Frequência de Ocorrência

Foram analisadas a frequência de ocorrência dos diferentes táxons para analisar a ocorrência dos organismos nos diferentes ambientes (costa e oceano) e períodos (seca e chuvosa). Para isso, foi utilizado a seguinte fórmula:

$$F_o = T_a * 100 * T_A^{-1} \text{ onde:}$$

T_a= Número de amostras em que cada táxon ocorreu.

T_A= Total de amostras.

Os resultados foram apresentados em porcentagem (%).

2.4.2 Abundância relativa

A fim de entender a composição taxonômica de cada ambiente, foi realizada o cálculo de abundância relativa seguindo a seguinte equação:

$$A_r = N * 100 * N_a^{-1}$$

N= Abundância total de organismos de cada táxon nas amostras

N_a = Abundância total de organismos nas amostras.

Todos os valores foram expressos em porcentagem (%). Após o cálculo da abundância relativa, os organismos que apresentaram valores inferiores a 5% foram agrupados na categoria "Zooplâncton Outros".

2.4.3 *Biovolume relativo*

Com o intuito de observar a contribuição dos organismos em termos de biovolume, foi calculado o biovolume relativo (%). Para isso, inicialmente calculamos o volume individual de cada organismo a partir da seguinte equação:

$$\text{Volume} = 4/3 * 3.14 * (\text{eixo maior})/2 * (\text{eixo menor})^2/2$$

Para calcular o biovolume relativo seguimos a seguinte equação:

$$\mathbf{Br} = \mathbf{B} * 100 * \mathbf{BT}^{-1} \text{ onde:}$$

B= Biovolume do táxon específico

BT= Biovolume total de todos os táxons nas amostras

Após o cálculo do biovolume relativo, os organismos que apresentaram valores inferiores a 5% foram também agrupados na categoria "Outros".

3. RESULTADOS

3.1 *Frequência de Ocorrência*

Os copépodes foram o grupo mais frequente em ambas as áreas (costa e oceano, Tabelas 2 e 3). Além deles, outros grupos também foram considerados muito frequentes, como por exemplo, os náuplios, durante a estação chuvosa nas duas áreas (costa e oceano 100% e 94% respectivamente) e Appendicularia, muito frequentes na estação seca em ambas as regiões. Ovos de peixe foram muito frequentes em ambas as áreas durante a estação seca, com 100% de ocorrência em ambas as regiões. Na estação chuvosa, Ovo de invertebrado foi frequente, com 76% na região oceânica e 82,6% na região costeira. Um aspecto interessante é que, apesar de Appendicularia ter sido muito frequente na estação seca, na estação chuvosa sua ocorrência foi esporádica, ou seja, tornando-se um dos organismos menos frequentes em ambas as áreas. Os demais foram considerados pouco frequentes e esporádicos.

Embora ovos de peixe, ostracoda e náuplios tenham sido muito frequentes (100%, 94%, 83% respectivamente) durante a estação seca, seus valores de abundância relativa e biovolume relativo foram baixos quando comparados a outros grupos, como os copépodes. Apesar de estarem amplamente distribuídos nas amostras, esses organismos apresentaram pouca representatividade em termos de abundância relativa e biovolume relativo.

Tabela 2: Frequência de ocorrência (F.O), abundância relativa (A.R) e biovolume relativo (B.R) durante o período da estação seca nas áreas oceano e costa.

OCEANO				COSTA			
GRUPO TAXONÔMICO	F.O (%)	A.R (%)	B.R (%)	GRUPO TAXONÔMICO	F.O (%)	A. R (%)	B.R (%)
Ciliophora	5	0.007	0.0001	Tintinida	6	0.01	0.001
Foraminífera	27	0.07	0.03	Foraminífera	6	0.01	0.003
Cnidária	77	0.5	17	Cnidária	73	0.32	19
Briozoa	66	0.3	0.14	Briozoa	40	2.3	0.06
Nemertea	5	0.008	0.001	Simpuncula	13	0.04	0.08
Simpuncula	27	0.1	0.2	Polychaeta	86	0.4	0.1
Polychaeta	66	0.6	0.3	Gastropoda	86	7.6	0.8
Gastropoda	77	3	0.4	Bivalve	53	0.6	0.2
Bivalve	16	0.05	0.006	Apendicularia	100	6	7
Apendicularia	100	5.5	5	Thaliacea	33	0.1	5
Thaliacea	66	0.6	4.7	Anfioxo	6	0.01	0.4
Copepoda	100	78	35	Copepoda	100	69	39
Nauplio	83	2	0.1	Nauplio	100	7	0.5
Ostracoda	94	1.7	0.9	Ostracoda	60	1.8	0.7
Cirripedia nauplius	5	0.3	0.01	Mysidacea	13	0.06	3.3
Euphausiacea	83	0.45	4.8	Decapoda	60	0.7	1.7
Mysidacea	5	0.4	4	Chaetognatha	93	1.2	15
Isopoda	16	0.2	0.5	Ovo invertebrado	53	2.3	0.1
Decapoda	16	0.6	3.4	Ovo de peixe	100	2.2	0.9
Chaetognatha	77	2.1	23	Teleosteo	33	0.1	4.3
Echinodermata	11	0.03	0.005				
Ovo invertebrado	55	1	0.1				
Ovo de peixe	100	1.5	0.2				
Teleosteo	22	0.03	0.1				

Fonte: Silvia Helena Bezerra Gomes, 2024

Tabela 3: Frequência de ocorrência (F.O), abundância relativa (A.R) e biovolume relativo (B.R) durante o período da estação chuvosa nas áreas oceano e costa

OCEANO				COSTA			
GRUPO TAXONÔMICO	F.O (%)	A.R (%)	B.R (%)	GRUPO TAXONÔMICO	F.O (%)	A.R (%)	B.R (%)
Foraminífera	33	0.26	0.96	Foraminífera	13	0.03	0.12
Rotífera	4.7	0.08	0.18	Cnidária	4	0.01	0.04
Cnidária	9	0.04	0.16	Polychaeta	17	0.07	0.46
Polychaeta	4,7	0.21	0.07	Chaetognatha	21,7	0.1	0.8
Gastropoda	57	2.2	2.3	Echinodermata	4	0.01	0.17
Bivalve	4.7	0.01	0.3	Gastropoda	78,2	1.7	8
Cladocera	4,7	0.01	0.02	Ostracoda	39,1	0.3	1
Copepoda	100	66.8	49	Copepoda	100	75	59
Nauplio	100	25	14	Nauplio	100	19	14
Ostracoda	61	0.5	12	Euphausiacea	17	0.08	0.5
Euphausiacea	42,8	0.45	6	Mysidacea	4	0.02	0.7
Mysidacea	19	0.04	0.33	Decapoda	8.7	0.08	0.3
Zoea	14	0.08	0.36	Cirripedia	8.7	0.02	0.006
Decapoda	9	0.07	0.03	Zoea	8.7	0.04	0.002
Ovo de invertebrado	76	5.36	11	Ovo de invertebrado	82,6	5.6	12
Appendicularia	9	0.03	0.37	Ovo de peixe	17	0.04	0.5
Ovo de peixe	14	0.07	0.49	Teleosteo	4	0.01	0.3
				Ovo eclodido	4	0.04	0.24

Fonte: Silvia Helena Bezerra Gomes, 2024

Além disso, é interessante notar que os cnidários apresentaram uma baixa frequência de ocorrência na estação chuvosa em ambas as áreas. No entanto, na estação seca, especialmente na região oceânica, a frequência desse grupo foi consideravelmente maior, atingindo 77%. Outra diferença relevante entre as campanhas foi observada no Ovo de invertebrado: na estação seca, na área oceânica, sua frequência de ocorrência foi de 55%, enquanto na estação chuvosa esse táxon apresentou uma frequência maior em ambas as áreas, com 76% e 82,6%, respectivamente.

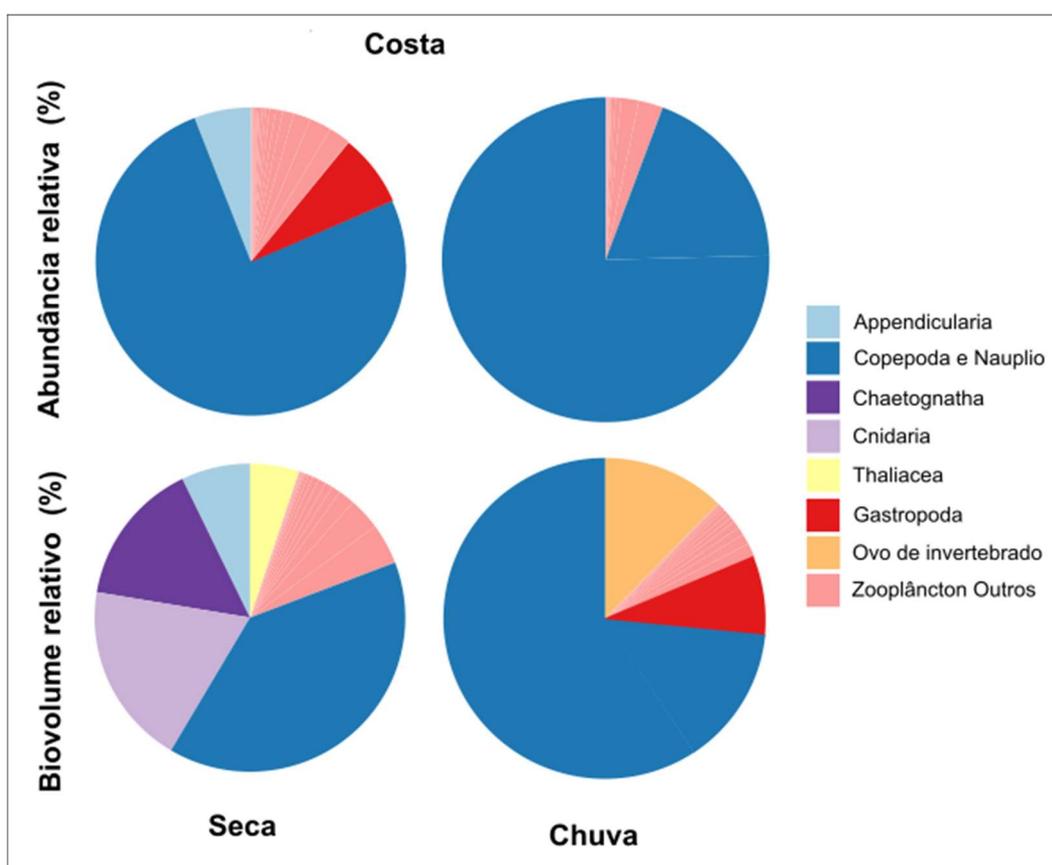
3.2 Abundância Relativa e Biovolume Relativo

Um total de 30 táxons de zooplâncton foram identificados ao longo das duas campanhas. Na estação seca, foram observados 28 táxons, em ambas as áreas

(costa e oceano) e na estação chuvosa 22 em ambas as áreas. Na estação seca, as ilhas oceânicas apresentaram uma maior diversidade com 24 táxons (Tabela 2), diferente da estação chuvosa na qual a região costeira apresentou uma maior diversidade, com 18 táxons (Tabela 3).

3.2.1 Abundância e Biovolume relativo no ambiente costeiro

Os copépodes e náuplios foram os organismos mais abundantes em ambas as campanhas (69% para estação seca, 75% para a estação chuvosa, Figura 2, tabelas 2 e 3). Apesar da grande diversidade de organismos (30 táxons), a maioria apresentou abundância relativa menor que 5% (Tabelas 2 e 3). Na estação seca, appendicularia, e gastropoda tiveram abundância acima de 5% (Figura 2), diferentemente da estação chuvosa, que apenas copepoda e náuplios teve abundância relativa acima de 5%.



Fonte: (Figueiredo, 2024)

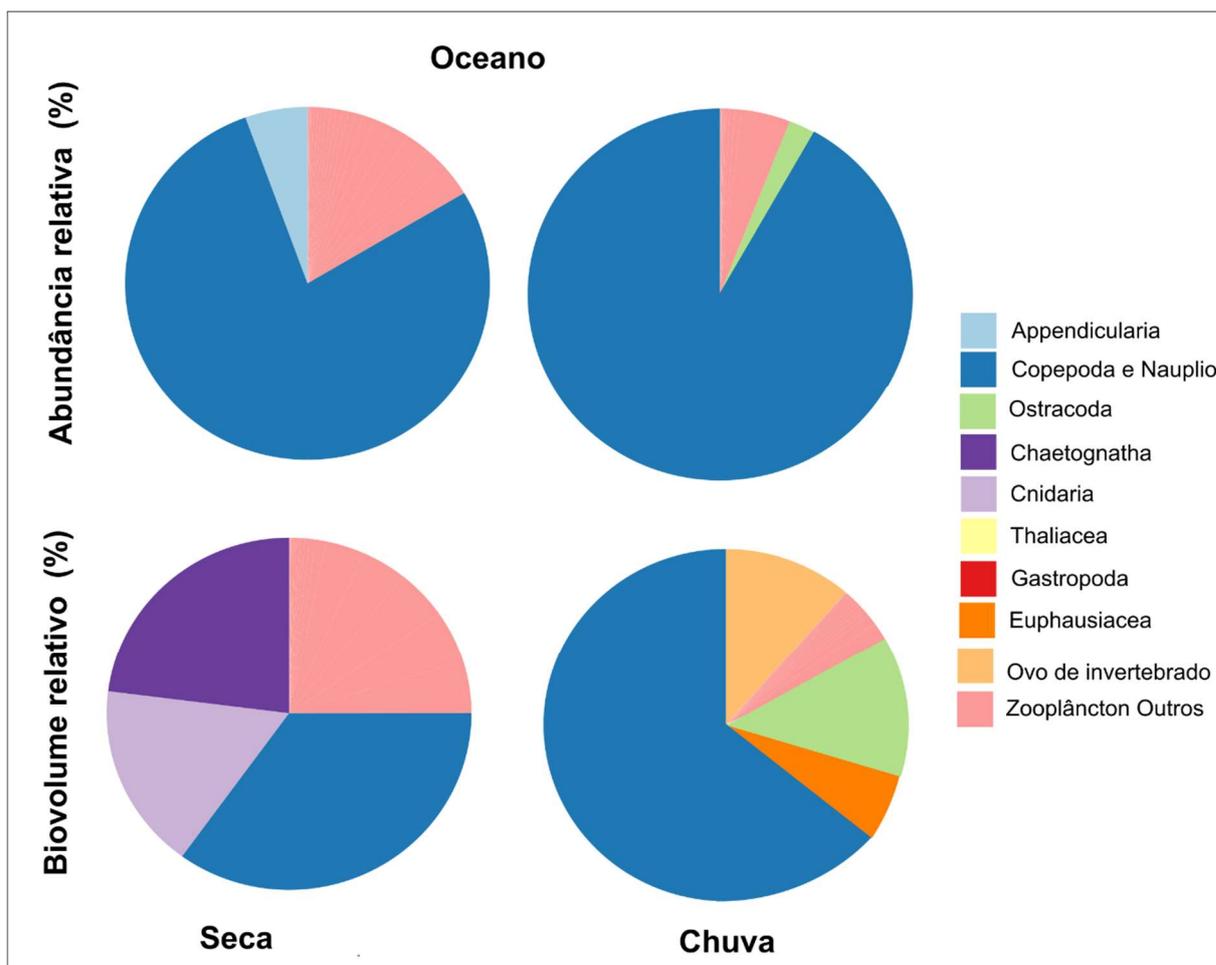
Figura 2. Gráfico da abundância relativa e do biovolume relativo do ambiente costeiro das duas campanhas: estação seca e chuvosa.

Em relação ao biovolume, assim como observado na abundância, os copépodes apresentaram as maiores porcentagens, com 39% na estação seca e 59% na estação chuvosa. No entanto, também foi possível identificar a relevância de organismos cujas abundâncias foram inferiores a 5%, como os cnidários (19%) e quetognatos (15%) na estação seca, e ovos de invertebrados e gastrópodes, com 12% e 8%, respectivamente, na estação chuvosa (Figura 2).

Além disso, houve variações significativas na composição taxonômica entre as estações. Na estação seca, destacaram-se os cnidários, quetognatos, appendiculários e taliáceos, enquanto na estação chuvosa foram observados principalmente ovos de invertebrados e gastrópodes (Figura 2).

3.2.2. Abundância e biovolume relativo no ambiente oceânico

No ambiente oceânico, o táxon mais abundante foi o Copepoda (78% na estação seca e 66,8% na estação chuvosa (Figura 3 e Tabelas 2 e 3). Uma diferença notável foi a variação no segundo táxon mais predominante em cada campanha. Na estação seca, o grupo mais abundante após Copepoda foi Appendicularia, com pouco mais de 5%, enquanto na estação chuvosa, essa posição foi ocupada por Ostracoda.



Fonte: (Figueiredo, 2024)

Figura 3: Gráfico de abundância relativa e biovolume relativo do ambiente oceânico de ambas as campanhas: estação seca e chuvosa.

Em termos de biovolume, Copepoda permaneceu como o organismo mais representativo no ambiente costeiro, com 35% na estação seca e 49% na estação chuvosa. Na estação seca, Chaetognatha e Cnidários também apresentaram destaque, com 23% e 17%, respectivamente, seguindo um padrão similar ao observado na costa (Figura 3). Na estação chuvosa, houve uma maior variação na composição, com grupos menos abundantes em termos numéricos, como Euphausiacea (6%), Ostracoda (12%) e ovos de invertebrados (11%), ganhando relevância no biovolume relativo.

4. DISCUSSÃO

Este estudo apresenta uma abordagem inovadora ao integrar as análises de abundância e biovolume de organismos zooplanctônicos coletados com uma malha de 120 micrômetros, ampliando a compreensão das dinâmicas ecológicas em ambientes marinhos. Embora os estudos tradicionais focados apenas na abundância tenham fornecido informações valiosas sobre a distribuição e quantidade dos organismos (NEUMANN-LEITÃO et al., 1999, 2019; DE SOUZA et al., 2020), a inclusão do biovolume permite uma análise mais abrangente da importância ecológica de cada táxon (FIGUEIREDO et al., 2020, MARCOLIN 2015; LIRA, et al., 2024).

Neste trabalho, foi feita uma análise da composição do zooplâncton, referente a diferentes áreas e campanhas (estação seca e chuvosa) ao longo da costa nordeste brasileiro e regiões oceânicas adjacentes. Com base nos resultados, observou-se que em relação a frequência de ocorrência, Copepoda foi o grupo mais frequente, com uma ocorrência de 100% em ambas as campanhas, refletindo sua dominância em ecossistemas costeiros e oceânicos (CALVACANTE e LARRABAL, 2004; CAMPELO et al., 2018; DA CONCEIÇÃO et al., 2021; SCHWAMBORN et al., 1999).

É interessante destacar que náuplios de copepoda também teve uma alta frequência de ocorrência. No entanto, apesar da alta frequência em ambas as campanhas, a sua abundância foi relativamente baixa. Esse padrão pode estar sendo influenciado pela variabilidade sazonal e ambiental, que influencia diretamente a composição e abundância das comunidades zooplanctônicas (BASU et al., 2022). Um padrão semelhante foi observado no estudo de SHI et al., 2020 no Mar Amarelo, China, onde os copépodes apresentaram alta abundância na estação seca.

Isso se torna especialmente relevante ao longo de um gradiente espaço-temporal, onde as interações entre os organismos e seus papéis na cadeia trófica podem variar significativamente, como demonstrado por SATO et al., 2015. Em seu trabalho sobre variações sazonais na estrutura da comunidade zooplanctônica, eles mostraram a relação das condições ambientais, na qual zooplâncton de maior tamanho dominaram em mares marginais do Norte no Japão, enquanto organismos menores predominaram em outras regiões, destacando a influência sazonal e espacial do biovolume e na distribuição dos organismos. De forma semelhante, este trabalho traz resultados que mostram diferenças entre as áreas e entre as estações. Ao

considerar tanto a quantidade quanto o volume dos organismos, o biovolume possibilita uma visão mais completa sobre a contribuição dos organismos para a biomassa total do ecossistema, destacando a importância de táxons menos abundantes, mas com maior influência em termos de biovolume (LAUX e TORGAN, 2015).

Com relação a abundância, Copepoda foi predominante tanto nas campanhas quanto nas áreas, embora com variações significativas. Esses resultados corroboram com estudos anteriores que indicam a dominância de Copepoda em diversos ecossistemas marinhos, devido à sua ampla distribuição e importância ecológica como base alimentar para outros organismos (TURNER, 2004; LONGHURST, 2007; CALVACANTE e LARRABAL, 2004). Copépodes também são os organismos mais abundantes do holoplâncton e desempenham um papel fundamental nas teias tróficas (CALVACANTE e LARRABAL, 2004) servindo como elo crucial entre os níveis tróficos inferiores e superiores.

No entanto, é igualmente importante destacar a relevância de outros organismos que, apesar de serem menos abundantes, apresentam maior biovolume. Essa característica é extremamente significativa ao considerarmos a contribuição desses organismos para a biomassa total do ecossistema, evidenciando que a sua importância ecológica vai além da simples abundância numérica (LIRA et al., 2024; FIGUEIREDO, 2020). Neste trabalho, observamos, por exemplo, que embora os cnidários tenham apresentado uma abundância inferior a 5% na estação seca em ambos os ambientes, sua importância em termos de biovolume foi significativamente elevada. Esse contraste ressalta que os cnidários desempenham um papel crucial no ecossistema. Assim, sua relevância ecológica não pode ser medida apenas pela abundância, mas também pela capacidade de influenciar as dinâmicas tróficas através do seu grande biovolume.

Appendicularia apresentou uma abundância relativa significativamente menor na estação chuvosa, comparado com a estação seca. Essa variação pode estar relacionada às flutuações sazonais na disponibilidade de nutrientes e na produção primária. LEITÃO et al., 2019 discutem em seu trabalho que a sazonalidade tem um papel importante na variação da densidade e diversidade de zooplâncton, devido ao aumento do aporte de nutrientes vindos do continente e à regeneração bentônica,

promovendo um ambiente favorável ao desenvolvimento de organismos planctônicos. Estudos anteriores também apontam que a disponibilidade de fitoplâncton é um fator chave para o crescimento de apendiculários, (SPINELLI et al., 2018) em um estudo na Scotia Bay na Antártica. No verão de 2014, uma alta produção de fitoplâncton impulsionou o crescimento dessas populações, enquanto no verão seguinte, com condições ambientais menos favoráveis, observou-se uma queda significativa em sua abundância. Esse padrão também pode ser observado aqui, com a estação seca fornecendo um ambiente mais favorável ao crescimento de apendicularia, enquanto a estação chuvosa, com menor disponibilidade de nutrientes e luz, resultou em uma diminuição dessas populações. De forma similar, foi observado, em um estudo contínuo por NEUMANN-LEITÃO et al., 2018, que a dinâmica de copépodes e outros táxons zooplanctônicos estava fortemente correlacionada com fatores ambientais sazonais, com copépodes sendo o táxon dominante, refletindo um padrão de alta frequência e variação de abundância, semelhante ao observado no presente trabalho.

Por fim, observou-se uma variação na composição taxonômica ao comparar os ambientes costeiros e oceânicos. Na estação seca, os ambientes oceânicos apresentaram maior diversidade taxonômica, enquanto na estação chuvosa, essa tendência se inverteu, com a diversidade sendo maior nos ambientes costeiros. Esses resultados reforçam a importância de se considerar tanto a sazonalidade quanto a estrutura ecológica ao avaliar a dinâmica zooplanctônica em diferentes ambientes.

5. CONCLUSÕES

Esse trabalho teve como objetivo examinar a variação espaço-temporal da comunidade de mesozooplâncton ao longo do gradiente costa-oceano, bem como avaliar as variações de tamanho e composição taxonômica do mesozooplâncton. Dessa forma, permitindo uma melhor compreensão da distribuição desses organismos. Assim, os resultados obtidos demonstram que a análise integrada de abundância e biovolume são fundamentais para desvendar e entender a importância ecológica dos grupos taxonômicos. É essencial aprofundar os estudos de biovolume, uma vez que ele também pode ser influenciado por grandes abundâncias de organismos, e não apenas pelo tamanho. Quando se trata de ambientes costeiros, com forte influência de estuários, presenças de recifes de corais, dentre outros, é

possível que o biovolume esteja relacionado diretamente com a quantidade de organismos. Isso porque ecossistemas diversos proporcionam habitats favoráveis para reprodução e desova, contribuindo para a variabilidade na composição e tamanho dos organismos ao longo do gradiente costeiro-oceânico (GIACHINI TOSETTO et al., 2024).

Enfatizamos que, embora alguns organismos apresentem baixa abundância relativa, sua importância em termos de biovolume é significativa, desempenhando um papel fundamental nas dinâmicas ecológicas e na estruturação das teias tróficas. Portanto, a análise de biovolume complementa a avaliação de abundância, fornecendo uma visão mais abrangente sobre a contribuição desses organismos para o ecossistema. Copepoda foi dominante em todas as amostras, com alta frequência, abundância e biovolume, especialmente nas áreas costeiras de ambas as campanhas.

Por fim, além da perspectiva de análise de biovolume, é fundamental aprofundar os estudos nessas áreas para identificar com mais precisão os fatores abióticos que influenciam essa distribuição. Fatores como temperatura, salinidade, disponibilidade de nutrientes e correntes oceânicas podem desempenhar papéis cruciais na variação espacial e temporal dos organismos, e compreender essas interações é essencial para uma gestão mais eficaz dos ecossistemas marinhos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMON, D. J. et al. Megafauna of the UKSRL exploration contract area and eastern Clarion-Clipperton Zone in the Pacific Ocean: Annelida, Arthropoda, Bryozoa, Chordata, Ctenophora, Mollusca. *Biodiversity Data Journal*, v. 5, n. 1, 14 ago. 2017.

BANSE, K. Grazing and Zooplankton Production as Key Controls of Phytoplankton Production in the Open Ocean. *Oceanography*, v. 7, n. 1, p. 13-20, 1994.

BESS, Z. et al. Zooplankton influences on phytoplankton, water clarity, and nutrients in Lake Tahoe. *Aquatic Sciences*, v. 83, n. 2, 1 abr. 2021.

BOLTOVSKOY, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajos con el zooplancton marino. Mar del Plata: INIDEP, 936 p.

BOXSHALL, G. A.; KIHARA, T. C.; HUYS, R. Collecting and processing non-planktonic copepods. *Journal of Crustacean Biology*. Anais... Brill Academic Publishers, 2016.

BRANDINI, F.; LOUIS SPACH, H. Planctologia na Plataforma Continental do Brasil - Diagnose e Revisão bibliográfica. [s.l.: 1997. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/270342207>.

BUCKLIN, A. et al. Toward a global reference database of COI barcodes for marine zooplankton. *Marine Biology*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 1 jun. 2021.

BURKHOLDER, J. M. Harmful Algal Blooms and Eutrophication Nutrient Sources, Composition, and Consequences. [s.l.: 2002.].

CAMPELO, R. P. S. et al. Morphological abnormalities in *Corycaeus speciosus* Dana, 1849 (Copepoda, Cyclopoida) from the area of an Equatorial Atlantic Island. *Cah. Biol. Mar*, v. 59, p. 187–191, 2018.

CAMPELO, R. P. S., BONOU, F. K., DE MELO JUNIOR, M., DIAZ, X. F. G., BEZERRA, L. E. A., & NEUMANN-LEITAO, S. Zooplankton biomass around marine protected islands in the tropical Atlantic Ocean. *Journal of Sea Research*, v. 154, p. 101810, 2019.

CASTELLANI, C. Plankton: A Guide to their Ecology and Monitoring for Water Quality. *Journal of Plankton Research*, v. 32, n. 2, p. 261–262, 1 fev. 2010.

CAVALCANTI, E.A.H., & LARRAZÁBAL, M.E.L. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica - REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Zoologia, Recife, 2004.

DA CONCEIÇÃO, L. R. et al. Copepods community structure and function under oceanographic influences and anthropic impacts from the narrowest continental shelf of Southwestern Atlantic. *Regional Studies in Marine Science*, v. 47, 1 set. 2021.

D'ANGELO, C.; WIEDENMANN, J. Impacts of nutrient enrichment on coral reefs: New perspectives and implications for coastal management and reef survival. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, abr. 2014.

DE-CARLI, B. P. et al. Zooplankton community and their relationship with water quality in São Paulo State reservoirs. *Iheringia - Serie Zoologia*, v. 108, 11 jun. 2018.

FENG, J. et al. Marine Copepods as a Microbiome Hotspot: Revealing Their Interactions and Biotechnological Applications. *Water (Switzerland)*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), 1 dez. 2023.

FIGUEIREDO, Gabriela Guerra Araújo Abrantes de. Análise integrada dos espectros de tamanhos e assinaturas isotópicas da comunidade zooplanctônica ao largo do nordeste do Brasil. 2020. 104 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

GIACHINI TOSETTO, E. et al. The Amazon River plume, a barrier to animal dispersal in the Western Tropical Atlantic. *Scientific Reports*, v. 12, n. 1, 1 dez. 2022.

GIACHINI TOSETTO, E. et al. Identifying community assembling zones and connectivity pathways in the Tropical Southwestern Atlantic Ocean. *Ecography*, v. 2024, n. 3, 1 mar. 2024.

IŞKIN, U. et al. Impact of nutrients, temperatures, and a heat wave on zooplankton community structure: An experimental approach. *Water (Switzerland)*, v. 12, n. 12, p. 1–19, 1 dez. 2020.

ISAACS, J. D. Potential Trophic Biomasses and Trace-Substance Concentrations in Unstructured Marine Food Webs. [s.l.: 1973.

KONDOWE, B. N. et al. Seasonality in Environmental Conditions Drive Variation in Plankton Communities in a Shallow Tropical Lake. *Frontiers in Water*, v. 4, 4 maio 2022.

LEITÃO, S. N. et al. Connectivity between coastal and oceanic zooplankton from rio grande do Norte in the Tropical Western Atlantic. *Frontiers in Marine Science*, v. 6, n. JUN, 2019.

LANDRY, M. R. Integrating classical and microbial food web concepts: evolving views from the open-ocean tropical Pacific. *Hydrobiologia*. [s.l.: 2002.

LINDSEY, R.; DESIGN, M. S.; SIMMON, R. What are Phytoplankton? [s.l.: 2010. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/Phytoplankton>.

LINS SILVA, N.; MARIA DE ALBUQUERQUE LIRA, S.; SCHWAMBORN, R. Tropical Oceanography Revista on line ESTIMATIVA DA BIOMASSA, ABUNDÂNCIA, DENSIDADE E BIOVOLUME DO ZOOPLÂNCTON ESTUARINO E MARINHO TROPICAL ATRAVÉS DE ANÁLISE DE IMAGEM, 2016.

MACKAS, D. L. et al. Changing zooplankton seasonality in a changing ocean: Comparing time series of zooplankton phenology. *Progress in Oceanography*, v. 97–100, p. 31–62, 2012. ORR, J. C. et al. Anthropogenic Ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. *Nature*, v. 437, n. 7059, p. 681–686, 29 set. 2005.

MANICKAM, N. et al. Impact of seasonal changes in zooplankton biodiversity in Ukkadam Lake, Coimbatore, Tamil Nadu, India, and potential future implications of climate change. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, v. 79, n. 1, dez. 2018.

NEUMANN-LEITÃO, S., GUSMÃO, L. M. O., SILVA, T. A., NASCIMENTO-VIEIRA, D. A., AND SILVA, A. P. (1999). Mesozooplankton biomass and diversity in coastal and oceanic waters off north-eastern Brazil. *Arch. Fish. Mar. Res.* 47, 153–165.

NEUMANN-LEITÃO, S. et al. Zooplankton from a reef system under the influence of the Amazon River plume. *Frontiers in Microbiology*, v. 9, n. MAR, 1 mar. 2018.

PESSOA, V. T. et al.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O.; SILVA, A. P.; PORTO-NETO, F. F. Comunidade zooplânctônica na baía de Suape e nos estuários dos rios Tatuoca e Massangana, Pernambuco (Brasil). *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, v. 4, n. 1, p. 80–94, 2009.

RAKHESH, M. et al. Small copepods structuring mesozooplankton community dynamics in a tropical estuary-coastal system. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 126, p. 7-22, 10 jul. 2013.

RICHARDSON, A. J.; RICHARDSON, A. J. In hot water: zooplankton and climate change. [s.l.: 2008. Disponível em: <https://academic.oup.com/icesjms/article/65/3/279/787309>.

SAMPAIO DE SOUZA, C. et al. Estudo comparativo da amostragem de mesozooplâncton em uma região de ressurgência de quebra de plataforma continental em frente a Salvador, Bahia, Brasil. [s.l.: 2023. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/365186500>.

SANTANA, J. R., et al. Ichthyoplankton community structure on the shelf break off northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 92, 2020.

SANTOS, Antonina dos; QUINTELA, Fátima; DIAS, Inês M.; SOUSA, Lígia F. de. *Métodos e Técnicas de Amostragem, Contagem e Identificação*. Instituto Português do Mar e da Atmosfera, s.d.

SANTOS, M. E. M. *Tópicos Multidisciplinares em Ciências Biológicas: Trabalhando Ensino, Pesquisa e Extensão*. [s.l.: 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/342318818>.

SATO, K. et al. Spatial and temporal changes in zooplankton abundance, biovolume, and size spectra in the neighboring waters of Japan: Analyses using an optical plankton counter. *Zoological Studies*, v. 54, n. JAN, 1 jan. 2015.

SHAKESPEARE, William. *Medida por Medida*. Tradução de Millôr Fernandes. São Paulo: L&PM, 1990.

SHELDON, R. W.; PRAKASH, A.; SUTCLIFFE, W. H. The size distribution of particles in the Ocean. *Limnology and Oceanography*, 17: 327–340, 1972.

SHI, Y. et al. Seasonal Changes in Zooplankton Community Structure and Distribution Pattern in the Yellow Sea, China. *Frontiers in Marine Science*, v. 7, 23 jun. 2020.

STEINBERG, D. K.; LANDRY, M. R. Zooplankton and the Ocean Carbon Cycle. *Annual Review of Marine Science*, v. 9, n. 1, p. 413–444, 3 jan. 2017.

THACKERAY, S. J.; BEISNER, B. E. Zooplankton Communities: Diversity in Time and Space. Em: *Wetzel's Limnology: Lake and River Ecosystems*, Fourth Edition. [s.l.: Elsevier], 2023. p. 539–585.

WRIGHT, R. M. THE ROLE OF GELATINOUS ZOOPLANKTON FOR MARINE ECOSYSTEMS AND THE CARBON CYCLE. [s.l.: 2019.].

YOUNG, C. M.; SEWELL, M. A.; RICE, M. E. *Atlas of Marine Invertebrate Larvae*. London: Academic Press, v. 2, 2002.

ZHANG, Z. et al. Trait-based approach revealed the seasonal variation of mesozooplankton functional groups in the South Yellow Sea. *Marine Life Science and Technology*, v. 5, n. 1, p. 126–140, 1 fev. 2023.